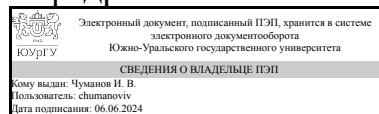


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



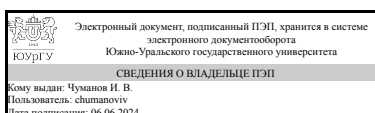
И. В. Чуманов

## 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

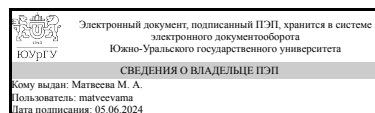
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy, утверждённым приказом Минобрнауки от 02.06.2020 № 702

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 теоретические 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
Методы контроля и анализа материалов	Современные переплавные рафинирующие процессы, Теоретические основы формирования отливок и слитков, Производственная практика (преддипломная) (8 семестр)

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

Дисциплина	Требования
Методы контроля и анализа материалов	Знает: Основы современной измерительной техники, методы и средства измерений и контроля различных физических величин Умеет: Выбирать методы и средства измерения различных технологических параметров, применять методы анализа, систематизации и обработки данных, проводить лабораторные эксперименты по оценке качества материалов в условиях производства Имеет практический опыт: Владения способами измерения различных технологических параметров, выбора оптимальных методик проведения анализа в условиях металлургического производства

### 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
Написание реферата, подготовка к презентации выступления	15,75	15,75
Подготовка к тестированию, подготовка к практическому занятию (подготовка отчета и защите)	20	20
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 напряженное 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	4

		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.	
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 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	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	1

		излучение.	
--	--	------------	--

## 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
Написание реферата, подготовка к презентации выступления	Л.Н. Ильин Основы учения о пластической деформации М.: Машиностроение. 1980. 150 с.	3	15,75
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

## 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	зачет

						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	
2	3	Промежуточная аттестация	Зачёт	-	2	2 - Зачтено: выставляется тогда, когда студент: вопросы раскрывает логично, последовательно; грамотно владеет терминологией; 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	зачет

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