

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

« 01 » 09 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2020 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

**Основы физики твердого тела**

Направление подготовки/ специальность	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Материаловедение и технологии материалов		
Специализация	Материаловедение в машиностроении		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	3	семестр	5
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	4		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	24	
	Практические занятия	40	
	Лабораторные занятия		
	ВСЕГО	64	
	Самостоятельная работа, ч	80	
	ИТОГО, ч	144	

Вид промежуточной  
аттестации

экзамен

Обеспечивающее  
подразделение

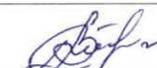
ОМ ИШНПТ

Заведующий кафедрой -  
руководитель отделения  
материаловедения (на правах  
кафедры)



В.А. Клименов

Руководитель ООП



О.Ю. Ваулина

Преподаватель



Б.С. Зенин

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
ОПК(У)-2	Способен использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях	ОПК(У)-2.33	Знает фундаментальные законы механики, электричества, квантовой механики
		ПК(У)-2.У3	Умеет формулировать постановку задачи для проведения теоретических исследований
		ПК(У)-2.В3	Владеет опытом сравнительного анализа результатов теоретических расчетов и экспериментальных исследований
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	ПК(У)-4.31	Знает строение твердых тел, природу сил межатомного взаимодействия
		ПК(У)-4.У1	Умеет классифицировать твердые тела по типам межатомных связей
		ПК(У)-4.В1	Владеет опытом применения методов сравнительной оценки характеристик материалов, полученных из теоретических расчетов и полученных из эксперимента на основе представлений о межатомном взаимодействии в твердом теле
ПК(У)-6	Способен использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями	ПК(У)-6.33	Знает закономерности формирования электронной структуры твердого тела с позиций электронного строения отдельного атома.
		ПК(У)-6.У3	Умеет классифицировать материалы с учетом их строения на атомном уровне с позиции электронной структуры твердого тела.
		ПК(У)-6.В3	Владеет способностью использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями

## 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 строение твердых тел, природу сил межатомного взаимодействия	ПК(У)-4
РД-2	Уметь классифицировать материалы с учетом их строения на атомном уровне с позиции электронной структуры твердого тела.	ПК(У)-6
РД-3	Владеть опытом применения методов сравнительной оценки характеристик материалов, полученных из теоретических расчетов и	ОПК(У)-2

	полученных из эксперимента на основе представлений о межатомном взаимодействии в твердом теле	
--	---	--

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. Силы связи в кристалле	РД-1	Лекции	4
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	10
Раздел 2. Строение твердых тел материала	РД-1, РД-2	Лекции	2
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	10
Раздел 3. Механические свойства твердых тел	РД-3	Лекции	6
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	20
Раздел 4. Способы описания макросистем. Статистика электронов проводимости	РД-3	Лекции	6
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	20
Раздел 5. Тепловые свойства твердых тел	РД-3	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	10
Раздел 6. Элементы электронной структуры металлических и неметаллических материалов	РД-2, РД-3	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	10

Содержание разделов дисциплины:

#### Раздел 1. Силы связи в кристалле

*В разделе рассматривается природа сил межатомного взаимодействия в кристаллах (силы притяжения и отталкивания), которые определяют физические свойства материала. Описан метод сравнительного анализа ряда физических свойств по виду зависимости сил межатомного взаимодействия от расстояния между соседними атомами, а также сил межатомного взаимодействия по данным физических свойств ряда металлических материалов.*

##### Темы лекций:

1. Силы Ван-дер-Ваальса. Ионная связь. Ковалентная связь. Металлическая связь.

2. Силы отталкивания и притяжения. Условие равновесного положения атомов

**Темы практических занятий:**

1. Эволюция инженерных материалов.
2. Физические свойства, определяемые силами межатомного взаимодействия.
3. Сравнительный анализ физических свойств, определяемых силами межатомного взаимодействия, для различных металлов

**Раздел 2. Строение твердых тел**

*В разделе рассматриваются особенности структур двух видов твердых тел – кристаллических и аморфных. Подробно анализируются характеристики кристаллической решетки и связанные с ними характеристики кристаллических материалов – анизотропия. На примере структуры различных материалов показана суть полиморфного превращения.*

**Темы лекций:**

1. Кристаллические и аморфные тела. Кристаллическая решетка. Основные типы кристаллической решетки.

**Темы практических занятий:**

1. Анизотропия кристаллов. Явление полиморфизма.
2. Кристаллографические индексы узлов, направлений, плоскостей.
3. Дефекты кристаллической решетки.

**Раздел 3. Механические свойства твердых тел**

*В разделе рассматриваются основные характеристики механических свойств, которые определяются видом деформации. Показано, как по кривой растяжения можно определить виды деформации, для каждого вида объяснить механизм деформации и механические характеристики твердого тела. Приводятся примеры теоретических расчетов механических характеристик в различных приближениях.*

**Темы лекций:**

1. Виды механических свойств. Виды деформации, определяемые способом приложения внешних сил.
2. Упругая деформация и закон Гука.
3. Закономерности пластической деформации. Прочность кристаллов на сдвиг теоретическая и реальная.

**Темы практических занятий:**

1. Временная прочность твердых тел.
2. Пути повышения прочности твердых тел.
3. Анализ диаграммы растяжения.
4. Хрупкая прочность кристаллов теоретическая и реальная.

**Раздел 4. Способы описания макросистем. Статистика электронов проводимости**

*В разделе рассматриваются основные элементы физической статистики, необходимые для описания свойств твердых тел, представляющих собой систему, состоящую из огромного числа микрочастиц. Дается понятие полной функции распределения и ее представления для классических и квантовых систем. Подробно рассматривается функция распределения Ферми-Дирака, описывающая поведение электронов в твердом теле.*

**Темы лекций:**

1. Термодинамическое и статистическое описания системы. Невырожденные и вырожденные коллективы. Виды частиц.
2. Полная функция распределения. Число состояний. Плотность состояний.
3. Функция распределения Максвелла-Больцмана. Функция распределения Ферми-Дирака.

**Темы практических занятий:**

1. Функция распределения для вырожденных и невырожденных систем.
2. Энергетическая модель кристалла. Энергия Ферми.
3. Количественная оценка энергии Ферми в различных металлах.
4. Влияние температуры на распределение Ферми-Дирака.

**Раздел 5. Тепловые свойства твердых тел**

*В разделе рассматривается коллективное поведение атомов в кристаллической решетке в виде нормальных колебаний решетки. В рамках такого подхода объясняется физический смысл понятий характеристическая температура Дебая, фононы, закон Дюлонга и Пти.*

**Темы лекций:**

1. Тепловые колебания решетки. Спектр нормальных колебаний. Понятие о фононах. Закон Дюлонга и Пти.

**Темы практических занятий:**

1. Теплоемкость твердого тела.
2. Определение теплоемкости металлов и сплавов

**Раздел 6. Элементы электронной структуры металлических и неметаллических материалов**

*В разделе показано, как электронная структура отдельного многоэлектронного атома трансформируется при образовании кристалла. Каждому энергетическому уровню изолированного атома в кристалле соответствует зона разрешенных состояний. Способ заполнения этих зон электронами определяет вид твердого тела: диэлектрик, проводник, полупроводник.*

**Темы лекций:**

1. Модель атома Бора. Электронные состояния атома. От атома к кристаллу.
2. Образование энергетических зон. Заполнение зон электронами

**Темы практических занятий:**

1. Зоны Бриллюэна. Поверхность Ферми.
2. Зонная структура. Проводники, полупроводники, диэлектрики.
3. Особенности электронной структуры полупроводников.
4. Электропроводность металлов.

**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;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ;
- Подготовка к практическим и семинарским занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям (экзамен).

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

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

1. 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.
2. Епифанов, Г. И.. Физика твердого тела: учебное пособие / Г. И. Епифанов. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 288 с.: Учебный фонд НТБ ТПУ. Схема доступа: [https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2023](https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2023)
3. 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>

### **Дополнительная литература**

1. Анфимов, И. М.. Физика твердого тела. Сборник задач [Электронный ресурс] / Анфимов И. М., Кобелева С. П., Коновалов М. П.. – Москва: МИСИС, 2011. – 70 с.. – Рекомендовано редакционно-издательским советом университета. – Книга из коллекции МИСИС - Инженерно-технические науки.. – ISBN 978-5-87623-426-1. Схема доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=47457](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=47457) (контент)

### **6.2. Информационное и программное обеспечение**

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

1. Электронный курс <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=3539>

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; ownCloud Desktop Client; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Ansys 2020; Ascon KOMPAS-3D 18 Education Concurrent MCAD ECAD; Cisco Webex Meetings; Dassault Systemes SOLIDWORKS 2020 Education; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Oracle VirtualBox; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView; Zoom Zoom

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

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 36 посадочных мест; Компьютер - 1

	634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7 144	шт.; Проектор - 1 шт.
2.	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 учебной мебели на 11 посадочных мест; Шкаф для одежды - 1 шт.; Шкаф для документов - 1 шт.; Тумба стационарная - 1 шт.; Компьютер - 13 шт.; Проектор - 2 шт.

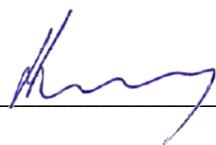
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, специализация «Материаловедение в машиностроении» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	ФИО
Доцент	Б.С. Зенин

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения материаловедения Инженерной школы новых производственных технологий (протокол №36/1 от 01.09.2020).

Заведующий кафедрой - руководитель  
отделения материаловедения (на правах кафедры),  
д.т.н., профессор

  
В.А. Клименов