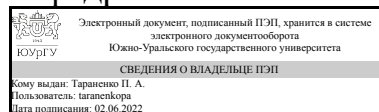


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



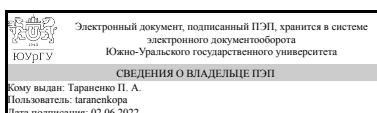
П. А. Тараненко

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П1.17 Теория упругости
для направления 15.03.03 Прикладная механика
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Компьютерное моделирование и испытания
высокотехнологичных конструкций
форма обучения очная
кафедра-разработчик Техническая механика

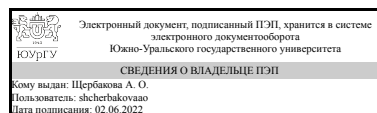
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.03 Прикладная механика, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.08.2021 № 729

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н., доц.



П. А. Тараненко

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент



А. О. Щербакова

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения данной дисциплины является формирование у студентов системы знаний, навыков и умений по дисциплине "Теория упругости". Для достижения поставленной цели в курсе решаются следующие задачи: 1. Освоение тензорного аппарата на уровне, достаточном для изучения дисциплины; 2. Изучение тензорных мер напряженно-деформированного состояния упругой среды, закона линейной упругости; 3. Освоение основных уравнений, принципов и методов теории упругости и применение их для случая сложного напряженно-деформированного состояния; 4. Ознакомление с классическими задачами теории упругости; 5. Изучение метода конечных элементов применительно к решению плоской задачи теории упругости.

Краткое содержание дисциплины

Курс теории упругости включает в себя следующие разделы: 1. Основы тензорной алгебры. 2. Тензорные меры напряженно-деформированного состояния упругой среды. 3. Основы тензорного анализа. 4. Анализ напряжений и деформаций при неоднородном напряженно-деформированном состоянии. 5. Классические задачи теории упругости. 6. Особенности решения плоских задач теории упругости. 7. Вариационные методы теории упругости. Метод конечных элементов.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знает: основы тензорной алгебры и тензорного анализа, которые с одной стороны необходимы для формирования объемного представления о мерах напряженно-деформированного состояния и основных законах механики твердого деформируемого тела, а с другой стороны помогают развить системное и критическое мышление Умеет: представлять меры напряженного и деформированного состояния в точке тела, а также основные уравнения механики твердого деформируемого тела в тензорной форме, при необходимости переходя от нее к координатной и матричной Имеет практический опыт: представления основных уравнений теории упругости в различных формах записи; применения тензорного аппарата к решению задач механики
ПК-4 Способен на научной основе организовать свой труд и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности	Знает: тензорный аппарат, используемый в механике твердого тела, основные меры напряженно-деформированного состояния, уравнения, законы и принципы теории упругости; основы метода конечных элементов; классические задачи теории упругости в 3D и 2D постановке

реальным наукоемким процессам, машинам и конструкциям	<p>Умеет: решать задачи теории упругости, привлекая для этого тензорный аппарат; выполнять анализ напряженно-деформированного состояния в точке тела; составлять матричную модель МКЭ стержневой и плоской конструкции</p> <p>Имеет практический опыт: организации своего труда на научной основе; применения классических задач и методов теории упругости, физико-механических, математических и компьютерных моделей</p>
---	---

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
<p>Основы автоматизации инженерных расчетов, Математический анализ, Линейная алгебра и аналитическая геометрия, Анализ механической системы твердых тел, Дифференциальные уравнения, Теория вероятностей и математическая статистика</p>	<p>Устойчивость механических систем, Вычислительные методы решения инженерных задач, Строительная механика машин, Статистическая механика, Численные методы технической механики</p>

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Дифференциальные уравнения	<p>Знает: основные понятия теории дифференциальных уравнений, типы и стандартные формы записи основных дифференциальных уравнений, методы решения основных дифференциальных уравнений</p> <p>Умеет: применять дифференциальные уравнения для моделирования физических процессов, использовать средства дифференциальных уравнений для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования и пользоваться при необходимости математической литературой</p> <p>Имеет практический опыт: методов решения дифференциальных уравнений различных типов</p>
Линейная алгебра и аналитическая геометрия	<p>Знает: основные понятия линейной алгебры и аналитической геометрии; основы векторного и матричного исчисления, базовые понятия тензорной алгебры, методы решения линейных уравнений, основы линейного программирования</p> <p>Умеет: разбирать доказательства теорем, решать типовые задачи; использовать математический аппарат для освоения теоретических основ механики твердого деформируемого тела, методы применения математического аппарата для</p>

	<p>решения задач оптимизации Имеет практический опыт: анализа и синтеза информации, а также использования математического аппарата применительно к решению задач механики, решения задач оптимизации</p>
<p>Теория вероятностей и математическая статистика</p>	<p>Знает: основные математические положения, законы, основные формулы и методы решения теории вероятностей; числовые характеристики дискретных случайных величин и их свойства; функцию распределения; биномиальный, геометрический и гипергеометрический законы распределения дискретных случайных величин; непрерывные случайные величины; функции распределения и плотности распределения; равномерное и показательное распределения; нормальное распределение; центральную предельную теорему; основные понятия статистики; оценки теоретических параметров; доверительный интервал; проверка статистических гипотез Умеет: решать типовые задачи по теории вероятностей; применять математические методы для решения типовых профессиональных задач Имеет практический опыт: решения задач по теории вероятностей и математической статистики</p>
<p>Математический анализ</p>	<p>Знает: основные математические положения, законы, основные формулы и методы решения задач разделов дисциплин математического анализа, фундаментальные основы разделов математического анализа, необходимые для освоения других дисциплин и самостоятельного приобретения знаний Умеет: самостоятельно работать с учебной, справочной и учебно-методической литературой; доказывать теоремы, вычислять определенные интегралы по фигуре; характеризовать векторные поля; находить циркуляцию и поток векторного поля; применять интегралы к решению простых прикладных задач; составлять модели реальных процессов и проводить их анализ, решать типовые примеры и использовать математические методы в решении профессиональных задач Имеет практический опыт: анализа и синтеза информации, а также употребления математических символов для выражения количественных и качественных отношений объектов; навыками символьных преобразований математических выражений, использования методов математического анализа и моделирования в решении профессиональных задач</p>
<p>Основы автоматизации инженерных расчетов</p>	<p>Знает: основные физические явления и процессы, системы компьютерной математики для решения задач в области прикладной механики с помощью существующих информационных технологий и компьютерных программ; основы проведения математических</p>

	<p>вычислений инженерных расчетов в компьютерной программе Mathcad, существующие информационные технологии и компьютерные программы для проведения инженерных расчетов; основы расчетов элементов конструкций и проведения математических вычислений с использованием вычислительных методов Умеет: проводить основные математические вычисления в системе Mathcad; применять стандартные математические функции программы Mathcad при проведении необходимых инженерных расчетов, расчетов на прочность, жёсткость и устойчивость типовых стержневых систем; применять физико-математические методы для решения практических задач; применять вероятностные и статические методы при обработке экспериментальных данных, проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость типовых стержневых систем и элементов конструкций с помощью программ компьютерной математики; применять современные математические пакеты программ для обработки результатов эксперимента Имеет практический опыт: решения конкретных задач с помощью численных методов; самостоятельного проведения расчетов на прочность, жёсткость и устойчивость типовых элементов конструкций в программе MathCAD; обработки экспериментальных данных при практической работе на компьютере с применением современных вычислительных систем; навыками применения физико-математического аппарата и методов математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности, расчета на прочность элементов конструкций с использованием современных вычислительных систем; применения математического аппарата для статистической обработки результатов эксперимента</p>
--	---

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч., 110,75 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	6
Общая трудоёмкость дисциплины	216	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	96	48	48
Лекции (Л)	48	24	24

Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	48	24	24
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	105,25	53,75	51,5
Подготовка к контрольным работам №4-6	20	0	20
Работа с контрольными тестами №1-3	10	10	0
Подготовка к зачету	13,75	13,75	0
Подготовка к контрольным работам №1-3	15	15	0
Выполнение домашних заданий №4-6	20	0	20
Выполнение домашних заданий №1-3	15	15	0
Подготовка к экзамену	11,5	0	11,5
Консультации и промежуточная аттестация	14,75	6,25	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Часть 1. Основы теории упругости в тензорном изложении	48	24	24	0
2	Часть 2. Фундаментальные задачи теории упругости	48	24	24	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Линейное пространство. Скаляры и векторы в линейном пространстве. Тензорное произведение. Полиада. Тензоры. Координаты тензора. Преобразование координат при смене базиса	2
2	1	Евклидово пространство. Скалярное произведение векторов. Скалярное произведение тензоров. Скалярная свертка. Декартов базис. Собственные числа тензора	2
3	1	Евклидово пространство. Векторное произведение. Векторное свертывание. Тензор как линейный оператор. Полярные и цилиндрические координаты. Инвариантные числа двухвалентного тензора	2
4	1	Тензор напряжений. Тензор дисторсии	2
5	1	Тензор деформации. Тензор жесткого поворота. Тензоры геометрических характеристик	2
6	1	Понятие об упругости. Закон сохранения энергии. Постулат устойчивости. Закон Гука для линейно-упругого тела (общая форма записи)	2
7	1	Закон Гука для изотропного линейно-упругого тела	2
8	1	Тензорное дифференцирование. Понятие поля. Направленная производная. Градиент скалярного поля. Градиент тензорного поля	2
9	1	Оператор Гамильтона. Дивергенция и ротор. Дифференцирование произведения функций. Двукратное дифференцирование	2
10	1	Интегрирование в тензорном поле. Интегрирование по линии. Интегрирование по поверхности и по объему	2
11	1	Теорема Остроградского – Гаусса. Теорема Стокса. Формулы Грина.	2

		Интегрирование по частям	
12	1	Напряжения и деформации при неоднородном НДС. Статическая и геометрическая стороны задачи. Полная система уравнений	2
13	2	Принцип возможных перемещений. Закон сохранения энергии. Устойчивость. Однозначность решения. Принцип суперпозиции. Свойства симметрии	2
14	2	Разрешающее уравнение теории упругости в перемещениях (уравнение равновесия в форме Лямэ). Разрешающее уравнение теории упругости в напряжениях (уравнение Бельтрами-Митчелла). Гармоническая функции напряжений	2
15	2	Классические задачи теории упругости. Задача о всестороннем равномерном давлении. Задача о сферической полости в неограниченном теле. Задача о сфере, нагруженной внутренним и внешним давлением	2
16	2	Задача о цилиндрическом включении. Задача Лямэ	2
17	2	Задача Кельвина. Задача Буссинеска	2
18	2	Задача Герца	2
19	2	Плоская задача теории упругости. Особенности двумерного пространства. Бигармоническая функция напряжений (функция Эри)	2
20	2	Особенности дифференцирования в полярных координатах. Задача Кирша	2
21	2	Вариационные принципы ТУ. Вариации полей напряжений и смещений. Принцип минимума потенциальной энергии (принцип Лагранжа). Принцип минимума дополнительной потенциальной энергии (теорема Кастильяно). Метод Ритца-Тимошенко	2
22	2	Метод конечных элементов. Особенности построения матричной модели конструкции. Функции формы. Дискретизация полей напряжений и деформаций. Геометрическая сторона задачи – построение векторов-столбцов обобщенных координат $[q]$ и деформаций $[\epsilon]$, а также геометрической матрицы $[A]$	2
23	2	Статическая сторона задачи – построение вектора-столбца обобщенных сил $[Q]$, а также матриц $[J]$ и $[B]$. Физическая сторона задачи и запись разрешающего уравнения – особенности построения векторов-столбцов $[\sigma]$ и $[\epsilon]$, а также матриц $[C]$ и $[K]$	2
24	2	Построение матриц для МКЭ на примере плоского конечного элемента при ПНС	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Преобразование координат при смене базиса	2
2	1	Евклидово пространство. Скалярное произведение векторов. Скалярное произведение тензоров. Скалярная свертка. Декартов базис. Собственные числа тензора	2
3	1	Евклидово пространство. Векторное произведение. Векторное свертывание. Тензор как линейный оператор. Полярные и цилиндрические координаты. Инвариантные числа двухвалентного тензора	2
4	1	КР №1. Тензорная алгебра	2
5	1	Тензор напряжений. Тензор дисторсии. Тензор деформации. Тензор жесткого поворота	2
6	1	Закон Гука для изотропного линейно-упругого тела	2
7	1	КР №2. Основные тензоры механики	2
8	1	Тензорное дифференцирование	2

9	1	Интегрирование в тензорном поле	2
10	1	КР №3. Тензорный анализ	2
11	1	Напряжения и деформации при неоднородном НДС	2
12	1	Зачет	2
13	2	Статическая и геометрическая сторона задачи (часть 2)	2
14	2	Принцип возможных перемещений, принципы симметрии	2
15	2	Разрешающие уравнения теории упругости в перемещениях и в напряжениях	2
16	2	КР №4. Напряжения и деформации при неоднородном НДС	2
17	2	Задача о цилиндрическом включении и задача Лямэ	2
18	2	Задача Кельвина	2
19	2	Метод полиномов решения плоской задачи теории упругости	2
20	2	КР №5. Классические задачи ТУ	2
21	2	Особенности построения одномерных моделей конструкции – задача о толстостенном цилиндре под действием растягивающей силы, крутящего момента, а также внутреннего и внешнего давления	2
22	2	Плоская конструкция, состоящая из нескольких треугольных конечных элементов	2
23	2	КР №6. Метод конечных элементов	2
24	2	Подготовка к экзамену	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к контрольным работам №4-6	1) Тимошенко, С. П. Теория упругости Пер. с англ. М. И. Рейтмана; Под ред. Г. С. Шапиро. - 2-е изд. - М.: Наука, 1979. - 560 с. ил.; 2) Демидов, С. П. Теория упругости Учеб. для вузов по спец. "Динамика и прочность машин". - М.: Высшая школа, 1979. - 432 с. ил.; 3) Садаков О.С. Основы тензорного анализа (применительно к теории упругости). – Челябинск: ЧПИ, 1981. – 92 с.; 4) Апайчев М.В. и др. Основные понятия и простейшие задачи теории упругости. Учебное пособие. – Челябинск: ЧГТУ, 1992. – 64 с.	6	20
Работа с контрольными тестами №1-3	Садаков О.С. Основы тензорного анализа (применительно к теории упругости). – Челябинск: ЧПИ, 1981. – 92 с.; Апайчев М.В. и др. Основные понятия и простейшие задачи теории упругости. Учебное пособие. – Челябинск: ЧГТУ, 1992. – 64 с.	5	10
Подготовка к зачету	Садаков О.С. Основы тензорного анализа	5	13,75

	(применительно к теории упругости). – Челябинск: ЧПИ, 1981. – 92 с.; Апайчев М.В. и др. Основные понятия и простейшие задачи теории упругости. Учебное пособие. – Челябинск: ЧГТУ, 1992. – 64 с.		
Подготовка к контрольным работам №1-3	Садаков О.С. Основы тензорного анализа (применительно к теории упругости). – Челябинск: ЧПИ, 1981. – 92 с.; Апайчев М.В. и др. Основные понятия и простейшие задачи теории упругости. Учебное пособие. – Челябинск: ЧГТУ, 1992. – 64 с.	5	15
Выполнение домашних заданий №4-6	1) Тимошенко, С. П. Теория упругости Пер. с англ. М. И. Рейтмана; Под ред. Г. С. Шапиро. - 2-е изд. - М.: Наука, 1979. - 560 с. ил.; 2) Демидов, С. П. Теория упругости Учеб. для вузов по спец. "Динамика и прочность машин". - М.: Высшая школа, 1979. - 432 с. ил.; 3) Садаков О.С. Основы тензорного анализа (применительно к теории упругости). – Челябинск: ЧПИ, 1981. – 92 с.; 4) Апайчев М.В. и др. Основные понятия и простейшие задачи теории упругости. Учебное пособие. – Челябинск: ЧГТУ, 1992. – 64 с.	6	20
Выполнение домашних заданий №1-3	Садаков О.С. Основы тензорного анализа (применительно к теории упругости). – Челябинск: ЧПИ, 1981. – 92 с.; Апайчев М.В. и др. Основные понятия и простейшие задачи теории упругости. Учебное пособие. – Челябинск: ЧГТУ, 1992. – 64 с.	5	15
Подготовка к экзамену	1) Тимошенко, С. П. Теория упругости Пер. с англ. М. И. Рейтмана; Под ред. Г. С. Шапиро. - 2-е изд. - М.: Наука, 1979. - 560 с. ил.; 2) Демидов, С. П. Теория упругости Учеб. для вузов по спец. "Динамика и прочность машин". - М.: Высшая школа, 1979. - 432 с. ил.; 3) Садаков О.С. Основы тензорного анализа (применительно к теории упругости). – Челябинск: ЧПИ, 1981. – 92 с.; 4) Апайчев М.В. и др. Основные понятия и простейшие задачи теории упругости. Учебное пособие. – Челябинск: ЧГТУ, 1992. – 64 с.	6	11,5

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Семестр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	5	Текущий контроль	ДЗ1	2	5	Критерии оценивания: 1) качество выполнения задания; 2) срок выполнения. Начисляемые баллы: 5 - задание выполнено верно в установленный срок; 4 - задание выполнено в установленный срок, в решении допущены незначительные ошибки; 3- задание в целом решено верно, но сдано позже установленного срока	зачет
2	5	Текущий контроль	ДЗ2	2	5	Критерии оценивания: 1) качество выполнения задания; 2) срок выполнения. Начисляемые баллы: 5 - задание выполнено верно в установленный срок; 4 - задание выполнено в установленный срок, в решении допущены незначительные ошибки; 3- задание в целом решено верно, но сдано позже установленного срока	зачет
3	5	Текущий контроль	ДЗ3	2	5	Критерии оценивания: 1) качество выполнения задания; 2) срок выполнения. Начисляемые баллы: 5 - задание выполнено верно в установленный срок; 4 - задание выполнено в установленный срок, в решении допущены незначительные ошибки; 3- задание в целом решено верно, но сдано позже установленного срока	зачет
4	5	Текущий контроль	Т1	1	5	Тест необходимо пройти в личном кабинете вне сетки расписания в установленный срок. Для успешного прохождения теста необходимо набрать не менее 60% верных ответов. Баллы: Отлично: 90 - 100 % верных ответов; Хорошо: 75 - 89 % верных ответов; Удовлетворительно: 60 - 74 % верных ответов; Неудовлетворительно: менее 60% верных ответов	зачет
5	5	Текущий контроль	Т2	1	5	Тест необходимо пройти в личном кабинете вне сетки расписания в установленный срок. Для успешного прохождения теста необходимо набрать не менее 60% верных ответов. Баллы: Отлично: 90 - 100 % верных ответов; Хорошо: 75 - 89 % верных ответов; Удовлетворительно: 60 - 74 % верных ответов; Неудовлетворительно: менее 60% верных ответов	зачет
6	5	Текущий контроль	Т3	1	5	Тест необходимо пройти в личном кабинете вне сетки расписания в установленный срок. Для успешного прохождения теста необходимо набрать не менее 60% верных ответов. Баллы: Отлично: 90 - 100 % верных ответов; Хорошо: 75 - 89 % верных ответов; Удовлетворительно: 60 - 74 %	зачет

						верных ответов; Неудовлетворительно: менее 60% верных ответов	
7	5	Текущий контроль	КР1	3	5	Контрольная работа проводится письменно на практическом занятии. Длительность - 1,5 часа. Результат получается в процентном соотношении от максимального балла: Отлично: 90 - 100 % верных ответов; Хорошо: 75 - 89 % верных ответов; Удовлетворительно: 60 - 74 % верных ответов; Неудовлетворительно: менее 60% верных ответов	зачет
8	5	Текущий контроль	КР2	3	5	Контрольная работа проводится письменно на практическом занятии. Длительность - 1,5 часа. Результат получается в процентном соотношении от максимального балла: Отлично: 90 - 100 % верных ответов; Хорошо: 75 - 89 % верных ответов; Удовлетворительно: 60 - 74 % верных ответов; Неудовлетворительно: менее 60% верных ответов	зачет
9	5	Текущий контроль	КР3	3	5	Контрольная работа проводится письменно на практическом занятии. Длительность - 1,5 часа. Результат получается в процентном соотношении от максимального балла: Отлично: 90 - 100 % верных ответов; Хорошо: 75 - 89 % верных ответов; Удовлетворительно: 60 - 74 % верных ответов; Неудовлетворительно: менее 60% верных ответов	зачет
10	5	Промежуточная аттестация	Зачет	-	40	Зачет проводится письменно по билетам. Билет содержит 5 вопросов. Длительность процедуры - 1 академический час. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Шкала оценивания: 90 - 100 баллов - даны верные и полные ответы на все вопросы; 75 - 89 баллов - в ответах допущены незначительные ошибки; 60-74 - ответы неполные, допущены грубые ошибки; 0-59 баллов - как минимум на один вопрос отсутствует ответ. Зачет автоматом может быть поставлен по результатам текущего рейтинга до начала зачетной недели	зачет
11	6	Текущий контроль	ДЗ4	2	5	Критерии оценивания: 1) качество выполнения задания; 2) срок выполнения. Начисляемые баллы: 5 - задание выполнено верно в установленный срок; 4 - задание выполнено в установленный срок, в решении допущены незначительные ошибки; 3- задание в целом решено верно, но сдано позже установленного срока	экзамен
12	6	Текущий	ДЗ5	2	5	Критерии оценивания: 1) качество	экзамен

		контроль				выполнения задания; 2) срок выполнения. Начисляемые баллы: 5 - задание выполнено верно в установленный срок; 4 - задание выполнено в установленный срок, в решении допущены незначительные ошибки; 3- задание в целом решено верно, но сдано позже установленного срока	
13	6	Текущий контроль	ДЗ6	2	5	Критерии оценивания: 1) качество выполнения задания; 2) срок выполнения. Начисляемые баллы: 5 - задание выполнено верно в установленный срок; 4 - задание выполнено в установленный срок, в решении допущены незначительные ошибки; 3- задание в целом решено верно, но сдано позже установленного срока	экзамен
14	6	Текущий контроль	КР4	3	5	Контрольная работа проводится письменно на практическом занятии в компьютерном классе. Длительность - 1,5 часа. Результат получается в процентном соотношении от максимального балла: Отлично: 90 - 100 % верных ответов; Хорошо: 75 - 89 % верных ответов; Удовлетворительно: 60 - 74 % верных ответов; Неудовлетворительно: менее 60% верных ответов	экзамен
15	6	Текущий контроль	КР5	3	5	Контрольная работа проводится письменно на практическом занятии в компьютерном классе. Длительность - 1,5 часа. Результат получается в процентном соотношении от максимального балла: Отлично: 90 - 100 % верных ответов; Хорошо: 75 - 89 % верных ответов; Удовлетворительно: 60 - 74 % верных ответов; Неудовлетворительно: менее 60% верных ответов	экзамен
16	6	Текущий контроль	КР6	3	5	Контрольная работа проводится письменно на практическом занятии в компьютерном классе. Длительность - 1,5 часа. Результат получается в процентном соотношении от максимального балла: Отлично: 90 - 100 % верных ответов; Хорошо: 75 - 89 % верных ответов; Удовлетворительно: 60 - 74 % верных ответов; Неудовлетворительно: менее 60% верных ответов	экзамен
17	6	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	40	Экзамен проходит письменно по билетам. Билет содержит 2 теоретических вопроса и 1 задачу; время на ответ - 1 час. Учитываются ответы на дополнительные вопросы Шкала оценивания результатов ответа по экзаменационному билету: 90 - 100 баллов - даны верные и полные ответы на все вопросы; 75 - 89 баллов - в ответах допущены незначительные ошибки; 60-74 - ответы неполные, допущены грубые ошибки; 0-59 баллов - как минимум на один вопрос отсутствует ответ. Баллы: Отлично: рейтинг студента выше 90%;	экзамен

					Хорошо: рейтинг студента от 75% до 90%; Удовлетворительно: рейтинг студента от 60% до 75%; Неудовлетворительно: рейтинг студента менее 60%. Экзаменационная оценка автоматом ставится по результатам текущего рейтинга, набранного до начала зачетной недели	
--	--	--	--	--	---	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Зачет проводится письменно по билетам. Билет содержит 5 вопросов. Длительность процедуры - 1 академический час. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Шкала оценивания: 90 - 100 баллов - даны верные и полные ответы на все вопросы; 75 - 89 баллов - в ответах допущены незначительные ошибки; 60-74 - ответы неполные, допущены грубые ошибки; 0-59 баллов - как минимум на один вопрос отсутствует ответ. Зачет автоматом может быть поставлен по результатам текущего рейтинга до начала зачетной недели	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
экзамен	Экзамен проходит письменно по билетам. Билет содержит 2 теоретических вопроса и 1 задачу; время на ответ - 1 час. Учитываются ответы на дополнительные вопросы Шкала оценивания результатов ответа по экзаменационному билету: 90 - 100 баллов - даны верные и полные ответы на все вопросы; 75 - 89 баллов - в ответах допущены незначительные ошибки; 60-74 - ответы неполные, допущены грубые ошибки; 0-59 баллов - как минимум на один вопрос отсутствует ответ. Баллы: Отлично: рейтинг студента выше 90%; Хорошо: рейтинг студента от 75% до 90%; Удовлетворительно: рейтинг студента от 60% до 75%; Неудовлетворительно: рейтинг студента менее 60%. Экзаменационная оценка автоматом ставится по результатам текущего рейтинга, набранного до начала зачетной недели	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
УК-1	Знает: основы тензорной алгебры и тензорного анализа, которые с одной стороны необходимы для формирования объемного представления о мерах напряженно-деформированного состояния и основных законах механики твердого деформируемого тела, а с другой стороны помогают развить системное и критическое мышление	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+
УК-1	Умеет: представлять меры напряженного и деформированного состояния в точке тела, а	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+

	также основные уравнения механики твердого деформируемого тела в тензорной форме, при необходимости переходя от нее к координатной и матричной																										
УК-1	Имеет практический опыт: представления основных уравнений теории упругости в различных формах записи; применения тензорного аппарата к решению задач механики	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-4	Знает: тензорный аппарат, используемый в механике твердого тела, основные меры напряженно-деформированного состояния, уравнения, законы и принципы теории упругости; основы метода конечных элементов; классические задачи теории упругости в 3D и 2D постановке	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-4	Умеет: решать задачи теории упругости, привлекая для этого тензорный аппарат; выполнять анализ напряженно-деформированного состояния в точке тела; составлять матричную модель МКЭ стержневой и плоской конструкции	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-4	Имеет практический опыт: организации своего труда на научной основе; применения классических задач и методов теории упругости, физико-механических, математических и компьютерных моделей	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Тимошенко, С. П. Теория упругости Пер. с англ. М. И. Рейтмана; Под ред. Г. С. Шапиро. - 2-е изд. - М.: Наука, 1979. - 560 с. ил.
2. Демидов, С. П. Теория упругости Учеб. для вузов по спец."Динамика и прочность машин". - М.: Высшая школа, 1979. - 432 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика Т. 7 Теория упругости Учеб. пособие для физ. спец. ун-тов. - 4-е изд., испр. и доп. - М.: Наука, 1987. - 246 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Вестник ЮУрГУ. Серия "Математика. Механика. Физика"

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Апейчев М.В. и др. Основные понятия и простейшие задачи теории упругости. Учебное пособие. – Челябинск: ЧГТУ, 1992. – 64 с.
2. Садаков О.С. Основы тензорного анализа (применительно к теории упругости). – Челябинск: ЧПИ, 1981. – 92 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ландау, Л.Д. Теоретическая физика. Т.7 Теория упругости. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2007. — 264 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/2233
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Сапунов, В.Т. Задачи прикладной теории упругости: учебное пособие для вузов. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — М. : НИЯУ МИФИ, 2011. — 208 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/75913

Перечень используемого программного обеспечения:

1. PTC-MathCAD(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	334 (2)	Компьютеры с предустановленным программным обеспечением
Лекции	319 (2)	Компьютер, проектор, экран