

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.О.18.01 ЭЛЕКТРОНИКА

Физические основы микро- и наноэлектроники

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль)

11.03.04.31 Микросистемная техника

Форма обучения

очная

Год набора

2019

Красноярск 2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили \_\_\_\_\_

старший преподаватель, Бахтина В.А.

\_\_\_\_\_  
должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

формирование у студентов знаний о фундаментальных физических процессах, лежащих в основе функционирования полупроводниковых приборов, об особенностях и рабочих характеристиках таких приборов, а также о ряде технологических процессов, связанных с производством микропроцессоров.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Основные задачи дисциплины:

изучение основ физики твердого тела, базирующееся на квантовомеханическом подходе;

изучение физики полупроводников;

изучение контактных явлений на границе твердых тел;

изучение физических основ функционирования диодов и транзисторов;

приобретение навыков измерения и анализ параметров полупроводниковых материалов и элементов микросхем;

изучение физических процессов и явлений, перспективных с точки зрения прогресса микропроцессорной техники.

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности</b>	
ОПК-1.1: Понимает фундаментальные законы природы; основные физические и математические методы накопления, передачи и обработки информации	основы физики твердого тела, базирующейся на квантовомеханическом подходе, физики полупроводников, контактных явлений на границе твердых тел физические основы функционирования диодов и транзисторов анализировать основы физики твердого тела, базирующейся на квантовомеханическом подходе, физики полупроводников, контактных явлений на границе твердых тел излагать физические основы функционирования диодов и транзисторов знаниями физических процессов и явлений, перспективных с точки зрения прогресса микропроцессорной техники информацией о физических процессах и явлениях в перспективной микропроцессорной технике

ОПК-1.2: Применяет физические законы и математические методы для решения задач	физические законы и математические методы для решения задач теоретического характера в области полупроводниковых материалов физические законы и математические методы
теоретического и прикладного характера	прикладного характера в области полупроводниковых материалов измерять и анализировать параметры полупроводниковых материалов и элементов микросхем на базе физических законов и математических методов математическим аппаратом и знаниями о физических законов для решения задач теоретического и прикладного характера в области полупроводниковых материалов и приборов на их основе
ОПК-1.3: Использует знания естественных наук и математики при решении практических задач	основы физики твердого тела и квантовой механики физические законы и явления, на которых основаны технологические процессы, используемые при производстве материалов микро- и наноэлектроники использовать знания о физике твердого тела и аппарат квантовой механики для анализа процессов в полупроводниках анализировать технологические процессы микро- и наноэлектроники и точки зрения фундаментальных наук аппаратом квантовой механики для описания основных процессов в полупроводниковых материалах математическим аппаратом для решения задач в области микро- и наноэлектроники
<b>ОПК-2: Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных</b>	

<p>ОПК-2.1: Применяет основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации</p>	<p>основные методы проведения самостоятельных исследований в области полупроводниковых материалов и компонентов на их основе основные средства проведения самостоятельных исследований в области полупроводниковых материалов и компонентов на их основе самостоятельно проводить экспериментальные исследования в области полупроводниковых материалов самостоятельно использовать приемы обработки и представления полученных данных</p> <p>основными методами и средствами проведения самостоятельных экспериментальных исследований в области микро- и нанoeлектроники системой стандартизации и сертификации в области</p>
	<p>микро- и нанoeлектронных устройств и технологии их изготовления</p>
<p>ОПК-2.2: Выбирает способы и средства измерений и проводит экспериментальные исследования</p>	<p>способы проведения самостоятельных экспериментальных исследований физических процессов и явлений, лежащих в основе лежащие в основе микро- и нанoeлектроники средства проведения самостоятельных экспериментальных исследований физических процессов и явлений, лежащих в основе лежащие в основе микро- и нанoeлектроники определять необходимый набор способов и средств для проведения самостоятельных экспериментальных исследований физических процессов и явлений, лежащих в основе лежащие в основе микро- и нанoeлектроники необходимым набором способов и средств для проведения самостоятельных экспериментальных исследований физических процессов и явлений, лежащих в основе лежащие в основе микро- и нанoeлектроники</p>
<p>ОПК-2.3: Обрабатывает и представляет полученные данные и оценивает погрешности результатов измерений</p>	<p>способы обработки и представления данных способы оценки погрешности результатов измерений при решении прикладных задач в области микро- и нанoeлектроники обрабатывать и представлять полученный при расчетах данные оценивать погрешности результатов измерений при решении прикладных задач в области микро- и нанoeлектроники способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных</p>

#### 1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	е
		1
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>2 (72)</b>	
занятия лекционного типа	1 (36)	
лабораторные работы	1 (36)	
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>1 (36)</b>	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Да	
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>	

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п		Модули, темы (разделы) дисциплины		Контактная работа, ак. час.							
				Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
						Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
				Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Физические основы микро- и нанoeлектроники</b>											
		1. Элементы квантовой механики		6							
		2. Физика полупроводников		12							
		3. Контактные явления на границе твердых тел		12							
		4. Перспективные направления микро- и нанoeлектроники		6							
		5. Исследование электропроводности полупроводников						4			
		6. Исследование типа проводимости полупроводника						4			
		7. Исследование природы электрического тока в полупроводнике						4			
		8. Исследование неравновесного состояния полупроводника, возбужденного светом						4			
		9. Исследование зависимости зарядной емкости электронно-дырочного перехода от смещения						4			



10. Исследование вольт-амперной характеристики полупроводникового диода					4			
11. Исследование электрического сопротивления металлических и полупроводниковых пленок					6			
12. Исследование температурной зависимости обратного тока электронно-дырочного перехода					6			
13.							36	
14.								
Всего	36				36		36	

## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Шелованова Г. Н. Физические основы микроэлектроники: учеб.-метод. пособие для студентов напр. подгот. 210100.62 «Электроника и наноэлектроника», 211000.62 «Конструирование и технология электронных средств»(Красноярск: СФУ).
2. Игумнов В. Н. Физические основы микроэлектроники: практикум (Москва: Директ-Медиа).
3. Игумнов В. Н. Физические основы микроэлектроники: учебное пособие (Москва: Директ-Медиа).
4. Томилин В. И., Томилина Н. П., Бахтина В.А Физическое материаловедение: Ч. 1. Пассивные диэлектрики: учеб. пособие для студентов вузов спец. "Проектирование и технология радиоэлектронных средств"(Красноярск: СФУ).
5. Шелованова Г.Н. Физические основы микроэлектроники: метод. указ. по лаб. работам № 1-7 для студентов направлений 654300, 550700, 551100 (Красноярск: ИПЦ КГТУ).
6. Шелованова Г. Н. Физика низкоразмерных систем: учеб.-метод. пособие для самостоят. работы студентов спец. 210100.68 «Электроника и микроэлектроника»(Красноярск: СФУ).
7. Шелованова Г. Н. Физические основы микроэлектроники: учеб.-метод. пособие по лаб. и самостоят. работам напр. подгот. 210100.62 «Электроника и наноэлектроника», 211000.62 «Конструирование и технология электронных средств»(Красноярск: СФУ).

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. Microsoft Windows XP Professional
2. MathCAD
3. MATLAB
4. Microsoft Office Excel
5. Microsoft Office Power Point
6. Adobe Reader

### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. Библиотечная поисково-информационная система E-Library. Режим доступа: <http://elibrary.ru>
2. Поисково-информационная система Яндекс. Режим доступа: <http://www.yandex.ru>
3. НИЦ "Инфра-М" ЭБС. Режим доступа: <http://www.znanium.com>

## **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Образцы полупроводниковых материалов (Ge, Si, GaAs) в виде фрагментов монокристаллов.

Образцы полупроводниковых подложек Ge, Si, GaAs.

Образцы эпитаксиальных изотипных и анизотипных гомо- и гетероструктур Si, GaAs, InP, GaSb.

Различные виды подложек: стекло, ситалл, поликор, нержавеющая сталь.

Образцы различных реальных низкоразмерных систем (на примере пористых полупроводников кремния и арсенида галлия), пористого оксида алюминия.

Презентация дисциплины – слайдовая презентация динамических и статических видеоматериалов, представленная в Microsoft Office Power Point.

Стенд «Нанотехнология», посвященный возможностям нанотехнологии и перспективным направлениям наноэлектроники.

Стенд «Наноструктуры и их применение», посвященный современному состоянию получения и видам наноструктур.

Микроинтерферометр Линника.

Неавтоматизированные измерительные стенды для контроля электрофизических параметров полупроводниковых материалов и эпитаксиальных структур (поверхностного и удельного сопротивления, типа проводимости, диффузионной длины и времени жизни неосновных носителей заряда, определения типа проводимости).