МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ 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 решением президиума Ученого совета ННГУ протокол от «11» мая 2021 г. № 2 |

**Рабочая программа дисциплины**

|  |
| --- |
| **ОСНОВЫ МЕХАНИКИ СПЛОШНОЙ СРЕДЫ** |

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

|  |
| --- |
| бакалавриат |

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

|  |
| --- |
| **01.03.03 Механика и математическое моделирование** |

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

|  |
| --- |
| профиль «Математическое моделирование и компьютерный инжиниринг» |

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

|  |
| --- |
| бакалавр |

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

|  |
| --- |
| очная |

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2021 год

1. **Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ООП**

Дисциплина Основы механики сплошной среды 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.18*,* Основы механики сплошной среды относится к обязательной части ООП направления подготовки направлению 01.03.03 –Механика и математическое моделирование*.* |

1. **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\*\*** |
| *ОПК-2*  *Способен применять методы математического и алгоритмического моделирования, современный математический аппарат в научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности* | ***ОПК-2.1****.****Знает*** *основные положения, терминологию и методологию в области математического и алгоритмического моделирования.*  ***ОПК-2.2****.****Умеет*** *осуществлять анализ и выбор методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний в области математических и компьютерных наук.*  ***ОПК-2.3****.****Владеет навыками*** *применения базовых знаний в области математического и алгоритмического моделирования, а также современный математический аппарат при решении задач профессиональной деятельности* | *Знать разделы механики деформируемого твердого тела и смежных дисциплин, необходимые при реализации моделей МСС*  *Уметь применять основные понятия и теоремы при решении задач механики, проводить их доказательства, реализовывать известные модели МСС*  *Владеть подходами, применяемыми при реализации математических моделей МСС, в том числе в междисциплинарных* | *Контрольная работа* |
| *ОПК-5*  *Способен использовать в педагогической деятельности научные основы знаний в сфере математики и механики* | **ОПК-5.1**. **Знает** основы преподавания физико-математических дисциплин и информатики в средней школе и специальных учебных заведениях.  **ОПК-5.2**. **Умеет** использовать полученные фундаментальные и специальные знания в области физико-математических наук в преподавательской деятельности.  **ОПК-5.3**. **Владеет навыками** планирования и подготовки учебных занятий, а также представления научных знаний. | *Знать предметную область механики, математики и информатики*  *Уметь работать самостоятельно и в коллективе, формулировать результат; точно представить математические знания в устной и письменной форме;*  *Владеть навыками самостоятельной учебно- исследовательской работы; способностью формулировать результат* | *Собеседование* |

1. **Структура и содержание дисциплины** 
   1. **Трудоемкость дисциплины**[[1]](#footnote-1)

|  |  |
| --- | --- |
|  | **очная форма обучения** |
| **Общая трудоемкость** | **\_\_3\_ ЗЕТ** |
| **Часов по учебному плану** | **108** |
| **в том числе** |  |
| **аудиторные занятия (контактная работа):** | **50** |
| **- занятия лекционного типа** | **32** |
| **- занятия семинарского типа** | **16** |
| **Контроль самостоятельной работы (КСР)** | **2** |
| **самостоятельная работа** | **22** |
| **Промежуточная аттестация – экзамен**[[2]](#footnote-2) |  |

* 1. **Содержание дисциплины**[[3]](#footnote-3)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Очная форма обучения | | | | | | | |
| **Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),** | **Всего**  **(часы)** | в том числе | | | | | |
| **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; | 8 | 4 | 2 |  | | 6 | 2 |
| Тема 3 Тензор скоростей деформаций, скорость, ускорение; вектор вихря, их физический смысл; формула Коши-Гельмгольца | 6 | 2 | 2 |  | | 4 | 2 |
| Тема 4 Интегральные законы сохранения массы, количества движения, момента количества движения. | 8 | 4 | 2 |  | | 6 | 2 |
| Тема 5 Дифференциальные уравнения неразрывности, движения и момента количества движения. | 7 | 2 | 2 |  | | 4 | 3 |
| Тема 6 Массовые и поверхностные силы; тензор напряжений, механический смысл его компонент. Массовые и поверхностные пары сил, тензор моментных напряжений. | 9 | 4 | 2 |  | | 6 | 3 |
| Тема 7 Простейшие модели сплошных сред. Несжимаемая и сжимаемая идеальные жидкости, уравнение Эйлера; | 10 | 5 | 2 |  | | 7 | 3 |
| Тема 8 Несжимаемая линейно-вязкая жидкость, уравнение Навье-Стокса; | 9 | 4 | 2 |  | | 6 | 3 |
| Тема 9 Линейно-упругая деформируемая среда | 7 | 3 | 2 |  | | 5 | 2 |
| Итого | 70 | 32 | 16 |  | | 48 | 22 |

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

1. **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**[[4]](#footnote-4)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Виды самостоятельной работы студентов:**

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

1. **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 .

* 1. **Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине**[[5]](#footnote-5)

| **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 |
| **неудовлетворительно** | 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. | Продемонстрированы 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 | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами. |
| **очень хорошо** | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. |
| **отлично** | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. | Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. | Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов. |
| **превосходно** | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов | Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач |

**Шкала оценки при промежуточной аттестации**

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

* 1. **Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения**[[6]](#footnote-6)
     1. **Контрольные вопросы для проведения собеседования**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №№ | Вопрос | *Код формируемой компетенции* |
|  | Гипотеза сплошности | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | Континуум | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | Частица, элементарный объём | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | Линейный элемент | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | Деформированное состояние СС | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | ***Тензор конечных деформаций Лагранжа (тензор Грина)*** | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | ***Тензор конечных деформаций Эйлера (тензор Альманси)*** | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | Тензор малых деформаций | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | Механический смысл первого инварианта тензора деформаций | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | ***Деформация окрестности частицы*** | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | Главные деформации и направления | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | Главные инварианты тензора деформаций | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | Тензор скоростей деформаций | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | Материальная производная | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | ***Первая теорема Гельмгольца*** | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | Объёмные и поверхностные силы в МСС, их характеристики | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | Напряженное состояние СС | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | ***Тензор напряжений*** | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | ***Максимальные и минимальные касательные напряжения*** | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | Уравнение сохранения массы | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | ***Уравнение неразрывности (эйлеровы переменные)*** | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | Уравнение сохранения количества движения | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | ***Дифференциальные уравнения движения*** | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | Уравнение сохранения момента количества движения | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | ***Симметрия тензора напряжений*** | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | ***Свойство внутренних напряжений*** | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | Теорема живых сил | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | Модель, математическая модель | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | Определение упругой среды | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | Модель линейной изотропной упругой среды | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | ***Уравнения движения СС в перемещениях (дифференциальные уравнения Ламе)*** | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | Основные краевые задачи теории упругости | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | Определение жидкости | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | Модель идеальной неоднородной несжимаемой жидкости | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | ***Интеграл Бернулли, его интерпретации*** | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | ***Равновесие идеальной жидкости, условия на объёмные силы*** | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | Модель идеального баротропного газа | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | Модель вязкой несжимаемой жидкости | ОПК-2, ОПК-5 |
|  | Модель вязкой баротропной жидкости | ОПК-2, ОПК-5 |

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

5.2.3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенций ОПК-2, ОПК-5

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., Шмаков 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 дисциплины) <http://www.lib.unn.ru/> , Университетская библиотека ONLINE [http://www.biblioclub.ru](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 ФГОС ОС 01.03.03 Механика и математическое моделирование

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

от 2 июня 2021 года, протокол № 8.

Автор(ы) д.ф.-м.н., профессор А.К. Любимов

Рецензент (ы) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой ТКиЭМ д.ф.-м.н., профессор Л.А. Игумнов

Приложение 1.

**Варианты заданий для контрольной работы**

**Работа 1.**

Институт информационных технологий, математики и механики

кафедра ТКЭМ

Направление подготовки бакалавров «Механика и математическое моделирование»

Курс «Основы МСС», 5 семестр

**Расчетно-графическая работа по теме «Деформированное состояние среды»**

Относительно совмещённых материальных и пространственных осей задан вектор перемещения

1. Определить смещённое положение частицы первоначально находившейся в точке М(a,b,c)
2. Определить в точке М(a,b,c):

* Тензор малых деформаций
* Тензор линейного поворота
* Вектор поворота

1. Найти для вычисленного тензора деформации:

* Главные деформации и направления
* Разложить тензор деформации на шаровую и девиаторную составляющие

1. Проверить удовлетворяют ли полученные компоненты тензора деформаций уравнениям совместности.
2. Оформить отчёт по работе

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | A | B | C | a | b | c | ФИО  студента |
|  | 1 | 2 | 1 | 0 | 3 | 1 |  |
|  | 2 | 3 | 2 | 2 | 0 | 3 |  |
|  | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 0 |  |
|  | 4 | 5 | 4 | 3 | 0 | 4 |  |
|  | 5 | 1 | 5 | 0 | 3 | 5 |  |
|  | 1 | 3 | 6 | 6 | 0 | 4 |  |
|  | 2 | 4 | 8 | 7 | 0 | 4 |  |
|  | 3 | 5 | 7 | 4 | 0 | 8 |  |
|  | 4 | 1 | 9 | 0 | 4 | 9 |  |
|  | 5 | 2 | 1 | 1 | 0 | 4 |  |
|  | 1 | 4 | 2 | 2 | 5 | 0 |  |
|  | 2 | 5 | 3 | 5 | 0 | 3 |  |
|  | 3 | 1 | 4 | 0 | 5 | 4 |  |
|  | 4 | 2 | 5 | 5 | 0 | 5 |  |
|  | 5 | 3 | 6 | 6 | 5 | 0 |  |
|  | 1 | 5 | 7 | 6 | 0 | 7 |  |
|  | 2 | 1 | 8 | 0 | 6 | 8 |  |
|  | 3 | 2 | 9 | 9 | 0 | 6 |  |
|  | 4 | 3 | 1 | 4 | 6 | 0 |  |
|  | 5 | 4 | 2 | 6 | 0 | 4 |  |

**Работа 2**

Институт информационных технологий, математики и механики

кафедра ТКЭМ

Направление подготовки бакалавров «Механика и математическое моделирование»

Курс «Основы МСС», 5 семестр

**Расчетно-графическая работа по теме «Скорость деформирования среды»**

Задано поле скоростей

1. Определить скорость и ускорение находящейся в момент в точке М(a,b,c)
2. Определить в момент в точке М(a,b,c):

* Градиент скорости
* Тензор скорости деформаций
* Тензор скорости поворота
* Вектор скорости поворота

1. Найти для вычисленного тензора скорости деформации в момент в точке М(a,b,c):

* Главные скорости деформации и главные направления
* Разложить тензор на шаровую и девиаторную составляющие

1. Оформить отчёт по работе

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | A | B | C | a | b | c |  | ФИО  студента |
|  | 1 | 2 | 1 | 0 | 3 | 1 | 9 |  |
|  | 2 | 3 | 2 | 2 | 0 | 3 | 8 |  |
|  | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 0 | 7 |  |
|  | 4 | 5 | 4 | 3 | 0 | 4 | 6 |  |
|  | 5 | 1 | 5 | 0 | 3 | 5 | 5 |  |
|  | 1 | 3 | 6 | 6 | 0 | 4 | 3 |  |
|  | 2 | 4 | 8 | 7 | 0 | 4 | 4 |  |
|  | 3 | 5 | 7 | 4 | 0 | 8 | 2 |  |
|  | 4 | 1 | 9 | 0 | 4 | 9 | 1 |  |
|  | 5 | 2 | 1 | 1 | 0 | 4 | 4 |  |
|  | 1 | 4 | 2 | 2 | 5 | 0 | 5 |  |
|  | 2 | 5 | 3 | 5 | 0 | 3 | 6 |  |
|  | 3 | 1 | 4 | 0 | 5 | 4 | 7 |  |
|  | 4 | 2 | 5 | 5 | 0 | 5 | 8 |  |
|  | 5 | 3 | 6 | 6 | 5 | 0 | 9 |  |
|  | 1 | 5 | 7 | 6 | 0 | 7 | 3 |  |
|  | 2 | 1 | 8 | 0 | 6 | 8 | 2 |  |
|  | 3 | 2 | 9 | 9 | 0 | 6 | 1 |  |
|  | 4 | 3 | 1 | 4 | 6 | 0 | 2 |  |
|  | 5 | 4 | 2 | 6 | 0 | 4 | 3 |  |

**Работа 3**

Институт информационных технологий, математики и механики

кафедра ТКЭМ

Направление подготовки бакалавров «Механика и математическое моделирование»

Курс «Основы МСС», 5 семестр

**Расчетно-графическая работа по теме «Напряженное состояние среды»**

Задан тензор напряжений в декартовой системе координат с матрицей коэффициентов

1. Определить вектор напряжения на площадке с нормалью

в частице

1. Определить нормальную и касательную составляющую вектора
2. Определить угол между и
3. 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

1. Определить удовлетворяют ли компоненты тензора напряжений уравнениям равновесия.
2. Оформить отчёт по работе

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | A | B | C | D |  |  |  | ФИО  студента |
|  | 1 | 2 | 1 | 3 | -1 | 3 | 1 |  |
|  | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | -1 | 3 |  |
|  | 3 | 4 | 3 | 5 | 3 | 3 | -1 |  |
|  | 4 | 5 | 4 | 6 | 3 | -1 | 4 |  |
|  | 5 | 1 | 5 | 7 | -1 | 3 | 5 |  |
|  | 1 | 3 | 6 | 3 | 6 | -1 | 4 |  |
|  | 2 | 4 | 8 | 4 | 7 | -1 | 4 |  |
|  | 3 | 5 | 7 | 5 | 4 | -1 | 8 |  |
|  | 4 | 1 | 9 | 6 | -1 | 4 | 9 |  |
|  | 5 | 2 | 1 | 7 | 1 | -1 | 4 |  |
|  | 1 | 4 | 2 | 3 | 2 | 5 | -1 |  |
|  | 2 | 5 | 3 | 4 | 5 | -1 | 3 |  |
|  | 3 | 1 | 4 | 5 | -1 | 5 | 4 |  |
|  | 4 | 2 | 5 | 6 | 5 | -1 | 5 |  |
|  | 5 | 3 | 6 | 7 | 6 | 5 | -1 |  |
|  | 1 | 5 | 7 | 7 | 6 | -1 | 7 |  |
|  | 2 | 1 | 8 | 3 | -1 | 6 | 8 |  |
|  | 3 | 2 | 9 | 4 | 9 | -1 | 6 |  |
|  | 4 | 3 | 1 | 5 | 4 | 6 | -1 |  |
|  | 5 | 4 | 2 | 6 | 6 | -1 | 4 |  |

1. *(ЗАПОЛНИТЬ в соответствии с учебным планом* [↑](#footnote-ref-1)
2. *(указать нужное)* [↑](#footnote-ref-2)
3. *(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)* [↑](#footnote-ref-3)
4. *(УКАЗЫВАЮТСЯ виды самостоятельной работы обучающегося, порядок их выполнения и контроля, дается учебно-методическое обеспечение (возможно в виде ссылок) самостоятельной работы по отдельным разделам дисциплины)* [↑](#footnote-ref-4)
5. *(при использовании традиционных форм аттестации (зачет, экзамен) шкалы оценивания могут быть «зачет-незачет», «зачет с оценкой», «оценка» по cемибалльной и пятибалльной шкалам).*

   *ЕСЛИ используется балльно-рейтинговая система оценивания или другие системы – могут быть использованы другие шкалы оценивания, но при этом НЕОБХОДИМО описать принципы выставления баллов и дальнейшего перевода этих баллов в традиционные шкалы оценивания «зачет-незачет», «зачет с оценкой», «оценка» по семибалльной шкале)* [↑](#footnote-ref-5)
6. *(ЗАПОЛНИТЬ согласно оценочным средствам табл.2)* [↑](#footnote-ref-6)