

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

Б1.О.21 Электроника

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

11.03.01 Радиотехника

Направленность (профиль)

11.03.01 Радиотехника

Форма обучения

очная

Год набора

2022

Красноярск 2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

PhD, Доцент, А.А. Баскова

должность, инициалы, фамилия

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель изучения дисциплины:

изучение студентами физических принципов действия, характеристик, моделей и особенностей использования в радиотехнических цепях основных типов активных приборов, принципов построения и основ технологии микроэлектронных цепей, механизмов влияния условий эксплуатации на работу активных приборов и микроэлектронных цепей.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Знать: основные типы нелинейных компонентов и активных приборов, используемых в радиоэлектронных средствах (РЭС), их характеристики, параметры, модели, зависимости характеристик и параметров от условий эксплуатации, возможности и особенности реализации различных приборов, компонентов и их соединений технологическими средствами микроэлектроники, типовые режимы использования изучаемых приборов и компонентов в РЭС;

Уметь: использовать активные приборы для построения базовых ячеек РЭС и применять модели линейных и нелинейных компонентов и активных приборов при анализе поведения базовых ячеек, экспериментально определять основные характеристики и параметры широко применяемых нелинейных компонентов и активных приборов;

Владеть: представлениями о тенденциях развития электроники, элементной и технологической базы радиотехники и влиянии этого развития на выбор перспективных технических решений, обеспечивающих конкурентоспособность разрабатываемой аппаратуры.

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 |
|---|---|
| ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности | |
| ОПК-1.1: Понимает фундаментальные законы природы; основные физические и математические методы накопления, передачи и обработки информации | |

| | |
|---|--|
| ОПК-1.2: Применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера | |
| ОПК-1.3: Использует знания естественных наук и математики при решении практических задач | |
| ОПК-2: Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных | |
| ОПК-2.1: Применяет основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации | |
| ОПК-2.2: Выбирает способы и средства измерений и проводит экспериментальные исследования | |
| ОПК-2.3: Обрабатывает и представляет полученные данные и оценивает погрешности результатов измерений | |

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) | Сем естр | |
|---|--|-------------|---|
| | | 1 | 2 |
| Контактная работа с преподавателем: | 4 (144) | | |
| занятия лекционного типа | 2 (72) | | |
| лабораторные работы | 2 (72) | | |
| Самостоятельная работа обучающихся: | 2 (72) | | |
| курсовое проектирование (КП) | Нет | | |
| курсовая работа (КР) | Нет | | |
| Промежуточная аттестация (Зачёт) (Экзамен) | 1 (36) | | |

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 |
| 1. Полупроводниковые приборы | | | | | | | | | |
| | 1. Физические основы полупроводниковой электроники | 8 | | | | | | | |
| | 2. Изучение лабораторный практикум реализуется с применением системы АЛП с удаленным доступом (АЛП УД) «Электроника», в состав которой входит аппаратно-программный комплекс с удаленным доступом (АПК УД) «Электроника». АПК УД разработан в региональном инновационном центре «Центр технологий National Instruments» [http://sfu-kras.ru/studies/sdo/ni] при ФГОУ ВПО «Сибирский федеральный университет» на основе технологии, инструментальных и программных средств National Instruments (NI) – LabVIEW. | | | | | 6 | | | |
| | 3. Полупроводниковые диоды | 6 | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--|----|--|--|--|----|--|--|--|
| <p>4. Лабораторная работа № 1 Измерение и исследование ВАХ и параметров в выпрямительных диодах. Лабораторная работа № 2 Исследование технологического разброса ВАХ и параметров выпрямительных диодов. Лабораторная работа № 3 Исследование работы выпрямительных диодов на переменном токе. Лабораторная работа № 4 Измерение и исследование ВАХ и параметров стабилитронов. Лабораторная работа № 5 Исследование технологического разброса ВАХ и параметров стабилитронов. Лабораторная работа № 6 Исследование работы стабилитрона на переменном токе.</p> | | | | | 14 | | | |
| <p>5. Биполярные транзисторы</p> | 10 | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|--|--|--|--|----|--|--|
| <p>6. Лабораторная работа № 10 Измерение и исследование ВАХ и параметров биполярных транзисторов. Лабораторная работа № 11 Исследование технологического разброса вольт- амперных характеристик и параметров биполярных транзисторов. Лабораторная работа № 12 Исследование работы биполярного транзистора Лабораторная работа № 10 Измерение и исследование ВАХ и параметров биполярных транзисторов. Лабораторная работа № 11 Исследование технологического разброса вольт- амперных характеристик и параметров биполярных транзисторов. Лабораторная работа № 12 Исследование работы биполярного транзистора Лабораторная работа № 10 Измерение и исследование ВАХ и параметров биполярных транзисторов. Лабораторная работа № 11 Исследование технологического разброса вольт- амперных характеристик и параметров биполярных транзисторов. Лабораторная работа № 12 Исследование работы биполярного транзистора.</p> | | | | | | 10 | | |
| 7. Полевые транзистор | 4 | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|--|--|--|--|---|----|--|
| 8. Лабораторная работа № 7 Измерение и исследование ВАХ и параметров полевых транзисторов. Лабораторная работа № 8 Исследование технологического разброса ВАХ и параметров полевых транзисторов. Лабораторная работа № 9 Исследование работы полевого транзистора на переменном токе. | | | | | | 6 | | |
| 9. Тиристоры | 2 | | | | | | | |
| 10. Полупроводниковые приборы | | | | | | | 30 | |
| 2. Электронно-лучевые и фотоэлектронные приборы Электронно-лучевые и фотоэлектронные приборы | | | | | | | | |
| 1. Электронно-управляемые лампы | 3 | | | | | | | |
| 2. Электронно-лучевые и фотоэлектронные приборы | 2 | | | | | | | |
| 3. Шумы электронных приборов | 1 | | | | | | | |
| 4. Электронно-лучевые и фотоэлектронные приборы Электронно-лучевые и фотоэлектронные приборы | | | | | | | 6 | |
| 5. | | | | | | | | |
| 3. Введение. История микроэлектроники и основные направления ее развития. Классификация микроэлектронных устройств. | | | | | | | | |
| 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. | 4 | | | | | | | |
| 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 | |
| 4. Технологические основы изготовления интегральных микросхем. Базовые технологические операции. Эпитаксия, | | | | | | | | |
| 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 | |
| 5. Гибридные интегральные микросхемы. Особенности конструкции и расчет элементов. Полупроводниковые интегральные | | | | | | | | |
| 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>6. Функциональная микроэлектроника. Акустоэлектронные устройства. Фильтры и линии задержки на поверхностных</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 | |
| 7. Квантовая электроника и микроэлектроника. Физические основы работы оптических квантовых генераторов. Лазеры и | | | | | | | | |
| 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 | |
| 8. Физические и технологические основы наноэлектроники. | | | | | | | | |
| 1. Физические и технологические основы наноэлектроники. | 5 | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--|----|--|--|--|----|--|----|--|
| 2. Физические и технологические основы наноэлектроники. | | | | | | | 4 | |
| Всего | 72 | | | | 72 | | 72 | |

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Росадо Л., Терехова В. А., Баскаков С. И. Физическая электроника и микроэлектроника: пер. с испан.(Москва: Высшая школа).
2. Глинченко А. С., Егоров Н. М., Комаров В. А., Сарафанов А. В. Исследование параметров и характеристик полупроводниковых приборов с применением интернет-технологий: учебное пособие для вузов(Москва: ДМК).
3. Умрихин В. В. Физические основы электроники: Учебное пособие (Москва: Издательский дом "Альфа-М").
4. Ефимов И. Е., Козырь И. Я. Основы микроэлектроники: учебник (Москва: Лань).
5. Смирнов Ю. А., Соколов С. В., Титов Е. В. Физические основы электроники: учеб. пособие(Москва: Лань).
6. Былкова Г. К., Кузьмин Е.В., Сенченко Я. И. Электроника: учеб.-метод. пособие для самостоят. работы студентов укрупненной группы 210000 "Электронная техника"(Красноярск: Сиб. федер. ун-т).
7. Былкова Г. К., Кузьмин Е. В., Сенченко Я. И. Электроника: учеб.-метод. пособие для лаб. работ по дисциплине "Электроника"(Красноярск: СФУ).
8. 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).

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. MatLab
2. MathCad
3. LabView

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

1. Электронная библиотека СФУ: <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)

Персональные компьютеры – 8 шт.