

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
для самостоятельной работы по дисциплине  
«Радиофизика»  
студентов магистратуры по направлению 03.04.02 – Физика  
Очная форма обучения

Семенов А. Л.

Ульяновск 2020

**Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине «Радиофизика» студентов магистратуры по направлению 03.04.02 – Физика. Очная форма обучения. Семенов А. Л. - Ульяновск: УлГУ, 2020.**

Настоящие методические указания предназначены для студентов магистратуры по направлению 03.04.02 – Физика, изучающих дисциплину «Радиофизика». В работе приведены методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы, задания для самостоятельного выполнения, список рекомендуемой литературы, программное обеспечение по дисциплине. Предназначены для студентов очной формы обучения при подготовке к лабораторным занятиям и к экзамену (зачету) по данной дисциплине. Рекомендованы к использованию Ученым советом инженерно-физического факультета высоких технологий УлГУ Протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» 2020 г.

## **1. Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы.**

По данной дисциплине организуется и проводится внеаудиторная самостоятельная работа.

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом в объеме не менее 50-70% общего количества часов, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике.

Самостоятельная работа по данной дисциплине состоит из следующих модулей:

- подготовка к лабораторным занятиям;
- подготовка к зачету (экзамену).

При подготовке к лабораторным занятиям и контрольным мероприятиям рекомендуется руководствоваться учебниками и учебными пособиями, в том числе и информацией, полученной в Internet.

Студентам рекомендуется следующий порядок организации самостоятельной работы над темами и подготовки к практическим занятиям:

- ознакомиться с содержанием темы;
- прочитать материал лекций, при этом нужно составить себе общее представление об излагаемых вопросах;
- прочитать параграфы учебника, относящиеся к данной теме;
- перейти к тщательному изучению материала, усвоить теоретические положения и выводы, при этом нужно записывать основные положения темы (формулировки, определения, термины,

воспроизводить отдельные схемы и чертежи из учебника и конспекта лекций).

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет).

## **2. Задания для самостоятельного выполнения.**

### **Тема 1. Радиоэлектронные приборы.**

Электроны и дырки в полупроводниках. Электронно-дырочный переход. Полупроводниковый диод, стабилитрон, варикап, светодиод, фотодиод. Биполярный транзистор, тиристор. Полевые транзисторы.

#### **Рекомендации по изучению темы:**

Вопросы темы изложены в учебно-методическом пособии [3] на с.8-202.

### **Тема 2. Радиоэлектронные устройства.**

Электронные усилители. Обратная связь в усилителях. Операционный усилитель. Генераторы электрических колебаний.

#### **Рекомендации по изучению темы:**

Вопросы темы изложены в учебно-методическом пособии [4] на с.273-297.

### **Тема 3. Радиофизические цепи.**

Электрические фильтры. Переходные процессы в радиоэлектронных цепях. Нелинейные электрические цепи.

#### **Рекомендации по изучению темы:**

Вопросы темы изложены в учебно-методическом пособии [4] на с.120-164.

### **Тема 4. Цифровая техника.**

Ключевой режим работы транзистора. Логические элементы.

Триггеры. Аналого-цифровой преобразователь. Дискретизация и квантование сигнала.

**Рекомендации по изучению темы:**

Вопросы темы изложены в учебно-методическом пособии [5] на с.68-92.

**3. Вопросы для текущего контроля при выполнении лабораторных работ**

**Лабораторные работы из учебно-методического пособия [9]:**

***Лабораторная работа № 1. Полупроводниковый диод***

1. Перечислите правила работы с мультиметром.
2. Какие процессы происходят при контакте двух полупроводников с n- и p-типами проводимости?
3. Напишите уравнение диода и поясните входящие в него величины.
4. Опишите метод экспериментальной проверки уравнения диода.
5. Почему при измерении ВАХ диода используют две схемы?

***Лабораторная работа № 2. Светодиод***

1. Объясните принцип работы светодиода.
2. Объясните принцип работы фотодиода.
3. Объясните принцип работы фотоэлемента.

***Лабораторная работа № 3. Вольтамперная характеристика стабилитрона***

1. Что такое пробой p-n-перехода? Каковы основные виды пробоя?
2. Объясните лавинный пробой. При каком условии он возникает?
3. Что такое туннельный и тепловой пробой.
4. Как изменятся показания амперметра, если его поставить перед резистором? Сопротивление вольтметра 10 МОм.

#### **Лабораторная работа № 4. Стабилизатор напряжения**

1. Нарисуйте вольтамперную характеристику идеального стабилитрона. Объясните принцип работы схемы на рис. 4.1.
2. Получите теоретическую зависимость  $U_2(U_1)$ .
3. Что такое стабилизация напряжения?

#### **Лабораторная работа № 5. Испытание слоев и выпрямительного действия биполярных транзисторов**

1. Что такое биполярный транзистор? Чем отличается эмиттер от коллектора?
2. Почему толщина базы транзистора должна быть малой?
3. Нарисуйте схематично ВАХ р-п-переходов в транзисторе.

#### **Лабораторная работа № 6. Характеристики биполярного транзистора. Часть 1**

1. Объясните эффект управления в транзисторе.
2. Нарисуйте входную и управляющую характеристики транзистора.
3. Как изменятся входная и управляющая характеристики при увеличении толщины базы?

#### **Лабораторная работа № 7. Характеристики биполярного транзистора. Часть 2**

1. Нарисуйте выходную характеристику транзистора.
2. Объясните эффект насыщения выходной характеристики.
3. Как изменится выходная характеристика при увеличении толщины базы?

### **Лабораторная работа № 8. Симистор**

1. Объясните работу динистора и симистора, нарисуйте их ВАХ.
2. Что такое напряжение отпирания  $U_0$  и ток удержания  $I_0$ ?

### **Лабораторная работа № 9. Характеристика включения затвора полевого транзистора**

1. Нарисуйте схему полевого транзистора с управляющим р-п-переходом и объясните принцип его работы.
2. Что такое затвор, исток и сток полевого транзистора?
3. Нарисуйте схематично ВАХ р-п-переходов  $I(U)$ .

### **Лабораторная работа № 10. Управляющий эффект затвора полевого транзистора n-типа**

1. Нарисуйте схематично характеристику управления  $I_c(U_{зи})$ .
2. Дайте определение напряжения отсечки.
3. Дайте определение крутизны управляющей характеристики.

### **Лабораторная работа № 11. Выходные характеристики полевого транзистора**

1. Дайте определение выходной характеристики транзистора.
2. Нарисуйте выходную характеристику транзистора.
3. Дайте определение коэффициента усиления по напряжению.

### **4. Вопросы к экзамену**

1. Электронная и дырочная проводимость полупроводников. Примесные полупроводники.
2. Электронно-дырочный переход. Контактная разность потенциалов. Полупроводниковый диод.

3. Вольт-амперная характеристика полупроводникового диода. Пробой диода.
4. Виды и применение полупроводниковых диодов. Выпрямитель. Варикап. Стабилитрон. Светодиод, фотодиод, оптрон.
5. Биполярные транзисторы. Режимы работы и характеристики.
6. Полевые транзисторы. Транзистор с управляющим р-п переходом.
7. Полевые транзисторы. МДП транзистор.
8. Классификация электронных усилителей. Усилитель низкой частоты с общим эмитером.
9. Классификация электронных усилителей. Усилитель низкой частоты с общим истоком.
10. Обратная связь в усилителях. Влияние обратной связи на коэффициент усиления. Генераторы.
11. Операционный усилитель. Усилитель с регулируемым коэффициентом усиления.
12. Операционный усилитель. Сумматор.
13. Операционный усилитель. Интегратор.
14. Операционный усилитель. Дифференциатор.
15. Переключатели на основе операционного усилителя. Компаратор и триггер Шмитта.
16. Переключатели на основе операционного усилителя. Мультивибратор.
17. Ключевой режим работы транзистора. Идеальный ключ. Логическое отрицание.
18. Логические элементы. Логические операции и их электронная реализация. Стробирование.
19. Триггеры.
20. Дискретизация и квантование сигнала. Параллельный аналого-цифровой преобразователь.



21. Лине́йные четырёхполю́сники. Матрица сопротивлений и проводимостей. Функции четырёхполюсника. Амплитудно-частотная и фазово-частотная характеристики.
22. Электрические фильтры. Фильтры низкой частоты.
23. Электрические фильтры. Фильтры высокой частоты.
24. Электрические фильтры. Полосовой фильтр.
25. Электрические фильтры. Заграждающий фильтр.
26. Переходные процессы в электрических цепях. Размыкание цепи с катушкой индуктивности.
27. Переходные процессы в электрических цепях. Зарядка конденсатора.
28. Переходные процессы в электрических цепях. Разрядка конденсатора.
29. Переходные процессы в электрических цепях. Замыкание цепи с катушкой индуктивности.
30. Свободные колебания в цепочке из LC контуров.
31. Вынужденные колебания в цепочке из LC контуров.
32. Колебания в распределенных системах. Двухпроводная электрическая линия.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **а) Список рекомендуемой литературы**

#### **основная**

1. Белов, Л. А. Радиотехника. Формирование стабильных частот и сигналов: учебник для бакалавриата и магистратуры / Л. А. Белов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 229 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-09062-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/441251>
2. Радиотехнические системы: учебное пособие для бакалавриата и

магистратуры / М. Ю. Застела [и др.] ; под общей редакцией М. Ю. Застела. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 495 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-06598-5. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/441395>

3. Легостаев, Н. С. Твердотельная электроника: учебное пособие / Н. С. Легостаев, К. В. Четвергов. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2011. — 244 с. — ISBN 978-5-4332-0021-0. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/13981.html>

#### **Дополнительная**

4. Электротехника: учебник для вузов / Касаткин Александр Сергеевич, М. В. Немцов. - 7-е изд., стер. - Москва : Высшая школа, 2002. - 542 с.
5. Суханова, Н. В. Основы электроники и цифровой схемотехники : учебное пособие / Н. В. Суханова ; под редакцией В. С. Кудряшов. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. — 96 с. — ISBN 978-5-00032-226-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/70815.html>
6. Формирование колебаний и сигналов : учебник для вузов / А. Р. Сафин [и др.] ; под редакцией В. Н. Кулешова, Н. Н. Удалова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 391 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11281-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/444846>
7. Сажнев, А. М. Электропреобразовательные устройства радиоэлектронных средств : учебное пособие для вузов / А. М.

Сажнев, Л. Г. Рогулина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 219 с. — (Специалист). — ISBN 978-5-534-05008-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/438193>

8. Берикашвили, В. Ш. Радиотехнические системы: основы теории : учебное пособие для академического бакалавриата / В. Ш. Берикашвили. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 105 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-09917-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/441142>

#### **учебно-методическая**

9. **Семенов** А.Л. Электрический волновод : методические указания к лабораторным работам / А. Л. **Семенов**; УлГУ, ИФФВТ, Каф. радиофизики и электроники. - Ульяновск : УлГУ, 2020. - Загл. с экрана; Неопубликованный ресурс. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 491 КБ). - Текст : электронный.

10. **Электродинамика СВЧ** : лабораторный практикум / С. А. Афанасьев, А. П. Гераскин; ИФФВТ. - Ульяновск : УлГУ, 2007. - 72 с. – Режим доступа: <ftp://10.2.96.134/Text/afanasjev1.pdf>

11. **Введение в электродинамику СВЧ** : учеб. пособие / С. А. Афанасьев, Д. Г. Санников; УлГУ, ИФФВТ. - Ульяновск : УлГУ, 2012. - 60 с. – Режим доступа: <ftp://10.2.96.134/Text/afanasjev3.pdf>

#### **б) Программное обеспечение:**

- Операционная система Windows;
- Пакет офисных программ Microsoft Office.

#### **в) Профессиональные базы данных, информационно-**

## **справочные системы:**

### **1. Электронно-библиотечные системы:**

- 1.1. **IPRbooks** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система/ группа компаний Ай Пи Эр Медиа. - Электрон. дан. - Саратов, [2019]. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>.
- 1.2. **ЮРАЙТ** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система/ ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru>.
- 1.3. **Консультант студента** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система/ ООО Политехресурс. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/pages/catalogue.html>.
- 1.4. **Лань** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система/ ООО ЭБС Лань. - Электрон. дан. – С.-Петербург, [2019]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com>.
- 1.5. **Znanium.com** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система/ ООО Знаниум. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <http://znanium.com>.

2. **КонсультантПлюс** [Электронный ресурс]: справочная правовая система/ Компания «Консультант Плюс». - Электрон. дан. - Москва: КонсультантПлюс, [2019].

3. **База данных периодических изданий** [Электронный ресурс]: электронные журналы/ ООО ИВИС. - Электрон. дан. - Москва, [2019]. - Режим доступа: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>.

4. **Национальная электронная библиотека** [Электронный ресурс]: электронная библиотека. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <https://нэб.рф>.

5. **Электронная библиотека диссертаций РГБ** [Электронный ресурс]: электронная библиотека/ ФГБУ РГБ. - Электрон. дан. – Москва,

[2019]. - Режим доступа: <https://dvs.rsl.ru>.

## **6. Федеральные информационно-образовательные порталы:**

6.1. Информационная система [Единое окно доступа к образовательным ресурсам](http://window.edu.ru). Режим доступа: <http://window.edu.ru>.

6.2. Федеральный портал [Российское образование](http://www.edu.ru). Режим доступа: <http://www.edu.ru>.

## **7. Образовательные ресурсы УлГУ:**

7.1. Электронная библиотека УлГУ. Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>.

7.2. Образовательный портал УлГУ. Режим доступа: <http://edu.ulsu.ru>.

## **8. Профессиональные информационные ресурсы:**

8.1. Материалы о менеджменте качества. Режим доступа: <http://quality.eur.ru>.

8.2. Издательство «Стандарты и качество». Режим доступа: <http://www.stq.ru>.

8.3. Ассоциация Деминга. Режим доступа: <http://www.deming.ru>.

Центр «Приоритет». Режим доступа: <http://www.centerprioritet.ru>.