

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

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Основы механики сплошной среды

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

01.03.03 - Механика и математическое моделирование

Направленность образовательной программы

Математическое моделирование и компьютерный инжиниринг

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.18 Основы механики сплошной среды относится к обязательной части образовательной программы.

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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
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.	ОПК-2.1: Знать разделы механики деформируемого-го твердого тела и смежных дисциплин, необходимые при реализации моделей МСС. ОПК-2.2: Уметь применять основные понятия и теоремы при решении задач механики, проводить их доказательства, реализовывать известные модели МСС. ОПК-2.3: Владеть подходами, применяемыми при реализации математических моделей МСС, а также современный математический аппарат при решении задач профессиональной деятельности.	Собеседование	Экзамен: 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	ОПК-5.1: Знает основы преподавания физико-математических дисциплин в школе средней школе и специальных учебных заведениях. Знать предметную область механики, математики и информатики.	Собеседование	Экзамен: Контрольная работа

	области физико-математических наук в преподавательской деятельности. ОПК-5.3: Владеет навыками планирования и под-готовки учебных занятий, а также представления научных знаний.	ОПК-5.2: Умеет использовать полученные знания в преподавательской деятельности в области физико-математических наук ОПК-5.3: Владеет навыками планирования и под-готовки учебных занятий, а также представления научных знаний.		
--	---	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16
- КСР	2
самостоятельная работа	22
Промежуточная аттестация	36 Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора торные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	
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

Тензор деформаций, тензоры конечных и малых деформаций	8	4	2	6	2
Тензор скоростей деформаций, скорость, ускорение; вектор вихря, их физический смысл; формула Коши-Гельмгольца	6	2	2	4	2
Интегральные законы сохранения массы, количества движения, момента количества движения	8	4	2	6	2
Дифференциальные уравнения неразрывности, движения и момента количества движения	7	2	2	4	3
Массовые и поверхностные силы; тензор напряжений, механический смысл его компонент. Массовые и поверхностные пары сил, тензор моментных напряжений	9	4	2	6	3
Простейшие модели сплошных сред. Несжимаемая и сжимаемая идеальные жидкости, уравнение Эйлера	10	5	2	7	3
Несжимаемая линейно-вязкая жидкость, уравнение Навье-Стокса;	9	4	2	6	3
Линейно-упругая деформируемая среда	7	3	2	5	2
Аттестация	36				
КСР	2			2	
Итого	108	32	16	50	22

Содержание разделов и тем дисциплины

1. 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).
2. Тензор деформаций, тензоры конечных и малых деформаций.
3. Тензор скоростей деформаций, скорость, ускорение; вектор вихря, их физический смысл; формула Коши-Гельмгольца.
4. Интегральные законы сохранения массы, количества движения, момента количества движения.
5. Дифференциальные уравнения не-разрывности, движения и момента количества движения.
6. Массовые и поверхностные силы; тензор напряжений, механический смысл его компонент. Массовые и поверхностные пары сил, тензор моментных напряжений.
7. Простейшие модели сплошных сред. Несжимаемая и сжимаемая идеальные жидкости, уравнение Эйлера.
8. Несжимаемая линейно-вязкая жид-кость, уравнение Навье-Стокса.
9. Линейно-упругая деформируемая среда.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Виды самостоятельной работы студентов:

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

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ОПК-2:

1. Гипотеза сплошности
2. Континуум
3. Частица, элементарный объём
4. Линейный элемент
5. Деформированное состояние СС
6. Тензор конечных деформаций Лагранжа (тензор Грина)
7. Тензор конечных деформаций Эйлера (тензор Альманси)
8. Тензор малых деформаций
9. Механический смысл первого инварианта тензора деформаций
10. Деформация окрестности частицы
11. Главные деформации и направления
12. Главные инварианты тензора деформаций
13. Тензор скоростей деформаций
14. Материальная производная
15. Первая теорема Гельмгольца
16. Объёмные и поверхностные силы в МСС, их характеристики
17. Напряжённое состояние СС
18. Тензор напряжений
19. Максимальные и минимальные касательные напряжения
20. Уравнение сохранения массы
21. Уравнение неразрывности (эйлеровы переменные)
22. Уравнение сохранения количества движения
23. Дифференциальные уравнения движения
24. Уравнение сохранения момента количества движения
25. Симметрия тензора напряжений
26. Свойство внутренних напряжений
27. Теорема живых сил
28. Модель, математическая модель
29. Определение упругой среды
30. Модель линейной изотропной упругой среды
31. Уравнения движения СС в перемещениях (дифференциальные уравнения Ламе)
32. Основные краевые задачи теории упругости
33. Определение жидкости
34. Модель идеальной неоднородной несжимаемой жидкости
35. Интеграл Бернулли, его интерпретации
36. Равновесие идеальной жидкости, условия на объёмные силы
37. Модель идеального баротропного газа
38. Модель вязкой несжимаемой жидкости
39. Модель вязкой баротропной жидкости

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ОПК-5:

1. Гипотеза сплошности
2. Континуум
3. Частица, элементарный объём

4. Линейный элемент
5. Деформированное состояние СС
6. Тензор конечных деформаций Лагранжа (тензор Грина)
7. Тензор конечных деформаций Эйлера (тензор Альманси)
8. Тензор малых деформаций
9. Механический смысл первого инварианта тензора деформаций
10. Деформация окрестности частицы
11. Главные деформации и направления
12. Главные инварианты тензора деформаций
13. Тензор скоростей деформаций
14. Материальная производная
15. Первая теорема Гельмгольца
16. Объёмные и поверхностные силы в МСС, их характеристики
17. Напряжённое состояние СС
18. Тензор напряжений
19. Максимальные и минимальные касательные напряжения
20. Уравнение сохранения массы
21. Уравнение неразрывности (эйлеровы переменные)
22. Уравнение сохранения количества движения
23. Дифференциальные уравнения движения
24. Уравнение сохранения момента количества движения
25. Симметрия тензора напряжений
26. Свойство внутренних напряжений
27. Теорема живых сил
28. Модель, математическая модель
29. Определение упругой среды
30. Модель линейной изотропной упругой среды
31. Уравнения движения СС в перемещениях (дифференциальные уравнения Ламе)
32. Основные краевые задачи теории упругости
33. Определение жидкости
34. Модель идеальной неоднородной несжимаемой жидкости
35. Интеграл Бернулли, его интерпретации
36. Равновесие идеальной жидкости, условия на объёмные силы
37. Модель идеального баротропного газа
38. Модель вязкой несжимаемой жидкости
39. Модель вязкой баротропной жидкости

Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Ответ полный и правильный на основании изученной теории; теоретический материал и решение поставленных задач изложены в необходимой логической последовательности, грамотный научный язык; ответ самостоятельный. Могут быть допущены две-три не существенные ошибки, исправленные по требованию преподавателя.
не зачтено	Ответ обнаруживает непонимание студентом основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые не могут быть исправлены при наводящих вопросах преподавателя.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

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

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка	Уровень подготовки
--------	--------------------

зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-2

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

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

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 *девiatorную* 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 бакалавров «Механика и математическое моделирование»

Курс «Основы МСС», 5 семестр

Расчетно-графическая работа по теме «Скорость деформирования среды»

Задано поле скоростей

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

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	

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 точке $M(x_1, x_2, x_3)$
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	

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-5

Работа 1.

Относительно смещённых 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 бакалавров «Механика и математическое моделирование»

Курс «Основы МСС», 5 семестр

Расчетно-графическая работа по теме «Скорость деформирования среды»

Задано поле скоростей

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

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	

Расчетно-графическая 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 точке $M(x_1, x_2, x_3)$
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	

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые

Оценка	Критерии оценивания
	ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Седов Леонид Иванович. Механика сплошной среды : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Механика" : в 2 т. Т. 1 / МГУ им. М. В. Ломоносова. - 6-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2004. - 528 с. - (Классический университетский учебник / ред. совет: В. А. Садовничий (пред.) [и др.]). - ISBN 5-8114-0540-5. - ISBN 5-8114-0541-3 (1-й т.) : 220.00., 1 экз.
2. Седов Леонид Иванович. Механика сплошной среды : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Механика" : в 2 т. Т. 2 / МГУ им. М. В. Ломоносова. - 6-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2004. - 560 с. - (Классический университетский учебник / ред. совет: В. А. Садовничий (пред.) [и др.]). - ISBN 5-8114-0540-5. - ISBN 5-8114-0542-1 (2-й т.) : 222.10., 1 экз.
3. Седов Леонид Иванович. Механика сплошной среды : [в 2 т.]. Т. 1 / Рос. АН. - 5-е изд., испр. - М. : Наука, 1994. - 528 с. : ил. - ISBN 5-02-007052-1 : 2600.00., 1 экз.
4. Седов Леонид Иванович. Механика сплошной среды : [в 2 т.]. Т. 2 / Рос. АН. - 5-е изд., испр. - М. : Наука, 1994. - 560 с. : ил. - 2600.00., 1 экз.
5. Ильющин Алексей Антонович. Механика сплошной среды : [учеб. для ун-тов по специальности "Механика"]. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во МГУ, 1990. - 310 с. : ил. - ISBN 5-211-00940-1 : 0.95., 3 экз.
6. Мейз Дж. Теория и задачи механики сплошных сред / пер. с англ. Е. И. Свешниковой ; под ред. М. Э. Эглит. - М. : Мир, 1974. - 318 с. - 1.50., 12 экз.

Дополнительная литература:

1. Коваленко Анатолий Дмитриевич. Основы термоупругости : [для мех.-мат. фак. ун-тов] / АН УССР, Ин-т механики. - Киев : Наукова думка, 1970. - 307 с. : черт. - 1.14., 2 экз.
2. Лурье Анатолий Исакович. Нелинейная теория упругости. - М. : Наука, 1980. - 512 с. - 5.20., 2 экз.
3. Победря Борис Ефимович. Лекции по тензорному анализу : [учеб. пособие для вузов по специальности "Механика"]. - 3-е изд., доп. - М. : Изд-во МГУ, 1986. - 262, [1] с : ил. - 0.60., 14 экз.
4. Ильющин Алексей Антонович. Задачи и упражнения по механике сплошной среды : [для ун-тов по специальности "Механика"]. - 2-е изд., доп. - М. : Изд-во МГУ, 1979. - 200 с. : ил. - 0.55., 20 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. <http://www.lib.unn.ru/>,
2. Университетская библиотека ONLINE <http://www.biblioclub.ru>,

3. Библиотека "Лань" <http://e.lanbook.com/> ,
4. Ресурс открытого доступа Электронная физико-математическая библиотека EqWorld ,
5. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/algebra.htm>).

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

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 по направлению подготовки 01.03.03 - Механика и математическое моделирование.

Автор(ы): Любимов Александр Константинович, доктор физико-математических наук, профессор.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 13.12.2023, протокол № 3.