

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ

Утверждено:
на заседании кафедры
протокол №10 от «24» июня 2017 г.

Согласовано:
Председатель УМК ФТИ

Зав. кафедрой  /Ковалева Л.А.

 / Балапанов М.Х.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ, ПЛАСТИЧНОСТИ, МЕХАНИКА РАЗРУШЕНИЙ/
СЕМИНАР ВКР

(наименование дисциплины)

ФТД.В.01 вариативная часть, дисциплина по выбору

(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))

программа магистратуры

Направление подготовки (специальность)

03.04.02 Физика,

(код и наименование направления подготовки (специальности))

Направленность (профиль) подготовки

Моделирование нефтегазовых процессов

(наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация

Магистр

(квалификация)

| | |
|--|--|
| Разработчики (составители) главный специалист, ООО «РН- УфаНИПИнефть», к.ф.-м.н. (должность, ученая степень, ученое звание) |  /Ильясов А.М. (подпись, Фамилия И.О.) |
|--|--|

Для приема: 2017 г.

Уфа 2017 г.

Составитель / составители: Ильясов А.М.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры протокол от «24» июня 2017 г. №10

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры: изменена литература, протокол № 11 от «14» июня 2018 г

Заведующий кафедрой



_____ / Ковалева Л.А.

Список документов и материалов

| | |
|--|--|
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы | |
| 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы | |
| 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) | |
| 4. Фонд оценочных средств по дисциплине | |
| 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания | |
| 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций | |
| 4.3. <i>Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)</i> | |
| 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины | |
| 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины | |
| 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины | |
| 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине | |

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
(с ориентацией на карты компетенций)

ОК-1 - способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу

ОПК-5 - способностью использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности

ПК-1 - способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта

| Результаты обучения | | Формируемая компетенция (с указанием кода) | Примечание |
|---------------------------------------|--|--|------------|
| Знания | используемые координатные системы; связь между перемещениями и деформациями; геометрический смысл компонент тензоров деформаций и вращений; инварианты тензора деформаций; разложение вектора перемещений; условия интегрируемости соотношений Коши; | ОК-1 | |
| | метод сечений; закон преобразования напряжений при повороте системы координат; инварианты тензора напряжений; | ОПК-5 | |
| | обобщённый закон Гука; соотношения Дюгамеля-Неймана; различные случаи упругой симметрии твёрдого тела; различные формы записи упругого потенциала твёрдого тела; | ПК - 1 | |
| Умения | анализировать деформированное состояние элементов конструкций; | ОК-1 | |
| | анализировать напряжённое состояние элементов конструкций; | ОПК-5 | |
| | учитывать упругие и термоупругие характеристики материалов при постановке задач теории упругости; | ПК - 1 | |
| Владения (навыки / опыт деятельности) | о тензорах деформаций и напряжений | ОК-1 | |
| | о связи между тензорами деформаций и напряжений | ОПК-5 | |
| | о полной системе соотношений и постановке задач теории упругости | ПК - 1 | |

1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «*Теория упругости, пластичности, механика разрушений/семинар ВКР*» относится к вариативной части.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 2 семестре.

Главная цель дисциплины теоретическая и практическая подготовка в области прикладной механики деформируемого твердого тела, развитие инженерного мышления, приобретение знаний, необходимых для изучения последующих дисциплин. Ядро курса Теория упругости как раздел механики деформируемого твердого тела. Постановка задач теории упругости.

Основные понятия курса: тензор деформаций, тензор напряжений, связь между напряженным и деформированным состояниями, полная система соотношений теории упругости, постановка задач теории упругости

По предмету и методу своих исследований данный курс тесно связан с общим курсом физики, гидрогазодинамикой и способствует формированию у будущих специалистов принципов физического и инженерного подхода к моделированию нефтегазовых процессов, в сфере нефтегазодобычи и транспортировки нефти и газа. Без знания вязкостных свойств нефти и газа, основных законов реологии, физико-химических характеристик сырья и протекающих в них физических процессов невозможны сознательные и эффективные подходы к разработке техники и организации технологических процессов.

2. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

ОК-1 - способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | |
|-------------------------------------|---|--|---|
| | | Не зачтено | Зачтено |
| Первый этап | используемые координатные системы; связь между перемещениями и деформациями; геометрический смысл компонент тензоров деформаций и вращений; инварианты тензора деформаций; разложение вектора перемещений; условия интегрируемости соотношений Коши | Имеет фрагментарные знания, не готов к участию в дискуссии на профессиональные темы; | Уверенно знает профессиональную лексику, готов к участию в дискуссии на профессиональные темы; знает основы делового общения. |
| Второй этап | анализировать деформированное состояние элементов конструкций | Не умеет научно анализировать социокультурные, общественно значимые проблемы и процессы. | Уверенно проводит анализ социокультурных, общественно значимых проблемы и процессы; проблемы соотношения техники и технических наук, научного познания и инженерно-технической деятельности. |
| Третий этап | о тензорах деформаций и напряжений | Не способен работать с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач | Владеет навыками работы с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач |

ОПК-5 - способностью использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | |
|-------------------------------------|---|--|---|
| | | Не зачтено | Зачтено |
| Первый этап | метод сечений; закон преобразования напряжений при повороте системы | Имеет фрагментарные знания, не готов к участию в дискуссии на профессиональные темы; | Уверенно знает профессиональную лексику, готов к участию в дискуссии на |

| | | | |
|-------------|--|--|---|
| | координат; инварианты тензора напряжений; | | профессиональные темы; знает основы делового общения. |
| Второй этап | анализировать напряжённое состояние элементов конструкций; | Не умеет научно анализировать социокультурные, общественно значимые проблемы и процессы. | Уверенно проводит анализ социокультурных, общественно значимых проблемы и процессы; проблемы соотношения техники и технических наук, научного познания и инженерно-технической деятельности. |
| Третий этап | о связи между тензорами деформаций и напряжений | Не способен работать с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач | Владеет навыками работы с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач |

ПК-1 - способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | |
|-------------------------------------|--|---|--|
| | | Не зачтено | Зачтено |
| Первый этап | обобщённый закон Гука; соотношения Дюгамеля-Неймана; различные случаи упругой симметрии твёрдого тела; различные формы записи упругого потенциала твёрдого тела; | Имеет фрагментарные знания, не готов к участию в дискуссии на профессиональные темы; | Уверенно знает профессиональную лексику, готов к участию в дискуссии на профессиональные темы; знает основы делового общения. |
| Второй этап | учитывать упругие и термоупругие характеристики материалов при постановке задач теории упругости; | Не умеет научно анализировать социокультурные, общественно значимые проблемы и процессы. | Уверенно проводит анализ социокультурных, общественно значимых проблемы и процессы; проблемы соотношения техники и технических наук, научного познания и инженерно-технической деятельности. |
| Третий этап | о полной системе соотношений и постановке задач теории упругости | Не способен работать с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим | Владеет навыками работы с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением |

| | | | |
|--|--|--|---------------------------------------|
| | | внедрением данных для решения поставленных задач | данных для решения поставленных задач |
|--|--|--|---------------------------------------|

Показатели сформированности компетенции:

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для зачета: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

для зачета:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов), не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

| Результаты обучения | | Формируемая компетенция (с указанием кода) | Оценочные средства |
|---------------------|--|--|--|
| Знания | используемые координатные системы; связь между перемещениями и деформациями; геометрический смысл компонент тензоров деформаций и вращений; инварианты тензора деформаций; разложение вектора перемещений; условия интегрируемости соотношений Коши; | ОК-1 | Отчет, устный ответ на контрольные вопросы |
| | метод сечений; закон преобразования напряжений при повороте системы координат; инварианты тензора напряжений; | ОПК-5 | Отчет, устный ответ на контрольные вопросы |
| | обобщённый закон Гука; соотношения Дюгамеля-Неймана; различные случаи упругой симметрии твёрдого тела; различные формы записи упругого потенциала твёрдого тела; | ПК - 1 | Отчет, устный ответ на контрольные вопросы |
| Умения | анализировать деформированное состояние элементов конструкций; | ОК-1 | Отчет, устный ответ на контрольные вопросы |
| | анализировать напряжённое состояние элементов конструкций; | ОПК-5 | Отчет, устный ответ на контрольные вопросы |
| | учитывать упругие и термоупругие характеристики материалов при постановке задач теории упругости; | ПК - 1 | Отчет, устный ответ на контрольные вопросы |

| | | | |
|--|--|--------|--|
| Владения (навыки / опыт деятельности) | о тензорах деформаций и напряжений | ОК-1 | Отчет, устный ответ на контрольные вопросы |
| | о связи между тензорами деформаций и напряжений | ОПК-5 | Отчет, устный ответ на контрольные вопросы |
| | о полной системе соотношений и постановке задач теории упругости | ПК - 1 | Отчет, устный ответ на контрольные вопросы |

При изучении дисциплины «Теория упругости» предусмотрены следующие виды самостоятельной работы:

Самостоятельная работа с литературой. Темы для самостоятельного изучения приведены в рабочей программе по каждому модулю с указанием параграфов основной и дополнительной литературы, в достаточном количестве содержащейся в библиотеке.

Контроль данной работы проводится в конце лабораторных занятий или во время сдачи лабораторных работ, если темы совпадают.

Самостоятельная подготовка по материалам лекций к прохождению промежуточного и рубежного контроля. Вопросы по данным видам контроля приведены в соответствующей главе и выдаются студентам заблаговременно.

Тестирование по материалам лекций 1-3 проводится во время практических занятий.

Самостоятельная работа по подготовке к лабораторной работе, включающая в себя изучение теоретического материала, планирование эксперимента, подготовку экспериментального журнала. Необходимый методический материал приведен в Методических указаниях к лабораторной работе, выдаваемых студенту преподавателем заранее.

Контроль данной работы проходит в начале каждого лабораторного занятия в течение 10-15 минут в виде допуска по результатам рабочей дискуссии микро группы студентов, совместно выполняющих данный физический эксперимент.

Самостоятельная работа по математической обработке и анализу полученных результатов, подготовке отчета и ответа на контрольные вопросы.

Контроль данной работы проходит на лабораторном занятии в виде защиты отчета и ответа на контрольные вопросы.

Примерные вопросы по курсу «Теория упругости»

1. Координаты Эйлера и Лагранжа. Вектор перемещений. Тензор деформаций Грина линейной и нелинейной теории упругости. Соотношения Коши.
2. Геометрический смысл компонент тензора деформаций. Деформация произвольно ориентированного элемента.
3. Главные оси тензора деформаций. Главные деформации. Инварианты тензора деформаций. Геометрический смысл первого инварианта тензора деформаций линейной теории упругости..
4. Разложение вектора перемещений. Тензор вращений, вектор вращений.
5. Определение перемещений по деформациям. Уравнения Сен-Венана как условие интегрируемости соотношений Коши. Случай односвязной области.
6. Силы и напряжения. Равновесие элементарного тетраэдра. Тензор напряжений.

7. Главные оси тензора напряжений. Главные напряжения. Инварианты тензора напряжений.
8. Эллипсоид Ламе. Разложение тензора напряжений на шаровой тензор и тензор девиатор. Напряжения на октаэдрических площадках. Интенсивность напряжений.
9. Дифференциальные уравнения равновесия. Статические граничные условия.
10. Применение первого и второго законов термодинамики к процессу деформирования твёрдого тела.
11. Различные случаи упругой симметрии твёрдого тела. Закон Гука для ортотропного и изотропного материалов.
12. Полная система соотношений теории упругости. Терминология. Уравнения Бельтрами-Мичелла.
13. Полная система соотношений теории упругости. Уравнения Ламе. Уравнения Ламе для задач термоупругости. Принцип Сен Венана. Полуобратный метод Сен-Венана.
14. Постановка задачи о кручении прямого бруса.
15. Решение задачи о кручении прямого бруса с помощью функции напряжений.
16. Плоская деформация.
17. Обобщённое плоское напряжённое состояние.
18. Функция напряжений плоской задачи теории упругости.
19. Решение плоской задачи теории упругости для прямоугольной области в полиномах.
20. Решение плоской задачи теории упругости для прямоугольной области в тригонометрических рядах.
21. Решение плоской задачи теории упругости с использованием интегрального преобразования Фурье.
22. Плоская задача теории упругости в полярной системе координат. Случай, когда функция напряжений не зависит от полярного угла.
23. Плоская задача теории упругости в полярной системе координат. Общее решение бигармонического уравнения. Решение частных задач.
24. Решение задачи о концентрации напряжений в бесконечной пластине, ослабленной круговым отверстием.
25. Вариационные принципы теории упругости.

Примеры задач

Задача №1

Вывести дифференциальные уравнения равновесия для плоской задачи теории упругости в полярной системе координат.

Задача №2

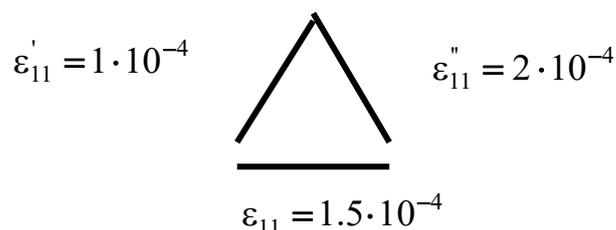
При каком условии функция $\varphi(x_1, x_2) = Ax_1^4 + Bx_2^4$ может быть функцией напряжений. Какой внешней нагрузке она соответствует ?

Задача №3

Решить задачу кручения для призматического бруса, эллиптического сечения.

Задача №4

Для дельта-розетки деформаций найдены относительные удлинения, величины которых указаны на рисунке. Определить ε_{22} и ε_{12} в этой точке.



| | | |
|---|---|--------|
| Творческий подход к отбору и структурированию материала | - | 1 балл |
| Новизна и самостоятельность при постановке проблемы | - | 1 балл |
| Выступление не является простым чтением с экрана | - | 1 балл |
| В выступлении дополняются и раскрываются ключевые моменты, представленные на слайдах | - | 1 балл |
| Во время выступления поддерживается зрительный контакт с аудиторией, речь отличается богатством интонаций | - | 1 балл |

5. Список литературы

5.1 Основная литература:

1. Тетельмин В.В. Нефтегазовое дело — Долгопрудный : Интеллект, 2009
2. Демидов С. П. Теория упругости: Учебник для вузов. – М.: Высш. школа, 1979. - 432с.
3. Матвеев К.А., Расторгуев Г. И. Комплексный курсовой проект: – Варианты заданий и методические указания. – Новосибирск, НГТУ, 1992. – 28 с. (Имеется исправленное и дополненное электронное издание 2005г.)
4. Горшков А.Г., Старовойтов Э.И., Тарлаковский Д.В. Теория упругости и пластичности. Учебник для вузов. – М.: Физматлит, 2002. - 416с.

Дополнительная литература:

- 1) Тимошенко С. П., Гудьер Дж. Теория упругости. М.: Наука, 1975. - 560с.
- 2) Новацкий В. Теория упругости. М.: Мир, 1975. - 879с.
- 3) Лехницкий С. Г. Теория упругости анизотропного тела. М.: Наука, 1977. - 415с.
- 4) Мейз Дж. Теория и задачи механики сплошных сред. М.: Мир, 1974. – 457с.
- 5) Горшков А.Г., Старовойтов Э.И., Тарлаковский Д.В. Теория упругости и пластичности. Учебник для вузов. – М.: Физматлит, 2002. - 416с.
- 6) Ляв А. Математическая теория упругости. Учебник для университетов. – М – Л., 1935. – 675 с.
- 7) Новацкий В. Теория упругости. М.: Мир, 1975. - 879с.
- 8) Лехницкий С. Г. Теория упругости анизотропного тела. М.: Наука, 1977. - 415с.

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Курсы и конспекты лекций по материалам электронной техники доступны по следующим адресам:

1. Учебные материалы по физике - механика, термодинамика, электродинамика, электростатика, оптика, квантовая физика:
http://www.omsknet.ru/acad/fr_elect.htm

2. Физическая энциклопедия в 5-ти томах: <http://www.elmagn.chalmers.se>

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| <i>Вид занятий</i> | <i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i> | <i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i> |
|---|--|---|
| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> |
| <p>1. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория № 218 (физмат корпус-учебное).</p> <p>2. Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций: аудитория № 218 (физмат корпус-учебное).</p> <p>3 . Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория № 218 (физмат корпус-учебное).</p> <p>4. Помещения для самостоятельной работы: Читальный зал №1 (главный корпус, 1 этаж), Читальный зал №2 (корпус физмата, 2 этаж), аудитория № 406 компьютерный класс (физмат корпус-учебное).</p> <p>5. Помещения для хранения и ремонта оборудования: аудитория №610г (физмат корпус-учебное)</p> | <p>Аудитория № 218 Учебная мебель, доска аудиторная, кондиционер(сплит-система) Haier, экран настенный с электроприводом Classic Luga, ноутбук HPMini, проектор BenQ.</p> <p>Читальный зал №1 Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.</p> <p>Читальный зал №2 Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50</p> <p>Аудитория №406 Учебная мебель, доступ в интернет, Компьютер в составе Asus – 4 шт.; Кондиционер(сплит-система) Haier, МФУ Kyocera; Персональный компьютер в комплекте № 1 iRU Corp – 6 шт.</p> <p>Аудитория №610г</p> | <p>1. Windows 8 Russian. OLP NL OLP NL AcademicEdition. Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.№104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>2. Windows Professional 8 Russian. OLP NL AcademicEdition. Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>3. Microsoft Office Standart 2013 Russian. OLP NL OLP NL AcademicEdition. Договор №114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>4. Права на использование Roxar software. Лицензия № RU 970297-А</p> |

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Теория упругости, пластичности, механика разрушений/Семинар ВКР на

2 семестре

(наименование дисциплины)

Очно-заочная

форма обучения

| Вид работы | Объем дисциплины |
|---|-------------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов) | 1/36 |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем: | 24,7 |
| лекций | |
| практических/ семинарских | 24 |
| лабораторных | |
| других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР) | 0,7 |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР) | 11,3 |
| Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль) | |

Форма(ы) контроля:
зачет 2 семестр

| № п/п | Тема и содержание | Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах) | | | | Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка) | Задания по самостоятельной работе студентов | Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.) |
|----------|--|---|----------|----|------------|---|---|--|
| | | ЛК | ПР/СЕМ | ЛР | СР | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 7 | 8 | 9 |
| 1. | Теория деформаций. Описание Эйлера и Лагранжа. Тензор деформаций. Геометрический смысл составляющих тензора деформаций. Главные оси тензора деформаций, главные деформации. Инварианты тензора деформаций. Разложение вектора перемещений | | 3 | | 1,5 | 1. §3.5.4. - - 3.5.7. 4. §2.3 1. §3.5.1- - 1. 3.5.3. 4. гл.1 7. гл. 1 | | Проверка решения задач |
| 2. | Определение перемещений по деформациям. Уравнения совместности деформаций. Случай неодносвязной области. Теория напряжений. Силы и напряжения. Равновесие элементарного тетраэдра. Тензор напряжений. Главные оси тензора напряжений, главные напряжения. Инварианты тензора напряжений. | | 3 | | 1,5 | 1. §4.1.1. - - 4.1.4. 5. гл. 11 | | Проверка решения задач |
| 3. | Эллипсоид Ламе. | | 3 | | 1,5 | 1. §4.3.1. - | 1. гл. 2,3 | Проверка решения |

| | | | | | | | | |
|----|---|--|---|--|-----|-------------------------------|-------------|------------------------|
| | <p>Разложение тензора напряжений на шаровой тензор и тензор девиатор. Октаэдрические напряжения.</p> <p>Дифференциальные уравнения равновесия и статические граничные условия. Связь между напряжённым и деформированным состояниями. Применение первого и второго законов термодинамики к процессу деформирования твёрдого тела. Модель твёрдого тела Клапейрона. Обобщённый закон Гука. Соотношения Дюгамеля-Неймана.</p> | | | | | - 4.3.4. | 7. §2.1,2.2 | задач |
| 4. | <p>Тензор упругих постоянных. Различные случаи упругой симметрии твёрдого тела. Закон Гука для ортотропного материала. Полная система соотношений теории упругости. Краевые задачи теории упругости. Уравнения теории упругости в напряжениях. Уравнения теории упругости в перемещениях. Теорема единственности. Принцип Сен-Венана. Полуобратный метод Сен-Венана. Задачи термоупругости</p> | | 3 | | 1,5 | 4. §3.5.1.-3.5.4 5. гл. 11 | | Проверка решения задач |
| 5. | <p>Кручение призматических стержней. Задача Сен-</p> | | 4 | | 1,5 | 1. §3.8.3. | | Проверка решения задач |

| | | | | | | | | |
|----|---|--|---|--|------------|--|-----------------------------|------------------------|
| | Венана. Постановка задачи о кручении прямого бруса. Использование полуобратного метода Сен-Венана. Решение задачи о кручении бруса с помощью функции напряжений. Теорема о циркуляции касательных напряжений. Жёсткость стержня на кручение. | | | | | | | |
| 6. | Плоская задача теории упругости в декартовой системе координат. Плоская деформация. Обобщённое плоское напряжённое состояние. Функция напряжений. Решение плоской задачи теории упругости в полиномах. Решение плоской задачи теории упругости в тригонометрических рядах. Применение интегрального преобразования Фурье. Плоская задача теории упругости в полярной системе координат. Основные уравнения плоской задачи в полярной системе координат. | | 4 | | 1,5 | 1. §4.2.1. - - 4.2.2. 4. §3.1 2. гл.3 | | Проверка решения задач |
| 7. | Тензоры в декартовой системе координат. Выдача задания на курсовой проект Координаты Эйлера и Лагранжа. Теория деформаций. Определение перемещений | | 4 | | 2,3 | | 6. §45 5.гл.10 §10.8 | Проверка решения задач |

| | | | | | | | | |
|---|--|-----------|--|-------------|--|--|--|--|
| по деформациям Тензор напряжений Связь между напряжённым и деформированным состояниями Полная система соотношений теории упругости. Решение простейших задач. Контрольная работа (2 ч.). Кручение призматических стержней Плоская задача теории упругости Вариационные принципы теории упругости | | | | | | | | |
| Всего часов: | | 24 | | 11,3 | | | | |