

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

Б1.Б.18 Микроэлектроника

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования

Направленность (профиль)

25.05.03 специализация N 2 "Инфокоммуникационные системы на  
транспорте и их информационная защита":

Форма обучения

очная

Год набора

2018

Красноярск 2023

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Программу составили \_\_\_\_\_

---

должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель изучения дисциплины:  
знакомство с физическими основами полупроводниковой микроэлектроники и принципами построения микроэлектронных приборов и устройств.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: элементную базу современной радиоэлектроники, основные направления миниатюризации радиоэлектронной аппаратуры, характеристики радиоматериалов, компонентов РЭА, электронных приборов и интегральных микросхем (ИМС); влияние конструкции компонентов и свойств используемых материалов на их характеристики, а также о влиянии технологического разброса и условий эксплуатации на основные параметры компонентов РЭА, электронных приборов и ИМС.

Уметь: использовать полученные знания для правильного выбора схемотехнических решений при разработке функционально - специализированных ИМС и элементной базы при разработке радиоэлектронной аппаратуры.

Владеть: навыками измерения параметров материалов, электронных приборов, ИМС и их элементов и компонентов, анализа топологии элементов базовых ячеек ИМС, объективной оценки функциональных и параметрических возможностей элементной базы ИМС

### 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>ОК-3: готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала</b>	
ОК-3: готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	методы саморазвития и самореализации использовать творческий потенциал навыками саморазвития и самореализации
<b>ПК-4: готовностью участвовать в модернизации транспортного радиоэлектронного оборудования, формировать рекомендации по выбору и замене его элементов и систем</b>	

ПК-4: готовностью участвовать в модернизации транспортного радиоэлектронного оборудования, формировать рекомендации по выбору и замене его элементов и систем	элементы и системы транспортного радиоэлектронного оборудования модернизировать транспортное радиоэлектронное оборудование навыками выбора и замены элементов и систем транспортного радиоэлектронного оборудования
---	---

#### **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)	Нет	

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

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

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	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. Введение. История микроэлектроники и основные направления ее развития. Классификация микроэлектронных устройств.</b>									
	1. Введение. Общая характеристика курса. Общая характеристика интегральных микросхем и устройств функциональной микроэлектроники. Понятие микроэлектроники (МЭ). Преимущества и недостатки МЭ. Направления развития микроэлектроники. Краткая характеристика различных интегральных микросхем (ИМС). Функциональная МЭ.	3							
	2. Изучение классификационных признаков и систем условных обозначений ИМС.					8			
	3. Введение. История микроэлектроники и основные направления ее развития. Классификация микроэлектронных устройств. Общая характеристика интегральных микросхем и устройств функциональной электроники.							2	
<b>2. Технологические основы изготовления интегральных микросхем. Базовые технологические операции. Эпитаксия,</b>									

1. Технологические основы изготовления интегральных микросхем. Основные направления микроэлектронной технологии и её задачи. Технологические методы и приёмы создания ИМС: очистка пластин (подложек), получение слоёв диэлектриков, литография, (в том числе оптическая, рентгеновская, электронно-лучевая и ионно-лучевая), диффузионные процессы, эпитаксиальное наращивание.	2							
2. Изучение конструкции и методов изготовления ИМС.					16			
3. Технологические основы изготовления интегральных микросхем. Базовые технологические операции. Эпитаксия, термическое напыление, ионная имплантация, травление, легирование, окисление, фотолитография.							6	
<b>3. Гибридные интегральные микросхемы. Особенности конструкции и расчет элементов. Полупроводниковые интегральные</b>								
1. Гибридные интегральные микросхемы (ГИС). Конструкции ГИС. Элементы тонкоплёночных и толстоплёночных ГИС. Технологические методы изготовления тонких и толстых слоёв материалов. Проектирование топологии ГИС. Достоинства и недостатки ГИС.	2							

<p>2. Полупроводниковые интегральные микросхемы. Типовые конструкции и структура. Диффузионно-планарная и эпитаксиально-планарная технологии изготовления полупроводниковых ИМС. Методы изоляции элементов. Интегральный биполярный транзистор - особенности конструкции, параметры и эквивалентная схема. Многоэмиттерный и многоколлекторный транзисторы. Интегральный биполярный транзистор с затвором Шотки. Интегральные МДП-транзисторы. Интегральные диоды Пассивные элементы на основе биполярных и МДП транзисторных структур - резисторы и конденсаторы, их конструкции и характеристики. Межэлементные соединения. Приборы с зарядной связью. Параметры и характеристики. Топологическое проектирование полупроводниковых ИМС.</p>	3							
<p>3. Интегральные микросхемы СВЧ диапазона. Особенности ИМС СВЧ. Элементы интегральных схем СВЧ: под-ложки, линии передачи (микрополосковая, щелевая, копланарный вол-новод и т.д.), резисторы, индуктивности, конденсаторы, резонаторы, фильтры, СВЧ транзисторы (биполярный, полевой с затвором Шотки и НЕМТ) и диоды (ДБШ, ЛНД и т.д.).</p>	2							
<p>4. Гибридные интегральные микросхемы. Особенности конструкции и расчет элементов. Полупроводниковые интегральные микросхемы. Конструкции и методы изготовления. Интегральные микросхемы СВЧ-диапазона. Полосковые и микрополосковые устройства.</p>						8		
<p><b>4. Функциональная микроэлектроника. Акустоэлектронные устройства. Фильтры и линии задержки на поверхностных</b></p>								



1. Функциональная микроэлектроника. Необходимость перехода от интегральной МЭ к функциональной. Направления развития функциональной МЭ. Оптоэлектроника. Кривоэлектроника. Магнитоэлектроника, Акустоэлектроника. Достижения функциональной МЭ в области создания устройств на поверхностных акустических волнах (ПАВ). Типы и свойства ПАВ. Методы возбуждения и приёма ПАВ. Конструкции, параметры и характеристики основных устройств на ПАВ - линий задержки, фильтров, усилителей.	12							
2. Исследование полосового фильтра на поверхностных акустических волнах.					6			
3. Функциональная микроэлектроника. Акустоэлектронные устройства. Фильтры и линии задержки на поверхностных акустических волнах.							12	
<b>5. Квантовая электроника и микроэлектроника. Физические основы работы оптических квантовых генераторов. Лазеры и</b>								
1. Квантовая электроника и микроэлектроника. Физические основы работы оптических квантовых генераторов. Лазеры и мазеры.	6							
2. Исследование полосковых и микрополосковых СВЧ-фильтров.					6			
3. Квантовая электроника и микроэлектроника. Физические основы работы оптических квантовых генераторов. Лазеры и мазеры.							4	
<b>6. Физические и технологические основы наноэлектроники.</b>								
1. Физические и технологические основы наноэлектроники.	6							

2. Физические и технологические основы наноэлектроники.							4	
3.								
Всего	36				36		36	

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

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

1. Данилов В. С., Раков Ю. Н. Анализ работы и применение активных полупроводниковых элементов: учеб. пособие(Новосибирск: Изд-во НГТУ).
2. Ефимов И. Е., Козырь И. Я. Основы микроэлектроники: учебник (Москва: Лань).
3. Пасынков В. В., Чиркин Л. К. Полупроводниковые приборы: учеб. пособие для вузов(Санкт-Петербург: Лань).
4. Пасынков В. В., Чиркин Л. К. Полупроводниковые приборы: учебное пособие для вузов по направлению подготовки бакалавров и магистров "Электроника и микроэлектроника" и по направлению подготовки дипломированных специалистов "Электроника и микроэлектроника"(Санкт-Петербург: Лань).
5. Данилов В. С. Микроэлектроника СВЧ: учеб. пособие для вузов (Новосибирск: НГТУ).
6. Игнатов А. Н. Оптоэлектроника и нанофотоника: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлениям "Электроника и наноэлектроника", "Телекоммуникации"(Санкт-Петербург: Лань).
7. Барыбин А.А. Электроника и микроэлектроника. Физико-технологические основы: учеб. пособие(Москва: Физматлит).
8. Батушев В. А., Вениаминов В. Н., Ковалев В. Г., Лебедев О. Н., Белкин Б. Г. Микросхемы и их применение: (справочное пособие)(Москва: Радио и связь).
9. Томилин В. И., Томилина Н. П., Бахтина В.А. Технология производства электронных средств: лаб. практикум [для студентов напр. 21100.62(68) «Конструирование и технология электронных средств», 210100.62(68) «Электроника и наноэлектроника», 222900.62(68) «Нанотехнология и микросистемная техника»](Красноярск: СФУ).
10. Бахтина В. А. Микроэлектроника: лаб. практикум для студентов направления 210100 "Микроэлектроника", 210108 "Микросистемная техника"(Красноярск: СФУ).
11. Томилин В. И., Томилина Н. П., Бахтина В. А. Технология производства электронных средств: лаб. практикум для студентов спец. 210000 "Электронная техника, радиотехника и связь", 210100.62 "Электроника и наноэлектроника", 222900.65 "Нанотехнология и микросистемная техника"(Красноярск: СФУ).
12. Бахтина В.А., Левицкий А. А., Маринушкин П. С., Трегубов С. И. Электронные компоненты: лабораторный практикум(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. Стандартный пакет MICROSOFT OFFICE.

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

1. Библиотека СФУ ([bik.sfu-kras.ru](http://bik.sfu-kras.ru)).

### **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)**

Учебный класс с оборудованием для демонстрации презентационного материала и учебных кинофильмов для проведения занятий лекционного типа.

Для проведения лабораторных занятий: учебный класс с 5 персональными компьютерами с выходом в Интернет.