

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 ДИСЦИПЛИНЕ
«МИКРО- И НАНОСХЕМОТЕХНИКА»

Ульяновск 2020

Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Микро- и наносхемотехника» / составитель: О. Ю. Сабитов.- Ульяновск: УлГУ, 2020.

Настоящие методические указания предназначены для студентов специальности 03.03.03 «Радиофизика», изучающих дисциплину «Микро- и наносхемотехника». 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 практическим занятиям, а также к зачету 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. Миленина, С. А. Электротехника, электроника и схемотехника : учебник и практикум для вузов / С. А. Миленина, Н. К. Миленин ; под редакцией Н. К. Миленина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 406 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04525-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450334>

2. Сабитов О. Ю. Лабораторные работы по дисциплине "Микросхемотехника" : метод. указания. - Ульяновск : УлГУ, 2004. - 64 с.

3. Сажнев, А. М. Цифровые устройства и микропроцессоры : учебное пособие для вузов / А. М. Сажнев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 139 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10883-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453389>

4. Пуховский, В. Н. Электротехника, электроника и схемотехника. Модуль «Цифровая схемотехника» : учебное пособие / В. Н. Пуховский, М. Ю. Поленов. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2018. — 163 с. — ISBN 978-5-9275-3079-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/87782.html>.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 2. Ключевой режим работы транзистора.

Основные вопросы темы:

1. Режимы работы, схемы включения и основные характеристики биполярных и полевых транзисторов [1, с.214-216].
2. Основные свойства ключевой схемы. Особенности биполярного и МДП транзисторных ключей. Режимы отсечки и насыщения транзистора в ключевой схеме [1, с.327-331, 2, с.12-15].
3. Переходные характеристики транзисторного ключа [2, с.15-18].

Контрольные вопросы:

1. Биполярные и МДП - транзисторы (схемы включения, основные характеристики).
2. Транзисторные ключи на биполярных и МДП - транзисторах.
3. Переходные характеристики транзисторного ключа.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Что представляет собой семейство входных ВАХ транзистора в схеме с ОБ?
2. Что представляет собой семейство выходных ВАХ транзистора в схеме с ОБ?
3. Что представляет собой семейство входных ВАХ транзистора в схеме с ОЭ?
4. Что представляет собой семейство выходных ВАХ транзистора в схеме с ОЭ?
5. Что представляет собой сток-затворная характеристика МДП-транзистора с встроенным каналом?
6. Что представляет собой сток-затворная характеристика МДП-транзистора с индуцированным каналом?
7. Охарактеризуйте состояние транзисторного ключа в состоянии отсечки.
8. Охарактеризуйте состояние транзисторного ключа в состоянии насыщения.

Тесты для самостоятельной работы:

1. Для транзисторного ключа в схеме с *общей базой входной ВАХ* является зависимость:
 - а) $I_K=f(U_{KB})$
 - б) $I_B=f(U_{БЭ})$
 - в) $I_Э=f(U_{ЭБ})$
 - г) $I_Э=f(U_{KB})$
2. Для транзисторного ключа в схеме с *общей базой выходной ВАХ* является зависимость:
 - а) $I_K=f(U_{KB})$
 - б) $I_B=f(U_{БЭ})$
 - в) $I_Э=f(U_{ЭБ})$
 - г) $I_Э=f(U_{KB})$
3. Для транзисторного ключа в схеме с *общим эмиттером входной ВАХ* является зависимость:
 - а) $I_K=f(U_{KB})$
 - б) $I_B=f(U_{БЭ})$
 - в) $I_Э=f(U_{ЭБ})$
 - г) $I_Э=f(U_{KB})$

4. Для транзисторного ключа в схеме с *общим эмиттером* выходной ВАХ является зависимость:

а) $I_K=f(U_{KЭ})$

б) $I_K=f(U_{БЭ})$

в) $I_Э=f(U_{ЭБ})$

г) $I_Э=f(U_{КБ})$

5. Для МДП-транзисторного ключа в схеме с *общим затвором* выходной ВАХ является зависимость:

а) $I_З=f(U_{ЗИ})$

б) $I_C=f(U_{СЗ})$

в) $I_И=f(U_{ИЗ})$

г) $I_И=f(U_{СЗ})$

6. Для транзисторного ключа в схеме с *общим эмиттером* выходной ВАХ является зависимость:

а) $I_C=f(U_{СИ})$

б) $I_C=f(U_{ЗИ})$

в) $I_И=f(U_{ИЗ})$

г) $I_И=f(U_{СЗ})$

7. Режим насыщения транзистора соответствует

а) высокоомному состоянию транзистора

б) низкоомному состоянию транзистора

в) и высокоомному, и низкоомному состоянию транзистора

г) ни высокоомному, ни низкоомному состоянию транзистора

8. Режим отсечки транзистора соответствует

а) высокоомному состоянию транзистора

б) низкоомному состоянию транзистора

в) и высокоомному, и низкоомному состоянию транзистора

г) ни высокоомному, ни низкоомному состоянию транзистора

9. Быстродействие транзисторного ключа зависит от

а) величины паразитных емкостей транзистора

б) степени насыщения транзистора

в) величины паразитных емкостей и степени насыщения транзистора

г) нет правильного ответа

Тема 3. Основы булевой алгебры.

Основные вопросы темы:

1. Двоичный код. Прямой, обратный и дополнительный код. Арифметические операции в двоичном коде. Постулаты и теоремы булевой алгебры [3, с.34-52].
2. Основные логические операции. Упрощение булевых функций. Представление логических функций. Каноническая форма логических функций. Логическое и структурное проектирование [3, с.8-30].

Контрольные вопросы:

1. Основы цифровой техники. Булева алгебра, основные постулаты и теоремы.
2. Обратный и дополнительный коды. Выполнение основных арифметических операций в двоичном коде.
3. Основные логические операции. Формы представления логических функций.
4. Синтез логических схем. Минтермы и макстермы.
5. Минимизация логических функций. Методы минимизации логических функций. Карты Карно.
6. Исключающая "ИЛИ" - функция.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Перевести предложенное десятичное число в двоичное
2. Перевести предложенное двоичное число в десятичное
3. Для прямого двоичного кода записать обратный двоичный код
4. Для прямого двоичного кода записать дополнительный двоичный код
5. Сложить два предложенных числа в двоичной форме
6. Вычесть два предложенных числа в двоичной форме
7. Построить таблицу истинности предложенной логической функции
8. Для предложенной логической функции записать каноническую форму СДНФ
9. Для предложенной логической функции записать каноническую форму СКНФ

Тесты для самостоятельной работы:

1. Число 23 в двоичной форме имеет вид
 - а) 11011
 - б) 11001
 - в) 10111
 - г) 11101

2. Двоичное число – 1011 соответствует десятичному числу

- а) 13
- б) 15
- в) 11
- г) 14

143 Обратный двоичный код числа 27 соответствует

- а) 00100
- б) 11001
- в) 00111
- г) 01101

4. Дополнительный двоичный код числа 41 соответствует

- а) 001001
- б) 110010
- в) 010111
- г) 011010

5. Результат умножения двоичного числа 10011 на 8 равен

- а) 10010010
- б) 10011000
- в) 10101110
- г) 10110100

6. Результат деления двоичного числа 1010100 на 4 равен

- а) 10101
- б) 10011
- в) 10101
- г) 10110

7. Выражение для логического высказывания “Не-х и не-у” имеет вид

- а) $F = \bar{X} + \bar{Y}$
- б) $F = \bar{X} \cdot \bar{Y}$
- в) $F = \overline{X \cdot Y}$
- г) $F = \overline{X + Y}$

8. Найти значение логического выражения $F = \bar{X} \cdot \bar{Y}$ при $\bar{X} = 0$, $\bar{Y} = 0$

- а) 1
- б) 2
- в) 3
- г) нет правильного ответа

9. Совершенная дизъюнктивная нормальная форма имеет вид

- а) $F = \prod_{i=0}^{q-1} f_i M_i$

$$\text{б) } F = \prod_{i=0}^{q-1} (f_i + M_i)$$

$$\text{в) } F = \sum_{i=0}^{q-1} f_i m_i$$

$$\text{г) } F = \sum_{i=0}^{q-1} (f_i + m_i)$$

10. Совершенная конъюнктивная нормальная форма имеет вид

$$\text{а) } F = \prod_{i=0}^{q-1} f_i M_i$$

$$\text{б) } F = \prod_{i=0}^{q-1} (f_i + M_i)$$

$$\text{в) } F = \sum_{i=0}^{q-1} f_i m_i$$

$$\text{г) } F = \sum_{i=0}^{q-1} (f_i + m_i)$$

Тема 4. Цифровые ИС - базовые логические элементы

Основные вопросы темы:

1. Структура и принципы работы цифровых систем. Классификация и основные параметры цифровых ИС. Основные логические элементы [2, с.20-24, 4, с.10-14].
2. Схемотехника ДТЛ, ТТЛ. Элементы интегрально-инжекционной логики. Логические элементы на МДП-транзисторах [1, с.334-340, 4, с.14-23].
3. Комбинационные логические устройства [1, с.352-360, 4, с.24-60].

Контрольные вопросы:

1. Основы цифровой техники. Булева алгебра, основные постулаты и теоремы.
2. Обратный и дополнительный коды. Выполнение основных арифметических операций в двоичном коде.
3. Основные логические операции. Формы представления логических функций.
4. Синтез логических схем. Минтермы и макстермы.
5. Минимизация логических функций. Методы минимизации логических функций. Карты Карно.
6. Исключающая "ИЛИ" - функция.
7. Комбинационные устройства. Шифраторы.
8. Дешифраторы.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Дать понятие положительной потенциальной логики
2. Дать понятие отрицательной потенциальной логики
3. Дать понятие коэффициента объединения по входу
4. Дать понятие коэффициента разветвления по выходу
5. Расшифровать аббревиатуру ТТЛ, ТТЛШ, ДТЛ, И²Л, КМДП, n-МДП
6. Дать понятие комбинационных логических устройств
7. Какую функцию выполняет шифратор?
8. Какую функцию выполняет дешифратор?

Тесты для самостоятельной работы:

1. Для положительной потенциальной логики "лог 1" соответствует
 - а) любому значению напряжения
 - б) низкое значение напряжения
 - в) среднее значение напряжения
 - г) высокое значение напряжения
2. Для отрицательной потенциальной логики "лог 1" соответствует
 - а) любое значение напряжения
 - б) низкое значение напряжения
 - в) среднее значение напряжения
 - г) высокое значение напряжения
3. Для положительной потенциальной логики "лог 0" соответствует
 - а) любому значению напряжения
 - б) низкое значение напряжения
 - в) среднее значение напряжения
 - г) высокое значение напряжения
4. Для отрицательной потенциальной логики "лог 0" соответствует
 - а) любое значение напряжения
 - б) низкое значение напряжения
 - в) среднее значение напряжения
 - г) высокое значение напряжения
5. Коэффициент объединения по входу для цифровой ИС соответствует
 - а) числу логических выходов
 - б) числу логических входов
 - в) нет правильного ответа
 - г) общему числу выводов цифровой ИС

6. Коэффициент разветвления по выходу для цифровой ИС определяется
- а) числом логических выходов
 - б) числом логических входов
 - в) нагрузочной способностью цифровой ИС
 - г) общим числом выводов цифровой ИС
7. ТТЛ-логика строится на
- а) многоэмиттерном тиристоре
 - б) однопереходном транзисторе
 - в) многоэмиттерном транзисторе
 - г) многосимисторном эмиттере
8. Количество логических входов в ДТЛ определяется
- а) числом входных эмиттеров многоэмиттерного транзистора
 - б) числом входных диодов
 - в) общим числом входных эмиттеров многоэмиттерного транзистора и числом входных диодов
 - г) нет правильного ответа
9. Для комбинационных логических устройств состояние выходов в данный момент времени определяется
- а) предыдущим состоянием входов
 - б) текущим состоянием входов
 - в) последующим состоянием входов
 - г) нет правильного ответа
10. Аббревиатура И²Л означает
- а) интегральная инверсная логика
 - б) интегральная иммерсионная логика
 - в) интегральная инжекционная логика
 - г) другое

Тема 5. Триггеры

Основные вопросы темы:

1. Структура и классификация триггеров. Методы и принципы проектирования триггерных структур. Синхронные и асинхронные триггеры. Виды синхронизации триггеров [4, с.79-81].
2. RS-триггер, D-триггер, JK-триггер, T-триггер, их таблицы состояний [1, с. 363-370, 2, с.26-29, 4, с.81-94].

Контрольные вопросы:

1. Триггеры: принципы построения, структура и классификация.
2. Схемотехническая реализация триггеров, роль положительной обратной связи. Условия реализации положительной обратной связи.
3. Реализация различных типов триггеров на логических ИМС. Таблицы состояний.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Дать определение триггера
2. Назвать условия реализации ПОС при построении триггеров
3. Дать понятие активного уровня триггера

Тесты для самостоятельной работы:

1. Триггер – это устройство, имеющее
 - а) два устойчивых состояния
 - б) два неустойчивых состояния
 - в) одно устойчивое и одно неустойчивое состояния
 - г) одно устойчивое и два неустойчивых состояния
2. При построении триггеров необходимо
 - а) обеспечить отрицательную обратную связь
 - б) обеспечить положительную обратную связь
 - в) обеспечить и отрицательную и положительную обратную связь
 - г) обратную связь не требуется
3. Активным уровнем триггера с инверсными входами является
 - а) лог.0
 - б) лог.1
 - в) лог.2
 - г) лог.3
4. Счетным триггером называют
 - а) RS-триггер
 - б) D-триггер
 - в) T-триггер
 - г) JK-триггер

Тема 6. Цифровые функциональные узлы последовательностного типа

Основные вопросы темы:

1. Регистры. Принципы построения. Варианты схем [1, с. 373-374, 2, с.31-34, 3, с.96-105].

2. Счетчики электрических импульсов. Принципы построения. Варианты схем [1, с. 371-373, 2, с. 37-40, 3, с.106-113].

Контрольные вопросы:

1. Цифровые функциональные узлы последовательностного типа. Регистры, их классификация.
2. Принципы построения и назначение регистров.
3. Счетчики импульсов: назначение, классификация и параметры.
4. Принципы построения счетчиков импульсов.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Дать понятие цифровых функциональных узлов последовательностного типа
2. Дать классификацию регистров
3. Дать классификацию счетчиков электрических импульсов

Тесты для самостоятельной работы:

1. n -разрядный регистр с параллельным приемом и параллельной выдачей информации обеспечивает запись и считывание всех своих ячеек за
 - а) $2n$ тактовых синхроимпульсов
 - б) $n+1$ тактовых синхроимпульсов
 - в) n^2 тактовых синхроимпульсов
 - г) 2 тактовых синхроимпульса
2. n -разрядный регистр с параллельным приемом и последовательной выдачей информации обеспечивает запись и считывание всех своих ячеек за
 - а) $2n$ тактовых синхроимпульсов
 - б) $n+1$ тактовых синхроимпульсов
 - в) n^2 тактовых синхроимпульсов
 - г) 2 тактовых синхроимпульса
3. n -разрядный регистр с последовательным приемом и параллельной выдачей информации обеспечивает запись и считывание всех своих ячеек за
 - а) $2n$ тактовых синхроимпульсов
 - б) $n+1$ тактовых синхроимпульсов
 - в) n^2 тактовых синхроимпульсов
 - г) 2 тактовых синхроимпульса
4. n -разрядный регистр с последовательным приемом и последовательной выдачей информации обеспечивает запись и считывание всех своих ячеек за

- а) $2n$ тактовых синхроимпульсов
- б) $n+1$ тактовых синхроимпульсов
- в) n^2 тактовых синхроимпульсов
- г) 2 тактовых синхроимпульса

5. Максимальный модуль счета n -разрядного счетчика импульсов равен

- а) $2n$
- б) n
- в) n^2
- г) 2^n

Тема 7. Запоминающие устройства

Основные вопросы темы:

1. Классификация и основные параметры микросхем памяти [2, с.43-48, 3, с.117-119].
2. Структура статических и динамических микросхем ОЗУ. ПЗУ [1, с.375-379].

Контрольные вопросы:

1. Классификация и основные параметры микросхем памяти.
2. Структура микросхем памяти.
3. ПЗУ и РПЗУ: классификация, способы программирования.
Программируемые логические матрицы.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Дать классификацию ОЗУ
2. Назвать основные параметры ЗУ
3. Назвать способы программирования ПЗУ

Тесты для самостоятельной работы:

1. Какой тип ОЗУ требует периодической регенерации информации?
 - а) статические ОЗУ
 - б) динамические ОЗУ
 - в) и статические, и динамические ОЗУ
 - г) ни статические, ни динамические ОЗУ
2. Время выборки ОЗУ характеризует
 - а) помехоустойчивость ОЗУ
 - б) срок службы ОЗУ

- в) быстродействие ОЗУ
 - г) рабочий диапазон температур ОЗУ
3. Масочные ПЗУ допускают
- а) однократную запись информации потребителем
 - б) однократную запись информации на заводе-изготовителе
 - в) многократную запись информации потребителем
 - г) многократную запись информации на заводе-изготовителе
4. Программируемые ПЗУ допускают
- а) однократную запись информации потребителем
 - б) однократную запись информации на заводе-изготовителе
 - в) многократную запись информации потребителем
 - г) многократную запись информации на заводе-изготовителе
5. Репрограммируемые ПЗУ допускают
- а) однократную запись информации потребителем
 - б) однократную запись информации на заводе-изготовителе
 - в) многократную запись информации потребителем
 - г) многократную запись информации на заводе-изготовителе

Тема 8. Формирователи импульсов

Основные вопросы темы:

1. Принципы получения сигналов. Мультивибраторы. Режимы работы мультивибраторов [1, с.282-283, 2, с.50-54].
2. Формирователи и генераторы импульсов на ИС [1, с.285-291, 2, с.57-62].

Контрольные вопросы:

1. Принципы получения сигналов. Мультивибраторы, режимы работы.
2. Ждущий мультивибратор с коллекторно-базовыми связями.
3. Ждущий мультивибратор с эмиттерной связью.
4. Мультивибратор в автоколебательном режиме (схема с коллекторно-базовыми связями).
5. Формирователи и расширители импульсов на ИМС.
6. Мультивибраторы на логических ИМС.

Вопросы для самостоятельной работы:

Тесты для самостоятельной работы:

1. Длительность импульса генератора в ждущем режима определяется

- а) длительностью входного импульса
 - б) амплитудой входного импульса
 - в) частотой следования входных импульсов
 - г) R и C параметрами схемы одновибратора
2. Частота следования импульсов генератора в ждущем режиме определяется
- а) длительностью входного импульса
 - б) амплитудой входного импульса
 - в) частотой следования входных импульсов
 - г) R и C параметрами схемы одновибратора
3. В ждущем режиме схема формирователя импульсов имеет
- а) два устойчивых состояния
 - б) два неустойчивых состояния
 - в) одно устойчивое и одно неустойчивое состояния
 - г) одно устойчивое и два неустойчивых состояния
4. В автоколебательном режиме схема формирователя импульсов имеет
- а) два устойчивых состояния
 - б) два неустойчивых состояния
 - в) одно устойчивое и одно неустойчивое состояния
 - г) одно устойчивое и два неустойчивых состояния

Тема 9. Аналоговые ИС

Основные вопросы темы:

1. Дифференциальный каскад. Расчет по постоянному току. Режим малого сигнала. Входные и выходные каскады дифференциальных усилителей. Инвертирующее включение с ООС. Низкочастотные параметры. Частотная коррекция [1, с. 251-255].
2. Области применения ОУ. Сумматор, интегратор, дифференциатор, логарифмирующий усилитель. Компаратор на операционном усилителе. Умножитель. Автогенератор на ОУ [1, с. 256-264].

Контрольные вопросы:

1. Дифференциальный усилитель, основные параметры, назначение.
2. Способы подачи сигнала на дифференциальный усилитель.
3. Методы повышения коэффициента усиления дифференциального каскада.
4. Операционный усилитель, основные параметры, назначение.
5. Виды обратной связи в операционных усилителях.

6. Схемотехника операционных усилителей.
7. Области применения операционных усилителей.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Назвать способы подачи сигнала на дифференциальный усилитель
2. Дать определение операционного усилителя
3. Для реализации каких функций в ОУ используется ПОС?
4. Для реализации каких функций в ОУ используется ООС?

Тесты для самостоятельной работы:

1. Способы подачи сигнала на дифференциальный усилитель являются
 - а) синфазный
 - б) противофазный
 - в) несимметричный однофазный
 - г) все вышеперечисленные способы
2. Операционный усилитель имеет
 - а) два входа и два выхода
 - б) один вход и два выхода
 - в) один выход и два входа
 - г) один выход и три входа
3. При построении сумматора на ОУ используется
 - а) цепь положительной обратной связи
 - б) цепь отрицательной обратной связи
 - в) цепь и положительной, и отрицательной обратной связи
 - г) цепь обратной связи не используется