

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"

Кафедра вычислительной и экспериментальной механики

Авторы-составители: **Аптуков Валерий Нагимович**

Рабочая программа дисциплины

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Код УМК 62254

Утверждено
Протокол №6
от «16» июня 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Теория упругости

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « С.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Специальность: **01.05.01** Фундаментальные математика и механика
направленность Программа широкого профиля

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Теория упругости** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

01.05.01 Фундаментальные математика и механика (направленность : Программа широкого профиля)

ПК.1 Способен решать профессиональные задачи, возникающие при проведении научных и прикладных исследований

Индикаторы

ПК.1.1 Математически корректно формулирует проблемы научных и прикладных исследований

ПК.1.2 Решает профессиональные задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	01.05.01 Фундаментальные математика и механика (направленность: Программа широкого профиля)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	10
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	28
Проведение практических занятий, семинаров	14
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (10 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Входной контроль

Контроль проводится с целью актуализации знаний и умений, полученных ранее и необходимых для изучения курса Теория упругости.

Необходимые знания в области:

- дифференциальное и интегральное исчисление;
- обыкновенные дифференциальные уравнения;
- тензорное исчисление;
- уравнения в частных производных (уравнения математической физики);
- теоретическая механика;
- механика сплошных сред;
- сопротивление материалов.

Раздел 1. Введение

Тема 1. Основные гипотезы

Понятие сплошной среды. Понятие однородности. Гипотеза отсутствия моментных напряжений.

Понятие упругости. Изотропные и анизотропные тела.

Тема 2. Элементы напряженного состояния.

Внешние силы – поверхностные и объемные. Принцип Сен-Венана и статически эквивалентные системы. Внутренние силы. Напряжения. Закон парности касательных напряжений. Однородное напряженное состояние. Напряжения на наклонной площадке.

Тема 3. Элементы деформированного состояния.

Продольные деформации в прямоугольной системе координат. Деформации сдвига в прямоугольной системе координат.

Тема 4. Закон Гука.

Одноосный закон Гука. Обобщенный закон Гука. Закон Гука для давления и объемной деформации.

Контрольная точка №1

Проверяются знания по теме «Введение»: Основные гипотезы. Понятие сплошной среды. Понятие однородности. Гипотеза отсутствия моментных напряжений. Понятие упругости. Изотропные и анизотропные тела. Элементы напряженного состояния. Внешние силы – поверхностные и объемные. Принцип Сен-Венана и статически эквивалентные системы. Внутренние силы. Напряжения. Закон парности касательных напряжений. Однородное напряженное состояние. Напряжения на наклонной площадке. Элементы деформированного состояния. Продольные деформации в прямоугольной системе координат. Деформации сдвига в прямоугольной системе координат. Закон Гука. Одноосный закон Гука. Обобщенный закон Гука. Закон Гука для давления и объемной деформации.

Раздел 2. Плоская задача теории упругости

Тема 5. Плоское напряженное состояние и плоская деформация.

Плоское напряженное состояние. Плоское деформированное состояние. Напряжение на наклонной площадке. Круг напряжений Мора. Дифференциальные уравнения равновесия и граничные условия. Функция напряжений Эри.

Тема 6. Двумерные задачи в прямоугольных координатах.

Решение в полиномах. Структура функции Эри. Изгиб консоли, нагруженной на конце. Определение перемещений в балке.

Тема 7. Двумерные задачи в полярных координатах.

Вывод уравнений равновесия. Вывод уравнений Коши: деформации и перемещения. Уравнения

совместности деформаций и функция напряжений Эри.

Тема 8. Полярно-симметричное распределение напряжений.

Напряженное состояние цилиндра. Напряжения во вращающихся дисках. Формулировка граничных условий.

Тема 9. Напряжение в пластине с круглым отверстием. Концентрация напряжений.

Распределение напряжений в пластинке без отверстия в полярной системе координат. Концентрация напряжений. Пластинка с круглым отверстием под действием сдвига. Пластинка с эллиптическим отверстием.

Тема 10. Сосредоточенная сила на прямолинейной границе полупространства.

Действие нормальной силы на границе полупространства. Горизонтальная сила, приложенная к прямолинейной границе. Наклонная сила, приложенная к прямолинейной границе.

Тема 11. Напряжения в круглом диске.

Две уравновешивающие, диаметрально противоположные силы. Две уравновешивающие силы, действующие вдоль хорды. Определение и анализ напряженного состояния.

Контрольная точка №2

Проверяются знания по теме Плоская задача теории упругости: Плоское напряженное состояние и плоская деформация. Плоское напряженное состояние. Плоское деформированное состояние. Напряжение на наклонной площадке. Круг напряжений Мора. Дифференциальные уравнения равновесия и граничные условия. Функция напряжений Эри. Двумерные задачи в прямоугольных координатах. Решение в полиномах. Структура функции Эри. Изгиб консоли, нагруженной на конце. Определение перемещений в балке. Двумерные задачи в полярных координатах. Вывод уравнений равновесия. Вывод уравнений Коши: деформации и перемещения. Уравнения совместности деформаций и функция напряжений Эри. Полярно-симметричное распределение напряжений. Напряженное состояние цилиндра. Напряжения во вращающихся дисках. Формулировка граничных условий. Напряжение в пластине с круглым отверстием. Концентрация напряжений. Распределение напряжений в пластинке без отверстия в полярной системе координат. Концентрация напряжений. Пластинка с круглым отверстием под действием сдвига. Пластинка с эллиптическим отверстием. Сосредоточенная сила на прямолинейной границе полупространства. Действие нормальной силы на границе полупространства. Горизонтальная сила, приложенная к прямолинейной границе. Наклонная сила, приложенная к прямолинейной границе. Напряжения в круглом диске. Две уравновешивающие, диаметрально противоположные силы. Две уравновешивающие силы, действующие вдоль хорды. Определение и анализ напряженного состояния.

Раздел 3. Теория упругости анизотропного тела

Тема 12. Анизотропия общего вида. Упруго-эквивалентные направления. Форма записи Общего закона Гука в технических постоянных.

Тема 13. Общий метод получения частных вариантов закона Гука. Структура и симметрия. Принцип Неймана. Закон Гука и упругий потенциал в симметричных системах.

Тема 14. Основные случаи упругой симметрии. Плоскость упругой симметрии. Ортотропное тело. Трансверсально-изотропное тело. Криволинейная анизотропия.

Тема 15. Простейшие задачи упругого анизотропного тела. Растяжение анизотропного стержня. Всестороннее сжатие анизотропного тела и ограничения на константы.

Раздел 4. Общие уравнения и вариационные принципы

Тема 16. Общая постановка задач теории упругости. Полная система уравнений. Система теории упругости в напряжениях и перемещениях. Уравнения Бельтрами-Мичела. Уравнения Лямэ.

Тема 17. Вариационные уравнения теории упругости. Общий функционал теории упругости.

Вариационный принцип Рейснера. Вторая вариация функционала.

Тема 18. Вариационные принципы Лагранжа и Кастилиано. Физический смысл функционалов. Теорема Кастилиано. Применение вариационных принципов для получения приближенных решений.

Раздел 5. Температурные задачи теории упругости

Тема 19. Термодинамика упругой деформации. Функции состояния. Тепловая энергия. Температура. Энтропия.

Тема 20. Температурные эффекты в упругом теле. Адиабатический и изотермический модуль. Примеры постановки и решения задач термоупругости.

Итоговое контрольное мероприятие

Проверяются знания по всем темам, в том числе умение создать расчетную схему решения некоторых пройденных задач теории упругости, решить задачу в пакете ANSYS, сравнить аналитическое и численное решение.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Новожилов, В. В. Теория упругости / В. В. Новожилов. — 2-е изд. — Санкт-Петербург : Политехника, 2020. — 410 с. — ISBN 978-5-7325-0956-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/94829>
2. Ландау Л. Д. Теоретическая физика. учебное пособие для студентов физических специальностей университетов : в 10 т. Т. 7. Теория упругости / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; ред. Л. П. Питаевский. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2007, ISBN 978-5-9221-0122-6. -264

Дополнительная:

1. Стружанов Валерий Владимирович, Миронов Владимир Иванович Деформационное разупрочнение материала в элементах конструкций / Отв. ред. В. Л. Колмогоров; РАН, Ин-т машиноведения. - Екатеринбург, 1995, ISBN 5-7691-0493-7. -190.
2. Ханефт, А.В. Механика сплошных сред : учебное пособие : в 2 частях / А.В. Ханефт. — Кемерово : КемГУ, [б. г.]. — Часть 2 : Теория упругости — 2018. — 104 с. — ISBN 978-5-8353-2284-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <https://elis.psu.ru/node/619863>
3. Тимошенко С. П., Гудьер Дж. Теория упругости: [руководство] : перевод с английского / С. П. Тимошенко, Дж. Гудьер ; пер. М. И. Рейтман ; ред. Г. С. Шапиро. - Москва: Наука, 1979. -560.
4. Теория упругости. Часть 1. Учебно-методическое пособие. - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. Теория упругости. Часть 1 / Ледовской И. В. -2012. -48, ISBN 978-5-9227-0344-4 <http://www.iprbookshop.ru/19044>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.psu.ru/elektronnye-resursy-dlya-psu> Электронные ресурсы для ПГНИУ

<http://www.mathnet.ru/> Общероссийский математический портал

<http://window.edu.ru/> Единое окно доступа к образовательным ресурсам

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Теория упругости** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Необходимое лицензионное и (или) свободно распространяемое программное обеспечение:

- приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC»;
- офисный пакет приложений «LibreOffice».
- пакет ANSYS.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

- система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).
- система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.
- система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий - компьютерный класс. Состав оборудования определен в Паспорте компьютерного класса..

Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Самостоятельная работа студентов: аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с

доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Теория упругости**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ПК.1

Способен решать профессиональные задачи, возникающие при проведении научных и прикладных исследований

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.1.1 Математически корректно формулирует проблемы научных и прикладных исследований</p>	<p>В результате обучения студент должен знать теоретические основы дисциплины, получить умение применить их на практике, показывать успешное применение навыков мыслительной деятельности.</p>	<p align="center">Неудовлетворител Необходимые знания для освоения предмета отсутствуют. Студент не знает теоретических основ дисциплины, необходимых для формирования компетенции. Нет навыков выполнения расчетов.</p> <p align="center">Удовлетворительн Общие, но не структурированные знания основных понятий предмета. Владение техникой выполнения конкретно поставленной задачи, но с большим количеством недочетов.</p> <p align="center">Хорошо В целом сформированные, но содержащие небольшие пробелы, знания теоретических основ. Владение техникой выполнения конкретно поставленной задачи, но с небольшими погрешностями при интерпретации результатов</p> <p align="center">Отлично Студент показывает сформированные систематические знания теоретических основ, умение применить их на практике. Показывает успешное применение навыков мыслительной деятельности.</p>
<p>ПК.1.2 Решает профессиональные задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований</p>	<p>В результате обучения студент должен уметь решать предложенные задачи в предметной области, владеть навыками анализа полученных результатов.</p>	<p align="center">Неудовлетворител Студент не умеет решать предложенные задачи в предметной области, не может провести анализ полученных результатов.</p> <p align="center">Удовлетворительн Студент имеет представление о решении предложенные задачи в предметной области, неуверенно проводит анализ полученных результатов.</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Студент умеет решать предложенные задачи в предметной области, может провести частичный анализа полученных результатов.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Студент умеет решать предложенные задачи в предметной области, уверенно владеет навыками анализа полученных результатов.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль ПК.1.2 Решает профессиональные задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований ПК.1.1 Математически корректно формулирует проблемы научных и прикладных исследований	Входной контроль Входное тестирование	Основные понятия и гипотезы сопротивления материалов и механики сплошных сред Основные понятия описания напряженного и деформированного состояния материалов и конструкций Физический смысл уравнений и механических параметров сопротивления материалов и механики сплошных сред

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.1.2 Решает профессиональные задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований</p> <p>ПК.1.1 Математически корректно формулирует проблемы научных и прикладных исследований</p>	<p>Контрольная точка №1</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Проверяются знания по теме «Введение»: Основные гипотезы. Понятие сплошной среды. Понятие однородности. Гипотеза отсутствия моментных напряжений. Понятие упругости. Изотропные и анизотропные тела. Элементы напряженного состояния. Внешние силы – поверхностные и объемные. Принцип Сен-Венана и статически эквивалентные системы. Внутренние силы. Напряжения. Закон парности касательных напряжений. Однородное напряженное состояние. Напряжения на наклонной площадке. Элементы деформированного состояния. Продольные деформации в прямоугольной системе координат. Деформации сдвига в прямоугольной системе координат. Закон Гука. Одноосный закон Гука. Обобщенный закон Гука. Закон Гука для давления и объемной деформации.</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.1.2 Решает профессиональные задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований</p> <p>ПК.1.1 Математически корректно формулирует проблемы научных и прикладных исследований</p>	<p>Контрольная точка №2</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Проверяются знания по теме Плоская задача теории упругости: Плоское напряженное состояние и плоская деформация. Плоское напряженное состояние. Плоское деформированное состояние. Напряжение на наклонной площадке. Круг напряжений Мора. Дифференциальные уравнения равновесия и граничные условия. Функция напряжений Эри. Двумерные задачи в прямоугольных координатах. Решение в полиномах. Структура функции Эри. Изгиб консоли, нагруженной на конце. Определение перемещений в балке. Двумерные задачи в полярных координатах. Вывод уравнений равновесия. Вывод уравнений Коши: деформации и перемещения. Уравнения совместности деформаций и функция напряжений Эри. Полярно-симметричное распределение напряжений. Напряженное состояние цилиндра. Напряжения во вращающихся дисках. Формулировка граничных условий. Напряжение в пластине с круглым отверстием. Концентрация напряжений. Распределение напряжений в пластинке без отверстия в полярной системе координат. Концентрация напряжений. Пластинка с круглым отверстием под действием сдвига. Пластинка с эллиптическим отверстием. Сосредоточенная сила на прямолинейной границе полупространства. Действие нормальной силы на границе полупространства. Горизонтальная сила, приложенная к прямолинейной границе. Наклонная сила, приложенная к прямолинейной границе. Напряжения в круглом диске. Две уравновешивающие, диаметрально противоположные силы. Две уравновешивающие силы, действующие</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
		вдоль хорды. Определение и анализ напряженного состояния.
ПК.1.2 Решает профессиональные задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований ПК.1.1 Математически корректно формулирует проблемы научных и прикладных исследований	Итоговое контрольное мероприятие Итоговое контрольное мероприятие	Проверяются знания по всем темам, в том числе умение создать расчетную схему решения некоторых пройденных задач теории упругости, решить задачу в пакете ANSYS, сравнить аналитическое и численное решение.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Входной контроль

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Знает основные понятия описания напряженного и деформированного состояния материалов и конструкций	35
Понимает физический смысл уравнений и механических параметров сопротивления материалов и механики сплошных сред	35
Умеет сформулировать основные понятия и гипотезы сопротивления материалов и механики сплошных сред	30

Контрольная точка №1

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Знает элементы деформированного состояния, формулировку закона Гука в различной форме	15
Знает классификацию внешних и внутренних сил, размерности величин, понятия тензора и вектора напряжений	10
Умеет формулировать основные гипотезы теории упругости	5

Контрольная точка №2

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет формулировать постановку задачи плоской теории упругости в декартовой системе координат	10
Умеет выполнить постановку конкретных задач плоской теории упругости, граничных условий, объяснить физический смысл результатов	10
Умеет формулировать постановку задачи плоской теории упругости в полярной системе координат	10

Итоговое контрольное мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет решить рассмотренные задачи в пакете ANSYS	15
Умеет правильно сравнить аналитическое и численное решения	15
Умеет составить расчетную схему рассмотренных задач	10