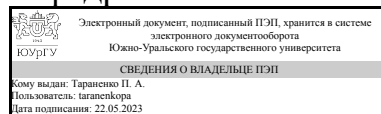


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



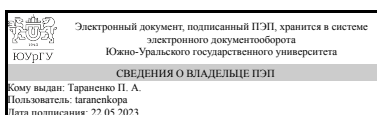
П. А. Тараненко

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.П0.17 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

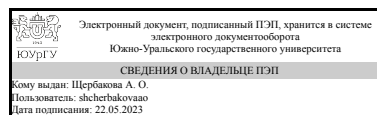
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.03 Прикладная механика, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.08.2021 № 729

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<br>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<br>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 | 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<br>Имеет практический опыт: организации своего труда на научной основе; применения классических задач и методов теории упругости, физико-механических, математических и компьютерных моделей |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана                                                                                                                                                                                                                                                              | Перечень последующих дисциплин, видов работ                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Математический анализ,<br>Линейная алгебра и аналитическая геометрия,<br>Дифференциальные уравнения,<br>Цифровое моделирование динамики машин и механизмов,<br>Основы автоматизации инженерных расчетов,<br>Теория вероятностей и математическая статистика,<br>История России,<br>Анализ механической системы твердых тел | Статистическая механика,<br>Вычислительные методы решения инженерных задач,<br>Численные методы технической механики,<br>Регрессионный анализ и планирование эксперимента,<br>Устойчивость механических систем,<br>Строительная механика машин,<br>Основы планирования эксперимента |

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

| Дисциплина                                 | Требования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Линейная алгебра и аналитическая геометрия | Знает: методы решения линейных уравнений, основы линейного программирования, основные понятия линейной алгебры и аналитической геометрии; основы векторного и матричного исчисления, базовые понятия тензорной алгебры<br>Умеет: методы применения математического аппарата для решения задач оптимизации, разбирать доказательства теорем, решать типовые задачи; использовать математический аппарат для освоения теоретических основ механики твердого деформируемого тела<br>Имеет практический опыт: решения задач оптимизации, анализа и синтеза информации, а также использования математического аппарата применительно к решению задач механики |
| Анализ механической системы твердых тел    | Знает: компьютерные системы моделирования динамики механизмов из абсолютно твердых тел, теоретические основы и методы компьютерного моделирования<br>Умеет: выполнять кинематический и динамический анализ механической системы, разрабатывать виртуальные модели исследуемых механических                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            | <p>систем, учитывающих особенности их конструкции Имеет практический опыт: кинематического и динамического анализа механических систем, работы с пакетами многотельной динамики (MultiBody Dynamics) для компьютерного моделирования динамических систем, состоящих из твердых тел</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Дифференциальные уравнения | <p>Знает: основные понятия теории дифференциальных уравнений, типы и стандартные формы записи основных дифференциальных уравнений, методы решения основных дифференциальных уравнений 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 Имеет практический опыт: методов решения дифференциальных уравнений различных типов</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Математический анализ      | <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> |
| История России             | <p>Знает: механизм возникновения проблемных ситуаций в разные исторические эпохи, основные этапы историко-культурного развития России, закономерности исторического процесса; законы исторического развития и основы межкультурной коммуникации Умеет: анализировать различные способы преодоления проблемных ситуаций, возникавших в истории, осуществлять поиск, анализ и синтез исторической информации, оценивать</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                    | <p>достижения культуры на основе знания исторического контекста, анализировать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия; соотносить факты, явления и процессы с исторической эпохой, воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом контекстах Имеет практический опыт: выявления и систематизации различных стратегий действий в проблемных ситуациях, владения навыками бережного отношения к культурному наследию различных эпох; анализа социально-культурных проблем в контексте мировой истории и современного социума</p>                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Цифровое моделирование динамики машин и механизмов | <p>Знает: современные пакеты 1D и 3D цифрового моделирования динамики сборок из абсолютно твердых тел, теоретические основы и методы цифрового моделирования Умеет: определять кинематические и динамические параметры конструкции (перемещения, скорости и ускорения точек), разрабатывать цифровые виртуальные модели исследуемых механических систем, учитывающих особенности их конструкции Имеет практический опыт: кинематического и динамического анализа систем твердых тел, работы с пакетами многотельной динамики (MultiBody Dynamics) для цифрового компьютерного моделирования динамических систем</p>                                                                                                                                                                                                                                    |
| Теория вероятностей и математическая статистика    | <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> |
| Основы автоматизации инженерных расчетов           | <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 вычислений инженерных расчетов в</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>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., 111,75 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)                                         | 64          | 32                                 | 32  |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды | 32          | 16                                 | 16  |

|                                          |        |           |         |
|------------------------------------------|--------|-----------|---------|
| аудиторных занятий (ПЗ)                  |        |           |         |
| Лабораторные работы (ЛР)                 | 0      | 0         | 0       |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>      | 104,25 | 52,75     | 51,5    |
| Выполнение домашних заданий №4-6         | 20     | 0         | 20      |
| Работа с контрольными тестами №1-3       | 10     | 10        | 0       |
| Подготовка к зачету                      | 12,75  | 12,75     | 0       |
| Подготовка к экзамену                    | 11,5   | 0         | 11,5    |
| Подготовка к контрольным работам №4-6    | 20     | 0         | 20      |
| Подготовка к контрольным работам №1-3    | 10     | 10        | 0       |
| Выполнение курсовой работы               | 20     | 20        | 0       |
| Консультации и промежуточная аттестация  | 15,75  | 7,25      | 8,5     |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен) | -      | зачет, КР | экзамен |

## 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины             | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    |    |
|-----------|----------------------------------------------|-------------------------------------------|----|----|----|
|           |                                              | Всего                                     | Л  | ПЗ | ЛР |
| 1         | Тензорная алгебра                            | 14                                        | 8  | 6  | 0  |
| 2         | Основные тензоры в механике                  | 12                                        | 8  | 4  | 0  |
| 3         | Тензорный анализ                             | 14                                        | 10 | 4  | 0  |
| 4         | Напряжения и деформации при неоднородном НДС | 18                                        | 12 | 6  | 0  |
| 5         | Классические задачи теории упругости         | 22                                        | 16 | 6  | 0  |
| 6         | Вариационные принципы теории упругости       | 16                                        | 10 | 6  | 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                                                               | 2            |
| 3        | 1         | Декартов базис. Собственные числа тензора                                                                                                                                 | 2            |
| 4        | 1         | Векторное произведение. Векторное свертывание. Тензор как линейный оператор. Полярные и цилиндрические координаты. Инвариантные числа двухвалентного тензора              | 2            |
| 5        | 2         | Тензор напряжений. Тензоры геометрических характеристик                                                                                                                   | 2            |
| 6        | 2         | Тензор дисторсии. Тензор деформации. Тензор жесткого поворота                                                                                                             | 2            |
| 7        | 2         | Понятие об упругости. Закон сохранения энергии. Постулат устойчивости. Закон Гука для линейно-упругого тела (общая форма записи)                                          | 2            |
| 8        | 2         | Закон Гука для изотропного линейно-упругого тела                                                                                                                          | 2            |
| 9        | 3         | Тензорное дифференцирование. Понятие поля                                                                                                                                 | 2            |
| 10       | 3         | Направленная производная. Градиент скалярного поля. Градиент тензорного поля                                                                                              | 2            |
| 11       | 3         | Оператор Гамильтона. Дивергенция и ротор. Дифференцирование произведения функций. Двукратное дифференцирование                                                            | 2            |

|    |   |                                                                                                                                                                                                                                                                             |   |
|----|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 12 | 3 | Интегрирование в тензорном поле. Интегрирование по линии. Интегрирование по поверхности и по объему                                                                                                                                                                         | 2 |
| 13 | 3 | Теорема Остроградского – Гаусса. Теорема Стокса. Формулы Грина. Интегрирование по частям                                                                                                                                                                                    | 2 |
| 14 | 4 | Напряжения и деформации при неоднородном НДС. Статическая стороны задачи                                                                                                                                                                                                    | 2 |
| 15 | 4 | Геометрическая стороны задачи. Полная система уравнений теории упругости                                                                                                                                                                                                    | 2 |
| 16 | 4 | Принцип возможных перемещений                                                                                                                                                                                                                                               | 2 |
| 17 | 4 | Закон сохранения энергии. Устойчивость. Однозначность решения. Принцип суперпозиции. Свойства симметрии                                                                                                                                                                     | 2 |
| 18 | 4 | Разрешающее уравнение теории упругости в перемещениях (уравнение равновесия в форме Лямэ)                                                                                                                                                                                   | 2 |
| 19 | 4 | Разрешающее уравнение теории упругости в напряжениях (уравнение Бельтрами-Митчелла). Гармоническая функции напряжений                                                                                                                                                       | 2 |
| 20 | 5 | 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 |
| 21 | 5 | Задача о цилиндрическом включении. Задача Лямэ                                                                                                                                                                                                                              | 2 |
| 22 | 5 | Задача Кельвина                                                                                                                                                                                                                                                             | 2 |
| 23 | 5 | Задача Буссинеска                                                                                                                                                                                                                                                           | 2 |
| 24 | 5 | Задача Герца                                                                                                                                                                                                                                                                | 2 |
| 25 | 5 | Плоская задача теории упругости. Особенности двумерного пространства                                                                                                                                                                                                        | 2 |
| 26 | 5 | Особенности дифференцирования в полярных координатах. Задача Кирша                                                                                                                                                                                                          | 2 |
| 27 | 5 | Метод полиномов решения плоской задачи теории упругости                                                                                                                                                                                                                     | 2 |
| 28 | 6 | Вариационные принципы теории упругости. Вариации полей напряжений и смещений. Принцип минимума потенциальной энергии (принцип Лагранжа). Принцип минимума дополнительной потенциальной энергии (теорема Кастильяно). Метод Ритца-Тимошенко                                  | 2 |
| 29 | 6 | 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                             | 2 |
| 30 | 6 | 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 |
| 31 | 6 | Особенности построения одномерных моделей конструкции – задача о толстостенном цилиндре под действием растягивающей силы, крутящего момента, а также внутреннего и внешнего давления                                                                                        | 2 |
| 32 | 6 | 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         | Тензоры в евклидовом пространстве                                   | 2            |
| 3         | 1         | Контрольная работа №1. Тензорная алгебра                            | 2            |
| 4         | 2         | Основные тензоры в механике                                         | 2            |

|    |   |                                                                             |   |
|----|---|-----------------------------------------------------------------------------|---|
| 5  | 2 | Контрольная работа №2. Основные тензоры в механике                          | 2 |
| 6  | 3 | Тензорный анализ                                                            | 2 |
| 7  | 3 | Контрольная работа №3. Тензорный анализ                                     | 2 |
| 8  | 4 | Зачет                                                                       | 2 |
| 9  | 4 | Напряжения и деформации при неоднородном НДС                                | 2 |
| 10 | 4 | Контрольная работа №4. Напряжения и деформации при неоднородном НДС         | 2 |
| 11 | 5 | Задача о цилиндрическом включении и задача Лямэ                             | 2 |
| 12 | 5 | Задача Кельвина                                                             | 2 |
| 13 | 5 | Контрольная работа №5. Классические задачи теории упругости                 | 2 |
| 14 | 6 | Плоская конструкция, состоящая из нескольких треугольных конечных элементов | 2 |
| 15 | 6 | Контрольная работа №6. Метод конечных элементов                             | 2 |
| 16 | 6 | 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 |
| 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           |
| 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 (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       | 12,75        |

|                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |      |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------|
| 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 |
| 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   |
| 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 | 10   |
| Выполнение курсовой работы            | 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 | 20   |

## 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 | Се-местр | Вид контроля | Название контрольного | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов | Учитыва- |
|------|----------|--------------|-----------------------|-----|------------|---------------------------|----------|
|------|----------|--------------|-----------------------|-----|------------|---------------------------|----------|

|   |   |                  |             |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |              |
|---|---|------------------|-------------|---|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|   |   |                  | мероприятия |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | ется в<br>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 | T1          | 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 | T2          | 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 | T3          | 1 | 5 | Тест необходимо пройти в личном кабинете вне сетки расписания в установленный срок. Для успешного                                                                                                                                                                                                                                           | зачет        |

|    |   |                          |       |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |
|----|---|--------------------------|-------|---|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|    |   |                          |       |   |    | 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |
| 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 контроль | ДЗ5 | 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 |
| 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 -                                                                                                                                                                                                                                                  | экзамен |

|    |   |                          |                                  |   |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                 |
|----|---|--------------------------|----------------------------------|---|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|    |   |                          |                                  |   |     | 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |
| 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%; Хорошо: рейтинг студента от 75% до 90%; Удовлетворительно: рейтинг студента от 60% до 75%; Неудовлетворительно: рейтинг студента менее 60%. Экзаменационная оценка автоматически ставится по результатам текущего рейтинга, набранного до начала зачетной недели                                                                        | экзамен         |
| 18 | 5 | Курсовая работа/проект   | Анализ НДС в точке упругого тела | - | 100 | <p>Защита курсовой работы проводится на зачетной неделе. В случае, если все контрольные работы по курсу написаны не хуже, чем на 3 балла студент освобождается от процедуры защиты.</p> <p>На защиту студент предоставляет:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Задание, согласно индивидуальному варианту.</li> <li>2. Пояснительную записку на 20-30 страницах в электронном и печатанном виде, содержащую описательную часть работы, расчеты и соответствующие иллюстрации.</li> <li>3. Презентацию доклада по теме работы.</li> </ol> <p>На защите студент коротко (3-5 мин) делает доклад по теме работы и отвечает на вопросы.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p> | курсовые работы |

|  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |
|--|--|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  |  |  |  | <p>Отлично: величина рейтинга обучающегося по курсовому проекту 85...100 %</p> <p>Хорошо: величина рейтинга, обучающегося по курсовому проекту 75...84 %</p> <p>Удовлетворительно: величина рейтинга обучающегося по курсовому проекту 60...74 %</p> <p>Неудовлетворительно: величина рейтинга обучающегося по курсовому проекту 0...59 %</p> <p>Максимальное количество баллов – 100.</p> <p>Критерии оценивания:</p> <p>1. Качество пояснительной записки</p> <p>50 баллов – пояснительная записка имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями</p> <p>40 баллов – пояснительная записка имеет грамотно изложенную теоретическую главу, в ней представлены достаточно подробный анализ и критический разбор практической деятельности, последовательное изложение материала с соответствующими выводами, однако с не вполне обоснованными положениями</p> <p>30 баллов – пояснительная записка имеет теоретическую главу, базируется на практическом материале, но имеет поверхностный анализ, в ней просматривается непоследовательность изложения материала, представлены необоснованные положения</p> <p>(20-0) баллов – пояснительная записка не имеет анализа, не отвечает требованиям, изложенным в методических рекомендациях кафедры; в работе нет выводов либо они носят декларативный характер.</p> <p>2. Защита курсовой работы:</p> <p>50 баллов – при защите студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, легко отвечает на поставленные вопросы</p> <p>40 баллов – при защите студент показывает знание вопросов темы, оперирует данными исследования, вносит предложения по теме исследования, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы</p> |  |
|--|--|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
|--|--|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  |  |  |  | 30 баллов– при защите студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда дает исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы (20-0) баллов – при защите студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы по ее теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки.<br>3. Срок выполнения работы:<br>В случае, если студент предоставляет работу позже срока, то итоговая оценка не превышает 60 |  |
|--|--|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| курсовые работы              | При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Показатели оценивания: отлично - величина рейтинга обучающегося по курсовой работе 85...100 %; хорошо - величина рейтинга обучающегося по курсовой работе 75...84%; удовлетворительно - величина рейтинга обучающегося по курсовой работе 60...74%; неудовлетворительно - величина рейтинга обучающегося по курсовой работе 0...59% . Максимальное количество баллов – 100. Защита курсовой работы - обязательное мероприятие                                                                  | В соответствии с п. 2.7 Положения       |
| 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 | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

|  |                                                                                 |  |
|--|---------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | ставится по результатам текущего рейтинга, набранного до начала зачетной недели |  |
|--|---------------------------------------------------------------------------------|--|

### 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 | 18 |
| 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. Садаков О.С. Основы тензорного анализа (применительно к теории упругости). – Челябинск: ЧПИ, 1981. – 92 с.

2. Апайчев М.В. и др. Основные понятия и простейшие задачи теории упругости. Учебное пособие. – Челябинск: ЧГТУ, 1992. – 64 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: <a href="http://e.lanbook.com/book/2233">http://e.lanbook.com/book/2233</a> |
| 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: <a href="http://e.lanbook.com/book/75913">http://e.lanbook.com/book/75913</a>       |

**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 |
|---------------------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекции                          | 319<br>(2) | Компьютер, проектор, экран                                                                                                                       |
| Практические занятия и семинары | 334<br>(2) | Компьютеры с предустановленным программным обеспечением                                                                                          |

