

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 2019 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 наноструктуры 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 наноструктуры 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 полученных из эксперимента на основе представлений о межатомном взаимодействии в твердом теле	ОПК(У)-2

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.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

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.
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C288974>)

2. Елифанов Г. И.. Физика твердого тела : учебное пособие / Г. И. Елифанов. - 4-е изд., стер.. - Санкт-Петербург: Лань, 2016. - 288 с.: Учебный фонд НТБ ТПУ. Схема доступа: https://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_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?p11_id=47457 (контент)

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

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**):

1. 7-Zip;
2. Adobe Acrobat Reader DC;
3. Adobe Flash Player;
4. AkePad;
5. Ansys 2020;
6. Ascon KOMPAS-3D 18 Education Concurrent MCAD ECAD;
7. Cisco Webex Meetings;
8. Dassault Systemes SOLIDWORKS 2020 Education;
9. Document Foundation LibreOffice;
10. Google Chrome;
11. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;
12. Mozilla Firefox ESR;
13. Oracle VirtualBox;
14. ownCloud Desktop Client;
15. Tracker Software PDF-XChange Viewer;
16. WinDjView;
17. 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 (компьютерный класс) 634034, Томская область, г.	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.

	Томск, Усова улица, 7,108	
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	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 36 посадочных мест; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.

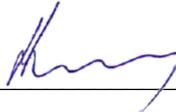
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, специализация «Материаловедение в машиностроении» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	ФИО
Доцент ОМ	Зенин Б.С.

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения материаловедения Инженерной школы новых производственных технологий (протокол от «01» июля 2019г. № 19/1).

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

 / В.А. Клименов /

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОМ ИШНПТ (протокол)
2020/2021 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение. 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем. 3. Обновлено содержание разделов дисциплины. 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС.	№36/1 от 01.09.2020 г.