Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 22.09.2023 16:58:51
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____/Е.В. Сафонов/
«16» февраля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Механика сплошных сред

Направление подготовки
22.03.02. «Металлургия

Образовательная программа (профиль подготовки)
«Инновации в металлургии»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очно-заочная, заочная

Москва, 2023 г.

Разработчик:

Доцент кафедры металлургии  Хламкова С.С.

Согласовано:

Заведующий кафедрой металлургии  Шульгин А.В.

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине....4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы....5
3. Структура и содержание дисциплины....6
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость....6
3.2. Тематический план изучения дисциплины....6
3.3. Содержание дисциплины....9
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий....10
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)....10
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение....10
4.1. Нормативные документы и ГОСТы....10
4.2. Основная литература....10
4.3. Дополнительная литература....11
4.4. Электронные образовательные ресурсы....11
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение....11
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы....11
5. Материально-техническое обеспечение....12
6. Методические рекомендации....12
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения....12
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины....13
7. Фонд оценочных средств....13
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения....13
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения....13
7.3. Оценочные средства....15

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

– Цель – формирование представления об основных методах описания движения сплошной среды.

– Задачи:

– изучение основных принципов построения моделей конкретных сплошных сред;

- освоение понятий тензоров деформации и напряжений для решения задач теории пластичности

Планируемые результаты обучения – освоение основных закономерностей механики сплошных сред, овладение теоретическими основами природой прочности, пластичности и разрушения металлов и сплавов

Обучение по дисциплине «Механика сплошных сред» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие ИУК-1.2. Осуществляет поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи ИУК-1.3. Рассматривает и предлагает рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки
ПК-1. Способен выбирать методы планирования, подготовки и проведения исследований, наблюдений, испытаний, измерений и применять их на практике, анализировать, обрабатывать и представлять результаты	ИПК-1.1 - Знает методы исследований, проведения, обработки и анализа результатов испытаний и измерений. Критерии выбора методов и методик исследований. ИПК-1.2 Умеет проводить испытания, измерения и обработку результатов. Регистрировать показания приборов. Проводит расчёты и критически анализирует результаты, делает выводы. ИПК-1.3 Владеет выбором испытательного и измерительного оборудования, необходимого для проведения исследований. Выполняет оценки и обработки результатов исследования

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».
«Механика сплошных сред» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- линейная алгебра;
- математический анализ;
- физика;
- механика деформируемого твердого тела;
- теория обработки металлов давлением .

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(е) единиц(ы) (144 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1.Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр
1	**Аудиторные занятия**	**40**	3
	В том числе:		
1.1	Лекции	22	3
1.2	Семинарские/практические занятия	18	3
1.3	Лабораторные занятия		
2	**Самостоятельная работа**	**104**	3
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		Экзамен
	Итого	**144**	3

3.1.2.Заочная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр
1	**Аудиторные занятия**	**18**	5
	В том числе:		
1.1	Лекции	8	5
1.2	Семинарские/практические занятия	10	5
1.3	Лабораторные занятия		
2	**Самостоятельная работа**	**126**	5

3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	Экзамен	
	Итого	**144**	5

3.2 Тематический план изучения дисциплины
(по формам обучения)

3.2.1.Очно-заочная форма обучения

п/п	Разделы/темы Дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1 1	**Раздел 1. Основы математики**	**26**	**4**	**2**			**20**
1.1	Тема 1. Матрицы и действия над ними. Разложение матриц		2	2			10
1.2	Тема 2. Тензоры разных порядков. Главные направления тензоров		2				10
2 2	**Раздел 2. Деформированное состояние.**	**26**	**4**	**2**			**20**
2.1	Тема 1. Сущность деформаций. Тензор деформаций.		2				10
2.2	Тема 2. Условие постоянства объема. Схемы главных деформаций		2	2			10
3	**Раздел 3. Напряженное состояние**	**42**	**6**	**6**			**30**
3.1	Тема 1. Характеристическое уравнение тензора напряжений. Схема главных напряжений		2				10
3.2	Тема 2. Определение нормальных и касательных напряжений в новой системе осей координат. Уравнения для определения величины главных напряжений.		2	4			10
3.3	Тема 3. Уравнения равновесия для плоского и объёмного напряженного состояний		2	2			10
4	**Раздел 4. Связь деформаций и напряжений**	**30**	**4**	**6**			**20**
4.1	Тема 1. Вывод закона Гука для объемного напряженного состояния.		2	4			10

	Связь между напряжениями и деформациями для упруго-пластических сред.						
4.2	Тема 2. Определение напряжений и деформаций в условиях разного вида напряженного состояния.		2	2			10
5	**Раздел 5. Условие пластичности**	**20**	**4**	**2**			**14**
5.1	Тема 1. Плоско-деформированное и плоско-напряженное состояние		2				10
5.2	Тема 2. Энергетическое условие пластичности, частные выражения условия пластичности.		2	2			4
	Итого	**144**	**22**	**18**			**104**

3.2.2. Заочная форма обучения

п/п	**Разделы/темы Дисциплины**	**Трудоемкость, час**					
		Всего	**Аудиторная работа**				**Самостоятельная работа**
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1 1	**Раздел 1. Основы математики**	**27**	**1**	**2**			**24**
1.1	Тема 1. Матрицы и действия над ними. Разложение матриц			2			12
1.2	Тема 2. Тензоры разных порядков. Главные направления тензоров		1				12
2 2	**Раздел 2. Деформированное состояние.**	**27**	**1**	**2**			**24**
2.1	Тема 1. Сущность деформаций. Тензор деформаций.		1				12
2.2	Тема 2. Условие постоянства объема. Схемы главных деформаций			2			12
3	**Раздел 3. Напряженное состояние**	**41**	**1**	**4**			**36**
3.1	Тема 1. Характеристическое уравнение тензора напряжений. Схема главных напряжений		1				12
3.2	Тема 2. Определение нормальных и касательных напряжений в новой системе осей координат. Уравнения для определения величины главных напряжений.			2			12

3.3	Тема 3. Уравнения равновесия для плоского и объёмного напряженного состояний			2			12
4	**Раздел 4. Связь деформаций и напряжений**	**28**	**2**	**2**			**24**
4.1	Тема 1. Вывод закона Гука для объемного напряженного состояния. Связь между напряжениями и деформациями для упруго-пластических сред.		2				12
4.2	Тема 2. Определение напряжений и деформаций в условиях разного вида напряженного состояния.			2			12
5	**Раздел 5. Условие пластичности**	**21**	**3**				**18**
5.1	Тема 1. Плоско-деформированное и плоско-напряженное состояние		2				12
5.2	Тема 2. Энергетическое условие пластичности, частные выражения условия пластичности.		1				6
	Итого	**144**	**8**	**10**			**126**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Основы математики

Тема 1**.** Матрицы и действия над ними. Разложение матриц. Характеристическое уравнение матриц. Кубическое уравнение.

Тема 2. Тензоры разных порядков. Главные направления тензора. Тензор-эллипсоид. Операторы дифференцирования. Примеры действия над векторами, матрицами, тензорами. Нахождение девиатора и шарового тензора.

Раздел 2. Деформированное состояние

Тема 1**.** Сущность деформаций. Перемещение полей непрерывности. Тензор деформаций и скорость деформаций Характеристическое уравнение тензора деформаций. Девиатор и шаровой тензор. Интенсивность деформации сдвига. Физическая сущность компонентов тензора деформаций Главные деформации.

Тема 2. Условие постоянства объема. Схема главных деформаций. Уравнение неразрывности среды. Построение характеристического уравнения тензора деформаций, определение главных деформаций и положение их осей. Построение схем главных деформаций. Проверка условия постоянства объема и сплошности среды.

Раздел 3. Напряженное состояние

Тема 1. Силы и напряжения. Тензор напряжений. Характеристическое уравнение тензора напряжений. Главные напряжения. Интенсивность сдвиговых напряжений. Компоненты полного напряжения в косой площадке. Схема главных напряжений. Понятие механической схемы деформаций. Уравнение тензора напряжений второго порядка.

Тема 2. Определение нормальных и касательных напряжений в новой системе осей координат при плоской схеме. Круги напряжений Мора. Уравнения для опре¬деления

величины главных напряжений. Положение главных площадок. Октаэдрические напряжения. Главные касатель¬ные напряжения. Положения площадок главных напряжений.

Тема 3. Уравнения равновесия для плоского и объемного напряженного состояний. Расчет величины главных напряжений. Построение механической схемы деформации. Определение компонент тензора в новой системе координат. Определение напряжений и деформаций с помощью кругов Мора. Определение компонент и полного напряжения в косой площадке.

Раздел 4. Связь деформаций и напряжений.

Тема 1**.** Вывод закона Гука для объемного напряженного состояния. Принцип перестановок. Модуль сдвига. Объемный модуль. Связь между напряжениями и деформациями для упруго-пластических сред.

Тема 2. Определение напряжений и деформаций в условиях разного вида напряженного состояния. Определение состояния среды при сложных методах нагружения с помощью условия пластичности.

Раздел 5. Условие пластичности.

Тема 1. Пластическая среда. Плоскодеформированное и плосконапряженное состояние. Основные уравнения плоского состояния. Напряжение текучести. Уравнение прочности. Условия максимального касательного напряжения.

Тема 2. Энергетическое условие пластичности, частные выражения условия пластичности. Влияние механической схемы деформации на усилие деформирования и пластичность. Методы оценки пластичности.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1.Семинарские/практические занятия

Практическое занятие 1. Действия с матрицами. Разложение матриц на симметричную и кососимметричную.

Практическое занятие 2. Разложение тензора на девиатор и сферическую часть.

Практическое занятие 3. Нахождение компонент тензора. Решение характеристического уравнения.

Практическое занятие 4. Определение главных деформаций и главных напряжений тензора.

Практическое занятие 5. Решение задач на энергетическое условие пластичности.

3.4.2.Лабораторные занятия

Учебным планом не предусмотрены

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Учебным планом не предусмотрены

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

При изучении дисциплины не предусмотрены

4.2 Основная литература

1.Селиванов В.В. Прикладная механика сплошных тел. В 3-х томах. Том 2. Механика разрушения деформируемого тела. . – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2006. – 424 с.

2.Бабкин А.В., Селиванов В.В. Основы механики сплошных сред. Том. 1. . – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004. – 376 с.

4.3 Дополнительная литература

1. Селиванов В.В. Механика разрушения деформируемого тела. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 1999. – 420 с.

2. Седов Л.И. Механика сплошной среды. В 2-х томах.. – М.: Наука, 1994. – 528 с

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. Механика сплошных сред
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=1382

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)

1.	Мой Офис	ООО "НОВЫЕ ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"	Лицензионное	https:// reestr.digital.gov.ru/ reestr/301558/? sphrase_id=943375

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Информационно-справочные системы			
1.	Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http:// www.consultant.ru	Доступно
Электронно-библиотечные системы			
1.	Лань	https://e.lanbook.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
2.	IPR Books	https://www.iprbookshop.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
Профессиональные базы данных			
1.	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно
2.	WebofScienceCoreCollection – политематическая реферативно-библиографическая инаукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	Доступно

5. Материально-техническое обеспечение

Аудитории кафедры «Металлургия» ав1204, ав1205, ав1206, ав1206а оснащены ноутбуками, проектором, экраном, учебным материалом.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

При организации учебных занятий (лекций, семинаров, практических занятий, лабораторных, самостоятельных и выпускных работ, а также курсового проектирования) следует использовать элементы интерактивного обучения на всех этапах для вовлечения студентов в процесс познания. Для этого целесообразно использовать следующие формы:

– диалоговое обучение, в ходе которого осуществляется взаимодействие преподавателя и студента;

– моделирование, то есть воспроизведение в условиях обучения по данной дисциплине процессов, происходящих в реальности;

– компьютеризация обучения для интенсификации и расширения возможностей образовательного процесса;

– использование средств наглядности: стенды с комплектом учебно-методической литературы, плакаты по темам, натурные образцы, мультимедийные системы, картотеку учебных видеослайдов и видеофильмов и др.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для максимальной индивидуализации деятельности студента, Учебным планом предусматривается время для самостоятельной работы.

Среди основных видов самостоятельной работы традиционно выделяют: творческую деятельность студента в аудитории, при внеаудиторных контактах с преподавателем на консультациях и домашней подготовке к лекциям, семинарским и практическим занятиям, зачетам и экзаменам, презентациям и докладам; написание рефератов, выполнение лабораторных и контрольных работ; участие в научной работе и пр.

Цель самостоятельной работы студента – осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою профессиональную квалификацию.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам лучше осуществлять на весь семестр и предусматривать регулярное повторение пройденного учебного материала.

Для более углубленного изучения рекомендуется использовать издания, указанные в списке дополнительной литературы.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

- контроль текущей успеваемости (текущий контроль);
- промежуточная аттестация (зачет).

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение студентом всех предусмотренных форм текущего контроля.

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков, предусмотренных при изучении дисциплины, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основных способов ОМД, теории процессов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.

Удовлетвори-тельно	Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основных способов ОМД, теории процессов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.
Неудовлетво-рительно	Не выполнены обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины, ИЛИ Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков, предусмотренных при изучении дисциплины, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

В процессе обучения используются оценочные средства рубежного контроля успеваемости и промежуточных аттестаций и следующие виды самостоятельной работы:

- чтение рекомендуемой литературы при подготовке к лекционным, практическим и самостоятельным (контрольным) заданиям;
- бланковое и компьютерное тестирование;
- рефераты, доклады на СНК.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам лучше осуществлять на весь семестр и предусматривать регулярное повторение пройденного учебного материала.

Для более углубленного изучения рекомендуется использовать издания, указанные в списке дополнительной литературы.

Для расширения знаний следует использовать также сведения, полученные из Интернет-источников на соответствующих сайтах, а также проводить поиск в различных системах, таких как Yandex, Rambler, и пользоваться специализированными сайтами, такими как www.anticor.ru, http://www.naukaran.ru, http://www.maik.ru и другими, рекомендованными преподавателем на лекционных занятиях.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**
УК-1	Способностью осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
ПК-1	Способен выбирать методы планирования, подготовки и проведения исследований, наблюдений, испытаний, измерений и применять их на практике, анализировать, обрабатывать и представлять результаты

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

Контрольные вопросы для промежуточной аттестации

1. Скалярное и векторное произведение матриц. Разложение матриц.
2. Характеристическое уравнение матриц.
3. Тензор деформаций и скорости деформаций.
4. Характеристическое уравнение тензора деформаций.
5. Инварианты тензора деформаций.
6. Девиатор и шаровой тензор.
7. Физическая сущность компонентов тензора деформаций.
8. Схема главных деформаций и условие постоянство объема.
9. Уравнение неразрывности среды.
10. Характеристическое уравнение тензора напряжений.
11. Главные напряжения. Интенсивность сдвиговых напряжений.
12. Понятие механической схемы деформаций.
13. Уравнение тензора напряжений второго порядка.
14. Нормальные и касательные напряжения при плоской системе координат.
15. Виды произведений векторов и тензоров второго порядка.
16. Разложение тензора второго порядка на девиатор и шаровую часть.

17. Главные напряжения и главные площадки напряжений в точке. Максимальные касательные напряжения в точке.
18. Круги Мора. Нормальное и касательное напряжения на октаэдрической площадке.
19. Положения площадок главных напряжений.
20. Уравнения равновесия для плоского и объемного напряженного состояний.
21. Закон Гука для объемного напряженного состояния.
22. Связь напряжений и деформаций для упруго-пластической среды. Уравнение Генки.
23. Плоскодеформированное и плосконапряженное состояние.
24. Условия максимального касательного напряжения.
25. Энергетическое условие пластичности.
26. Влияние механической схемы деформации на усилие деформирования и пластичность.