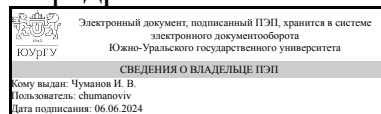


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



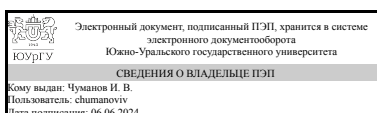
И. В. Чуманов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.06 Напряженное и деформированное состояния материалов  
для направления 22.03.02 Metallurgy  
уровень Бакалавриат  
профиль подготовки Электротехнология стали  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Техника и технологии производства материалов

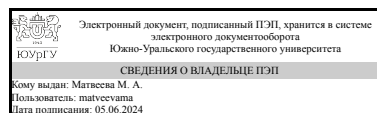
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy, утверждённым приказом Минобрнауки от 02.06.2020 № 702

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-3 Способен определять организационные и технические меры для выполнения производственных заданий в подразделениях электросталеплавильного цеха	Знает: Физические основы механики, кинематику и динамику твердого тела, жидкостей и газов; электричество и магнетизм; физику колебаний и волн; природу химических связей; фазовые равновесия и фазовые превращения, системы заряженных частиц, химические системы Умеет: Анализировать характеристики механических свойств, оценивать

	<p>теплофизические и электрические свойства проводников, полупроводников, диэлектриков; применять технические средства для измерения и контроля основных параметров технологических процессов, свойств материалов и изделий из них</p> <p>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</p>
--	--

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
<p>Металлургические печи, Введение в направление подготовки, Научно-исследовательская работа, Электрометаллургия стали, Оборудование и проектирование металлургических производств, Особенности производства стали в современных электропечах, Производственная практика (технологическая, проектно-технологическая) (6 семестр), Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр)</p>	<p>Механическая обработка и сварка металлов, Спецэлектрометаллургия, Производственная практика (преддипломная) (8 семестр)</p>

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

Дисциплина	Требования
Электрометаллургия стали	<p>Знает: Технологические схемы производства стали и сплавов; перспективы, востребованность, конкурентоспособность (социальную значимость) электросталеплавильного производства; технологические режимы работы электросталеплавильных агрегатов; методы расчета материальных и тепловых балансов производства стали в электропечах</p> <p>Умеет: Выбирать наиболее подходящую технологическую схему, материалы, конструкцию металлургического агрегата для получения заданного продукта; поведение физико-химических процессов, рассчитывать и анализировать происходящих в технологических процессах производства электросталя; рассчитывать технологические показатели</p>

	<p>электросталеплавильного процесса Имеет практический опыт: Владения знанием конструктивных особенностей плавильного оборудования, закономерностей его работы; методами анализа технологических процессов и их влияния на качество получаемых изделий</p>
<p>Особенности производства стали в современных электропечах</p>	<p>Знает: Технологические схемы производства стали и сплавов; методы расчета материальных и тепловых балансов производства стали в электропечах; особенности внепечной обработки стали и ее связь с дуговой сталеплавильной дуговой печью Умеет: Выбирать наиболее подходящую технологическую схему, материалы, конструкцию металлургического агрегата для получения заданного продукта; рассчитывать технологические показатели электросталеплавильного процесса; использовать конструктивные и технологические особенности разлива стали и ее связь с электросталеплавильным производством Имеет практический опыт: Владения навыками выбора, расчета и проектирования технологического процесса и оборудования; знанием конструктивных особенностей плавильного оборудования, закономерностей его работы</p>
<p>Оборудование и проектирование металлургических производств</p>	<p>Знает: Теоретические основы разработки предложений по совершенствованию технологических процессов и оборудования; теоретические основы принципов управления качеством и процессного подхода с целью выявления объектов для улучшения Умеет: Разрабатывать предложения по совершенствованию технологических процессов и оборудования; использовать принципы управления качеством и процессного подхода с целью выявления объектов для улучшения Имеет практический опыт: Владения навыками разработки предложений по совершенствованию технологических процессов и оборудования; методикой управления качеством и процессного подхода с целью выявления объектов для улучшения</p>
<p>Металлургические печи</p>	<p>Знает: Основные закономерности химических и физико-химических процессов, процессов массопереноса применительно к металлургическим печам Умеет: Рассчитывать и анализировать процессы горения топлива и тепловыделения, внешнего и внутреннего теплообмена в печах различного технологического назначения, выбирать рациональные температурные и тепловые режимы работы металлургических печей; применять типовые подходы по обеспечению безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты Имеет практический опыт: Владения знанием конструктивных и</p>

	технологических особенностей металлургических печей; навыками расчета и проектирования металлургических печей различного технологического назначения
Введение в направление подготовки	Знает: Основные понятия и определения, используемые в рамках направления подготовки Умеет: Ориентироваться в технических областях профессиональной деятельности; ясно понимать цели своей подготовки на всех этапах обучения Имеет практический опыт: Владения основными понятиями и определениями, используемыми в рамках направления подготовки; пониманием необходимости системного решения технико-экологических проблем
Научно-исследовательская работа	Знает: Актуальность, теоретическую и практическую значимость избранной темы научного исследования; методики и методологию проведения научных исследований в области профессиональной деятельности Умеет: Обобщать и критически оценивать результаты, полученные отечественными и зарубежными исследователями в области профессиональной деятельности; самостоятельно проводить исследования Имеет практический опыт: Представления результатов проведенного научного исследования в виде аналитического отчета, статьи, выступления, презентации доклада
Производственная практика (технологическая, проектно-технологическая) (6 семестр)	Знает: Соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов; основы технико-экономического анализа проектов; полный технологический цикл получения и обработки материалов; технические регламенты и стандарты по обеспечению безопасности производственных процессов Умеет: Выполнять технико-экономический анализ проектов; прогнозировать работоспособность материалов в различных условиях их эксплуатации; разрабатывать предложения по совершенствованию технологических процессов и оборудования Имеет практический опыт: Владения способностью анализировать полный технологический цикл получения и обработки материалов; способностью разрабатывать предложения по совершенствованию технологических процессов и оборудования
Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр)	Знает: Методы анализа и обработки результатов экспериментов и наблюдений; правила оформления документации; организационные и технические меры для выполнения производственных заданий в подразделениях электросталеплавильного цеха Умеет: Анализировать полученные результаты методами статистической обработки; представлять результаты, делать выводы, составлять и

	оформлять отчеты; определять организационные и технические меры для выполнения производственных заданий в подразделениях электросталеплавильного цеха Имеет практический опыт: Анализа и обработки результатов измерений и испытаний; оформления документации в соответствии с требованиями ГОСТ; определения организационных и технических мер для выполнения производственных заданий в подразделениях электросталеплавильного цеха
--	---

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 52,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	19,75	19,75	
Написание реферата, подготовка к презентации выступления	8	8	
Подготовка к тестированию, подготовка к практическому занятию (подготовка отчета и защите)	11,75	11.75	
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	6	2	4	0
2	Дислокационные представления о процессах пластической деформации и разрушения	12	6	6	0
3	Механические испытания материалов	12	6	6	0
4	Элементы квантовой теории, типы межатомных связей	6	6	0	0
5	Теплофизические свойства материалов	4	4	0	0
6	Электрические свойства материалов	4	4	0	0
7	Магнитные и оптические свойства материалов	4	4	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	2
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.	6
3	3	Механические испытания материалов Испытания на растяжение. Характеристики сопротивления упругим и малым пластическим деформациям, значительным пластическим деформациям, сопротивлением 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.	6
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.	6

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.	4
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.	4
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.	4

## 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	4
2	2	Физические модели развития макротрещины	6
3	3	Оценка влияния физических свойств металла и параметров технологического процесса на прочность и ресурс металлоконструкций	6

## 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	Материаловедение и технология металлов [Текст] : учеб. для вузов по машиностроит. специальностям / Г. П. Фетисов, М. Г. Карпман, В. М. Матюнин и др. ; под ред. Г. П. Фетисова. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Высшая школа, 2005. - 862 с. : ил.	7	8
Подготовка к тестированию, подготовка к практическому занятию (подготовка отчета и защите)	Материаловедение и технология металлов [Текст] : учеб. для вузов по машиностроит. специальностям / Г. П. Фетисов, М. Г. Карпман, В. М. Матюнин	7	11,75



и др. ; под ред. Г. П. Фетисова. - 3-е изд.,  
испр. и доп. - М. : Высшая школа, 2005. -  
862 с. : ил.

## 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	Учи-тыва-ется в ПА
1	7	Текущий контроль	Рабочая тетрадь	1	2	2 - Зачтено: выставляется тогда, когда в тетради правильно сделано 80% и более заданий; 1 - Не зачтено: выставляется тогда, когда в тетради верно сделано менее 80% заданий; 0 - если рабочая тетрадь не представлена на проверку.	зачет
2	7	Проме-жуточная аттестация	Зачёт	-	2	Зачтено (2): выставляется тогда, когда студент: вопросы раскрывает логично, последовательно; грамотно владеет терминологией; Не зачтено (1): выставляется тогда, когда студент: сущность вопросов не раскрывает; не владеет терминологией; демонстрирует отсутствие знаний по теме; 0 - в случае неявки студента на промежуточную аттестацию.	зачет

### 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Зачёт проводится в устной или письменной форме. Студенту выдаётся билет с 2 вопросами. По результатам письменного или устного ответа выставляется итоговая отметка.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ	
		1	2
ПК-3	Знает: Физические основы механики, кинематику и динамику твердого тела, жидкостей и газов; электричество и магнетизм; физику колебаний и волн; природу химических связей; фазовые равновесия и фазовые превращения,	+	+

	системы заряженных частиц, химические системы		
ПК-3	Умеет: Анализировать характеристики механических свойств, оценивать теплофизические и электрические свойства проводников, полупроводников, диэлектриков; применять технические средства для измерения и контроля основных параметров технологических процессов, свойств материалов и изделий из них	+	+
ПК-3	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. Чуманов, И. В. Современные проблемы металловедения по группам сталей [Текст] : учеб. пособие для направлений 22.03.01 "Материаловедение и технология материалов" и 22.03.02 "Металлургия" / И. В. Чуманов, М. А. Матвеева ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Техника и технология пр-ва материалов ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издат. центр ЮУрГУ, 2017. - 40 с. : ил.
2. Чуманов, И. В. Материаловедение конструкционных материалов [Текст] : раб. тетрадь по направлению 22.03.01 "Материаловедение и технологии материалов" и 22.03.02 "Металлургия" / И. В. Чуманов, М. А. Матвеева ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Общ. металлургия ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издат. центр ЮУрГУ, 2016. - 41 с. : ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Материаловедение и технология металлов [Текст] : учеб. для вузов по машиностроит. специальностям / Г. П. Фетисов, М. Г. Карпман, В. М. Матюнин и др. ; под ред. Г. П. Фетисова. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Высшая школа, 2005. - 862 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 зарубежных 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:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

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

Не предусмотрено