

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
президиумом Ученого совета ННГУ
от 14.12.2021 г. протокол № 4

Рабочая программа дисциплины

ОСНОВЫ МЕХАНИКИ СПЛОШНЫХ СРЕД

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

специалитет

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

01.05.01 Фундаментальные математика и механика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

специализация «Фундаментальная механика и приложения»

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

специалист

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород
2022 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к обязательной части

| № варианта | Место дисциплины в учебном плане образовательной программы | Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД |
|------------|--|---|
| 1 | Блок 1. Дисциплины (модули) Обязательная часть | Дисциплина Б1.О.24.01, «Основы механики сплошной среды» относится к обязательной части ООП специальность 01.05.01 Фундаментальные математика и механика |
| | | |
| | | |

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

| Формируемые компетенции (код, содержание компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции | | Наименование оценочного средства |
|--|--|--|----------------------------------|
| | Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора) | Результаты обучения по дисциплине** | |
| <i>ОПК-1</i> Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики и механики | <i>ОПК-1.1. Знает</i> основы фундаментальных физико-математических дисциплин и других естественных наук. <i>ОПК-1.2. Умеет</i> формулировать, анализировать и решать профессиональные задачи с применением фундаментальных знаний математики, физики и других естественных наук. <i>ОПК-1.3. Имеет</i> практический опыт постановки и решения актуальных задач математики и механики. | <i>Знать</i> разделы механики деформируемого твердого тела и смежных дисциплин, необходимые при реализации моделей МСС <i>Уметь</i> применять основные понятия и теоремы при решении задач механики, проводить их доказательства, реализовывать известные модели МСС <i>Владеть</i> подходами, применяемыми при реализации математических моделей МСС, в том числе в междисциплинарных задачах | <i>Контрольная работа</i> |

| Формируемые компетенции (код, содержание компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции | | Наименование оценочного средства |
|--|--|--|----------------------------------|
| | Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора) | Результаты обучения по дисциплине** | |
| | | плинарных | |
| ОПК-2 Способен создавать, анализировать и реализовывать новые математические модели в современном естествознании, технике, экономике и управлении | ОПК-2.1. <i>Знает</i> основные положения, терминологию и методологию в области математического и алгоритмического моделирования. ОПК-2.2. <i>Умеет</i> осуществлять анализ и выбор методов решения задач профессиональной и научной деятельности на основе теоретических знаний в области математических и компьютерных наук. ОПК 2.3. <i>Имеет практический опыт</i> разработки новых методов математического моделирования для решения задач профессиональной и научной деятельности | Уметь применять основные понятия и теоремы при решении задач механики, проводить их доказательства, реализовывать известные модели МСС Знать разделы механики деформируемого твердого тела и смежных дисциплин, необходимые при реализации моделей МСС Владеть подходами, применяемыми при реализации математических моделей МСС, в том числе в междисциплинарных областях | Контрольная работа |
| ОПК-4 Способен использовать в педагогической деятельности научные основы знаний в сфере математики и механики | ОПК-4.1. <i>Знает</i> основы преподавания физико-математических дисциплин и компьютерных наук в средней школе, специальных и высших учебных заведениях. ОПК-4.2. <i>Умеет</i> использовать полученные фундаменталь- | Знать предметную область механики, математики и информатики Уметь работать самостоятельно и в коллективе, формулировать результат; точно представить математические знания в устной и письменной форме; | Собеседование |

| Формируемые компетенции (код, содержание компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции | | Наименование оценочного средства |
|--|---|---|----------------------------------|
| | Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора) | Результаты обучения по дисциплине** | |
| | ные и специальные знания в области физико-математических наук в преподавательской деятельности. ОПК-4.3. Имеет практический опыт планирования и подготовки учебных занятий, а также представления известных научных знаний и результатов собственных научных исследований | <i>Владеть навыками самостоятельной учебно-исследовательской работы; способностью формулировать результат</i> | |

3. Структура и содержание дисциплины

3.1.Трудовоемкость дисциплины

| | очная форма обучения |
|--|----------------------|
| Общая трудовоемкость | 3 ЗЕТ |
| Часов по учебному плану | 144 |
| в том числе | |
| аудиторные занятия (контактная работа): | 50 |
| - занятия лекционного типа | 32 |
| - занятия семинарского типа | 16 |
| - текущий контроль (КСР) | 2 |
| самостоятельная работа | 58 |
| Промежуточная аттестация – экзамен | 36 |

3.2. Содержание дисциплины

| | | |
|-----------------------------|------|-------------|
| <u>Очная форма обучения</u> | | |
| Наименование и краткое | Все- | в том числе |

| содержание разделов и тем дисциплины (модуля), | го (часы) | контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них | | | | Самостоятельная работа обучающегося, часы |
|--|-----------|--|---------------------------|----------------------------|-------|---|
| | | Занятия лекционного типа | Занятия семинарского типа | Занятия лабораторного типа | Всего | |
| Тема1. Предмет и методы механики сплошной среды. Геометрические и кинематические понятия, используемые для описания движения деформируемых тел (лагранжево и эйлерово описания движения; закон движения, вектор перемещений) | 6 | 4 | - | | 4 | 2 |
| Тема 2 Тензор деформаций, тензоры конечных и малых деформаций; | 13 | 4 | 2 | | 6 | 5 |
| Тема 3 Тензор скоростей деформаций, скорость, ускорение; вектор вихря, их физический смысл; формула Коши-Гельмгольца | 9 | 2 | 2 | | 4 | 5 |
| Тема 4 Интегральные законы сохранения массы, количества движения, момента количества движения. | 11 | 4 | 2 | | 6 | 6 |
| Тема 5 Дифференциальные уравнения неразрывности, движения и момента количества движения. | 10 | 2 | 2 | | 4 | 7 |
| Тема 6 Массовые и поверхностные силы; тензор напряжений, механический смысл его компонент. Массовые и поверхностные пары сил, | 13 | 4 | 2 | | 6 | 9 |

| | | | | | | |
|---|-----|----|----|--|----|----|
| тензор моментных напряжений. | | | | | | |
| Тема 7 Простейшие модели сплошных сред. Несжимаемая и сжимаемая идеальные жидкости, уравнение Эйлера; | 14 | 5 | 2 | | 7 | 8 |
| Тема 8 Несжимаемая линейно-вязкая жидкость, уравнение Навье-Стокса; | 13 | 4 | 2 | | 6 | 9 |
| Тема 9 Линейно-упругая деформируемая среда | 7 | 3 | 2 | | 5 | 7 |
| Итого | 100 | 32 | 16 | | 48 | 58 |

Текущий контроль успеваемости проходит в рамках занятий семинарского. Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме - экзамена

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы студентов:

- проработка теоретического материала лекционных занятий;
- подготовка к выполнению письменных контрольных работ;

4.1.Проработка теоретического материала лекционных занятий

Выполняется самостоятельно с использованием лекционных материалов. Контроль выполняется в форме проведения ежемесячного устного экспресс - опроса по понятиям, фактам, формулировкам, выполняемого в течение 15 минут на научно-практических занятиях. Опросы включают по пять коротких вопросов и оцениваются баллами от 0 до 5 (сумма баллов, полученных за ответ на каждый вопрос), а также итоговым двоичным показателем «зачтено» - «не зачтено». «Зачтено» соответствует полученным баллам от 3 и выше.

4.3. Подготовка к выполнению письменных контрольных работ

В течение семестра проводится две домашние контрольные работы по материалам разделов лекционного курса (см. таблицу с описанием разделов дисциплины из п. 3.2.).

Для подготовки к контрольным работам рекомендуется повторно прочитать соответствующий лекционный материал, просмотреть полезные разделы в соответствующих источниках из списка рекомендованной литературы (раздел 6), а также самостоятельно решить несколько задач по теме контрольной работы.

4.4. Подготовка к промежуточной аттестации в форме экзамена

В качестве методических материалов при подготовке к экзамену рекомендуется использовать собственные конспекты лекций, просмотреть решения задач, выполненные на практических занятиях и во время выполнения домашних заданий, а также источники, рекомендованные в списке литературы раздела 6.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств включает: контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме *заданий* и промежуточной аттестации в форме вопросов к экзамену .

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

| Шкала оценивания сформированности компетенций | | Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций) | | |
|---|-------------------|---|---|--|
| | | Знания | Умения | Навыки |
| плохо | не зачтено | Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа | Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа | Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа |
| | | Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки. |
| удовлетворительно | зачтено | Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. | Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами |
| хорошо | | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами. |
| очень хорошо | | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. |
| отлично | | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. | Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. | Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов. |
| превосходно | | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов | Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач |

Шкала оценки при промежуточной аттестации

| Оценка | | Уровень подготовки |
|--------|-------------|---|
| чт | превосходно | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превос- |

| Оценка | | Уровень подготовки |
|-----------|---------------------|--|
| | | ходно» |
| | отлично | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично» |
| | очень хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо» |
| | хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо» |
| | удовлетворительно | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно» |
| незачтено | неудовлетворительно | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо» |
| | плохо | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо» |

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1. Контрольные вопросы

| №№ | Вопрос | Код формируемой компетенции |
|----|---|-----------------------------|
| 1. | Гипотеза сплошности | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 2. | Континуум | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 3. | Частица, элементарный объём | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 4. | Линейный элемент | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 5. | Деформированное состояние СС | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 6. | <i>Тензор конечных деформаций Лагранжа (тензор Грина)</i> | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |

| | | |
|-----|--|-----------------------|
| 7. | Тензор конечных деформаций Эйлера (тензор Альманси) | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 8. | Тензор малых деформаций | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 9. | Механический смысл первого инварианта тензора деформаций | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 10. | Деформация окрестности частицы | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 11 | Главные деформации и направления | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 12 | Главные инварианты тензора деформаций | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 13 | Тензор скоростей деформаций | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 14 | Материальная производная | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 15. | Первая теорема Гельмгольца | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 16 | Объёмные и поверхностные силы в МСС, их характеристики | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 17 | Напряжённое состояние СС | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 18. | Тензор напряжений | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 19. | Максимальные и минимальные касательные напряжения | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 20 | Уравнение сохранения массы | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 21. | Уравнение неразрывности (эйлеровы переменные) | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 22 | Уравнение сохранения количества движения | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 23. | Дифференциальные уравнения движения | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |

| | | |
|----|--|-----------------------|
| 24 | Уравнение сохранения момента количества движения | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 25 | <i>Симметрия тензора напряжений</i> | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 26 | <i>Свойство внутренних напряжений</i> | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 27 | Теорема живых сил | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 28 | Модель, математическая модель | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 29 | Определение упругой среды | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 30 | Модель линейной изотропной упругой среды | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 31 | <i>Уравнения движения СС в перемещениях (дифференциальные уравнения Ламе)</i> | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 32 | Основные краевые задачи теории упругости | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 33 | Определение жидкости | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 34 | Модель идеальной неоднородной несжимаемой жидкости | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 35 | <i>Интеграл Бернулли, его интерпретации</i> | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 36 | <i>Равновесие идеальной жидкости, условия на объёмные силы</i> | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 37 | Модель идеального баротропного газа | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 38 | Модель вязкой несжимаемой жидкости | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |
| 39 | Модель вязкой баротропной жидкости | ОПК-1,ОПК-2, ОПК-4 |

5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции –не предусмотрены

5.2.3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции

Даны в приложении 1.

1. Расчетно-графическая работа по теме «Деформированное состояние среды»
2. Расчетно-графическая работа по теме «Скорость деформирования среды»
3. Расчетно-графическая работа по теме «Напряженное состояние среды»

5.2.4. Темы курсовых работ, эссе, рефератов - не предусмотрено

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Седов Л. И. - Механика сплошной среды: учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Механика" : в 2 т. Т. 1,2. - СПб. : Лань, 2004. - 528 с. – 4экз.
2. Седов Л. И. - Механика сплошной среды: [в 2 т.]. Т. 1. - М.: Наука, 1994. - 528 с. – 1экз.
3. Седов Л. И. - Механика сплошной среды: [в 2 т.]. Т. 2. - М.: Наука, 1994. - 560 с. – 1экз.
4. Ильюшин А. А. - Механика сплошной среды: [учеб. для ун-тов по специальности "Механика"]. - М.: Изд-во МГУ, 1990. - 310 с. - 3экз.
5. Мейз Дж. - Теория и задачи механики сплошных сред. - М.: Мир, 1974. - 318 с. - 60экз.

б) дополнительная литература:

1. Коваленко А. Д. - Основы термоупругости: [для мех.-мат. фак. ун-тов]. - Киев: Наукова думка, 1970. - 307 с.. – 1экз.
2. Лурье А. И. - Нелинейная теория упругости. - М.: Наука, 1980. - 512 с. - 3экз.
3. Коваленко А. Д. - Основы термоупругости: [для мех.-мат. фак. ун-тов]. - Киев: Наукова думка, 1970. - 307 с. – 9экз.
4. Победря Б. Е. - Лекции по тензорному анализу: [учеб. пособие для вузов по специальности "Механика"]. - М.: Изд-во МГУ, 1986. - 262, [1] с. – 5экз.
5. Ильюшин А. А., Ломакин В. А., Шамаков А. П. - Задачи и упражнения по механике сплошной среды: [для ун-тов по специальности "Механика"]. - М.: Изд-во МГУ, 1979. - 200 с. – 2экз.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисципли-

ны) <http://www.lib.unn.ru/> , Университетская библиотека ONLINE <http://www.biblioclub.ru>

Библиотека "Лань" <http://e.lanbook.com/> , Ресурс открытого доступа Электронная физико-математическая библиотека EqWorld ,

<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/algebra.htm>).

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ 01.05.01 Фундаментальные математика и механика.

Автор(ы) д.ф.-м.н., профессор

А.К. Любимов

Рецензент (ы) _____

Заведующий кафедрой ТКиЭМ д.ф.-м.н., профессор

Л.А. Игумнов

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики

от 01.12.2021 года, протокол № 2.

Варианты заданий для контрольной работы**Работа 1.**

Институт информационных технологий, математики и механики

кафедра ТКЭМ

Направление подготовки специалистов «Фундаментальная математика и механика»

Курс «Основы МСС»,

Контрольная работа по теме «Деформированное состояние среды»

Относительно совмещённых материальных и пространственных осей задан вектор перемещения

$$\vec{u} = Ax_1^2x_2\vec{e}_1 + Bx_2^2x_3^2\vec{e}_2 + Cx_1x_3^2\vec{e}_3$$

1. Определить смещённое положение частицы первоначально находившейся в точке $M(a,b,c)$
2. Определить в точке $M(a,b,c)$:
 - Тензор малых деформаций
 - Тензор линейного поворота
 - Вектор поворота
3. Найти для вычисленного тензора деформации:
 - Главные деформации и направления
 - Разложить тензор деформации на шаровую и девиаторную составляющие
4. Проверить удовлетворяют ли полученные компоненты тензора деформаций уравнениям совместности.
5. Оформить отчёт по работе

| № варианта | A | B | C | a | b | c | ФИО студента |
|------------|---|---|---|---|---|---|--------------|
| 1. | 1 | 2 | 1 | 0 | 3 | 1 | |
| 2. | 2 | 3 | 2 | 2 | 0 | 3 | |
| 3. | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 0 | |
| 4. | 4 | 5 | 4 | 3 | 0 | 4 | |
| 5. | 5 | 1 | 5 | 0 | 3 | 5 | |
| 6. | 1 | 3 | 6 | 6 | 0 | 4 | |
| 7. | 2 | 4 | 8 | 7 | 0 | 4 | |

| | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|---|--|
| 8. | 3 | 5 | 7 | 4 | 0 | 8 | |
| 9. | 4 | 1 | 9 | 0 | 4 | 9 | |
| 10. | 5 | 2 | 1 | 1 | 0 | 4 | |
| 11. | 1 | 4 | 2 | 2 | 5 | 0 | |
| 12. | 2 | 5 | 3 | 5 | 0 | 3 | |
| 13. | 3 | 1 | 4 | 0 | 5 | 4 | |
| 14. | 4 | 2 | 5 | 5 | 0 | 5 | |
| 15. | 5 | 3 | 6 | 6 | 5 | 0 | |
| 16. | 1 | 5 | 7 | 6 | 0 | 7 | |
| 17. | 2 | 1 | 8 | 0 | 6 | 8 | |
| 18. | 3 | 2 | 9 | 9 | 0 | 6 | |
| 19. | 4 | 3 | 1 | 4 | 6 | 0 | |
| 20. | 5 | 4 | 2 | 6 | 0 | 4 | |

Работа 2

Институт информационных технологий, математики и механики

кафедра ТКЭМ

Направление подготовки специалистов «Фундаментальная математика и механика»

Курс «Основы МСС»,

Контрольная работа по теме «Скорость деформирования среды»

Задано поле скоростей

$$\vec{v} = Ay_1^2 t \vec{e}_1 + By_2^2 t^2 \vec{e}_2 + Cy_1 y_2^2 t \vec{e}_3$$

6. Определить скорость и ускорение находящейся в момент $t = T$ в точке $M(a,b,c)$
7. Определить в момент $t = T$ в точке $M(a,b,c)$:
 - Градиент скорости
 - Тензор скорости деформаций
 - Тензор скорости поворота
 - Вектор скорости поворота
8. Найти для вычисленного тензора скорости деформации в момент $t = T$ в точке $M(a,b,c)$:
 - Главные скорости деформации и главные направления

- Разложить тензор на шаровую и девиаторную составляющие

9. Оформить отчёт по работе

| № варианта | A | B | C | a | b | c | T | ФИО студента |
|------------|---|---|---|---|---|---|---|--------------|
| 21. | 1 | 2 | 1 | 0 | 3 | 1 | 9 | |
| 22. | 2 | 3 | 2 | 2 | 0 | 3 | 8 | |
| 23. | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 0 | 7 | |
| 24. | 4 | 5 | 4 | 3 | 0 | 4 | 6 | |
| 25. | 5 | 1 | 5 | 0 | 3 | 5 | 5 | |
| 26. | 1 | 3 | 6 | 6 | 0 | 4 | 3 | |
| 27. | 2 | 4 | 8 | 7 | 0 | 4 | 4 | |
| 28. | 3 | 5 | 7 | 4 | 0 | 8 | 2 | |
| 29. | 4 | 1 | 9 | 0 | 4 | 9 | 1 | |
| 30. | 5 | 2 | 1 | 1 | 0 | 4 | 4 | |
| 31. | 1 | 4 | 2 | 2 | 5 | 0 | 5 | |
| 32. | 2 | 5 | 3 | 5 | 0 | 3 | 6 | |
| 33. | 3 | 1 | 4 | 0 | 5 | 4 | 7 | |
| 34. | 4 | 2 | 5 | 5 | 0 | 5 | 8 | |
| 35. | 5 | 3 | 6 | 6 | 5 | 0 | 9 | |
| 36. | 1 | 5 | 7 | 6 | 0 | 7 | 3 | |
| 37. | 2 | 1 | 8 | 0 | 6 | 8 | 2 | |
| 38. | 3 | 2 | 9 | 9 | 0 | 6 | 1 | |
| 39. | 4 | 3 | 1 | 4 | 6 | 0 | 2 | |
| 40. | 5 | 4 | 2 | 6 | 0 | 4 | 3 | |

Работа 3

Институт информационных технологий, математики и механики

кафедра ТКЭМ

Направление подготовки специалистов «Фундаментальная математика и механика»

Контрольная работа по теме «Напряженное состояние среды»

Задан тензор напряжений в декартовой системе координат с матрицей коэффициентов

$$\begin{pmatrix} Dx_1x_2 & 5x_2^2 & -1 \\ 5x_2^2 & -1 & 2x_3 \\ -1 & 2x_3 & (D-2)x_3^2 \end{pmatrix}$$

10. Определить вектор напряжения \vec{p}_n на площадке с нормалью $\vec{n} = A\vec{e}_1 + B\vec{e}_2 + C\vec{e}_3$ в частице $M(x_1, x_2, x_3)$
11. Определить нормальную и касательную составляющую вектора \vec{p}_n
12. Определить угол между \vec{p}_n и \vec{n}
13. Найти для вычисленного тензора напряжений:
 - Главные напряжения и направления
 - Разложить тензор напряжений на шаровую и девиаторную составляющие
 - Вычислить главные инварианты тензора напряжений в исходных и главных осях, проверить их совпадение
 - Определить максимальные касательные напряжения
14. Определить удовлетворяют ли компоненты тензора напряжений уравнениям равновесия.
15. Оформить отчет по работе

| № варианта | A | B | C | D | x_1 | x_2 | x_3 | ФИО студента |
|------------|---|---|---|---|-------|-------|-------|--------------|
| 41. | 1 | 2 | 1 | 3 | -1 | 3 | 1 | |
| 42. | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | -1 | 3 | |
| 43. | 3 | 4 | 3 | 5 | 3 | 3 | -1 | |
| 44. | 4 | 5 | 4 | 6 | 3 | -1 | 4 | |
| 45. | 5 | 1 | 5 | 7 | -1 | 3 | 5 | |
| 46. | 1 | 3 | 6 | 3 | 6 | -1 | 4 | |
| 47. | 2 | 4 | 8 | 4 | 7 | -1 | 4 | |
| 48. | 3 | 5 | 7 | 5 | 4 | -1 | 8 | |
| 49. | 4 | 1 | 9 | 6 | -1 | 4 | 9 | |
| 50. | 5 | 2 | 1 | 7 | 1 | -1 | 4 | |
| 51. | 1 | 4 | 2 | 3 | 2 | 5 | -1 | |
| 52. | 2 | 5 | 3 | 4 | 5 | -1 | 3 | |

| | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|----|----|----|--|
| 53. | 3 | 1 | 4 | 5 | -1 | 5 | 4 | |
| 54. | 4 | 2 | 5 | 6 | 5 | -1 | 5 | |
| 55. | 5 | 3 | 6 | 7 | 6 | 5 | -1 | |
| 56. | 1 | 5 | 7 | 7 | 6 | -1 | 7 | |
| 57. | 2 | 1 | 8 | 3 | -1 | 6 | 8 | |
| 58. | 3 | 2 | 9 | 4 | 9 | -1 | 6 | |
| 59. | 4 | 3 | 1 | 5 | 4 | 6 | -1 | |
| 60. | 5 | 4 | 2 | 6 | 6 | -1 | 4 | |