

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1143652	Механика пластической деформации и разрушения

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Обработка металлов давлением на предприятиях металлургической и машиностроительной отраслей промышленности	<b>Код ОП</b> 1. 22.04.02/33.06
<b>Направление подготовки</b> 1. Металлургия	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 22.04.02

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Шварц Данил Леонидович	доктор технических наук, доцент	Заведующий кафедрой	обработки металлов давлением

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ **Механика пластической деформации и разрушения**

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Содержание модуля-дисциплины «Механика пластической деформации и разрушения» включает базовые положения механики обработки металлов давлением, необходимые для изучения процессов ОМД. Студенты знакомятся с физической природой прочности, пластичности и разрушения металлов и сплавов. В процессе изучения разделов дисциплин активно применяется проблемное обучение, основанное на разборе реальных производственных проблем и поиске их решений.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Механика пластической деформации и разрушения	3
ИТОГО по модулю:		3

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Механика пластической деформации и разрушения	ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи,	З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и инженерных наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные принципы,

	применя фундаментальные знания	методологические подходы и законы фундаментальных и общетехнических наук  У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и общетехнических наук
--	-----------------------------------	--

### **1.5. Форма обучения**

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в заочной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Механика пластической деформации и**  
**разрушения**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Шварц Данил Леонидович	доктор технических наук, доцент	Заведующий кафедрой	обработки металлов давлением

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий**

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Дополнительные главы математики	Линейное пространство и векторы. Операции над векторами. Основная задача тензорного исчисления. Линейные операторы. Матрица линейного оператора. Собственные векторы линейных операторов. Приведение матрицы симметричного линейного оператора к диагональному виду. Понятие тензора. Операции над тензорами.
2	Теория напряжений	Понятие напряжения. Разложение вектора напряжения по координатным направлениям, на нормальное и касательные напряжения. Тензор напряжения. Закон парности касательных напряжений и симметрия тензора напряжения.  Приведение матрицы тензора напряжения к простейшему виду. Инварианты тензора напряжения.  Схемы напряженных состояний: схема всестороннего растяжения (сжатия), осесимметричная схема, плоское напряженное состояние, линейное напряженное состояние. Напряжения на октаэдрической площадке. Среднее нормальное (гидростатическое) напряжение.  Разложение тензора напряжения на шаровой тензор напряжения и девиатор напряжения. Физический смысл напряженных состояний, определяемых шаровым тензором и девиатором напряжения. Первый инвариант шарового тензора напряжения. Первый и второй инварианты девиатора напряжения. Интенсивность касательных напряжений. Коаксиальность тензора напряжения и девиатора напряжения.

		<p>Анализ напряженного состояния. Круги Мора. Максимальное касательное напряжение. Коэффициент Лодэ. Максимальное касательное напряжение и интенсивность касательных напряжений.</p> <p>Дифференциальные уравнения движения. Незамкнутость системы уравнений теории напряженного состояния.</p>
3	Теория деформаций	<p>Поле вектора скорости перемещения. Полный дифференциал вектора скорости. Тензор абсолютной производной векторного поля скорости перемещения и физический смысл компонент матрицы этого тензора. Тензор жесткого вращения и тензор скорости деформации. Кинематические уравнения.</p> <p>Главные скорости деформации. Инварианты тензора скорости деформации. Скорость относительного изменения объема. Условие несжимаемости. Разложение тензора скорости деформации на шаровой тензор и девиатор скорости деформации. Физический смысл этих тензоров. Интенсивность скорости деформации сдвига. Уравнение неразрывности.</p> <p>Траектории перемещения. Степень деформации сдвига как характеристика конечного деформированного состояния.</p> <p>Тензор приращения деформации как характеристика мгновенного деформированного состояния.</p> <p>Тензор деформации как характеристика конечного деформированного состояния.</p>
4	Физические уравнения связи	<p>Необходимость введения физических уравнений связи. Гипотеза изотропности. Общий вид связи между тензором напряжения и тензором скорости деформации. Условия сохранения симметрии тензорной размерности.</p> <p>Гипотеза коаксиальности тензоров. Гипотеза пропорциональности девиаторов напряжения и скорости деформации. Связь между инвариантными характеристиками напряженного и деформированного состояний. Гипотеза о единой кривой и ее значение в построении физических уравнений связи. Замкнутая система уравнений теории течения.</p> <p>Уравнения связи напряженного и деформированного состояний некоторых материалов. Идеализированные модели реальных материалов.</p> <p>Определение сопротивления деформации металлов. Первое начало термодинамики. Законы сохранения тепловой и механической энергии. Дифференциальное уравнение теплопроводности.</p>
5	Краевая задача и методы ее решения	<p>Полная система уравнений теории течения. Граничные условия: статические, кинематические, смешанные граничные условия, граничные условия для решения уравнения</p>

		<p>теплопроводности. Начальные условия. Формулировка краевой задачи теории пластического течения.</p> <p>Упрощение краевой задачи теории пластичности: введение криволинейной системы координат и иллюстрация этого приема на примере цилиндрической системы координат, изотермическая деформация, несжимаемость материала, течение без массовых сил, плоское деформированное и плоское напряженное состояния, идеальная пластичность.</p> <p>Примеры решения простейших задач теории пластичности.</p>
--	--	---

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
			-	-

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Механика пластической деформации и разрушения

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Горшков, А. Г.; Теория упругости и пластичности : учебник.; Физматлит, Москва; 2002; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76683> (Электронное издание)
2. Ишлинский, А. Ю.; Математическая теория пластичности : монография.; Физматлит, Москва; 2003; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82571> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Колмогоров, В. Л.; Механика обработки металлов давлением : учебник для студентов вузов, обучающихся по спец. "Обработка металлов давлением", "Механика твердого деформируемого тела".; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2001 (60 экз.)
2. Богатов, А. А., Бараз, В. Р., Степаненко, В. И.; Механические свойства и модели разрушения металлов : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Обработка металлов давлением" и "Машины и технология обработки металлов давлением".; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2002 (31 экз.)

#### Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

#### Материалы для лиц с ОВЗ



Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

## Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Механика пластической деформации и разрушения

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES