

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯТШ

Долматов О.Ю.

«25» 06

2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ПРИЕМ 2017 г.**

**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

| Спецглавы физики                                        |                                    |         |    |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------|---------|----|
| Направление подготовки/<br>специальность                | 03.03.02 Физика                    |         |    |
| Образовательная программа<br>(направленность (профиль)) | Физика конденсированного состояния |         |    |
| Специализация                                           |                                    |         |    |
| Уровень образования                                     | Высшее образование - бакалавриат   |         |    |
| Курс                                                    | 3                                  | семестр | 6  |
| Трудоемкость в кредитах<br>(зачетных единицах)          | 2                                  |         |    |
| Виды учебной деятельности                               | Временной ресурс                   |         |    |
| Контактная (аудиторная)<br>работа, ч                    | Лекции                             |         | 16 |
|                                                         | Практические занятия               |         | 16 |
|                                                         | ВСЕГО                              |         | 32 |
| Самостоятельная работа, ч                               |                                    |         | 40 |
| ИТОГО, ч                                                |                                    |         | 72 |

Вид промежуточной аттестации

зачет

Обеспечивающее подразделение

ОЭФ

Заведующий кафедрой-руководитель отделения на правах кафедры  
Руководитель ООП  
Преподаватель

Лидер А.М.

Склярова Е.А.

Кузнецов П.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                                                                                                                                                                                                                                                                    | Результаты освоения ООП | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)                                     |                                                                                                                                                 |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                         | Код                                                                                             | Наименование                                                                                                                                    |
| УК(У)-1         | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач                                                                                                                                                              | Р3<br>Р7                | УК(У)-1.В9                                                                                      | Владеет опытом применения законов естественных наук и математических методов и моделей для решения задач теоретического и прикладного характера |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                         | УК(У)-1.312                                                                                     | Знает законы естественных наук и математические методы теоретического характера                                                                 |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                         | УК(У)-1.313                                                                                     | Знает репродуктивные методы познавательной деятельности, признаки системного подхода и системного анализа (естественнонаучные дисциплины)       |
| ОПК(У)-3        | ОПК(У)-3.В1                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                         | Владеет опытом применения общих физических методов для решения задач в профессиональной области |                                                                                                                                                 |
|                 | ОПК(У)-3.У1                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                         | Умеет использовать базовые теоретические знания общей физики для решения профессиональных задач |                                                                                                                                                 |
|                 | ОПК(У)-3.31                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                         | Знает фундаментальные разделы общей физики                                                      |                                                                                                                                                 |
| ПК(У)-1         | ПК(У)-1.У1                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                         | Умеет оценить границы применимости классической механики                                        |                                                                                                                                                 |
|                 | ПК(У)-1.31                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                         | Знает фундаментальные законы естественнонаучных дисциплин                                       |                                                                                                                                                 |
| ПК(У)-2         | Способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта |                         | ПК(У)-2.В1                                                                                      | Владеет опытом применения сложного физического оборудования                                                                                     |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                         | ПК(У)-2.У1                                                                                      | Умеет использовать современную приборную базу                                                                                                   |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                         | ПК(У)-2.31                                                                                      | Знает основные методы научных исследований в области физики конденсированного состояния                                                         |
| ПК(У)-4         | Способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин                                                                                                                                                                 |                         | ПК(У)-4.У2                                                                                      | Умеет осваивать новые методы и приборы исследования в области физики конденсированного состояния                                                |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                         | ПК(У)-4.32                                                                                      | Знает методы измерений результатов физического эксперимента                                                                                     |

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 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 фундаментальных разделов теоретической физики, теорий, уравнений, методов для решения профессиональных задач                                                   | УК(У)-1           |
| РД-2                                          | Применять экспериментальные методы определения структуры и свойств твердых тел: металлов, керамик, полимеров и композиционных материалов                                                      | ОПК(У)-3, ПК(У)-4 |
| РД-3                                          | Выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях структуры и свойств твердых тел: металлов, керамик, полимеров и композиционных материалов | ПК(У)-1, ПК(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. Кристаллическая структура и силы связи в твердых телах                              | РД 1, 2,3                                    | Лекции                    | 4                 |
|                                                                                               |                                              | Практические занятия      | 4                 |
|                                                                                               |                                              | Самостоятельная работа    | 10                |
| Раздел 2. Динамика решетки                                                                    | РД 1, 2, 3                                   | Лекции                    | 4                 |
|                                                                                               |                                              | Практические занятия      | 4                 |
|                                                                                               |                                              | Самостоятельная работа    | 10                |
| Раздел 3. Электроны в металлах. Основы зонной теории твердого тела.                           | РД 1, 2, 3                                   | Лекции                    | 4                 |
|                                                                                               |                                              | Практические занятия      | 4                 |
|                                                                                               |                                              | Самостоятельная работа    | 10                |
| Раздел 4. Полупроводники. Диэлектрические и магнитные свойства материалов. Сверхпроводимость. | РД 1, 2, 3                                   | Лекции                    | 4                 |
|                                                                                               |                                              | Практические занятия      | 4                 |
|                                                                                               |                                              | Самостоятельная работа    | 10                |

Содержание разделов дисциплины:

### Раздел 1. Кристаллическая структура и силы связи в твердых телах

Элементарная ячейка, базис, симметрия решетки. Операции симметрии: трансляционная симметрия, точечная симметрия, плоские решетки и их симметрия, двухмерные точечные группы и пространственные группы, трехмерные кристаллические системы. Структура реальных кристаллов. Индексы Миллера и кристаллографические направления. Определение положения точки в элементарной ячейке.

**Темы лекций:**

1. Кристаллическая структура, методы ее исследования и описания.
2. Природа сил химической связи в кристаллах. Типы химической связи.

**Темы практических занятий:**

1. Описание кристаллических структур в рамках модели твердых шаров.
2. Дифракция в кристаллах.

**Раздел 2. Динамика решетки**

Рассмотрены упругие волны, смещение атомов и фононы. Колебательные моды одноатомной решетки. Линейная одноатомная цепочка. Колебания трехмерного одноатомного кристалла. Число мод, плотность состояний. Колебательный спектр решетки с базисом. Нормальные колебания линейной двухатомной цепочки. Акустическая и оптическая ветвь. Фононах в кристаллах. Модели теплоемкости кристаллов.

**Темы лекций:**

1. Электроны в металлах. Модели.
2. Энергетический спектр электронов в кристалле. Основы зонной теории твердых тел.

**Темы практических занятий:**

1. Точечные дефекты в кристаллах. Диффузия в кристаллах. Статистика фононов. Теплоемкость кристаллов. Ван дер Ваальсово взаимодействие в кристаллах.

**Раздел 3. Электроны в металлах.**

Теплоемкость металлов. Зонная теория твердых тел. Движение электрона в самосогласованном поле. Функции Блоха. Разрешенные и запрещенные энергетические зоны. Число уровней в зоне. Плотность состояний. Металлы и диэлектрики. Строение поверхности Ферми. Эффективная масса электронов.

**Темы лекций:**

1. Энергетический спектр электронов в кристалле. Основы зонной теории твердых тел.
2. Полупроводники и устройства на их основе.

**Темы практических занятий:**

1. Статистика электронов в металлах. Поверхность и энергия Ферми.
2. Электропроводность металлов. Эффект Холла.

**Раздел 4. Полупроводники. Диэлектрические и магнитные свойства материалов. Сверхпроводимость.**

Собственные и примесные полупроводники. Концентрация электронов и уровень Ферми. Статистика свободных дырок. Собственная концентрация электронно-дырочных пар. Неравновесные носители тока. Эффект Холла. Работа выхода. Контакт двух металлов. Контактная разность потенциалов. Толщина двойного электрического слоя, возникающего в месте контакта двух металлов. Контакт металла с полупроводником. Запорный слой. Устройства, основанные на контактных явлениях.

**Темы лекций:**

1. Полупроводники и устройства на их основе.
2. Понятие о сверхпроводимости.

### **Темы практических занятий:**

1. Статистика электронов и дырок в полупроводниках. Электропроводность собственных и примесных полупроводников.
2. Диэлектрические свойства материалов. Магнитные свойства материалов.

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;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- Подготовка к практическим занятиям;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

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

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

#### **Основная литература**

Киттель, Чарльз. Введение в физику твердого тела: пер. с англ./ Ч. Киттель : пер. с англ. / Ч. Киттель. — 2-е изд., стер.. — Москва: Альянс, 2013. — 792 с.: ил.. — Библиогр.: с. 769-791.

2. Купрекова, Елена Ивановна. Физика твердого тела. Сборник заданий : учебное пособие [Электронный ресурс] / Е. И. Купрекова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 3.5 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2014. — Заглавие с титульного экрана. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m350.pdf> (контент)

3. Байков, Ю. А. Физика конденсированного состояния : учебное пособие / Ю. А. Байков, В. М. Кузнецов. — 3-е изд. (эл.). — Москва : Лаборатория знаний, 2015. — 296 с. — ISBN 978-5-9963-2960-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/70766>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **Дополнительная литература**

1. Детлаф, Андрей Антонович. Курс физики : учебник в электронном формате [Электронный ресурс] / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский. — 9-е изд. стер.. — Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740MB). — Москва: Академия, 2014. — 1 Мультимедиа CD-ROM. — Высшее профессиональное образование. — Предм. указ.: с. 693-713. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/FN/fn-30.pdf> (контент)

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

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

1. Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://elibrary.ru/>
2. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
3. База данных Scopus - <https://www.scopus.com>

4. База данных Sciencedirect - <https://www.sciencedirect.com/>

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

1. 7-Zip;
2. Adobe Acrobat Reader DC;
3. Adobe Flash Player; AkelPad;
4. Cisco Webex Meetings; Google Chrome;
5. Microsoft Office 2016 Standard Russian Academic;
6. Mozilla Firefox ESR; OEF OpenBoard;
7. WinDjView;
8. Zoom Zoom
9. OEF OpenBoard.

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

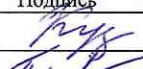
В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

| №  | Наименование специальных помещений                                                                                                                                                                                           | Наименование оборудования                                                                                              |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации<br>634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 43 122                      | Комплект учебной мебели на 25 посадочных мест<br>Проектор - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.                                   |
| 2. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс)<br>634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 43 401 | Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест;<br>Шкаф для документов - 1 шт.;<br>Компьютер - 13 шт.; Проектор - 1 шт. |
| 3. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации<br>634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 43, 206                     | Комплект учебной мебели на 50 посадочных мест<br>Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.;<br>Телевизор - 1 шт              |
| 4. | Аудитория для проведения учебных занятий всех                                                                                                                                                                                | Комплект учебной мебели на 26 посадочных мест<br>Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.                                   |

|  |                                                                                                                                                            |  |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации<br>634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 43, 207 |  |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

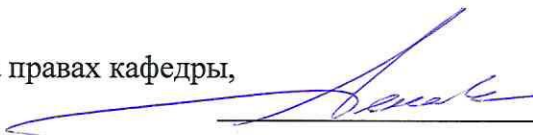
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 03.03.02 Физика/Физика конденсированного состояния (приема 2017 г., очная форма обучения).

Разработчик:

| Должность | Подпись                                                                           | ФИО           |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Доцент    |  | Кузнецов П.В. |
| Доцент    |  | Пушилина Н.С. |

Программа одобрена на заседании выпускающего отделения (протокол от «15» мая 2017 г. №6).

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

 /Лидер А.М./  
подпись

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

| Учебный год          | Содержание /изменение                                                                                                                                                                | Обсуждено на заседании<br>отделения ОЭФ (протокол)              |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 2018/2019 уч.<br>год | 1. Обновлено программное обеспечение<br>2. Обновлен состав профессиональных баз данных и<br>информационно-справочных систем<br><br>3. Изменена система оценивания                    | от «14» июня<br>2018г. № 3<br><br>От «28» августа<br>2018г. № 4 |
| 2019/2020 уч.<br>год | 1. Обновлено программное обеспечение<br>2. Обновлен состав профессиональных баз данных и<br>информационно-справочных систем<br>3. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС | от «20» июня<br>2019 г. № 6                                     |