

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

**Заведующий кафедрой**

**Базовая кафедра физики  
твердого тела и нанотехнологий  
(Б-ФТТН\_ИИФР)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

**Заведующий кафедрой**

**Базовая кафедра физики твердого  
тела и нанотехнологий (Б-  
ФТТН\_ИИФР)**

наименование кафедры

**к.ф.-м.н. П.П.Турчин**

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ОСНОВЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ**

Дисциплина Б1.В.04 Основы радиоэлектроники

Направление подготовки / 03.03.02 Физика 03.03.02.01  
специальность Фундаментальная физика 2018г.

Направленность  
(профиль)

Форма обучения очная

Год набора 2018

Красноярск 2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

030000 «ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ»

---

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 03.03.02 Физика 03.03.02.01 Фундаментальная физика

---

2018г.

---

Программу  
составили

доцент, В.С.Бондарев

---

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью преподавания данной дисциплины является:

- ознакомление студентов с теорией и физикой процессов в основных радиоэлектронных устройствах;
- ознакомление с элементной базой современной радиоэлектроники, с основными методами анализа и принципами функционирования аналоговых и цифровых устройств;
- формирование навыка пользоваться методами радиотехники и электроники для схемотехнического проектирования современных радиоэлектронных схем.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен приобрести знания, умения и навыки, необходимые для его профессиональной деятельности, в частности:

- сформировать представление о возможности применения радиоэлектронных устройств на основе понимания принципов их работы;
- овладеть основными навыками анализа и расчета простых радиоэлектронных устройств;
- сформировать навык и умение применять общий анализ и грамотную эксплуатацию аналоговых и цифровых радиоэлектронных устройств, а также правильно использовать численные методы для расчета электрических цепей; рассчитывать параметры полупроводниковых и электронных приборов по их вольтамперным характеристикам, грамотно реализовать их в простейших электронных цепях;
- использовать полученные знания при проведении научных исследований.

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

<b>ПК-3:готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований</b>	
Уровень 1	принципы работы радиоэлектронных устройств
Уровень 1	применять общий анализ и грамотную эксплуатацию аналоговых и

	цифровых радиоэлектронных устройств, а также правильно использовать численные методы для расчета электрических цепей; рассчитывать параметры полупроводниковых и электронных приборов по их вольтамперным характеристикам, грамотно реализовать их в простейших электронных цепях,
Уровень 1	основными навыками анализа и расчета простых радиоэлектронных устройств

#### 1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Перечень основных дисциплин, усвоение которых необходимо студентам для изучения данной дисциплины:

Дифференциальные уравнения физики

Линейная алгебра. Аналитическая геометрия

Математический анализ

Методы математической физики

Механика

Тензорный анализ

Теоретическая механика

Электричество и магнетизм.

Электродинамика

Основные положения курса «Основы радиоэлектроники» являются базовыми для изучения более специализированных дисциплин, в частности:

Квантовая электроника

Физика и методы исследования наноструктур

Физика твёрдого тела

Физические свойства кристаллов.

Перечень основных дисциплин, усвоение которых необходимо студентам для изучения данной дисциплины:

Дифференциальные уравнения физики

Линейная алгебра. Аналитическая геометрия

Математический анализ

Методы математической физики

Механика

Тензорный анализ

Теоретическая механика

Электричество и магнетизм.

Электродинамика

Основные положения курса «Основы радиоэлектроники» являются базовыми для изучения более специализированных

дисциплин, в частности:

Квантовая электроника

Физика и методы исследования наноструктур

Физика твёрдого тела

Физические свойства кристаллов.

1.5 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)	Семестр
		4
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3 (108)</b>	<b>3 (108)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>2 (72)</b>	<b>2 (72)</b>
занятия лекционного типа	1 (36)	1 (36)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия		
практикумы		
лабораторные работы	1 (36)	1 (36)
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>1 (36)</b>	<b>1 (36)</b>
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Зачёт)</b>		

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

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

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение в РЭЛ	2	0	2	0	ПК-3
2	Сигналы и их спектры	4	0	2	4	ПК-3
3	Основы теории электрических цепей	4	0	8	4	ПК-3
4	Линейные электрические цепи при гармоническом воздействии	4	0	8	4	ПК-3
5	Нелинейные цепи с сосредоточенными параметрами	4	0	4	4	ПК-3
6	Полупроводники и полупроводниковые приборы	6	0	8	6	ПК-3
7	Радиоэлектронные устройства	8	0	4	10	ПК-3
8	Элементы вычислительной техники	4	0	0	4	ПК-3
Всего		36	0	36	36	

#### 3.2 Занятия лекционного типа

№	№ раздела	Наименование занятий	Объем в акад. часах
---	-----------	----------------------	---------------------

п/п	дисциплины		Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Электрическая цепь как модель реального устройства. Класс. Электрических цепей: с сосредоточенными или распределёнными параметрами; линейные или нелинейные; с постоянными или изменяющимися параметрами. Задачи анализа и синтеза цепей.	2	0	0
2	2	Информация, сообщение, сигнал. Типы сигналов. Волна. Спектры некоторых сигналов. Спектр периодического сигнала. Ряд Фурье. Спектр периодической последовательности прямоугольных импульсов.	2	0	0
3	2	Спектр непериодического сигнала. Преобразование Фурье. Некоторые свойства спектральных функций. Теорема Рэлея. Сигнал с ограниченным спектром. Теорема Котельникова. Аппаратурная реализация теоремы Котельникова.	2	0	0



4	3	<p>Понятие электрической цепи. Классификация электрических цепей. Элементы линейных электрических цепей. Последовательное и параллельное соединение однородных элементов. Дуальное представление реальных источников.</p>	2	0	0
5	3	<p>Составление уравнений цепи. Принцип суперпозиции для линейных электрических цепей. Метод эквивалентного генератора для линейных цепей. Решение уравнений цепи непосредственным интегрированием. Затухающие колебания в LCR-контуре. Прохождение импульсов через простейшие RC-цепи. Обоснование метода комплексных амплитуд.</p>	2	0	0
6	4	<p>Прохождение гармонических сигналов через простейшие RC-цепи. Частотные фильтры. Последовательный LCR-контур при гармоническом воздействии. АЧХ и ФЧХ. Резонанс напряжений на реактивных элементах.</p>	2	0	0

7	4	Параллельный LCR-контур при гармоническом воздействии. АЧХ и ФЧХ. Резонанс токов в реактивных элементах. Связанные LCR-контур. Вносимые сопротивления и АЧХ для двух одинаковых контуров. Описание свойств четырёхполюсника во временной и частотной областях.	2	0	0
8	5	Нелинейные цепи. Определение напряжений и токов в простых цепях, содержащих нелинейный элемент. Неквазистационарные цепи. Линии передачи. Падающие и отражённые волны в длинной линии. Коэффициент отражения.	2	0	0
9	5	Коэффициент стоячей волны напряжения. Распределение напряжения и тока в линии с коротким замыканием и холостым ходом на конце. Фазовые соотношения. Входное сопротивление отрезка линии при заданной нагрузке на конце. Замечательные свойства четвертьволнового отрезка.	2	0	0

10	6	<p>Зонная модель электропроводности твердых тел. Проводники, диэлектрики, полупроводники. Собственные полупроводники. Генерация и рекомбинация электронов и дырок. Примесные полупроводники. Закон действующих масс для носителей. Функция вероятности Ферми-Дирака. Физический смысл энергии Ферми. Уровень Ферми в собственном и примесных полупроводниках.</p>	2	0	0
11	6	<p>Электронно-дырочный переход. Физические процессы и ВАХ. Зависимость толщины обедненного слоя и емкости р-п перехода от напряжения. Пробой р-п перехода. Обзор различных типов диодов. Работа выпрямителя и параметрического стабилизатора напряжения. Принцип действия биполярного транзистора. ВАХ для включения с общей базой. Входное и выходное дифференциальные сопротивления.</p>	2	0	0

12	6	Транзистор в схеме включения с общим эмиттером. Эквивалентные Т-образные схемы транзистора. Особенности работы транзистора на высоких частотах. Принцип действия и ВАХ полевого транзистора с р-п переходом. Принцип действия и ВАХ полевого транзистора с изолированным затвором.	2	0	0
13	7	Усилитель электрических сигналов и его основные характеристики. Усилительный каскад на биполярном транзисторе в схеме с ОЭ. Температуростабильный каскад усиления на биполярном транзисторе. Усилительный каскад с заземленной нагрузкой. Расчет элементов схемы.	2	0	0
14	7	Обратная связь в усилителях: отрицательная и положительная. Достоинства усилителя с отрицательной обратной связью по напряжению. Эмиттерный повторитель. Проблема усиления медленно изменяющегося напряжения. Дифференциальный каскад. Операционный усилитель. Структура и основные свойства.	2	0	0

15	7	<p>Принцип виртуального замыкания для идеального ОУ и его применения для расчета прецизионных усилителей. Сумматор и интегратор на основе ОУ. Усилители широкополосных и высокочастотных сигналов. Генераторы гармонических сигналов низких частот с RC-цепью. Генератор высокочастотных гармонических сигналов на основе резонансного усилителя. Мультивибратор на дискретных транзисторах. Управление параметрами импульсов.</p>	2	0	0
16	7	<p>Ждущий мультивибратор на дискретных транзисторах. Компаратор и триггер Шмидта на основе ОУ. Вторичные источники питания. Стабилизаторы напряжения. Понятие аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразований. Схема ЦАП на основе R-2R. АЦП непосредственного преобразования и поразрядного взвешивания. Достоинства применения двоичной логики в вычислительных устройствах.</p>	2	0	0

17	8	Основы алгебры логики. Базовые элементы двоичной логики ТТЛ и КМОП, схемы и параметры. Устройства комбинаторной логики на базовых элементах: дешифратор и полусумматор.	2	0	0
18	8	Устройства последовательной логики: RS, D, JK-триггеры. Асинхронные и синхронные триггеры. Двухступенчатые триггеры и счетчики импульсов.	2	0	0
Всего			26	0	0

### 3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в acad. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

### 3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в acad. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Ознакомление с радиоизмерительными приборами. Построение фигуры Лиссажу	2	0	0
2	2	Расчет и реализация делителя напряжения с помощью последовательного включения двух сопротивлений и емкостей.	2	0	0

3	3	Проверка законов последовательного и параллельного включения для сопротивлений, емкостей и индуктивностей.	4	0	0
4	3	Прохождение прямоугольных импульсов через RC - цепи. Дифференцирующая и интегрирующая цепь.	4	0	0
5	4	Прохождение гармонического сигнала через RC - цепи. Расчет и определение частоты среза по осциллографу для ФНЧ и ФВЧ.	4	0	0
6	4	Построение фильтров ППФ и ПЗФ. Расчет и определение частоты среза для этих фильтров по осциллографу	4	0	0
7	5	Исследование полупроводникового диода и диодного мостика. Однополупериодный выпрямитель. Выпрямитель на диодном мостике. Стабилизатор напряжения на 5В.	4	0	0
8	6	Расчет и моделирования усилителя на биполярном транзисторе в схеме с ОЭ. Коэффициент усиления по напряжению равен 100. Выбрать транзистор n-p-n марки BC546 или BC547.	4	0	0
9	6	Собрать генератор гармонических сигналов с помощью мостика Вина или RC цепочки. Определить частоту генерации.	4	0	0
10	7	Собрать генератор прямоугольных импульсов заданной частоты. Использовать схему мультивибратора на двух биполярных транзисторах.	4	0	0
Итого			26	0	0

#### 4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Кузьмин Е.В.	Основы радиоэлектроники и связи: учеб.-метод. пособие для самост. работы	Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012

#### 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

#### 6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Нефедов В. И., Сигов А. С., Нефедов В. И.	Основы радиоэлектроники и связи: учеб. пособие для студентов вузов	Москва: Высшая школа, 2009
Л1.2	Белов Н. В., Волков Ю. С.	Электротехника и основы электроники: учебное пособие	Санкт-Петербург: Лань, 2012
Л1.3	Смирнов Ю. А., Соколов С. В., Титов Е. В.	Физические основы электроники: учебное пособие	Санкт-Петербург: Лань, 2013
Л1.4	Миленина С. А., Миленин Н. К.	Электротехника, электроника и схемотехника: учебник и практикум для академического бакалавриата по инженерно-техническим направлениям и специальностям	Москва: Юрайт, 2016
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Манаев Е. И.	Основы радиоэлектроники	М.: Радио и связь, 1990
Л2.2	Каганов В. И., Битюков В. К.	Основы радиоэлектроники и связи: учеб. пособие для вузов	Москва: Горячая линия-Телеком, 2007



Л2.3	Игумнов Д. В., Костюнина Г. П.	Основы полупроводниковой электроники: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Прикладная информатика" и другим междисциплинарным специальностям	Москва: Горячая линия-Телеком, 2011
<b>6.3. Методические разработки</b>			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Кузьмин Е.В.	Основы радиоэлектроники и связи: учеб.-метод. пособие для самост. работы	Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012

### **7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Э1	Электронный ресурс по радиоэлектронике	1. <a href="http://radio-uchebnik.ru">http://radio-uchebnik.ru</a>
Э2	Уроки по основам радиоэлектроники	2. <a href="http://lessonradio.narod.ru/">http://lessonradio.narod.ru/</a>
Э3	Электронная естественнонаучная библиотека	3. <a href="http://bib.tiera.ru">http://bib.tiera.ru</a>
Э4	Поисковая машина электронных книг	4. <a href="http://www.poiskknig.ru">http://www.poiskknig.ru</a>
Э5	Файловый архив для студентов	5. <a href="http://www.studfiles.ru">http://www.studfiles.ru</a>
Э6	Электронная библиотека	6. <a href="http://gen.lib.rus.ec">http://gen.lib.rus.ec</a>

## **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Самостоятельное изучение теоретического материала и расчет электрических схем необходимо выполнять, используя как основную, так и дополнительную учебную литературу. На лекциях необходимо задавать уточняющие вопросы преподавателю для лучшего усвоения материала.

На лабораторных занятиях необходимо иметь чистые листы бумаги формата А4 для оформления работы. В процессе проектирования электрических схем рекомендуется использовать справочную литературу по соответствующим разделам радиоэлектроники. Для выполнения числовых расчетов при себе необходимо иметь калькулятор.

Перед выполнением лабораторных работ необходимо изучить методические указания. Для этого рекомендуется перед началом занятия самостоятельно прочитать соответствующие разделы лекций.

При оформлении отчета необходимо придерживаться следующего оформления: подготовить титульный лист, определить экспериментально искомые величины, при необходимости, построить электрическую схему, начертить график или рисунок электрических эпюр, в конце работы выделить полученный результат. Все физико-математические выкладки сопровождать подробными комментариями. Указывать размерности физических величин, если того требует логика изложения. Обязательно обсудить физический смысл полученного результата.

## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **9.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

9.1.1	1.Microsoft Office 2007 (или выше).
9.1.2	2.Adobe Reader.
9.1.3	3.NI MultiSim - средство разработки и моделирования электронных схем.

### **9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

9.2.1	Доступ к библиотечному фонду (см. сайт СФУ, раздел «Библиотека», <a href="http://bik.sfu-kras.ru/">http://bik.sfu-kras.ru/</a> ).
-------	---

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

Занятия проводятся в учебных аудиториях для занятий лекционного и лабораторного типа. Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.