

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

Б1.В.01 Основы радиоэлектроники

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

03.03.02 Физика

Направленность (профиль)

03.03.02.33 Фундаментальная и прикладная физика

Форма обучения

очная

Год набора

2022

Красноярск 2023

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили \_\_\_\_\_

доцент, В.С.Бондарев

должность, инициалы, фамилия

## 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

| Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Запланированные результаты обучения по дисциплине  |
|---|--|
| <b>ПК-2: Способен к выполнению физических экспериментов и (или) теоретических исследований по заданной методике, составлению описания проводимых исследований и анализу результатов</b> |  |
| ПК-2.1: Выбирает методы проведения физических экспериментов и (или) теоретических исследований, обобщения и обработки информации  | основы радиоэлектроники<br>проводить экспериментальные (лабораторные) работы в области радиоэлектроники<br>способностью обобщать и обрабатывать информацию |

|  |  |
|--|--|
| ПК-2.2: Оформляет результаты научно-   | требования к оформлению результатов лабораторных работ по радиоэлектронике   |
| исследовательских и (или) опытно-конструкторских работ   | оформлять результаты лабораторных работ навыками представления результатов экспериментальных (лабораторных) работ в области радиоэлектроники |
| ПК-2.3: Составляет отчеты (разделы отчетов) по теме или по результатам проведенных экспериментов | принципы обработки результатов экспериментов<br>составить отчет по выполненным работам<br>навыками оформления отчетов и результатов работ    |

#### **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,<br>зачетных<br>единиц<br>(акад. час) | е |
|--|---|---|
|  |   | 1 |
| <b>Контактная работа с преподавателем:</b> | <b>2,5 (90)</b>                             |   |
| занятия лекционного типа                   | 1 (36)                                      |   |
| лабораторные работы                        | 1,5 (54)                                    |   |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся:</b> | <b>1,5 (54)</b>                             |   |
| курсовое проектирование (КП)               | Нет   |   |
| курсовая работа (КР)                       | Нет   |   |
| <b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>  | <b>1 (36)</b>                               |   |

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

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

| №<br>п/п                       |                          | Модули, темы (разделы) дисциплины  |                          | Контактная работа, ак. час.    |                          |   |                          |  |  |                                     |  |
|--------------------------------|--------------------------|--|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|---|--------------------------|--|--|-------------------------------------|--|
|                                |                          |  |                          | Занятия<br>лекционного<br>типа |                          | Занятия семинарского типа                 |                          |  |  | Самостоятельная<br>работа, ак. час. |  |
|                                |                          |  |                          |                                |                          | Семинары и/или<br>Практические<br>занятия |                          | Лабораторные<br>работы и/или<br>Практикумы |  |                                     |  |
| Всего                          | В том<br>числе в<br>ЭИОС | Всего  | В том<br>числе в<br>ЭИОС | Всего                          | В том<br>числе в<br>ЭИОС | Всего                                     | В том<br>числе в<br>ЭИОС |  |  |                                     |  |
| <b>1. Введение в РЭЛ</b>       |                          |  |                          |                                |                          |   |                          |  |  |                                     |  |
|                                |                          | 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                        |                                |                          |   |                          |  |  |                                     |  |
|                                |                          | 2. Ознакомление с радиоизмерительными приборами. Построение фигуры Лиссажу   |                          |                                |                          | 2   |                          |  |  |                                     |  |
| <b>2. Сигналы и их спектры</b> |                          |  |                          |                                |                          |   |                          |  |  |                                     |  |
|                                |                          | 1. Информация, сообщение, сигнал. Типы сигналов. Волна. Спектры некоторых сигналов. Спектр периодического сигнала. Ряд Фурье. Спектр периодической последовательности прямоугольных импульсов.   | 2                        |                                |                          |   |                          |  |  |                                     |  |

|   |   |  |  |  |   |  |   |  |
|---|---|--|--|--|---|--|---|--|
| 2. Спектр непериодического сигнала. Преобразование Фурье. Некоторые свойства спектральных функций. Теорема Рэлея. Сигнал с ограниченным спектром. Теорема Котельникова. Аппаратурная реализация теоремы Котельникова.   | 2 |  |  |  |   |  |   |  |
| 3. Расчет и реализация делителя напряжения с помощью последовательного включения двух сопротивлений и емкостей.   |   |  |  |  | 4 |  |   |  |
| 4.  |   |  |  |  |   |  | 8 |  |
| <b>3. Основы теории электрических цепей</b>   |   |  |  |  |   |  |   |  |
| 1. Понятие электрической цепи. Классификация электрических цепей. Элементы линейных электрических цепей. Последовательное и параллельное соединение однородных элементов. Дуальное представление реальных источников.   | 2 |  |  |  |   |  |   |  |
| 2. 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. | 2 |  |  |  |   |  |   |  |
| 3. Проверка законов последовательного и параллельного включения для сопротивлений, емкостей и индуктивностей.   |   |  |  |  | 6 |  |   |  |
| 4. Прохождение прямоугольных импульсов через RC-цепи. Дифференцирующая и интегрирующая цепь.  |   |  |  |  | 6 |  |   |  |
| 5.  |   |  |  |  |   |  | 8 |  |
| <b>4. Линейные электрические цепи при гармоническом воздействии</b>   |   |  |  |  |   |  |   |  |

|  |   |  |  |  |   |  |   |  |
|--|---|--|--|--|---|--|---|--|
| 1. Прохождение гармонических сигналов через простейшие RC-цепи. Частотные фильтры. Последовательный LCR-контур при гармоническом воздействии. АЧХ и ФЧХ. Резонанс напряжений на реактивных элементах.  | 2 |  |  |  |   |  |   |  |
| 2. Параллельный LCR-контур при гармоническом воздействии. АЧХ и ФЧХ. Резонанс токов в реактивных элементах. Связанные LCR-контуры. Вносимые сопротивления и АЧХ для двух одинаковых контуров. Описание свойств четырёхполюсника во временной и частотной областях. | 2 |  |  |  |   |  |   |  |
| 3. Прохождение гармонического сигнала через RC - цепи. Расчет и определение частоты среза по осциллографу для ФНЧ и ФВЧ.   |   |  |  |  | 5 |  |   |  |
| 4. Построение фильтров ППФ и ПЗФ. Расчет и определение частоты среза для этих фильтров по осциллографу   |   |  |  |  | 5 |  |   |  |
| 5.   |   |  |  |  |   |  | 8 |  |
| <b>5. Нелинейные цепи с сосредоточенными параметрами</b>   |   |  |  |  |   |  |   |  |
| 1. 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 |  |  |  |   |  |   |  |



|  |   |  |  |  |   |  |   |  |
|--|---|--|--|--|---|--|---|--|
| 2. 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 |  |  |  |   |  |   |  |
| 3. Исследование полупроводникового диода и диодного мостика. Однополупериодный выпрямитель. Выпрямитель на диодном мостике. Стабилизатор напряжения на 5В.   |   |  |  |  | 6 |  |   |  |
| 4.   |   |  |  |  |   |  | 5 |  |
| <b>6. Полупроводники и полупроводниковые приборы</b>   |   |  |  |  |   |  |   |  |
| 1. 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.                          | 2 |  |  |  |   |  |   |  |
| 2. 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. | 2 |  |  |  |   |  |   |  |

|  |   |  |  |  |   |  |    |  |
|--|---|--|--|--|---|--|----|--|
| 3. Транзистор в схеме включения с общим эмиттером. Эквивалентные T-образные схемы транзистора. Особенности работы транзистора на высоких частотах. Принцип действия и ВАХ полевого транзистора с p-n переходом. Принцип действия и ВАХ полевого транзистора с изолированным затвором.            | 2 |  |  |  |   |  |    |  |
| 4. 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.  |   |  |  |  | 8 |  |    |  |
| 5. Собрать генератор гармонических сигналов с помощью мостика Вина или RC цепочки. Определить частоту генерации.   |   |  |  |  | 6 |  |    |  |
| 6.   |   |  |  |  |   |  | 10 |  |
| <b>7. Радиоэлектронные устройства</b>  |   |  |  |  |   |  |    |  |
| 1. 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 |  |  |  |   |  |    |  |
| 2. 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 |  |  |  |   |  |    |  |

|  |   |  |  |  |   |  |    |  |
|--|---|--|--|--|---|--|----|--|
| 3. 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. | 2 |  |  |  |   |  |    |  |
| 4. 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.  | 2 |  |  |  |   |  |    |  |
| 5. Собрать генератор прямоугольных импульсов заданной частоты. Использовать схему мультивибратора на двух биполярных транзисторах.   |   |  |  |  | 6 |  |    |  |
| 6.   |   |  |  |  |   |  | 10 |  |
| <b>8. Элементы вычислительной техники</b>  |   |  |  |  |   |  |    |  |
| 1. Основы алгебры логики. Базовые элементы двоичной логики ТТЛ и КМОП, схемы и параметры. Устройства комбинаторной логики на базовых элементах: дешифратор и полусумматор.   | 2 |  |  |  |   |  |    |  |
| 2. Устройства последовательной логики: RS, D, JK-триггеры. Асинхронные и синхронные триггеры. Двухступенчатые триггеры и счетчики импульсов.   | 2 |  |  |  |   |  |    |  |

|       |    |  |  |  |    |  |    |  |
|-------|----|--|--|--|----|--|----|--|
| 3.    |    |  |  |  |    |  | 5  |  |
| Bcero | 36 |  |  |  | 54 |  | 54 |  |

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

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

1. Нефедов В. И., Сигов А. С., Нефедов В. И. Основы радиоэлектроники и связи: учеб. пособие для студентов вузов(Москва: Высшая школа).
2. Белов Н. В., Волков Ю. С. Электротехника и основы электроники: учебное пособие(Санкт-Петербург: Лань).
3. Смирнов Ю. А., Соколов С. В., Титов Е. В. Физические основы электроники: учебное пособие(Санкт-Петербург: Лань).
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).
5. Манаев Е. И. Основы радиоэлектроники(М.: Радио и связь).
6. Каганов В. И., Битюков В. К. Основы радиоэлектроники и связи: учеб. пособие для вузов(Москва: Горячая линия-Телеком).
7. 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).
8. Кузьмин Е.В. Основы радиоэлектроники и связи: учеб.-метод. пособие для самост. работы(Красноярск: Сиб. федер. ун-т).

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

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

1. Доступ к библиотечному фонду (см. сайт СФУ, раздел «Библиотека», <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)**

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.