

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор Инженерной школы новых  
 производственных технологий

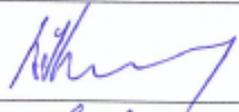
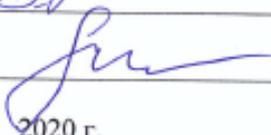
А.Н. Яковлев

« 30 » 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2017 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

Механические и физические свойства материалов		
Направление подготовки/ специальность	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов	
Образовательная программа (направленность (профиль))	Материаловедение и технологии материалов	
Специализация	<b>Наноструктурные материалы</b>	
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат	
Курс	4 семестр 7, 8	
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6	
Виды учебной деятельности	Временной ресурс	
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	38
	Практические занятия	16
	Лабораторные занятия	27
	<b>ВСЕГО</b>	<b>81</b>
	Самостоятельная работа, ч	135
	<b>ИТОГО, ч</b>	<b>216</b>

Вид промежуточной аттестации	экзамен в 7 и 8 семестрах	Обеспечивающее подразделение	Отделение материаловедения ИШНПТ
---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	-------------------------------------

Заведующий кафедрой - руководитель ОМ на правах кафедры ИШНПТ		Клименов В.А.
Руководитель ООП		Ваулина О.Ю.
Преподаватель		Матренин С.В.

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 6 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Код результата освоения ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
			Код	Наименование
ПК(У)-4	Способен использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации	P10	ПК(У)-4.В2	Владеет опытом проведения механических испытаний, приборами, установками и методами определения теплофизических и электрофизических свойств металлических и неметаллических материалов
			ПК(У)-4.У2	Умеет анализировать характеристики механических свойств, оценивать теплофизические и электрические свойства проводников, полупроводников, диэлектриков
			ПК(У)-4.32	Знает механизмы пластической деформации, элементы теории дислокаций и теории разрушения, механизмы упрочнения материалов
ПК(У)-5	Готов выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации	P11	ПК(У)-5.В6	Владеет опытом проведения исследований свойств материалов на экспериментальном оборудовании и анализа полученных результатов
			ПК(У)-5.У6	Умеет проводить исследования свойств материалов на экспериментальном оборудовании и анализа полученных результатов
			ПК(У)-5.36	Знает основные методы исследования свойств материалов
ПК(У)-8	Готов исполнять основные требования делопроизводства применительно к записям и протоколам; оформлять проектную и рабочую техническую документацию в соответствии с нормативными документами	P7	ПК(У)-8.В3	Владеет навыками оформления протоколов и/или отчетов механических и физических испытаний в соответствии с нормативными документами
			ПК(У)-8.У3	Умеет оформлять протоколы и / или отчеты испытаний
			ПК(У)-8.33	Знает правила составления протоколов механических испытаний

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Код	Наименование	Компетенция
РД-1	Знать механизмы пластической деформации, элементы теории дислокаций и теории разрушения, механизмы упрочнения материалов, основы теории теплоемкости и теплопроводности, элементы зонной теории, электронную теорию металлов.	ПК(У)-4
РД-2	Уметь анализировать характеристики механических свойств, оценивать теплофизические и электрические свойства проводников, полупроводников, диэлектриков.	ПК(У)-4
РД-3	Владеть (методами, приёмами) проведения механических испытаний, приборами, установками и методиками определения стандартных характеристик прочности и пластичности, вязкости разрушения, трещиностойкости, циклической прочности, износостойкости, методами определения теплофизических и электрофизических свойств металлических и неметаллических материалов.	ПК(У)-4

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

### 4. Структура и содержание дисциплины

#### Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Основные понятия о механических напряжениях, деформациях	РД-1	Лекции	6
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	14
Раздел 2. Дислокационные представления о процессах пластической деформации и разрушения	РД-1	Лекции	10
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	14
Раздел 3. Механические испытания материалов	РД-3	Лекции	10
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	7
		Самостоятельная работа	11
Раздел 4. Элементы квантовой теории, типы межатомных связей	РД-1, РД-2	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	14
Раздел 5. Теплофизические свойства материалов	РД-2, РД-3	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	14
Раздел 6. Электрические свойства материалов	РД-2, РД-3	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	14

## Содержание разделов дисциплины:

### Раздел 1. Основные понятия о механических напряжениях, деформациях

*В данном разделе будет рассмотрен предмет дисциплины, введены понятия о механических напряжениях и деформациях. В практической части приводится понятие о тензоре напряжений и деформаций. Будут определены механизмы пластической деформации.*

#### Темы лекций:

1. Механические напряжения. Нормальные и касательные напряжения. Линейное, плоское и объемное напряженные состояния. Тензор напряжений. Условное и истинное напряжения.
2. Деформация. Абсолютная и относительная деформация. Виды деформированного состояния. Условная и истинная деформация. Упругая и пластическая деформация, разрушение. Упругая деформация. Закон Гука. Пластическая деформация.
3. Скольжение в процессе пластической деформации. Механизмы пластической деформации. Пластическая деформация монокристаллов. Пластическая деформация поликристаллов.

#### Темы практических занятий:

1. Механические напряжения и деформации материалов.
2. Определение нормальных и касательных напряжений с применением тензора напряжений. Ч. 1.
3. Определение нормальных и касательных напряжений с применением тензора напряжений. Ч. 2.

#### Названия лабораторных работ:

1. Изготовление образцов металлов для проведения испытаний на статическое растяжение. Ч. 1.
2. Изготовление образцов металлов для проведения испытаний на статическое растяжение. Ч. 2.
3. Изучение устройства и принципа работы машин для проведения испытаний на статическое растяжение.

### Раздел 2. Дислокационные представления о процессах пластической деформации и разрушения

*В разделе будут рассмотрены элементы теории дислокаций, разрушение материалов. Приводится диаграмма механического состояния Я.Б. Фридмана и факторы, влияющие на механические свойства материалов.*

#### Темы лекций:

1. 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.
2. Типы разрушения. Зарождение и распространение трещин. Вязкое разрушение. Хрупкое разрушение. Хладноломкость. Схемы объяснения хрупкого и вязкого состояния металлов.
3. Диаграмма механического состояния Я.Б. Фридмана. Факторы, влияющие на механические свойства металлов. Влияние скорости и температуры нагружения. Металлургические, технологические, конструкционные, эксплуатационные

факторы. Влияние окружающей среды на механические свойства.

**Темы практических занятий:**

1. Упругость материалов.
2. Механизмы пластической деформации.
3. Дислокации.

**Названия лабораторных работ:**

1. Макроскопический анализ металлов.
2. Микроскопический анализ металлов.
3. Анализ диаграммы механического состояния Я.Б. Фридмана и факторов, влияющих на механические свойства металлов.

<b>Раздел 3. Механические испытания материалов</b>
--

*В разделе 3 будут изучены все современные методы механических испытаний материалов, такие как испытания на растяжение, сжатие, динамические испытания, методы измерения твердости, испытания на ползучесть и усталость.*

**Темы лекций:**

1. Испытания на растяжение. Характеристики сопротивления упругим и малым пластическим деформациям, значительным пластическим деформациям, сопротивлениям разрушению, характеристики пластичности. Локализация деформации (в шейке).
2. Испытания на сжатие, его особенности и область применения. Испытание на изгиб. Виды динамических испытаний. Характеристики сопротивления динамическим нагрузкам. Назначение, методика, образцы для испытаний на ударную вязкость.
3. Классификация методов измерения твердости. Измерение твердости вдавливанием. Методика, условия, особенности, границы применения измерения твердости по Бринелю, Роквеллу, Виккерсу. Измерение микротвердости.
4. Ползучесть, виды ползучести. Процессы пластической деформации и разрушения при длительном действии нагрузок. Испытания на ползучесть. Сущность явления усталости, его практическое значение. Характеристика циклов нагружения. Предел выносливости и кривые выносливости. Испытания на усталость.

**Темы практических занятий:**

1. Статические испытания материалов.
2. Динамические испытания материалов.
3. Ползучесть и жаропрочность материалов.
4. Усталость, усталостные испытания.

**Названия лабораторных работ:**

1. Испытание стали на растяжение.
2. Определение твердости и микротвердости материалов.
3. Испытания металлов на ударный изгиб.
4. Наноиндентирование.

<b>Раздел 4. Элементы квантовой теории, типы межатомных связей</b>
--

*В данном разделе рассматриваются волновые свойства микрочастиц, электронная подсистема вещества, типы межатомных связей, классификация кристаллов по типу межатомных связей.*

**Темы лекций:**

1. Волновые свойства микрочастиц. Электроны в атомах.
2. Типы межатомных связей. Энергия связи. Классификация твердых тел по типу

межатомных связей.

**Темы практических занятий:**

1. Волновая функция электронов.
2. Энергетические состояния электронов в атомах. Вывод формул на основе рассмотрения упрощенной модели атома водорода.

**Названия лабораторных работ:**

1. Исследование физических свойств ионных кристаллов.
2. Исследование физических свойств ковалентных и металлических кристаллов.

**Раздел 5. Теплофизические свойства материалов**

*В разделе вводится понятие фононов, рассматривается теория теплоемкости твердых тел. Определяется явление теплового расширения материалов. Изучаются вопросы теплопроводности твердых тел.*

**Темы лекций:**

1. Колебания кристаллической решетки. Фононы. Теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонга и Пти. Теория теплоемкости Дебая.
2. Тепловое расширение материалов. Теплопроводность твердых тел.

**Темы практических занятий:**

1. Изучение энергетических спектров колебаний в кристаллах различной природы.
2. Фононная теплопроводность. Электронная теплопроводность. Закон Видемана-Франца.

**Названия лабораторных работ:**

1. Определение теплоемкости металлов и сплавов методом сравнения. Ч. 1.
2. Определение теплоемкости металлов и сплавов методом сравнения. Ч. 2.

**Раздел 6. Электрические свойства материалов**

*В разделе 6 подробно изучаются основы зонной теории металлов, классическая электронная теория металлов. Рассмотрены вопросы квантовой теории электропроводности металлов. Будут изучены электрические свойства диэлектриков и полупроводников.*

**Темы лекций:**

1. Основы зонной теории металлов. Классическая электронная теория металлов. Квантовая теория электропроводности металлов (теория Зоммерфельда).
2. Электрические свойства диэлектриков. Общие представления о полупроводниках. Электропроводность полупроводников.

**Темы практических занятий:**

1. Удельное сопротивление чистых металлов и металлических сплавов. Термо-Э.Д.С.
2. Ионная электропроводность диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость. Поляризация диэлектриков. Диэлектрические потери. Пробой твердых диэлектриков.

**Названия лабораторных работ:**

1. Определение удельного электрического сопротивления металлов и сплавов.
2. Исследование свойств *p-n* – перехода.

**5. Организация самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролируемых мероприятий и др.);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям (экзамен).

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1. Учебно-методическое обеспечение**

1. Золоторевский В. С. Механические свойства металлов. Статические испытания. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] / Золоторевский В. С., Портной В. К., 2. Солонин А. Н., Просвиряков А. С. - Москва: МИСИС, 2013. - 116 с. Схема доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=47422](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=47422) 2.
2. Павлов П.В. Физика твердого тела: учебник / П. В. Павлов, А. Ф. Хохлов. - 4-е изд. - Москва: ЛЕНАНД, 2015. - 494 с. Учебный фонд НТБ ТПУ, 19 экз. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5СТПУ%5Сbook%5С288974> )
3. Комаров О.С. Металловедение и технология конструкционных материалов. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] / Комаров О. С., Керженцева Л. Ф., Урбанович Н. И., 4. Горохов В. А.; Е.Б. Демченко; под ред. Комарова О.С. - Минск: Новое знание, 2016. - 308 с. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/90871>

#### **Дополнительная литература**

1. Купрекова Е.И. Физика твердого тела. Сборник заданий: учебное пособие [Электронный ресурс] – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m350.pdf>
2. Савельев И. В. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: учебное пособие. Т. 3 - 7-е изд., стер. - СанктПетербург: Лань, 2017. - 308 с. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/1177166.2>.

#### **Информационное и программное обеспечение**

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Электронный курс «Механические свойства материалов (СО)». <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=2031>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

- 7-Zip;
- Adobe Acrobat Reader DC;

Adobe Flash Player;  
 AkelPad;  
 Cisco Webex Meetings;  
 Document Foundation LibreOffice;  
 Google Chrome;  
 Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;  
 Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;  
 Mozilla Firefox ESR;  
 ownCloud Desktop Client;  
 Tracker Software PDF-XChange Viewer;  
 WinDjView;  
 Zoom Zoom

## 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование для занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 141	Комплект оборудования для проведения лабораторных и практических занятий по основным разделам дисциплины Микрозондовая система для определения свойств материалов - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Шкаф для одежды - 1 шт.; Компьютер - 12 шт.; Принтер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 144	Комплект оборудования для проведения занятий по основным разделам дисциплины Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 36 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 108	Комплект оборудования для проведения занятий по основным разделам дисциплины Комплект учебной мебели на 11 посадочных мест; Шкаф для одежды - 1 шт.; Шкаф для документов - 1 шт.; Тумба стационарная - 1 шт.; Проектор - 2 шт.; Компьютер - 13 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов / специализация «Наноструктурные материалы» (прием 2017 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Доцент		С.В. Матренин

Программа одобрена на заседании кафедры наноматериалов и нанотехнологий Института физики высоких технологий (протокол от «24» июня 2017 г. № 4).

Заведующий кафедрой - руководитель ОМ  
на правах кафедры ИШНПТ

  
\_\_\_\_\_/В.А. Клименов/

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

<b>Учебный год</b>	<b>Содержание /изменение</b>	<b>Обсуждено на заседании Отделения материаловедения (протокол)</b>
2018/2019 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Изменена система оценивания	№ 7 от 30.08.2018 г.
2019/2020 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС.	№19/1 от 01.07.2019 г.
2020/2021 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем	№ 35 от 29.06.2020 г.