

Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет»
Инженерно-физический факультет высоких технологий

Кафедра радиофизики и электроники

Сабитов О. Ю.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНАМ
«ПОЛУПРОВОДНИКОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»
«ПРАКТИКУМ ПО ЭЛЕКТРОНИКЕ»

Ульяновск 2019

Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Полупроводниковая электроника», «Практикум по электронике» / составитель: О. Ю. Сабитов.- Ульяновск: УлГУ, 2020.

Настоящие методические указания предназначены для студентов специальности 03.03.03 «Радиофизика», изучающих дисциплины «Полупроводниковая электроника», «Практикум по электронике». В работе приведены литература по дисциплине, основные темы курса и вопросы в рамках каждой темы, рекомендации по изучению теоретического материала, контрольные вопросы для самоконтроля и тесты для самостоятельной работы.

Студентам они будут полезны при подготовке к лабораторным и практическим занятиям, а также к экзамену по данной дисциплине.

Рекомендованы к использованию ученым советом Инженерно-физического факультета высоких технологий УлГУ, протокол №11 от « 18» июня 2019 г.

1. ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Бурбаева Н. В. Основы полупроводниковой электроники. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. — 312 с. — ISBN 978-5-9221-1379-3.

2. Сабитов, О. Ю. Лабораторные работы по дисциплине "Практикум по электронике": метод. указания. Ч. 1 / О. Ю. Сабитов. – Ульяновск : УлГУ, 2016. – 58 с.

3. Бурбаева Н. В., Днепровская Т. С. Сборник задач по полупроводниковой электронике. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. — 168 с. — ISBN 5-9221-0402-0.

2.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 1. Полупроводниковые диоды.

Основные вопросы темы:

1. Примесные полупроводники. Свойства выпрямляющих контактов. Переход металл-полупроводник. Свойства р-п перехода. Гетеропереход и его свойства [1, с.10-20, 3, с.6-15].
2. Классификация полупроводниковых диодов. выпрямительный полупроводниковый диод и его основные свойства. ВАХ идеального и реального диода. Модель и уравнение ВАХ диода [1, с.23-36, 2, с. 17-18, 3, с. 16-23].
3. Полупроводниковый стабилитрон и его основные свойства. ВАХ идеального и реального стабилитрона [1, с.44-47, 2, с. 23-24, 3, с. 24-28].

Контрольные вопросы:

1. Свойства выпрямляющих контактов. Переход металл-полупроводник.
2. Свойства р-п перехода.
3. Гетеропереход и его свойства.
4. Классификация полупроводниковых диодов.
5. Выпрямительный полупроводниковый диод и его основные свойства.
6. ВАХ идеального и реального диода.
7. Модель и уравнение ВАХ диода.
8. Полупроводниковый стабилитрон и его основные свойства. ВАХ идеального и реального стабилитрона.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Что такое р-п переход?
2. Что такое гетеропереход переход?

3. Приведите классификацию полупроводниковых диодов
4. Какое смещение диода является прямым?
5. Какое смещение диода является обратным?
6. Для стабилизации какой электрической величины используют стабилитрон?

Тесты для самостоятельной работы:

1. В полупроводнике р-типа уровень Ферми расположен:
 - а) посередине запрещенной зоны
 - б) выше середины запрещенной зоны
 - в) ниже середины запрещенной зоны
 - г) зависит от концентрации легирующей примеси
2. В полупроводнике n-типа уровень Ферми расположен:
 - а) посередине запрещенной зоны
 - б) выше середины запрещенной зоны
 - в) ниже середины запрещенной зоны
 - г) зависит от концентрации легирующей примеси
3. В р-n переходе с разными концентрациями легирующей примеси полупроводников р- и n- типа область пространственного заряда
 - а) расположена симметрично относительно металлургической границы
 - б) смещена в область сильно легированного полупроводника
 - в) смещена в область слабо легированного полупроводника
 - г) определяется шириной запрещенной зоны полупроводника
4. Гетеропереходом называется
 - а) контакт полупроводника и диэлектрика
 - б) контакт полупроводника и металла
 - в) контакт полупроводников с одинаковой шириной запрещенной зоны
 - г) контакт полупроводников с разной шириной запрещенной зоны
 - д) контакт металла и диэлектрика
5. Сопротивление идеального диода при обратном включении равно
 - а) бесконечности
 - б) конечной величине
 - в) нулю
 - г) зависит от конкретной цепи
6. Стабилитрон предназначен для стабилизации
 - а) тока
 - б) сопротивления

- в) проводимости
 - г) напряжения
7. Рабочей полярностью стабилитрона является
- а) Анод (+), катод (-)
 - б) Анод (+), катод (+)
 - в) Анод (-), катод (-)
 - г) Анод (-), катод (+)

Тема 2. Биполярные транзисторы..

Основные вопросы темы:

1. Биполярный транзистор как управляемый электронный элемент. Принципы работы биполярных транзисторов. Классификация, режимы работы, схемы включения и основные характеристики биполярных транзисторов. [1, с.51-58].
2. Входные и выходные вольт-амперные характеристики биполярного транзистора в схеме с общей базой эмиттером [1, с. 63-69, 2, с.27-28].
3. Входные и выходные вольт-амперные характеристики биполярного транзистора в схеме с общим эмиттером [1, с. 70-74, 2, с.27-28].

Контрольные вопросы:

1. Биполярный транзистор как управляемый электронный элемент. Принципы работы биполярных транзисторов.
2. Классификация, режимы работы, схемы включения и основные характеристики биполярных транзисторов.
3. Входные и выходные вольт-амперные характеристики биполярного транзистора в схемах с общей базой и общим эмиттером.
4. Достоинства и недостатки биполярного транзистора

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Движение каких носителей заряда происходит в биполярном транзисторе?
2. Что представляет собой входная ВАХ биполярного транзистора в схеме с ОБ?
3. Что представляет собой выходная ВАХ биполярного транзистора в схеме с ОБ?
4. Что представляет собой входная ВАХ биполярного транзистора в схеме с ОЭ?

5. Что представляет собой выходная ВАХ биполярного транзистора в схеме с ОЭ?

Тесты для самостоятельной работы:

1. Для биполярного транзистора в схеме с *общей базой входной ВАХ* является зависимость:

а) $I_K=f(U_{КБ})$

б) $I_B=f(U_{БЭ})$

в) $I_Э=f(U_{ЭБ})$

г) $I_Э=f(U_{КБ})$

2. Для биполярного транзистора ключа в схеме с *общей базой выходной ВАХ* является зависимость:

а) $I_K=f(U_{КБ})$

б) $I_B=f(U_{БЭ})$

в) $I_Э=f(U_{ЭБ})$

г) $I_Э=f(U_{КБ})$

3. Для биполярного транзистора в схеме с *общим эмиттером входной ВАХ* является зависимость:

а) $I_K=f(U_{КБ})$

б) $I_B=f(U_{БЭ})$

в) $I_Э=f(U_{ЭБ})$

г) $I_Э=f(U_{КБ})$

4. Для биполярного транзистора в схеме с *общим эмиттером выходной ВАХ* является зависимость:

а) $I_K=f(U_{КЭ})$

б) $I_K=f(U_{БЭ})$

в) $I_Э=f(U_{ЭБ})$

г) $I_Э=f(U_{КБ})$

Тема 3. Полевые и МДП-транзисторы

Основные вопросы темы:

1. Полевой транзистор как управляемый электронный элемент. Принципы работы полевых транзисторов. Полевой транзистор с управляющим р-п переходом. Полевой транзистор с изолированным затвором. Классификация, режимы работы, схемы включения и основные характеристики полевых и МДП- транзисторов [1, с.92-95, 2, с.47-48].

2. Входные и выходные вольт-амперные характеристики полевого транзистора в схемах с общим затвором истоком [1, с.95-105,].
3. Входные и выходные вольт-амперные характеристики полевого транзистора в схемах с общим истоком [1, с.95-105].

Контрольные вопросы:

1. Полевой транзистор как управляемый электронный элемент. Принципы работы полевых транзисторов.
2. Классификация, режимы работы, схемы включения и основные характеристики полевых и МДП- транзисторов.
3. Полевой транзистор с управляющим р-п переходом.
4. Полевой транзистор с изолированным затвором. Входные и выходные вольт-амперные характеристики полевого транзистора в схемах с общим затвором и общим истоком.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Движение каких носителей заряда происходит в полевом транзисторе?
2. Что представляет собой сток-затворная характеристика полевого транзистора?
3. Что такое крутизна полевого транзистора?

Тесты для самостоятельной работы:

1. Для полевого (МДП)-транзистора в схеме с *общим затвором выходной ВАХ* является зависимость:

а) $I_3=f(U_{3И})$

б) $I_C=f(U_{C3})$

в) $I_И=f(U_{И3})$

г) $I_И=f(U_{C3})$

2. Для полевого (МДП)-транзистора в схеме с *общим истоком выходной ВАХ* является зависимость:

а) $I_C=f(U_{СИ})$

б) $I_C=f(U_{3И})$

в) $I_И=f(U_{И3})$

г) $I_И=f(U_{C3})$

Тема 4. Усилители на основе биполярных транзисторов

Основные вопросы темы:

1. Электронные усилители, их функции и характеристики. Классификация усилителей. Структура усилителя. Элементная база усилителей [1, с.118-121].
2. Режимы работы усилителя [1, с.140-146].
3. Усилительные каскады с общим коллектором (эмиттерный повторитель). Статический режим работы усилителя [1, с.136-13, 3, с.30-34, 49-56].
4. Частотные характеристики усилителя [1, с.157-162]

Контрольные вопросы:

1. Электронные усилители, их функции и характеристики.
2. Классификация усилителей. Структура усилителя.
3. Элементная база усилителей. Усилительные каскады с общим эмиттером.
4. Усилительные каскады с общим коллектором.
5. Усилительные каскады с общей базой.
6. Статический режим работы усилителя. Методы стабилизации положения рабочей точки.
7. Усилители мощности. Режимы работы усилителя.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Что такое АЧХ усилителя?
2. Что такое ФЧХ усилителя?
3. Назовите способы температурной стабилизации рабочей точки усилителя в статическом режиме.
4. В чем достоинства и недостатки усилительного каскада с общей базой?
5. В чем достоинства и недостатки усилительного каскада с общим эмиттером?
6. На основе какой схемы строят эмиттерный повторитель? Чему равен коэффициент усиления по напряжению эмиттерного повторителя?

Тесты для самостоятельной работы:

1. Усилители строятся на основе
 - а) пассивных элементов
 - б) активных элементов
 - в) реактивных элементов
 - г) нет правильного ответа
2. АЧХ усилителя – это зависимость
 - а) частоты сигнала от его амплитуды

- б) частоты сигнала от его фазы
 - в) амплитуды сигнала от его частоты
 - г) амплитуды сигнала от его фазы
3. ФЧХ усилителя – это зависимость
- а) частоты сигнала от его амплитуды
 - б) частоты сигнала от его фазы
 - в) амплитуды сигнала от его частоты
 - г) фазы от частоты

Тема 5. Операционный усилитель

Основные вопросы темы:

1. Дифференциальный каскад – основа операционного усилителя [1, с.173-183].
2. Параметры и характеристики операционного усилителя. Функция операционного усилителя. Корректировка нуля операционного усилителя. Способы подачи сигнала на операционный усилитель. Инвертированное и неинвертированное включение операционного усилителя [1, с.187-197].
3. Виды обратной связи в операционном усилителе. Применение операционного усилителя без обратной связи. Применение операционного усилителя с положительной обратной связью. Применение операционного усилителя с отрицательной обратной связью [1, с.198-211].

Контрольные вопросы:

1. Дифференциальный каскад – основа операционного усилителя.
2. Способы подачи сигнала на операционный усилитель.
3. Функция операционного усилителя.
4. Параметры и характеристики операционного усилителя.
5. Корректировка нуля операционного усилителя.
6. Инвертированное и неинвертированное включение операционного усилителя.
7. Виды обратной связи в операционном усилителе. Применение операционного усилителя без обратной связи.
8. Применение операционного усилителя с положительной обратной связью.
9. Применение операционного усилителя с отрицательной обратной связью.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Назовите способы подачи сигнала на операционный усилитель
2. Что является основными параметрами операционного усилителя?
3. В чем заключается инвертированное включение операционного усилителя?
4. В чем заключается неинвертированное включение операционного усилителя?
5. Какие функции могут быть реализованы на основе операционного усилителя с обратной связью?

Тесты для самостоятельной работы:

1. Какой вариант ответа не является способом подачи сигнала на дифференциальный усилитель?
 - а) противофазный
 - б) однофазный несимметричный
 - в) двухфазный симметричный
 - г) синфазный
2. Выходное напряжение операционного усилителя без обратной связи пропорционально
 - а) произведению входных напряжений
 - б) частному входных напряжений
 - в) сумме входных напряжений
 - г) разности входных напряжений
3. При построении интегрирующего устройства на операционном усилителе цепь обратной связи обязательно содержит
 - а) диод
 - б) конденсатор
 - в) резистор
 - г) индуктивность

Тема 6. Генераторы

Основные вопросы темы:

1. Блокинг-генераторы [3, с.119-127].
2. Генераторы на операционных усилителях [3, с.128-141].
3. Генераторы на логических элементах [3, с.142-154].

Контрольные вопросы:

1. Классификация генераторов. Принципы построения генераторов.
2. Релаксационные генераторы. Активные элементы генераторов. Частотно задающие элементы.
3. Роль обратной положительной связи. Генераторы гармонических колебаний. Генераторы прямоугольных импульсов. Блокинг-генераторы. Генераторы на операционных усилителях и логических элементах.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Назовите активные элементы генераторов
2. Что является частотно задающими элементами генератора?
3. Какова роль положительной обратной связи при работе генератора?
4. Назовите режимы работы генератора прямоугольных импульсов.

Тесты для самостоятельной работы:

1. Работа генератора основана на использовании механизма обратной связи
 - а) индуктивной
 - б) емкостной
 - в) положительной
 - г) отрицательной
2. Временязадающими цепями генератора являются
 - а) резистивные
 - б) емкостные
 - в) индуктивные
 - г) резистивно-емкостные
3. Активными элементами генератора являются
 - а) резисторы
 - б) конденсаторы
 - в) индуктивности
 - г) транзисторы