

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Утверждено:
на заседании кафедры
протокол № 19 от «20» июня 2017 г.
Зав. кафедрой [подпись] /Спивак С.И./

Согласовано:
Председатель УМК факультета
[подпись] /Ефимов А.М.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина Математические модели механики сплошных сред
(наименование дисциплины)

Цикл Б1.В Дисциплины (модули), вариативная часть
(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))

программа бакалавриата

Направление подготовки

Направление 01.03.02 Прикладная математика и информатика
(наименование ООП ВО направления подготовки или специальности с указанием кода)

Направленность (профили) подготовки

"Математическое моделирование и вычислительная математика"
"Компьютерный инжиниринг и механика"
"Системное программирование и компьютерные технологии"

Квалификация
бакалавр

| | |
|--|---|
| Разработчик (составитель) доцент, к.ф.-м.н. (должность, ученая степень, ученое звание) | <u>[подпись]</u> / Хизбуллина С.Ф. (подпись, Фамилия И.О.) |
|--|---|

Для приема: 2017

Уфа 2017 г.

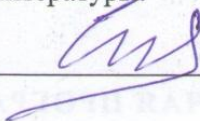
Составитель к.ф.-м.н., доц. Хизбуллина С.Ф.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры математического моделирования, протокол № 19 от « 20 » июня 2017 г.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины в соответствии с приказом БашГУ от 14.06.2018 № 750, утверждены на заседании кафедры математического моделирования, протокол № 8 от « 25 » июня 2018 г.

1. Внесены изменения в список основной литературы.

Заведующий кафедрой



/ Спивак С.И./

| | |
|---|---|
| <p>Хизбуллина С.Ф. (Инициалы, Фамилия И.О.)</p> | <p>Спивак С.И. (Инициалы, Фамилия И.О.)</p> |
|---|---|

Составитель к.ф.-м.н., доц. Хизбуллина С.Ф.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры математического моделирования, протокол № 19 от « 20 » июня 2017 г.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины в соответствии с приказом БашГУ от 14.06.2018 № 750, утверждены на заседании кафедры математического моделирования, протокол № 8 от « 25 » июня 2018 г.

1. Внесены изменения в список основной литературы.

Заведующий кафедрой _____

/ Спивак С.И./

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) 5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине 6
 - 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. Рейтинг-план дисциплины
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины 15
 - 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 16

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

| Результаты обучения | | Формируемая компетенция (с указанием кода) | Примечание |
|---------------------|---|--|------------|
| Знания | 1. Знать современный математический аппарат, фундаментальные концепции и системные методологии, международные и профессиональные стандарты в области информационных технологий. | ПК-2 - способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат | |
| | 2. Знать базовые понятия и основные подходы к математическому моделированию задач дисциплин. | ПК-3 - способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности | |
| | 3. Знать современные компьютерные технологии и вычислительные средства, а также основные требования, предъявляемые к научно-техническим и прикладным задачам. | | |
| Умения | 1. Уметь совершенствовать математический аппарат, фундаментальные и специальные знания на основе информационных технологий. | ПК-2 - способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат | |
| | 2. Уметь использовать на практике классические и современные методы дисциплин. | ПК-3 - способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности | |
| | 3. Уметь использовать на практике современные компьютерные технологии и вычислительные средства для решения прикладных задач. | | |

| | | | |
|---|--|--|--|
| Владения (навыки / опыт деятельности) | 1. Владеть международными и профессиональными стандартами в области информационных технологий для совершенствования профессиональных навыков. | ПК-2 - способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат | |
| | 2. Владеть навыками применения основных методов дисциплин при решении прикладных задач. 3. Владеть способностью разрабатывать прикладные программы применительно к задачам дисциплин. | ПК-3 - способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности | |

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математические модели механики сплошных сред» входит в вариативную часть цикла Б1.В Дисциплины (модули).

Дисциплина изучается на *4 курсе в 7 семестре*.

Целями освоения дисциплины «Математические модели механики сплошных сред» являются: ознакомление с основными математическими моделями и уравнениями механики сплошных сред, с основными понятиями тензорного исчисления, с техникой ковариантного дифференцирования, применение тензорного анализа к решению задач механики сплошных сред.

Для освоения дисциплины как предшествующие входные знания и умения необходимы компетенции, сформированные в результате освоения предшествующих дисциплин: математический анализ, алгебра и геометрия, дифференциальные уравнения, концепции современного естествознания, классическая и аналитическая механика.

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

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

Объем дисциплины «Математические модели механики сплошных сред» составляет 5 ЗЕТ, или 180 академических часа, в том числе контактная работа с преподавателем 54 часа, самостоятельная работа студентов – 99 часа, контроль – 25,8 часа, ФКР – 1,2 часа.

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

Код и формулировка компетенции ПК-2 - способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат.

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | | | |
|-------------------------------------|---|---|--|---|--|
| | | 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (уровень) | Знать современный математический аппарат, фундаментальные концепции и системные методологии, международные и профессиональные стандарты в области информационных технологий | Фрагментарные представления о современном математическом аппарате, фундаментальных концепциях и системных методологиях, международных и профессиональных стандартах в области информационных технологий | Неполные представления о современном математическом аппарате, фундаментальных концепциях и системных методологиях, международных и профессиональных стандартах в области информационных технологий | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о современном математическом аппарате, фундаментальных концепциях и системных методологиях, международных и профессиональных стандартах в области информационных технологий | Сформированные систематические представления о современном математическом аппарате, фундаментальных концепциях и системных методологиях, международных и профессиональных стандартов в области информационных технологий |
| Второй этап (уровень) | Уметь совершенствовать математический аппарат, фундаментальные и специальные знания на основе информационных технологий | Фрагментарные умения совершенствовать математический аппарат, фундаментальные и специальные знания | В целом успешное, но не систематическое умение совершенствовать математический аппарат, фундаментальные и специальные зна- | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение совершенствовать математический аппарат, фун- | Сформированное умение совершенствовать математический аппарат, фундаментальные и специальные знания на ос- |

| | | | | | |
|-----------------------|--|--|--|--|---|
| | | на основе информационных технологий | ния на основе информационных технологий | даментальные и специальные знания на основе информационных технологий | нове информационных технологий |
| Третий этап (уровень) | Владеть международными и профессиональными стандартами в области информационных технологий для совершенствования профессиональных навыков. | Фрагментарное владение международными и профессиональными стандартами в области информационных технологий для совершенствования профессиональных навыков | В целом успешное, но не систематическое владение международными и профессиональными стандартами в области информационных технологий для совершенствования профессиональных навыков | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения международными и профессиональными стандартами в области информационных технологий для совершенствования профессиональных навыков | Успешное и систематическое владение международными и профессиональными стандартами в области информационных технологий для совершенствования профессиональных навыков |

Код и формулировка компетенции ПК-3 - способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности.

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | | | |
|-------------------------------------|---|---|--|--|---|
| | | 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (уровень) | Знать базовые понятия и основные подходы к математическому моделированию задач дисциплин | Фрагментарные представления о базовых понятиях и основных подходах к математическому моделированию задач дисциплин. | Неполные представления о базовых понятиях и основных подходах к математическому моделированию задач дисциплин. | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о базовых понятиях и основных подходах к математическому моде- | Сформированные систематические представления о базовых понятиях и основных подходах к математическому моделированию |

| | | | | | |
|-----------------------|---|--|---|--|---|
| | | | | лированию задач дисциплин. | задач дисциплин. |
| | Знать современные компьютерные технологии и вычислительные средства, а также основные требования, предъявляемые к научно-техническим и прикладным задачам | Фрагментарные представления о современных компьютерных технологиях и вычислительных средств, а также основных требованиях, предъявляемые к научно-техническим и прикладным задачам | Неполные представления о современных компьютерных технологиях и вычислительных средств, а также основных требованиях, предъявляемые к научно-техническим и прикладным задачам | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о современных компьютерных технологиях и вычислительных средств, а также основных требованиях, предъявляемые к научно-техническим и прикладным задачам | Сформированные систематические представления о современных компьютерных технологиях и вычислительных средств, а также основных требованиях, предъявляемые к научно-техническим и прикладным задачам |
| Второй этап (уровень) | Уметь использовать на практике классические и современные методы дисциплин | Фрагментарные умения использования на практике классических и современных методов дисциплин | В целом успешное, но не систематическое умение использования на практике классических и современных методов дисциплин | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умения использования на практике классических и современных методов дисциплин | Сформированное умение использования на практике классических и современных методов дисциплин |
| | Уметь использовать на практике современные компьютерные технологии и вычислительные средства для решения прикладных задач | Фрагментарные умения использования на практике современные компьютерные технологии и вычислительные средства для решения прикладных задач | В целом успешное, но не систематическое умение использования на практике современные компьютерные технологии и вычислительные средства для решения прикладных задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умения использования на практике современные компьютерные технологии и вычислительные средства для решения прикладных задач | Сформированное умение использования на практике современные компьютерные технологии и вычислительные средства для решения прикладных задач |

| | | | | | |
|-----------------------|---|--|--|--|---|
| | | | | решения прикладных задач | |
| Третий этап (уровень) | Владеть навыками применения основных методов дисциплин при решении прикладных задач | Фрагментарное владение навыками применения основных методов дисциплин при решении прикладных задач | В целом успешное, но не систематическое владение навыками применения основных методов дисциплин при решении прикладных задач. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения навыками применения основных методов дисциплин при решении прикладных задач. | Успешное и систематическое владение навыками применения основных методов дисциплин при решении прикладных задач. |
| | Владеть способностью разрабатывать прикладные программы применительно к задачам дисциплин | Фрагментарное владение способностью разрабатывать прикладные программы применительно к задачам дисциплин | В целом успешное, но не систематическое владение способностью разрабатывать прикладные программы применительно к задачам дисциплин | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения способностью разрабатывать прикладные программы применительно к задачам дисциплин | Успешное и систематическое владение способностью разрабатывать прикладные программы применительно к задачам дисциплин |

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 экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкала оценивания:

для экзамена:

- от 0 до 44 баллов – «неудовлетворительно»;
- от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;
- от 60 до 79 баллов – «хорошо»;
- от 80 баллов – «отлично».

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

| Этапы освоения | Результаты обучения | Компетенция | Оценочные средства |
|--------------------|---|--|--|
| 1-й этап Знания | 1. Знать современный математический аппарат, фундаментальные концепции и системные методологии, международные и профессиональные стандарты в области информационных технологий. | ПК-2 - способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат | Контрольная работа, индивидуальный и групповой опрос, Экзамен |
| | 2. Знать базовые понятия и основные подходы к математическому моделированию задач дисциплин. 3. Знать современные компьютерные технологии и вычислительные средства, а также основные требования, предъявляемые к научно-техническим и прикладным задачам. | ПК-3 - способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности | Контрольная работа, индивидуальный и групповой опрос, Экзамен |
| 2-й этап Умения | 1. Уметь совершенствовать математический аппарат, фундаментальные и специальные знания на основе информационных технологий. | ПК-2 - способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат | Лабораторные работы, индивидуальный и групповой опрос, Экзамен |
| | 2. Уметь использовать на практике классические и современные методы дисциплин. 3. Уметь использовать на практике современные компьютерные технологии и вычислительные средства для решения прикладных задач. | ПК-3 - способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности | Лабораторные работы, индивидуальный и групповой опрос, Экзамен |

| | | | |
|----------------------------------|--|--|---------------------------------|
| 3-й этап Владеть навыками | 1. Владеть международными и профессиональными стандартами в области информационных технологий для совершенствования профессиональных навыков. | ПК-2 - способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат | Лабораторные работы, Экзамен |
| | 2. Владеть навыками применения основных методов дисциплин при решении прикладных задач. 3. Владеть способностью разрабатывать прикладные программы применительно к задачам дисциплин. | ПК-3 - способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности | Лабораторные работы, Экзамен |

4.3. Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг–план дисциплины представлен в Приложении № 2.

Экзаменационные билеты

Структура экзаменационного билета: билет состоит из трех вопросов, два из них по теоретической части, один – задача по одной из тем дисциплины.

Примерный перечень вопросов для опроса на занятиях и к экзамену.

1. Основные понятия механики сплошных сред. Гипотезы (постулаты) механики сплошных сред и их обоснование.
2. Эйлеров способ задания течения сплошных сред. Вычисление скорости и ускорения.
3. Лагранжев способ задания течения сплошных сред. Вычисление скорости и ускорения.
4. Основное определение тензора ранга r в n -мерном пространстве. Операции над тензорами.
5. Соглашение о суммировании.
6. Символ Кронекера.
7. Тензор Леви-Чевита.
8. Ко- и контравариантные компоненты вектора в криволинейном пространстве.
9. Базис в криволинейной системе координат. Понятие о локальном базисе.
10. Метрический тензор (ко-, контравариантные и смешанные компоненты).
11. Взаимный базис.
12. Преобразования координат вектора (прямое и обратное).
13. Преобразования координат ковектора (прямое и обратное).
14. Преобразование ковариантных компонент тензора второго ранга.
15. Преобразование контравариантных компонент тензора второго ранга.
16. Преобразование смешанных компонент тензора второго ранга.
17. Символы Кристоффеля первого и второго рода.
18. Выражение символов Кристоффеля для ортогональной системы координат.
19. Понятие ковариантной производной тензора.
20. Теорема Риччи.
21. Тензор Римана-Кристоффеля.

22. Тензор деформации Грина и Альманси.
23. Главные оси и главные компоненты тензора 2-го ранга. Инварианты тензора 2-го ранга.
24. Силы в механике сплошных сред. Тензор напряжений.
25. Основные тензорные операторы в криволинейной системе координат.
26. Уравнение неразрывности в Эйлеровых переменных.
27. Уравнение неразрывности в Лагранжевых переменных.
28. Уравнения движения в криволинейной системе координат.
29. Уравнение энергии в криволинейной системе координат.
30. Уравнения математической модели идеальной среды.
31. Уравнения математической модели вязкой среды.
32. Уравнения математической модели изотропной среды.

Образец экзаменационного билета

Билет № 0

1. Способ описания движения сплошной среды: точка зрения Лагранжа.
2. Теорема Риччи.
3. Вычислить ковариантную производную тензора второго ранга со смешанными компонентами.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

Примерные критерии оценивания ответа на экзамене:

Критерии оценки (в баллах):

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Групповой и индивидуальный опрос.

Вопросы приведены выше. Опрос проводится в процессе занятий. Правильные и полные ответы оцениваются в 1 балл.

Задания для контрольной работы

Контрольная работа 1.

Вариант 0.

1. Закон движения сплошной среды в переменных Лагранжа имеет вид:

$$x_1 = \xi_1 e^t + \xi_3 (e^t - 1), \quad x_2 = \xi_3 (e^t - e^{-t}) + \xi_2, \quad x_3 = \xi_3$$

Найти:

- компоненты скорости и ускорения в переменных Лагранжа;
- компоненты скорости и ускорения в переменных Эйлера.

2. Поле скоростей в среде задано в переменных Эйлера:

$$v_1 = x_1 - v_0 t, \quad v_2 = -x_2, \quad v_3 = 0, \quad v_0 = \text{const}$$

Найти:

- компоненты ускорения в переменных Эйлера;
- закон движения среды в переменных Лагранжа;
- компоненты скорости и ускорения в переменных Лагранжа;
- линии тока и траектории.

Контрольная работа 2.

Вариант 0.

В заданной криволинейной системе координат x^i , связанной с декартовой системой координат $x^{i'}$ соответствующими соотношениями

$$x^{1'} = \sigma \tau, \quad x^{2'} = \frac{1}{2}(\tau^2 - \sigma^2), \quad x^{3'} = z,$$

найти:

- Локальный \vec{e}_i и взаимный \vec{e}^k базисы, ковариантные g_{ik} и контравариантные g^{ik} компоненты метрического тензора;
- Символы Кристоффеля 1-го рода и 2-го рода.

Контрольная работа 3.

Вариант 0.

1. Для заданного закона движения

$$x_1 = \xi_1 + b \xi_3, \quad x_2 = \xi_2, \quad x_3 = \xi_3 + b \xi_2, \quad b = b(t),$$

где (x_i) - пространственные декартовые и (ξ_i) - лагранжевые координаты, найти:

- 1) поле перемещений в эйлеровом и лагранжевом описании;
- 2) тензоры деформаций Грина и Альманси;
- 3) тензор малых деформаций в эйлеровых и лагранжевых переменных;
- 4) относительные удлинения материальных элементов, направленных до деформации по координатным осям декартовой системы координат
(базисные векторы $\vec{e}_1 = (1,0,0)$, $\vec{e}_2 = (0,1,0)$, $\vec{e}_3 = (0,0,1)$);
- 5) углы между элементами из пункта (4) после деформации
 $[\alpha_1 = \angle(\vec{e}_1, \vec{e}_2), \alpha_2 = \angle(\vec{e}_2, \vec{e}_3), \alpha_3 = \angle(\vec{e}_3, \vec{e}_1)]$;
- 6) относительное изменение величины dV бесконечно малого объема;
- 7) тензор скоростей деформации;
- 8) скорость относительного изменения элемента объема.

2. Для симметричного тензора T_{ij} определить главные значения и направления главных осей. Найти инварианты I_1, I_2, I_3 тензора T_{ij} . Разложить тензор T_{ij} на девиатор и шаровую часть.

$$T_{ij} = \begin{pmatrix} 5 & 0 & 0 \\ 0 & -2 & 2 \\ 0 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

Задания для лабораторных работ

Тематика лабораторных работ:

1. Нахождение закона движения, поля перемещений, поля скорости и ускорения в зависимости от способа задания движения сплошной среды. Нахождение линий тока и траектории движения сплошной среды.
2. Вычисление локального и взаимного базисов, метрического тензора в криволинейных системах координат.
3. Вычисление символов Кристоффеля 1-го и 2-го рода в ортогональных системах координат.
4. Вычисление тензорных операторов и физических компонент тензора 2-го ранга в криволинейных системах координат.
5. Нахождение главных значений и главных направлений тензора 2-го ранга.
6. Определение тензора деформации Грина и Альманси.
7. Вывод уравнения неразрывности и уравнений движения сплошной среды в криволинейной системе координат.

Критерии оценки (в баллах) Каждое задание оценивается от 0 до 5 баллов в зависимости от трудоемкости.

- 4-5 баллов выставляется студенту, если задание полностью выполнено и аккуратно оформлено;
- 2-3 балла выставляется студенту, если задание выполнено с ошибками и небрежно оформлено;
- 0-1 балл выставляется студенту, если задание не выполнено.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Георгиевский, Д.В. Основы механики сплошной среды: курс лекций / Д.В. Георгиевский, Б.Е. Победря. Москва: Физматлит, 2006. 272 с. ISBN 5-9221-0649-X; То же [Электронный ресурс]. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82605>.
2. Акивис, М.А. Тензорное исчисление: учебное пособие / М.А. Акивис, В.В. Гольдберг. 3-е изд., перераб. - Москва: Физматлит, 2005. 305 с. ISBN 5-9221-0424-1; То же [Электронный ресурс]. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=67297>.
3. Черняк, В.Г. Механика сплошных сред : учебное пособие / В.Г. Черняк, П.Е. Суетин. Москва: Физматлит, 2006. 352 с. ISBN 5-9221-0714-3; То же [Электронный ресурс]. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69276>.
4. Сокольников, И.С. Тензорный анализ: теория и применения в геометрии и в механике сплошных сред / И.С. Сокольников ; пер. с англ. В.И. Контовт ; пер. с англ. под ред. В.В. Лохина. - Москва : Наука, 1971. 375 с. (Физико-Математическая Библиотека Инженера). То же [Электронный ресурс]. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495798>.

Дополнительная литература:

5. Черняк, В.Г. Механика сплошных сред : учебное пособие / В.Г. Черняк, П.Е. Суетин. Москва: Физматлит, 2006. 352 с. ISBN 5-9221-0714-3; То же [Электронный ресурс]. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69276>.
6. Корабельников, Д.В. Практикум по основам механики сплошных сред : учебное пособие / Д.В. Корабельников, А.В. Ханефт. Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2011. 103 с. ISBN 978-5-8353-1135-4; То же [Электронный ресурс]. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232408>.
7. Теория и задачи механики сплошных сред [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Башкирский государственный университет, Бирский филиал; авт. сост. А.С. Чиглинцева; Ф.И. Шагиева; Ф.Р. Хузина. Бирск: БФ БашГУ, 2013. Электрон. версия печ. публикации. Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ. https://elib.bashedu.ru/dl/read/Chiglinceva_Shagieva_Huzina_Teoriya_i_zadachi_mezaniki_sploshnh_sred_Uch.pos_2013.pdf.

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Сайт Росстата www.gks.ru
2. Справочная правовая система «Консультант Плюс» - <http://www.consultant.ru/>
3. http://www.cfin.ru/finanalysis/imitation_model.shtml
4. Microsoft Office
5. Электронная библиотека - www.elibrary.ru
6. Электронная библиотека - <http://knigafund.ru>
7. Электронная библиотека - <http://link.springer.com>

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

| <i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i> | <i>Вид занятий</i> | <i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i> |
|--|-------------------------------|---|
| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> |
| <i>Аудитория 501, 531</i> | <i>Лекции</i> | <i>Компьютер, Мультимедийный проектор, экран, доска</i> |
| <i>Аудитория 501, 531</i> | <i>Лабораторные работы</i> | <i>Мультимедийный проектор, экран, доска</i> |
| <i>Читальные залы библиотеки</i> | <i>Самостоятельная работа</i> | <i>Компьютеры, имеющие выход в сеть Internet, имеющие необходимое программное обеспечение: офисные пакеты Ms Office, Libre Office</i> |

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
 ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
 КАФЕДРА МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Математические модели механики сплошных сред на 7 семестр
 (наименование дисциплины)
очная
 форма обучения

| Вид работы | Объем дисциплины |
|---|------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов) | 5/180 |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем: | |
| лекций | 18 |
| практических/ семинарских | |
| лабораторных | 36 |
| других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР) | 1,2 |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР) включая подготовку к экзамену/зачету | 99 |
| Учебных часов на подготовку к экзамену (Контроль) | 25,8 |

Формы контроля:
 экзамен 7 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 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1. | Введение. Задачи и постулаты механики сплошных сред. Закон движения сплошной среды. Методы Лагранжа и Эйлера. Поля перемещений, скоростей и ускорений. | 2 | | 6 | 14 | [1] - [7] | Проработка лекционного материала, литературных источников | Лабораторная работа, контрольная работа №1 |
| 2. | Тензорное исчисление. Закон преобразования тензора. Локальный и взаимный базисы. Метрический тензор. | 3 | | 4 | 16 | [1] - [7] | Проработка лекционного материала, литературных источников | Лабораторная работа, контрольная работа №2 |
| 3. | Символы Кристоффеля 1-го и 2-го рода. Ковариантная производная. | 2 | | 6 | 14 | [1] - [7] | Проработка лекционного материала, литературных источников | Лабораторная работа, контрольная работа №2 |

| | | | | | | | | |
|----|---|----|--|----|----|-----------|---|---|
| 4. | Тензорные операторы в криволинейной системе координат. Физические компоненты тензора и инварианты тензора 2-го ранга. | 2 | | 4 | 9 | [1] - [7] | Проработка лекционного материала, литературных источников | Лабораторная работа |
| 5. | Тензор деформации Грина и Альманси, тензор напряжений. Главные оси и главные компоненты тензора 2-го ранга. | 3 | | 8 | 16 | [1] - [7] | Проработка лекционного материала, литературных источников | Лабораторная работа, контрольная работа № 3 |
| 6. | Основные уравнения механики сплошных сред: уравнение неразрывности, уравнения движения, уравнение энергии. | 3 | | 4 | 12 | [1] - [7] | Проработка лекционного материала, литературных источников | Лабораторная работа |
| 7. | Простейшие классические модели сплошных сред: идеальная среда, вязкая среда, изотропная среда | 3 | | 4 | 18 | [1] - [7] | Проработка лекционного материала, литературных источников | Лабораторная работа |
| | Всего часов: | 18 | | 36 | 99 | | | |

Рейтинг-план дисциплины**Математические модели механики сплошных сред***(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)*направление подготовки Направление 01.03.02 Прикладная математика и информатикакурс 4, семестр 7

| Виды учебной деятельности студентов | Балл за конкретное задание | Число заданий за семестр | Баллы | |
|--|----------------------------|--------------------------|-------------|--------------|
| | | | Минимальный | Максимальный |
| Модуль 1. Кинематика сплошной среды | | | 0 | 20 |
| Текущий контроль | | | | |
| 1. Аудиторная работа | 2 | 5 | | 10 |
| 2. Тестовый контроль | | | | |
| Рубежный контроль | | | | |
| 1. Лабораторная работа | 5 | 2 | | 10 |
| Модуль 2. Тензорное исчисление и уравнения механики сплошных сред | | | 0 | 50 |
| Текущий контроль | | | | |
| 1. Аудиторная работа | 2 | 5 | | 10 |
| 2. Тестовый контроль | | | | |
| Рубежный контроль | | | | |
| 1. Лабораторная работа | 5 | 8 | | 40 |
| Поощрительные баллы | | | | |
| 1. Студенческая олимпиада или конкурс рефератов | 10 | 1 | 0 | 10 |
| 2. Публикация статей | | | | |
| 3. Работа со школьниками (кружок, конкурсы, олимпиады) | | | | |
| Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов) | | | | |
| 1. Посещение лекционных занятий | | | 0 | -6 |
| 2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий) | | | 0 | -10 |
| Итоговый контроль | | | | |
| Экзамен | | | | 30 |