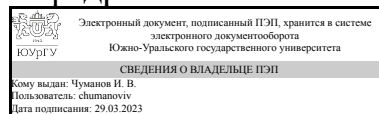


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



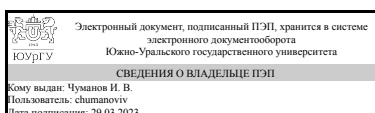
И. В. Чуманов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.02 Физические основы прочности  
для направления 22.03.02 Metallurgy  
уровень Бакалавриат  
профиль подготовки Электротехнология стали  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Техника и технологии производства материалов

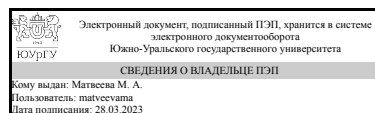
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy, утверждённым приказом Минобрнауки от 02.06.2020 № 702

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



И. В. Чуманов

Разработчик программы,  
старший преподаватель



М. А. Матвеева

## 1. Цели и задачи дисциплины

Дисциплина нацелена на подготовку бакалавров к следующим видам профессиональной деятельности: научно-исследовательской и расчетно-аналитической деятельности в области получения новых машиностроительных материалов с учетом взаимосвязи структуры материалов с их свойствами применительно к решению поставленных задач получения материалов с заданными свойствами с использованием баз данных и литературных источников; производственной и проектно-технологической работе в составе первичного проектно-технологического или исследовательского подразделения в области разработки технологий получения материалов с заданными технологическими и функциональными свойствами. В результате освоения дисциплины знать теоретических основы механических свойств твердых тел, процессов образования, движения и взаимодействия дефектов кристаллической решетки и их роли в формировании физических свойств твердого тела, экспериментальными методами определения, механических свойств твердых тел.

## Краткое содержание дисциплины

Дан анализ структуры и свойств чистых металлов и сплавов. Приведены современные физические представления о механизмах пластической деформации, явлений упрочнения, разупрочнения, разрушения и прочности. Рассмотрены различные виды термообработок и их влияние на структуру и свойства деформированного металла. Изложены основные сведения о природе прочности и пластической деформации твердых тел разной природы. Приведены сведения о дефектной структуре твердых тел, поведении и взаимодействии дефектов. Рассмотрены основные вопросы теории дислокаций и описываемые на ее базе представления о пластической деформации и разрушении твердых тел. Рассмотрены проблемы получения материалов с прочностью, приближающейся к теоретической. Объяснена природа высокопрочного состояния, ее физический смысл, а также описаны прочностные свойства используемых в технике высокопрочных материалов. Рассмотрены современные теории разрушения твердых тел и введены количественные характеристики, описывающие сопротивление разрушению. Проанализированы методики испытания металлов и сплавов при активном нагружении, ползучести, релаксации упругих напряжений и при усталости.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке	Знает: Механизмы пластической деформации; элементы теории дислокаций и теории разрушения; механизмы упрочнения материалов; теорию теплоемкости и теплопроводности; элементы зонной теории; электронную теорию металлов Умеет: Применять технические средства для измерения и контроля основных параметров технологических процессов, свойств материалов

	и изделий из них; анализировать характеристики механических свойств; оценивать теплофизические и электрические свойства проводников, полупроводников, диэлектриков Имеет практический опыт: Проведения механических испытаний, приборами, установками и методиками определения стандартных характеристик прочности и пластичности, вязкости разрушения, трещиностойкости, циклической прочности, износостойкости; методами определения теплофизических и электрических свойств металлических и неметаллических материалов
--	--

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Современные переплавные рафинирующие процессы, Производственная практика (преддипломная) (8 семестр)

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		3
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	35,75	35,75
Подготовка к тестированию, подготовка к практическому занятию (подготовка отчета и защите)	20	20
Написание реферата, подготовка к презентации выступления	15,75	15,75
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основные понятия о напряжениях, деформациях	10	4	6	0
2	Дислокационные представления о процессах пластической деформации и разрушения	10	4	6	0
3	Механические испытания материалов	8	4	4	0
4	Элементы квантовой теории, типы межатомных связей	1	1	0	0
5	Теплофизические свойства материалов	1	1	0	0
6	Электрические свойства материалов	1	1	0	0
7	Магнитные и оптические свойства материалов	1	1	0	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Основные понятия о напряжениях, деформациях Напряжение. Нормальные и касательные напряжения. Линейное, плоское и объемное напряженные состояния. Тензор напряжений. Условное и истинное напряжения. Деформация. Абсолютная и относительная деформация. Виды деформированного состояния. Условная и истинная деформация. Упругая и пластическая деформация, разрушение. Упругая деформация. Закон Гука. Элементарная и общая формы закона Гука. Константы упругости моно- и поликристаллов. Пластическая деформация. Диаграммы деформации. Скольжение в процессе пластической деформации. Механизмы пластической деформации. Пластическая деформация монокристаллов. Пластическая деформация поликристаллов	4
2	2	Дислокационные представления о процессах пластической деформации и разрушения Понятие о дислокациях. Краевые и винтовые дислокации. Вектор Бюргерса. Движение дислокаций. Энергия дислокаций. Пересечение дислокаций. Взаимодействие дислокаций друг с другом, с точечными дефектами, с дисперсными частицами, с границами зерен. Пластическая деформация и упрочнение с позиций теории дислокаций. Типы разрушения. Зарождение и распространение трещин. Вязкое разрушение. Хрупкое разрушение. Хладноломкость. Схемы объяснения хрупкого и вязкого состояния металлов. Диаграмма механического состояния Я.Б.Фридмана. Факторы, влияющие на механические свойства металлов. Классификация факторов, влияющих на механические свойства металлических материалов. Влияние скорости и температуры нагружения. Металлургические, технологические, конструкционные, эксплуатационные факторы. Влияние окружающей среды на механические свойства.	4
3	3	Механические испытания материалов Испытания на растяжение. Характеристики сопротивления упругим и малым пластическим деформациям, значительным пластическим деформациям, сопротивлениям разрушению, характеристики пластичности. Локализация деформации (в шейке). Образцы для испытания на растяжение. Машины для испытания на растяжение. Испытания на сжатие, его особенности и область применения. Образцы и машины для испытаний на сжатие. Испытание на изгиб. Схемы нагружения при испытаниях на изгиб. Напряжения и деформация при изгибе. Виды динамических испытаний. Характеристики сопротивления динамическим нагрузкам. Назначение, методика, образцы для испытаний на	4

		ударную вязкость. Оборудование для испытаний на ударную вязкость. Классификация методов измерения твердости. Измерение твердости вдавливанием. Методика, условия, особенности, границы применения измерения твердости по Бринелю, Роквеллу, Виккерсу. Измерение микротвердости. Связь твердости с другими механическими характеристиками. Влияние температуры на характеристики прочности и пластичности металлов. Ползучесть, виды ползучести. Процессы пластической деформации и разрушения при длительном действии нагрузок. Методы оценки сопротивления ползучести. Испытания на ползучесть. Способы повышения сопротивления ползучести. Сущность явления усталости, его практическое значение. Характеристика циклов нагружения. Предел выносливости и кривые выносливости. Влияние характера нагрузки, частоты, перерывов, перегрузок и недогрузок на сопротивление усталостному разрушению. Испытания на усталость.	
4	4	Элементы квантовой теории, типы межатомных связей Волновые свойства микрочастиц. Электроны в атомах. Типы межатомных связей. Энергия связи. Классификация твердых тел по типу межатомных связей.	1
5	5	Теплофизические свойства материалов Колебания кристаллической решетки. Фононы. Теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонга и Пти. Теория теплоемкости Дебая. Тепловое расширение материалов. Теплопроводность твердых тел. Фононная теплопроводность. Электронная теплопроводность. Закон Видемана-Франца.	1
6	6	Электрические свойства материалов Классическая электронная теория металлов. Квантовая теория электропроводности металлов (теория Зоммерфельда). Основы зонной теории металлов. Зависимость удельного сопротивления металлов от температуры. Удельное сопротивление чистых металлов и металлических сплавов. Термо-Э.Д.С. Электрические свойства диэлектриков. Ионная электропроводность диэлектриков. Вакансионный и межузельный механизмы ионной проводимости. Диэлектрическая проницаемость. Поляризация диэлектриков. Диэлектрические потери. Пробой твердых диэлектриков. Сегнето- и пьезоэлектрики. Электропроводность полупроводников. Общие представления о полупроводниках. Донорные и акцепторные полупроводники. Зависимость электропроводности полупроводников от температуры.	1
7	7	Магнитные и оптические свойства материалов Магнетизм твердых тел. Диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики. Намагничивание ферромагнетиков. Ферриты. Явление сверхпроводимости. Поглощение света в кристаллах. Фотоэффект. Люминесценция твердых тел. Вынужденное излучение.	1

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Критерии оценки предельного состояния тела с трещиной	6
2	2	Физические модели развития макротрещины	6
3	3	Оценка влияния физических свойств металла и параметров технологического процесса на прочность и ресурс металлоконструкций	4

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к тестированию, подготовка к практическому занятию (подготовка отчета и защите)	Л.Н. Ильин Основы учения о пластической деформации М.: Машиностроение. 1980. 150 с.	3	20
Написание реферата, подготовка к презентации выступления	Л.Н. Ильин Основы учения о пластической деформации М.: Машиностроение. 1980. 150 с.	3	15,75

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	3	Текущий контроль	Письменный опрос	1	5	Отлично: хорошее знание основных терминов и понятий курса; последовательное изложение материала; умение формулировать некоторые обобщения по теме. Хорошо: вопросы излагаются систематизировано и последовательно; допущены один – два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию преподавателя; показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами. Удовлетворительно: неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса; имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов. Неудовлетворительно: неудовлетворительное знание основных терминов и понятий курса; отсутствие логики и последовательности в изложении материала	зачет
2	3	Промежуточная аттестация	Зачёт	-	2	2 - Зачтено: выставляется тогда, когда студент: вопросы раскрывает логично, последовательно; грамотно владеет терминологией;	зачет

						1 - Не зачтено: выставляется тогда, когда студент: сущность вопросов не раскрывает; не владеет терминологией; демонстрирует отсутствие знаний по теме; 0 - выставляется если студент не присутствовал на промежуточной аттестации	
--	--	--	--	--	--	--	--

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Зачёт проводится в письменном виде или в виде устного ответа.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ	
		1	2
ПК-1	Знает: Механизмы пластической деформации; элементы теории дислокаций и теории разрушения; механизмы упрочнения материалов; теорию теплоемкости и теплопроводности; элементы зонной теории; электронную теорию металлов	+	+
ПК-1	Умеет: Применять технические средства для измерения и контроля основных параметров технологических процессов, свойств материалов и изделий из них; анализировать характеристики механических свойств; оценивать теплофизические и электрические свойства проводников, полупроводников, диэлектриков	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: Проведения механических испытаний, приборами, установками и методиками определения стандартных характеристик прочности и пластичности, вязкости разрушения, трещиностойкости, циклической прочности, износостойкости; методами определения теплофизических и электрических свойств металлических и неметаллических материалов	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Биглер, В. И. Механика и молекулярная физика [Текст] : лаб. практикум по направлению 140400 и др. направлениям бакалавриата / В. И. Биглер ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Физика 3 ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издат. центр ЮУрГУ, 2011. - 53 с. : ил.
2. Еремяшев, В. Е. Механика и молекулярная физика [Текст] : задания для самостоят. работы студентов / В. Е. Еремяшев, В. А. Алексеев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Физика 3 ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издат. центр ЮУрГУ, 2010. - 44 с.
3. Зайнетдинов, Р. И. Механика [Текст] : учеб. пособие для выполнения домаш. заданий для направления 29.03.04 «Технология худож. обраб. материалов» / Р. И. Зайнетдинов, С. В. Плотникова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Техн. механика ; ЮУрГУ. – Челябинск : Издат. центр ЮУрГУ, 2015. – 36 с.

4. Зайнетдинов, Р. И. Прикладная механика [Текст] : конспект лекций. Ч. 2 / Р. И. Зайнетдинов, О. Н. Цуканов, С. В. Плотникова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Техн. механика ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издат. центр ЮУрГУ, 2010. - 68 с. : ил.

*б) дополнительная литература:*

1. Металловедение и термическая обработка стали и чугуна [Текст] : справочник. В 3 т. Т. 1. Методы испытаний и исследования / Б. С. Бокштейн, Ю. Г. Векслер, Б. А. Дроздовский и др. ; под ред. А. Г. Рахштадта и др. - М. : Интермет Инжиниринг, 2004. - 687 с. : ил.

*в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

1. 1. Новости черной металлургии за рубежом : ежекв. журн. / Центр. науч.-исслед. ин-т информ. и техн.-экон. исслед. черной металлургии.

2. 2. Проблемы специальной электрометаллургии: междунар. науч.-теорет. и произв. журн. / Нац. акад. наук Украины, Ин-т электросварки им. Е. О. Патона. - Киев, 1986-2003.

3. 3. Современная электрометаллургия: междунар. науч.-теорет. и произв. журн. / Нац. акад. наук Украины, Ин-т электросварки им. Е. О. Патона, Междунар. ассоц. "Сварка". - Киев, 2003-

4. 4. Сталь : ежемес. междунар. науч.-техн. и произв. журн. / Междунар. союз металлургов, Ком. Рос. Федерации по металлургии. - М., Металлургия, 1946-

5. 5. Черные металлы : журн. по актуальным проблемам металлургии, машиностроения и приборостроения зарубеж. стран : пер. с нем., Изд-во "Металлургия", ред. журн. - М., Металлургия, 2003-2008.

6. 6. Электрометаллургия : науч.-техн. журн. / Департамент экономики металлург. комплекса М-ва экономики Рос. Федерации. - М., 1999-

7. 7. Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия : двухмес. журн. / Гос. технолог. ун-т "Моск. гос. ин-т стали и сплавов" (МИСиС). - М., МИСиС, 1993-

8. 8. Бюллетень научно-технической и экономической информации. Черная металлургия/ ОАО «Черметинформация» . - М., 2006-

9. 9. Металлург: науч.-техн. и произв. журн. / Центр. Совет Горно-метал. профсоюза России, Профцентр "Союзметалл", Ассоц. промышленников горно-метал. компл. России (АМРОС), Ассоц. доменщиков (АССОД). - М., Металлургия, 1993-

10. 10. Новости черной металлургии за рубежом : ежекв. журн. / Центр. науч.-исслед. ин-т информ. и техн.-экон. исслед. черной металлургии. - М., 2005-

*г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Чуманов, И. В. Металловедение: лаб. практикум : учеб. пособие для вузов по направлению "Металлургия" / И. В. Чуманов, Д. А. Пятыгин; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Общ. металлургия; ЮУрГУ.- Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009.- 291 с.: ил.

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*



## **Электронная учебно-методическая документация**

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)
2. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Не предусмотрено