



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ФГБОУ ВО «ИГУ»  
**Кафедра общей и экспериментальной физики**

УТВЕРЖДАЮ  
Декан \_\_\_\_\_ Н.М. Буднев  
«31» августа 2021 г.



**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Наименование дисциплины (модуля) **Б1.О.16**

**Введение в специальность**

Направление подготовки **11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**

профиль "**Измерение параметров и модификация свойств наноматериалов и наноструктур**"

Квалификация (степень) выпускника - Бакалавр

Форма обучения: очная

Согласовано с УМК физического факультета

Протокол № 30 от 31.08.2021

Зам. председателя

В.В. Чумак

Рекомендовано кафедрой

Общей и экспериментальной физики

Протокол № 1

От « 30 » августа 2021 г.

Зав.кафедрой

А.А. Гаврилюк

Иркутск 2021 г.

## Содержание

	стр.
1. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	3
4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы	4
5. Содержание дисциплины (модуля)	5
5.1 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	
5.2 Разделы дисциплины (модуля) и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями)	
5.3 Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий	
6. Перечень семинарских, практических занятий, лабораторных работ, план самостоятельной работы студентов, методические указания по организации самостоятельной работы студентов.	7
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	10
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) :	10
а) основная литература;	
б) дополнительная литература;	
в) программное обеспечение;	
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).	11
10. Образовательные технологии	12
11. Оценочные средства (ОС).	12

## 1. Цели и задачи дисциплины (модуля):

**Целью** изучения учебной дисциплины «Введение в специальность» является приобретение студентами необходимых базовых знаний в области микро- и нанoeлектроники.

### **Задачи дисциплины:**

- приобретение знаний в области основ квантовой механики, теории твердого тела, теории полупроводников, технологии материалов микро- и нанoeлектроники и овладение умениями использовать эти знания при решении задач;

- изучение физических процессов, законов и эффектов, лежащих в основе принципов действия приборов микро- и нанoeлектроники, и определяющих характеристики и параметры этих приборов;

- обзор различных нанотехнологических процессов создания наноматериалов и основных тенденций развития нанотехнологий в мире, знакомство с современными экспериментальными средствами исследования материалов с нанометровым пространственным разрешением, а также ознакомление с современными достижениями по созданию и применению наноустройств;

- создание основы для последующего изучения вопросов физики полупроводниковых приборов, включая элементы и приборы нанoeлектроники, физики низкоразмерных систем, твердотельной электроники и технологии микро- и нанoeлектроники.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Учебная дисциплина «Введение в специальность» входит в базовую часть дисциплин программы бакалавриата.

Дисциплина «Введение в специальность» опирается на школьные дисциплины естественно-научного цикла: «Математика», «Физика» и «Химия».

Общая трудоемкость курса - 3 зачетных единицы.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование следующих компетенций:

### **общепрофессиональные компетенции (ОПК): ОПК-3**

- Способность применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности

I.3.1 Использует навыки работы с компьютером для поиска и хранения информации из различных источников и баз данных.

I.3.2 Представляет информацию в необходимом формате для ее обработки и анализа.

I.3.3 Владеет методами информационных технологий, соблюдает основные требования информационной безопасности.

В результате изучения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

Индекс компетенции	Индекс образовательного результата	Образовательный результат
ОПК-3	3-1	<b>Знать</b> этапы и основы развития электроники, которые включают элементы квантовой физики, физики твердого тела и полупроводниковых структур; а также в целом представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики, используя навыки

		работы с компьютером для поиска и хранения информации из различных источников и баз данных.
--	--	---

**Уметь:**

Индекс компетенции	Индекс образовательного результата	Образовательный результат
ОПК-3	У-1	<b>Уметь</b> выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат; представлять информацию в необходимом формате для ее обработки и анализа.

**Владеть:**

Индекс компетенции	Индекс образовательного результата	Образовательный результат
ОПК-3	В-1	<b>Владеть</b> навыками применения базовых знаний в области квантовой физики, физики твердого тела, физики полупроводниковых структур и наноэлектроники для оценки тенденций развития микро- и наноэлектроники; а также методами информационных технологий для их изучения, соблюдая основные требования информационной безопасности.

**4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы (разделяется по формам обучения)**

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
		1			
<b>Контактная работа (всего)</b>	58/1,6	58/1,6			
В том числе:					
Лекции	34/0,94	34/0,94			
Практические занятия (ПЗ)					
Лабораторные работы	16/0,44	16/0,44			
КСР					
Консультации					
Контроль общих (КО)	8/0,22	8/0,22			
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	50/1,4	50/1,4			
В том числе:					
Курсовой проект (работа)					
Расчетно-графические работы					
Реферат (при наличии)					
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>					
Подготовка докладов по темам, решение задач, подготовка к лабораторным работам и зачету	50/1,4	50/1,4			
Вид промежуточной аттестации: <b>зачет</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>			
Вид итоговой аттестации:					
Общая трудоемкость: часы	108	108			
зачетные единицы	3	3			

## **5. Содержание дисциплины (модуля)**

Этапы и основы развития электроники. Основные представления квантовой механики. Строение и свойства материалов микроэлектроники. Полупроводники и их свойства. Полупроводниковые структуры. Предпосылки перехода от микро- к нанoeлектронике. Элементы квантовой физики. Физические основы нанoeлектроники. Квантоворазмерные эффекты. Виды низкоразмерных объектов. Туннельный эффект. Аллотропные формы углерода.

### **5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля).**

**Тема 1. Введение. Основные положения и направления развития микро- и нанoeлектроники.**

Этапы развития электроники. История развития микроэлектроники. Основные положения и принципы микро- и нанoeлектроники. Факторы, определяющие развитие микроэлектроники. Классификация изделий микроэлектроники. Современные направления развития микро- и нанoeлектроники.

**Тема 2. Структура и свойства твердых тел.**

- 2.1 Свойства твердых тел. Типы химической связи.
- 2.2 Кристаллическая структура. Потенциальная и силовая функции взаимодействия частиц в кристалле. Кристаллы (атомные, металлические, молекулярные, ионные).
- 2.3 Кристаллическая решетка идеальных кристаллов. Типы кристаллических решеток. Параметры кристаллической решетки. Типы элементарных ячеек-решетки Браве.
- 2.4 Свойства кристаллов. Анизотропия. Аллотропия. Полиморфизм.
- 2.5 Аллотропные формы углерода.
- 2.6 Некристаллические твердые тела.
- 2.7 Методы получения кристаллов.
- 2.8 Дефекты в кристаллах. Классификация микродефектов кристаллов. Структурно-чувствительные свойства кристаллов. Рост кристаллов.
- 2.9 Модельные представления об электропроводности. Классификация веществ по проводимости.

**Тема 3. Элементы квантовой физики. Физические основы нанoeлектроники.**

- 3.1 Связь электроники и квантовой физики.
- 3.2 Этапы развития электроники.
- 3.3 Основные представления квантовой механики.
- 3.4 Волновые свойства микрочастиц. Длина волны де Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Волновая функция и уравнение Шредингера.
- 3.5 Квантовая модель атома. Квантовые числа. Принцип запрета Паули.
- 3.6 Понятие о потенциальных ямах и барьерах. Простейшие виды низкоразмерных объектов (Квантовая яма, квантовая нить, квантовая точка).
- 3.7 Микрочастица в прямоугольной потенциальной яме.
- 3.8 Туннельный эффект.
- 3.9 Энергетический спектр кристалла. Зонные энергетические диаграммы.
- 3.10 Квантоворазмерные эффекты.

**Тема 4. Физические основы работы полупроводниковых приборов.**

- 4.1 Энергетические уровни и зоны.
- 4.2 Проводники, полупроводники и диэлектрики. Полупроводниковые материалы в твердотельной электронике.
- 4.3 Собственная электропроводность полупроводников. Зависимость электропроводности полупроводников от температуры.

- 4.4 Распределение электронов по энергетическим уровням. Энергия (уровень) Ферми.  
 4.5 Примесная электропроводность полупроводников (донорные и акцепторные примеси).  
 4.6 Процессы переноса зарядов в полупроводниках (дрейф и диффузия носителей заряда).  
 4.7 Электрические переходы.  
     4.7.1 Электронно-дырочный переход.  
     4.7.2 Контакт «металл-полупроводник». Переход Шоттки.  
     4.7.3 Контакт между полупроводниками одного типа проводимости.  
     4.7.4 Гетеропереходы.  
     4.7.5 Свойства омических переходов.  
 4.8 Полупроводниковые диоды. Биполярные и полевые транзисторы.

**Тема 5. Нанотехнологии и наноматериалы.** Наночастицы и наноструктуры. Методы получения и исследования наноструктур.

**Тема 6. Основы физических представлений о наноструктурах.** Квантовая физика и наноструктуры. Уникальные свойства наноструктур. Нанoeлектроника и тенденции ее развития.

### 5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Курс «Введение в специальность» является основой для изучения следующих дисциплин профессионального цикла:

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин (вписываются разработчиком)						
		P1	P2	P3	P4	P5		
1.	Твердотельная электроника	P1	P2	P3	P4	P5		
2.	Микро- и наноэлектроника	P1	P2	P3	P4	P5		
3.	Процессы микро- и нанотехнологий	P1	P2	P3	P4	P5		
4.	Физические основы электроники	P1	P2	P3	P4	P5		
5.	Физика полупроводников	P1	P2	P3	P4	P5		
6.	Квантовая и оптическая электроника	P1	P2	P3	P4	P5		

### 5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела Наименование темы	Виды занятий в часах						Всего
		Лекц.	Практ. зан.	Лаб.	КО	СР	Конс.	
1.	Т1. Введение. Основные положения и направления развития микро- и наноэлектроники.	2				4		6
2.	Т2. Структура и свойства твердых тел.	6		3	2	8		19
3.	Т3. Элементы квантовой физики.	6		4	2	10		22

	Физические основы нано-электроники.							
4.	T4. Физические основы работы полупроводниковых приборов.	6		4	1	8		19
5.	T5. Нанотехнологии и наноматериалы.	8		3	2	10		23
6.	T6. Основы физических представлений о наноструктурах.	6		2	1	10		19
	<b>Итого:</b>	<b>34</b>		<b>16</b>	<b>8</b>	<b>50</b>		<b>108</b>

### 6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1	T2. Структура и свойства твердых тел. Элементы кристаллофизики.	Л.р.1. Химическая связь в кристаллах. Геометрия кристаллической решетки.	1	Письменный и устный текущий контроль	ОПК-3
2		Л.р.2. Свойства и методы получения кристаллов. Аллотропные формы углерода.	1	Письменный и устный текущий контроль	ОПК-3
3		Л.р.3. Дефекты структуры кристаллов. Аморфные твердые тела.	1	Письменный и устный текущий контроль	ОПК-3
4	T3. Элементы квантовой физики. Физические основы наноэлектроники.	Л.р.4. Связь электроники и квантовой физики. Волновые свойства микрочастиц. Квантовая модель атома.	1	Письменный и устный текущий контроль	ОПК-3
5		Л.р.5. Понятие о потенциальных ямах и барьерах. Энергетический спектр кристалла. Квантово-размерные эффекты.	1	Письменный и устный текущий контроль	ОПК-3
6		Л.р.6. Физические основы наноэлектроники. Методы формирования нанoeлектронных структур. Перенос носителей заряда в наноразмерных структурах и электронных приборах на их основе.	2	Письменный и устный текущий контроль	ОПК-3
7	T4. Физические основы работы полупроводниковых приборов.	Л.р.7. Энергетические уровни и зоны. Проводники, полупроводники и диэлектрики. Распределение электронов по энергетическим уровням.	1	Письменный и устный текущий контроль	ОПК-3
8		Л.р.8. Собственная и примесная электропроводность полупроводников	1	Письменный и устный текущий контроль	ОПК-3
9		Л.р.9. Процессы переноса зарядов в полупроводниках. Электрические переходы.	1	Письменный и устный текущий контроль	ОПК-3

10		Л.р.10. Полупроводниковые диоды. Биполярные и полевые транзисторы.	1	Письменный и устный текущий контроль	ОПК-3
11	Т5. Нанотехнологии и наноматериалы.	Л.р.11. Наночастицы и наноструктуры.	1	Письменный и устный текущий контроль	ОПК-3
12		Л.р.12. Методы получения и исследования наноструктур.	2	Письменный и устный текущий контроль	ОПК-3
13	Т6. Основы физических представлений о наноструктурах.	Л.р.13. Квантовая физика и наноструктуры. Уникальные свойства наноструктур.	1	Письменный и устный текущий контроль	ОПК-3
14		Л.р.14. Нанoeлектроника и тенденции ее развития.	1	Письменный и устный текущий контроль	ОПК-3

### 6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1	Т1.	Работа с учебником, справочной литературой, первоисточниками, конспектом	Повторение и углубленное изучение учебного материала лекции, лабораторных занятий с использованием конспекта лекций, литературы, Интернет - ресурсов	Источники 1 -6 из основной и 1-6 из дополнительной литературы; Самостоятельный поиск литературы на образовательных ресурсах, доступные по логину и паролю, предоставляемым Научной библиотекой ИГУ	4
4	Т2.				8
8	Т3.				10
10	Т4.				8
12	Т5.				10
14	Т6.				10

### 6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Цель самостоятельной работы студента – осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою профессиональную квалификацию.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная – самостоятельная работа выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

- внеаудиторная – самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

**Самостоятельная работа помогает студентам:**

**1) Овладеть знаниями:**

- чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы и т.д.);
- составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста и т.д.;
- работа со справочниками и другой справочной литературой;
- ознакомление с нормативными и правовыми документами;
- учебно – методическая и научно-исследовательская работа;



- использование компьютерной техники, Интернета и др.;

## **2) Закреплять и систематизировать знания:**

- работа с конспектом лекций;
- обработка текста, повторная работа над учебным материалом учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей;
- подготовка плана;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- подготовка ответов на контрольные вопросы;
- заполнение рабочей тетради;
- аналитическая обработка текста;
- подготовка мультимедиа презентации и докладов к выступлению на семинаре (конференции, круглом столе и т.п.);
- подготовка реферата;
- составление библиографии использованных источников;
- тестирование и др.;

## **3) Формировать умения:**

- решение ситуационных задач и упражнений по образцу;
- выполнение расчетов (графические и расчетные работы);
- подготовка к контрольным работам;
- подготовка к тестированию;
- опытно-экспериментальная работа;
- подготовка к выпускной квалификационной работе.

### **Вопросы для более подробного самостоятельного изучения по темам дисциплины:**

Т1. Исторический обзор развития физической электроники от дискретных приборов до интегральных схем. Исторический обзор развития вычислительной техники. Представления о рынке полупроводниковых элементов. Проработка лекционного материала и материала практических занятий.

Т2. Структура кристаллов и способы ее определения. Основные типы связей в твердых телах. Дефекты в твердых телах. Тепловые свойства твердых тел. Механические свойства твердых тел. Физические свойства аморфных твердых тел. Проработка лекционного материала и материала практических занятий.

Т3. Структура наноматериалов. Методы исследования наноматериалов. Технологии получения наноматериалов и наноструктур. Области применения наноматериалов. Проработка лекционного материала и материала практических занятий.

Т4. Физические эффекты в материалах электронной техники. Проводниковые, полупроводниковые и диэлектрические материалы микроэлектроники. Электрические и магнитные свойства твердых тел. Сверхпроводимость. Проработка лекционного материала и материала практических занятий.

Т5. *Наночастицы и наноструктуры.* Классификация наноструктур. Наночастицы и нанокластеры. Роль поверхностных атомов. Магические числа. Углеродные наноструктуры. Нанокompозиты, нанопористые и нанофазные материалы.

*Методы получения и исследования наноструктур.* Общие характеристики физических методов. Технологии «сверху-вниз» и «снизу-вверх». Самоорганизация и самосборка в нанотехнологиях. Электронная микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Проработка лекционного материала и материала практических занятий.

Т6. *Наноэлектроника и тенденции ее развития.* Одноэлектронное туннелирование. Резонансное туннелирование. Спинтроника. Сверхпроводниковая электроника. Нано- и квантовые компьютеры. Нанотехнологии в оптоэлектронике. Проработка лекционного материала и материала практических занятий.

Контроль самостоятельной работы проводится во время лабораторных занятий.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:  
**ОПК-3** - Способность применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности

### **7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)**

планом не предусмотрено

### **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):**

#### **а) основная литература**

1. Епифанов, Г. И. Физика твердого тела [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г. И. Епифанов. - Москва : Лань, 2011. - 288 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - Библиогр.: с. 282-283. - ISBN 978-5-8114-1001-9.

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2023](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2023)

2. Матухин, Вадим Леонидович. Физика твердого тела [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В. Л. Матухин, В. Л. Ермаков. - Москва : Лань, 2010. - 218 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-0923-5

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=262](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=262)

3. Нанoeлектроника: теория и практика [Текст] : [учебник] / В. Е. Борисенко [и др.]. - 3-е изд. (эл.). - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 371 с. ; есть. - (Учебник для высшей школы). - Режим доступа: ЭБС "Рукопт". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-2104-9

<http://rucont.ru/efd/226435?urlId=L3IMcuvOZwOvW3n7YAzebhGnk64giDIBYoeUsvE5+F3Jzb6+ps4iwChpdv8LqETTХо2M61nEtcv90sFАНxIWfw==>

4. Шишкин, Геннадий Георгиевич. Нанoeлектроника. Элементы, приборы, устройства [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 210600 "Нанотехнология", 152200 "Наноинженерия", 210100 "Электроника и нанoeлектроника" / Г. Г. Шишкин. - 2-е изд. - ЭВК. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-1443-0

5. Барыбин, А. А.. Электроника и микроэлектроника. Физико-технологические основы [Текст] : [учеб. пособие] / А. А. Барыбин. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 426 с. ; нет. - Режим доступа: ЭБС "Рукопт". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9221-0679-5  
<http://rucont.ru/efd/152088>

#### **б) дополнительная литература**

1. Гусев, А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии [Текст] / А. И. Гусев. - 2-е изд., испр. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 417 с. ; есть. - Режим доступа: ЭБС "Рукопт". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9221-0582-8 <http://rucont.ru/efd/152090>

2. Пасынков, Владимир Васильевич. Материалы электронной техники [Текст] : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. электрон. техники / В. В. Пасынков, В. С. Сорокин. - 6-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2004. - 368 с. : ил. ; 21 см. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 363.-Предм. указ.: с. 364-365. - ISBN 5-8114-0409-3 (20 экз.)

3. Антипов, Б. Л. Материалы электронной техники: Задачи и вопросы: Учеб. для студ. вузов / Б. Л. Антипов, В. С. Сорокин, В. А. Терехов. - 3-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2003. - 208 с. : ил. ; 20 см. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 207. - ISBN 5-8114-0410-7. (10 экз.)

4. Щука, Александр Александрович. Нанoeлектроника [Электронный ресурс] : учеб.

пособие для студ. вузов, обуч. по направл. подготовки "Прикл. математика и физика" / А. А. Щука. - 2-е изд. - ЭВК. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. - (Нанотехнологии). - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - 15 доступ. - ISBN 978-5-9963-1055-5 (+15 экз.)

5. Рошин, Владимир Михайлович Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. подгот. 210100 "Электроника и микроэлектроника" : в 2 ч. / В. М. Рошин. - 2-е изд. - ЭВК. - М. : Бином. Лаборатория знаний. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-94774-913-7. Ч. 2. - 2012. - ISBN 978-5-9963-1471-3

6. Раскин, А. А. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники. Ч. 1 [Текст]: учеб. пособие / А. А. Раскин, авт. В. К. Прокофьев. - 2-е изд. (эл.). - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 166 с.; есть. - Режим доступа: ЭБС "Руконт". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-1470-6 (Ч. 1). - ISBN 978-5-94774-913-7

<http://rucont.ru/efd/226528?urlId=fk6hc+qwnd6mSpGmPLcFgR1+hXaWg+AJCpjI8JHvPFh4eAh52/JLafRRGSSblyl5572WBVuCjpLaOUmifYNChQ==>

**в) программное обеспечение**

1. Microsoft PowerPoint

*Сверено с №5 Ч1*

**г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Поисковые системы Google, Yandex.

2. Электронные ресурсы доступные по логину и паролю, предоставляемые Научной библиотекой ИГУ.

**Интернет источники:**

Научные публикации в реферативных журналах по актуальным проблемам физики твердого тела, материалам микро- и наноэлектроники. Электронные версии журналов: "Физика и техника полупроводников", "Материаловедение", "Физика твердого тела", "Журнал технической физики", "Письма в журнал технической физики", <http://journals.ioffe.ru>.

<http://perst.issp.ras.ru> – Информационный бюллетень "Перспективные технологии"

[www.nanonewsnet.ru](http://www.nanonewsnet.ru) – Сайт о нанотехнологиях в России

[www.nanodigest.ru](http://www.nanodigest.ru) – Интернет-журнал о нанотехнологиях

[www.nano-info.ru](http://www.nano-info.ru) – Сайт о современных достижениях в области микро- и нанотехнологий

[www.nanometer.ru](http://www.nanometer.ru) – Сайт нанотехнологического сообщества ученых

[www.nano-portal.ru](http://www.nano-portal.ru) - Портал посвященный теме развития нанотехнологий и их внедрения в производство

<http://nuclphys.sinp.msu.ru/solidst/index.html> Электронный учебник Н.Г. Чеченин

Введение в физику твердого тела

<http://www.technosphaera.ru>

**Доступ к полнотекстовым базам данных из сети Интранет ИГУ:**

- Научная электронная библиотека [www.eLibrary.ru](http://www.eLibrary.ru) (доступ к полным текстам ряда научных журналов с 2007 по настоящее время)

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):**

Чтение лекций сопровождается демонстрацией информации (мультимедийный проектор, офисное оборудование для оперативного размножения иллюстративного и раздаточного лекционного материалов).

## 10. Образовательные технологии:

№ п/п	Виды учебной работы	Образовательные технологии
1-14	Лекция	Вводная лекция, информационная лекция, лекция с элементами дискуссии, интерактивная лекция (лекция диалог), информационная лекция с элементами обратной связи, информационная лекция с элементами проблемных ситуаций.
1-14	Лабораторные занятия	Занятие – лабораторные работы и проработка тем, данных для самостоятельного изучения, результаты которых должны быть оформлены студентами в виде отчетов по лабораторным работам, докладов, рефератов и презентаций по темам.

## 11. Оценочные средства (ОС):

**Фонд оценочных средств представлен в Приложении к программе.**

\* Текущий контроль осуществляется в устной и письменной форме при выполнении студентами учебных заданий - решении задач и выполнении контрольных работ на протяжении всего курса.

\* Промежуточный контроль – тестирование.

\* Итоговый контроль – зачет.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**.

**Разработчики:**



к.ф.-м.н., доцент Морозова Н.В.

Программа рассмотрена на заседании **кафедры общей и экспериментальной физики ИГУ**

« 30 » августа 2021 г.

Протокол № 1

Зав.кафедрой



д.ф.-м.н. Гаврилюк А.А.

**Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.**

### Примерный перечень вопросов к зачету

1. Типы межатомных связей.
2. Кристаллическая структура. Потенциальная и силовая функции взаимодействия частиц в кристалле. Кристаллы (атомные, металлические, молекулярные, ионные).
3. Кристаллическая решетка идеальных кристаллов. Типы кристаллических решеток. Параметры кристаллической решетки. Типы элементарных ячеек-решетки Браве.
4. Свойства кристаллов. Анизотропия. Аллотропия. Полиморфизм.
5. Аллотропные формы углерода.
6. Некристаллические твердые тела.
7. Методы получения кристаллов.
8. Дефекты в кристаллах. Классификация микродефектов кристаллов. Структурно-чувствительные свойства кристаллов. Рост кристаллов.
9. Основные представления квантовой механики.
10. Волновые свойства микрочастиц. Длина волны де Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Волновая функция и уравнение Шредингера.
11. Квантовая модель атома. Квантовые числа. Принцип запрета Паули.
12. Понятие о потенциальных ямах и барьерах. Простейшие виды низкоразмерных объектов (Квантовая яма, квантовая нить, квантовая точка).
13. Микрочастица в прямоугольной потенциальной яме.
14. Туннельный эффект.
15. Энергетический спектр кристалла. Зонные энергетические диаграммы.
16. Квантоворазмерные эффекты.
17. Энергетические уровни и зоны. Проводники, полупроводники и диэлектрики. Полупроводниковые материалы в твердотельной электронике.
18. Собственная электропроводность полупроводников. Зависимость электропроводности полупроводников от температуры.
19. Распределение электронов по энергетическим уровням. Энергия (уровень) Ферми.
20. Примесная электропроводность полупроводников (донорные и акцепторные примеси).
21. Процессы переноса зарядов в полупроводниках (дрейф и диффузия носителей заряда).
22. Электронно-дырочный переход. Вентильное свойство p-n- перехода. Вольт-амперная характеристика p-n- перехода. Виды пробоев p-n- перехода. Ёмкость p-n- перехода.
23. Контакт «металл-полупроводник». Переход Шоттки.
24. Контакт между полупроводниками одного типа проводимости.
25. Гетеропереходы.
26. Свойства омических переходов.
27. Полупроводниковые диоды. Биполярные и полевые транзисторы.
28. *Наночастицы и наноструктуры.* Классификация наноструктур. Наночастицы и нанокластеры. Роль поверхностных атомов. Магические числа. Углеродные наноструктуры. Нанокompозиты, нанопористые и нанофазные материалы.
29. *Методы получения и исследования наноструктур.* Общие характеристики физических методов. Технологии «сверху-вниз» и «снизу-вверх». Самоорганизация и самосборка в нанотехнологиях. Электронная микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия.
30. *Уникальные свойства наноструктур.* Число «ближайших соседей» в наночастице. Механическая прочность нанотрубок. Температура плавления наночастиц. Электросопротивление наноструктур. Магнетизм наноструктур. Цвет наночастиц. Сверхнизкие температуры и нанообъекты.
31. *Наноэлектроника и тенденции ее развития.* Одноэлектронное туннелирование. Резонансное туннелирование. Спинтроника. Сверхпроводниковая электроника. Нано- и квантовые компьютеры. Нанотехнологии в оптоэлектронике.