

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

Основы физики твердого тела

Направление подготовки/ специальность	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Материаловедение и технологии материалов		
Специализация	Материаловедение и технология материалов в машиностроении		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	2	семестр	4
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		32
	Практические занятия		32
	ВСЕГО		64
Самостоятельная работа, ч			44
ИТОГО, ч			108

Вид промежуточной
аттестации

экзамен

Обеспечивающее
подразделение

ОМ ИШНПТ

Заведующий кафедрой -
руководитель отделения
материаловедения (на правах
кафедры)

Руководитель ООП

Преподаватель

В.А. Клименов

О.Ю. Ваулина

Б.С. Зенин

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	Результаты освоения ООП	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	Р5	ОПК(У)-2.В3	Владеет опытом сравнительного анализа результатов теоретических расчетов и экспериментальных исследований
			ОПК(У)2.У3	Умеет формулировать постановку задачи для проведения теоретических исследований
			ОПК(У)-2.33	Знает фундаментальные законы механики, электричества, квантовой механики
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	Р10	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)-4.У1	Умеет классифицировать твердые тела по типам межатомных связей
			ПК(У)-4.31	Знает строение твердых тел, природу сил межатомного взаимодействия
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	Р11	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
			ПК(У)-6.У3	Умеет классифицировать материалы с учетом их строения на атомном уровне с позиции электронной структуры твердого тела.
			ПК(У)-6.33	Знает закономерности формирования электронной структуры твердого тела с позиции электронного строения отдельного атома.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Применять знания общих законов физики при постановке задачи для проведения теоретических исследований, проводить сравнительный анализ результатов теоретических расчетов и экспериментальных исследований.	ОПК(У)-2
РД-2	Выполнять расчеты механических, теплофизических, электронных характеристик твердого тела на основе представлений о межатомном взаимодействии в твердом теле, с позиции электронной структуры твердого тела	ПК(У)-4
РД-3	Использовать на практике умение классифицировать твердые тела по типам межатомных связей с учетом их электронной структуры при определении области применения материалов данного типа.	ПК(У)-6

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
	РД-3	Практические занятия	6
		Самостоятельная работа	10
Раздел 2. Строение твердых тел материала	РД-1	Лекции	2
	РД-3	Практические занятия	4
		Самостоятельная работа	10
Раздел 3. Механические свойства твердых тел	РД-1	Лекции	8
	РД-3	Практические занятия	6
		Самостоятельная работа	20
		Лекции	8
Раздел 4. Способы описания макросистем. Статистика электронов проводимости	РД-2	Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	20
Раздел 5. Тепловые свойства твердых тел	РД-2	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Самостоятельная работа	10
Раздел 6. Элементы электронной структуры металлических и неметаллических материалов	РД-2	Лекции	6
	РД-3	Практические занятия	6
		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. Сравнительный анализ физических свойств, определяемых силами межатомного взаимодействия, для различных металлов.
3. Сравнительный анализ сил межатомного взаимодействия по данным физических свойств 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:

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

Темы практических занятий:

3. Кристаллографические индексы узлов, направлений, плоскостей. Анизотропия кристаллов. Явление полиморфизма.

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:

4. Виды механических свойств. Виды деформации, определяемые способом приложения внешних сил.
5. Упругая деформация и закон Гука.
6. Закономерности пластической деформации. Прочность кристаллов на сдвиг теоретическая и реальная.
7. Хрупкая прочность кристаллов теоретическая и реальная.

Темы практических занятий:

4. Дефекты кристаллической решетки.

5. Анализ диаграммы растяжения.
6. Временная прочность твердых тел.
7. Пути повышения прочности твердых тел

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:

8. Термодинамическое и статистическое описание системы.
9. Полная функция распределения. Число состояний. Плотность состояний.
10. Энергетическая модель кристалла. Энергия Ферми.
11. Функция распределения Максвелла-Больцмана. Функция распределения Ферми-Дирака.

Темы практических занятий:

8. Невырожденные и вырожденные коллективы. Виды частиц.
9. Функция распределения для вырожденных и невырожденных систем.
10. Количественная оценка энергии Ферми в различных металлах.
11. 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:

12. Тепловые колебания решетки. Понятие о фононах. Закон Дюлонга и Пти.
13. Теплоемкость твердого тела.

Темы практических занятий:

12. Спектр нормальных колебаний. Характеристическая температура Дебая.
13. 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:

14. Модель атома Бора. Электронные состояния атома. От атома к кристаллу.
15. Образование энергетических зон. Заполнение зон электронами
16. Зонная структура. Проводники, полупроводники, диэлектрики.

Темы практических занятий:

14. Модель атома Бора. Квантовые числа.

15. Зоны Бриллюэна. Поверхность Ферми.
16. Особенности электронной структуры полупроводников.

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

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. Епифанов, Г. И.. Физика твердого тела : учебное пособие / Г. И. Епифанов. – 4-е изд., стер.. – Санкт-Петербург: Лань, 2011. – 288 с.: Учебный фонд НТБ ТПУ. Схема доступа: 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 (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**):

7-Zip; 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; ownCloud Desktop Client; 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 (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7,108	Компьютер - 13 шт.; Проектор - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 11 посадочных мест
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	Компьютер - 2 шт.; Проектор - 1 шт.; Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 36 посадочных мест

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

Разработчик:

Должность	ФИО
Доцент	Б.С. Зенин

Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры Материаловедения в машиностроении Института физики высоких технологий (протокол от «24» июня 2017 г. № 53).

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)
2018/2019 учебный год	1. Обновлено ПО, профессиональные базы данных и информационно-справочные системы.	№ 7 от 30.08.2018 г.
2019/2020 учебный год	1. Обновлено ПО, профессиональные базы данных и информационно-справочные системы.	№19/1 от 01.07.2019 г.
2020/2021 учебный год	1.Актуализирован список литературы (пункт 6.1) 2. Обновлено ПО, профессиональные базы данных и информационно-справочные системы.	№ 35 от 29.06.2020 г.