

# БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

А.М. Голстик



Регистрационный № УД 1354/баз.

## ОСНОВЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности:

**1-31 04 01 Физика (по направлениям)**

Направление:

**1-31 04 01-02 Физика ( производственная деятельность)**

Минск 2014

### **СОСТАВИТЕЛЬ:**

**М.С. Тиванов** – доцент кафедры энергофизики физического факультета Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук.

### **РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

**Л.С. Лобановский** – ученый секретарь ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению», кандидат физико-математических наук.

**В.В. Углов** – заведующий кафедрой физики твердого тела Белорусского государственного университета, профессор, доктор физико-математических наук.

### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой энергофизики физического факультета Белорусского государственного университета

(протокол № 11 от 13 мая 2014);

Советом физического факультета Белорусского государственного университета

(протокол № 10 от 29 мая 2014 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета

(протокол № 6 от 20 июня 2014 г.)

Ответственный за редакцию: М.С. Тиванов

Ответственный за выпуск: М.С. Тиванов

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа курса «Основы материаловедения» разработана для специальности 1-31 04 01 Физика по направлению 1-31 04 01 - 02 производственная деятельность со специализацией 1-31 04 01 - 01 07 Энергофизика.

Целью курса является формирование у студентов профессиональных знаний об атомно-кристаллическом строении и электронной структуре твердых тел, а также о взаимосвязи структурных, электрических, оптических и теплофизических свойств материалов.

В современной энергетике и энергосбережении широко применяются материалы разных типов, обладают рядом специальных свойств. Для создания материалов, обладающих нужными функциональными свойствами, необходимо глубокое понимание атомно-кристаллического строения, электронной структуры твердых тел, а также их взаимосвязи между собой и с физическими свойствами материалов. Именно поэтому изучение основ современного материаловедения становится важной частью подготовки специалиста-энергофизика по квалификации «физик-инженер».

В курсе изучаются атомно-кристаллическое строение твердых тел, динамика кристаллической решетки, энергетический спектр электронов в кристаллах, зонная теория и основы физики полупроводников, тепловые свойства твердых тел.

Студенты должны знать.

Материал курса основан на базовых знаниях и представлениях, заложенных в курсах молекулярной физики, атомной физики, электричества и магнетизма, оптики, квантовой механики и др.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

**знать:**

– основные модели описания физических свойств твердых тел с точки зрения их атомного строения;

**уметь:**

– объяснять взаимосвязь между атомно-кристаллическим строением твердых тел и их механическими, тепловыми, электрическими и оптическими свойствами;

**владеть:**

– базовыми принципами описания физических свойств кристаллических твердых тел.

Программа курса рассчитана на 24 часа лекций и 4 часа контролируемой самостоятельной работы студента. Форма отчетности — зачет.

## ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Название темы	Лекции, часов	Контролируемая самостоятельная работа, часов	Всего, часов
1.	Атомно-кристаллическое строение твердых тел	6	-	6
2.	Динамика кристаллической решетки	4	-	4
3.	Тепловые свойства твердых тел	4	2	6
4.	Энергетический спектр электронов в кристаллах	4	-	4
5.	Зонная теория и основы физики полупроводников	6	2	8

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### *1. Атомно-кристаллическое строение твердых тел.*

Классификация конденсированных сред.

Химическая связь и валентность. Энергия связи. Типы межатомных связей в твердых телах. Структура веществ с ненаправленным взаимодействием. Структура веществ с ковалентными связями.

Кристаллическая решетка. Симметрия кристаллов. Обратная решетка. Уравнения Лауэ. Принцип плотной упаковки атомов. Полиморфизм. Жидкие кристаллы. Методы определения структуры твердых тел.

Классификация дефектов. Точечные дефекты. Дислокации.

Механические свойства кристаллов. Диаграмма деформации. Закон Гука. Пластические свойства кристаллов.

### *2. Динамика кристаллической решетки.*

Колебания одномерной монокристаллической цепочки атомов. Гармоническое приближение. Зоны Бриллюэна. Колебательный спектр двухатомной одномерной цепочки. Акустическая и оптическая ветви колебаний. Колебания атомов трехмерной решетки. Упругие волны смещений атомов. Фононы.

### *3. Тепловые свойства твердых тел.*

Теплоемкость твердых тел. Энергия тепловых колебаний решетки. Электронная теплоемкость и ее зависимость от температуры. Ангармонизм колебаний атомов и тепловое расширение. Теплопроводность твердых тел.

### *4. Энергетический спектр электронов в кристаллах.*

Классическая теория свободных электронов Друде-Лоренца. Кинетическое уравнение Больцмана. Дифференциальный закон Ома. Эффект Холла. Квантовая теория свободных электронов Зоммерфельда. Термоэлектронная эмиссия.

### *5. Зонная теория и основы физики полупроводников.*

Одноэлектронное приближение. Теорема Блоха. Изменение состояния электронов при сближении атомов. Приближение почти свободных электронов. Модель Кронига-Пенни. Структура энергетических зон. Движение электрона в периодическом поле кристалла под действием внешнего поля. Эффективная масса электрона. Примеси и примесные уровни. Статистика электронов и дырок в полупроводниках. Положение уровня Ферми в полупроводниках.

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### *Рекомендуемые формы контроля знаний*

#### 1. Контрольные работы

##### *Рекомендуемые темы контрольных работ*

1. Атомно-кристаллическое строение материалов (кристаллическая решетка, элементарная ячейка, трансляционная симметрия). Типы химической связи в твердых телах.
2. Основные типы кристаллических структур. Методы описания атомной структуры кристаллов (атомные координаты, направления и плоскости в кристаллических решетках).
3. Модель плотнейших шаровые упаковок. Полиморфизм..
4. Дефекты структуры в кристаллах.
5. Механические свойства кристаллов.
6. Колебательный характер теплового движения атомов в узле кристаллической решетки. Законы дисперсии упругих волн смещений в кристаллах. Фононы.
7. Теплоемкость кристаллов. Квантовая теория теплоемкости Дебая.
8. Ангармонизм колебаний атомов относительно положения равновесия. Тепловое расширение твердых тел. Теплопроводность решетки.
9. Теплоемкость электронного газа в металлах.
10. Энергетические зоны и их заполнение. Металлы и диэлектрики.
11. Локализованные энергетические уровни электронов в кристаллах.
12. Концентрация электронов в зоне проводимости собственного и примесного полупроводника.
13. Закон дисперсии электронов в кристалле. Движение электронов в кристалле под действием слабого электрического поля.
14. Электропроводность кристаллов.
15. Зависимость электросопротивления от температуры в металлах и полупроводниках. Механизмы рассеяния носителей заряда.

### *Рекомендуемая литература*

#### **Основная**

1. Павлов, П.В., Физика твердого тела. / П.В. Павлов, А.Ф. Хохлов. - М.: Высшая школа, 1985. – 295 с.
2. Киттель, Ч. Введение в физику твердого тела. / Ч. Киттель. - М.: Физматгиз, 1963. – 451 с.
3. Блекмор, Дж. Физика твердого тела. / Дж. Блекмор. - М.: Мир, 1988. – 302 с.
4. Епифанов, Г.И.. Физика твердого тела. / Г.И.. Епифанов. - М.: Высшая школа, 1965. – 178 с.
5. Физика твердого тела. Под ред. И.К. Верещагина. / М.: Высшая школа, 2001.- 126 с.

### *Дополнительная*

1. Солнцев, Ю.П. Материаловедение.. / Ю.П. Солнцев, Е.И. Пряхин, Ф М Войткун – М.: Изд. МИСИС, 1999.- 345 с.
2. Научные основы материаловедения. Под ред. Б.Н. Арзамасова. / М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1994. – 361 с.
3. Уэрт, Ч. Физика твердого тела. / Ч. Уэрт, Р. Томсон - М.: Мир, 1969. – 286 с.
4. Ван Флек. Теоретическое и прикладное материаловедение. / Ван Флек. - М.: Атомиздат, 1975. – 284 с.
5. Орешкин, П.Т. Физика полупроводников и диэлектриков. / П.Т Орешкин. - М.: Высшая школа, 1977. – 308 с.
6. Китель, Ч. Элементарная физика твердого тела. / Ч. Китель. - М.: Физматгиз, 1965. – 208 с.