МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.
Носова»



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

МЕХАНИКА СПЛОШНОЙ СРЕДЫ

Направление подготовки (специальность)
15.03.01 Машиностроение

Направленность (профиль/специализация) программы
Машины и технологии обработки металлов давлением

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Машины и технологии обработки давлением и машиностроения
Курс	2
Семестр	3, 4

Магнитогорск
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение (приказ Минобрнауки России от 09.08.2021 г. № 727)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и машиностроения
21.01.2025, протокол № 4

Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ
04.02.2025 г. протокол № 4

Председатель _____ А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры кафедры МиТОДиМ, д-р техн. наук____ _____ Р.Р. Дема

Рецензент:
профессор кафедры Механики, канд. техн. наук _____ М.В. Харченко

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Механика сплошной среды» является изучение и подготовка к освоению современных теоретических и технологических основ обработки материалов давлением, основанных на сложном комплексе разделов физики и механики.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Механика сплошной среды входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Физика

Технология конструкционных материалов

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Восстановление и упрочнение деталей машин

Детали машин

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Проектная деятельность

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Механика сплошной среды» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-12 Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления, уметь контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения;	
ОПК-12.1	Обеспечивает технологичность изделий и процессов их изготовления, умеет контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий путем обработки металлов давлением

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц 252 акад. часов, в том числе:

– контактная работа – 174,9 акад. часов:
– аудиторная – 170 акад. часов;
– внеаудиторная – 4,9 акад. часов;
– самостоятельная работа – 41,4 акад. часов;
– в форме практической подготовки – 0 акад. час;
– подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен, зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Раздел 1								
1.1 Свойства аморфных и кристаллических тел	3	3			1	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос	
1.2 Атомно-кристаллическое строение металлов		4			1	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос	
1.3 Теория структурных несовершенств, механизм пластической деформации идеальных кристаллов и реальных металлов		2			1	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос	
1.4 Сверхпластичность, виды сверхпластичности, применение в промышленности		1			1	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос	
1.5 Старение металлов и сплавов, механизм старения, пути управления старением		1			1	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос	
1.6 Текстура и ее значение в практике производства переработки листовых материалов		1			1	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос	
1.7 Теория разрушения металлов, феноменологические представления о разрушение, критерии разрушения		1	36		1	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос	
1.8 Ползучесть и релаксация		1			1	Самостоятельное изучение учебной	Устный опрос	

						литературы		
1.9 Определение деформаций при простом сдвиге. Определение модуля упругости	3	4		36	7,1	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос	
1.10 Зачет						Самостоятельное изучение учебной литературы	Сдача зачета по биллетам	
Итого по разделу		18	36	36	15,1			
Итого за семестр		18	36	36	15,1		экзамен	
Итого по дисциплине		18	36	36	15,1		экзамен, зачет с оценкой	

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Механика сплошной среды» используются:

1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

2. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Практическое занятие в форме презентации – представление результатов проектной или исследовательской деятельности с использованием специализированных программных сред.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1.Учайкин, В. В. Механика. Основы механики сплошных сред : учебник / В. В. Учайкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 860 с. — ISBN 978-5-8114-2235-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/209819 (дата обращения: 21.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Гурбатов, С. Н. Лекции по механике сплошных сред : учебное пособие / С. Н. Гурбатов. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2023. — 137 с. — ISBN 978-5-91326-797-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/344609 (дата обращения: 17.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1.Шемшурова, Н. Г. Обработка металлов давлением (общий курс) : учебное пособие / Н. Г. Шемшурова, Д. О. Пустовойтов ; МГТУ. - Магнитогорск, 2013. - 142 с. : ил., схемы, табл. - https://e.lanbook.com/book/344618 (дата обращения: 04.10.2025). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0381-4.

2. Дорогобид, В. Г. Теоретические основы обработки металлов давлением :

учебное пособие / В. Г. Дорогобид, А. Г. Корчунов, К. Г. Пивоварова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: https://e.lanbook.com/book/344629 (дата обращения: 04.10.2025). - Макрообъект. - Текст : электронный.

3. Шагивалиева, Г. Н. Механика сплошных сред : учебное пособие / Г. Н. Шагивалиева, С. М. Головизнин ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: https://e.lanbook.com/book/344639 (дата обращения: 04.10.2025). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0979-3.

в) Методические указания:

Кальченко А.А., Пащенко К.Г. Методы описания и анализа формоизменения металла. Методические указания. Магнитогорск, 2017.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
Виртуальный стенд системы	свидетельство №2013612340	бессрочно
Аппаратно - программный комплекс	К-62-14 от 12.08.2014	бессрочно
КРЕДО	Д-414-08 от 04.07.2008	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лекционная аудитория - мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации. Учебные фильмы;

Лаборатория механических испытаний - машины универсальные испытательные на растяжение, сжатие, скручивание; мерительный инструмент; приборы для измерения твердости по методам Бринелля и Роквелла; микротвердомер; печи термические;

Лаборатория металлографии - микроскопы МИМ-6, МИМ-7;

Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки - персональные компьютеры с выходом в сеть Интернет, с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Набор прикладного программного обеспечения для моделирования, алгоритмизации, визуализации и автоматизированного проектирования технологических машин.

Приложение 1

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

*По дисциплине «***Механика сплошной среды***» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.*

Самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на практических занятиях.

Лабораторная работа № 1

Определение деформаций при простом сдвиге. Определение модуля упругости.

Лабораторная работа № 2

Измерение коэффициента сопротивления при течении воздуха в цилиндрической трубке

Лабораторная работа № 3

Определение числа Рейнольдса

Лабораторная работа № 4

Исследование обратной ползучести (восстановления) эластичности материалов.

Лабораторная работа № 5

Испытания материалов на ресурс пластичности

Контрольные работы

№1

Определение главных напряжений тензора.

№2

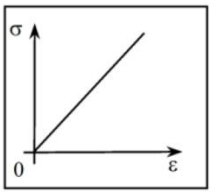
Составление балансовых уравнений для интенсивных характеристик массы, количества движения, момента количества движения, энергии и ее составляющих.

№3

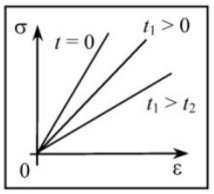
Расчет значений критериев устойчивости.

Примерные задачи для самостоятельного решения

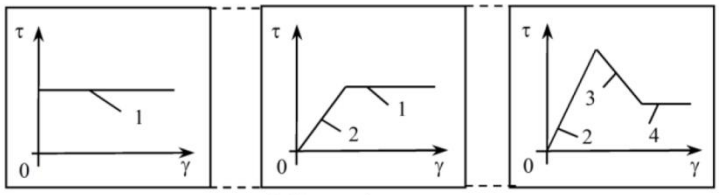
1. Заданы диаграммы



σ – напряжение;
ε – деформация



σ – напряжение;
ε – деформация;
t – время



$\tau = 0{,}5(\sigma_1 + \sigma_2)$; $\gamma = \varepsilon_1 - \varepsilon_3$,
где σ_1, σ_2 – главные напряжения; ε_1, ε_3 – главные деформации
1 – пластическое состояние; 2 – упругое состояние; 3 – запредельное состояние;
4 – участок остаточной прочности

Для указанного графика укажите вид модели, её кинематическое изображение, приведите примеры подобных сред.

2. Заданы тензоры.

Выделите шаровой тензор.

Найдите постоянные параметры тензора, не зависящие от системы координат.

3. Задано векторное поле скоростей.

Покажите с какой скоростью среда сжимается и вращается по заданному векторному полю скоростей.

4. Заданы параметры сред: вязкость, плотность, теплопроводность, температура, абразивность и др.
5. Заданы энергетические поля: давления, градиенты температур, скорости и ускорения, ультразвуковое воздействие, вибрации, трение, потоки газа или плазмы, электрические поля и др. Задано время воздействия полей.
6. Заданы кинематические схемы взаимодействий объектов в системе: инструмент, заготовка, технологический процесс.
7. Заданы механические свойства среды: ударная вязкость, предел текучести, твердость и др.

Для №№4-7, используя аппарат МСС и заданные параметры среды определите возможность эксплуатации системы из деталей, узлов при проектировании.

При каких параметрах механических свойств и нагрузках металл (материал) будет разрушатся? Укажите вид разрушения, вид износа.

Темы для подготовки к зачету

1. Что называется полным напряжением в точке твердого деформируемого тела?
2. Что называется напряженным состоянием в точке твердого деформируемого тела?
3. Что такое тензор напряжений и для чего он используется в теории напряжений?
4. Докажите, что тензор напряжений однозначно определяет напряженное состояние в точке твердого деформируемого тела.
5. Что называют главными напряжениями и как их определить из произвольного тензора напряжений?
6. Для чего в механике сплошной среды выполняется разложение тензора напряжений на шаровой тензор напряжений и девиатор напряжений?
7. Что такое деформация и каковы основные виды деформации?
8. В чем заключается физический смысл геометрических уравнений Коши?
9. Как связаны между собой удельная потенциальная энергия деформации в точке тела и потенциальная энергия деформации всего твердого деформируемого тела?

10. Перечислите основные уравнения механики твердого деформируемого тела.
11. Выполните вывод дифференциальных уравнений равновесия. В чем заключается их физический смысл?
12. Выполните вывод уравнений неразрывности деформаций. В чем заключается их физический смысл?
13. Для чего в механике сплошной среды используются физические уравнения? Запишите обобщенный закон Гука и поясните, какие основные константы входят в него.
14. Раскройте сущность основных способов вывода разрешающих систем уравнений механики сплошной среды.
15. Дислокации. Виды дислокации.
16. Движение дислокации. Влияние дислокации на прочность кристаллов.
17. Механические свойства твердых тел.
18. Основные закономерности упругой и пластической деформации кристаллов.
19. Сверхпластичность и условия ее возникновения.
20. Структурная сверхпластичность и области ее применение. Изотермическая сверхпластичность.
21. Теоретическая и реальная прочность кристаллов. Пластическая деформация поликристаллических тел.
22. Дислокация. Силы, необходимые для перемещения дислокации.
23. Упрочнение кристаллов. Пластическая деформация с точки зрения теории несовершенства кристаллической решетки.
24. Тепловые свойства твердых тел. Тепловое движение в кристаллах, тепловое расширение, теплопроводность, теплоемкость.
25. Электропроводность, сверхпроводимость.
26. Магнитные свойства твердых тел. Диамагнетизм. Ферромагнетизм, парамагнетизм.
27. Физические основы разрушения металлов. Механизмы зарождения микротрещин.
28. Феноменологическая теория разрушения. Предельные деформации при одноосном и двухосном растяжении.
29. Физические основы анизотропии поликристаллических тел. Вид текстуры.
30. Способы изучения текстуры. Влияние текстуры на пластическую деформацию.
31. Усталость металлов. Деформационная усталость и способы управления ею. Меры предотвращения усталости стали.
32. Физические основы рекристаллизации металлов. Влияние рекристаллизации на пластическую деформацию и свойства металлов.
33. Сопротивление металла пластической деформации. Влияние кристаллической решетки и структурных несовершенств кристаллической решетки на сопротивление металла деформации.
34. Напряжения на наклонной площадке
35. Определение главных напряжений тензора
36. Определение деформаций при простом сдвиге. Определение модуля упругости
37. Исследование обратной ползучести (восстановления) эластичности материалов
38. Свойства аморфных и кристаллических телАтомно-кристаллическое строение металлов
39. Теория структурных несовершенств, механизм пластической деформации идеальных кристаллов и реальных металлов
40. Сверхпластичность, виды сверхпластичности, применение в промышленности
41. Старение металлов и сплавов, механизм старения, пути управления старением

42. Текстура и ее значение в практике производства переработки листовых материалов
43. Теория разрушения металлов, феноменологические представления о

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Прил 2

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Код и содержание компетенции ОПК-12 Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления, уметь контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения;;		
ОПК-12.1	Обеспечивает технологичность изделий и процессов их изготовления, умеет контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий путем обработки металлов давлением	***Перечень теоретических вопросов:*** 1. Сверхпластичность и условия ее возникновения. 2. Что называется напряженным состоянием в точке твердого деформируемого тела? 3. Что такое тензор напряжений и для чего он используется в теории напряжений? 4. Докажите, что тензор напряжений однозначно определяет напряженное состояние в точке твердого деформируемого тела. 5. Что называют главными напряжениями и как их определить из произвольного тензора напряжений? 6. Для чего в механике сплошной среды выполняется разложение тензора напряжений на шаровой тензор напряжений и девиатор напряжений? 7. Что такое деформация и каковы основные виды деформации? 8. В чем заключается физический смысл геометрических уравнений Коши? 9. Как связаны между собой удельная потенциальная энергия деформации в точке тела и потенциальная энергия деформации всего твердого де-

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		формируемого тела? 10. Перечислите основные уравнения механики твердого деформируемого тела. 11. Выполните вывод дифференциальных уравнений равновесия. В чем заключается их физический смысл? 12. Выполните вывод уравнений неразрывности деформаций. В чем заключается их физический смысл? 13. Для чего в механике сплошной среды используются физические уравнения? Запишите обобщенный закон Гука и поясните, какие основные константы входят в него. 14. Раскройте сущность основных способов вывода разрешающих систем уравнений механики сплошной среды. 15. Что называется напряженным состоянием в точке твердого деформируемого тела? 16. Что такое тензор напряжений и для чего он используется в теории напряжений? 17. Докажите, что тензор напряжений однозначно определяет напряженное состояние в точке твердого деформируемого тела. 18. Что называют главными напряжениями и как их определить из произвольного тензора напряжений? 19. Для чего в механике сплошной среды выполняется разложение тензора напряжений на шаровой тензор напряжений и девиатор напряжений? 20. Что такое деформация и каковы основные виды деформации? 21. В чем заключается физический смысл геометрических уравнений Коши? 22. Как связаны между собой удельная потенциальная энергия деформации в точке тела и потенциальная энергия деформации всего твердого деформируемого тела? 23. Перечислите основные уравнения механики твердого деформируемого тела. 24. Выполните вывод дифференциальных уравнений равновесия. В чем заключается их физический смысл? 25. Выполните вывод уравнений нераз-

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		рывности деформаций. В чем заключается их физический смысл? 26. Для чего в механике сплошной среды используются физические уравнения? Запишите обобщенный закон Гука и поясните, какие основные константы входят в него. 27. Раскройте сущность основных способов вывода разрешающих систем уравнений механики сплошной среды. 28. Дислокации. Виды дислокации. 29. Движение дислокации. Влияние дислокации на прочность кристаллов. 30. Механические свойства твердых тел. 31. Основные закономерности упругой и пластической деформации кристаллов.

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой и экзамена:

– на оценку ***«отлично»*** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку ***«хорошо»*** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку ***«удовлетворительно»*** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку ***«неудовлетворительно»*** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.