

Министерство образования Республики Беларусь
Учебно-методическое объединение по естественнонаучному образованию



УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь

В.А. Богуш

12.12.2016

Регистрационный № ТД-4.617/тип.

ОСНОВЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

**Типовая учебная программа по учебной дисциплине
для специальностей**

**1-31 04 02 Радиофизика, 1-31 04 03 Физическая электроника, 1-31 04 04
Аэрокосмические радиоэлектронные и информационные системы и
технологии; 1-98 01 01 Компьютерная безопасность (по направлениям)
направление специальности 1-98 01 01-02 Компьютерная безопасность
(радиофизические методы и программно-технические средства);
1-31 03 07 Прикладная информатика (по направлениям) направление
специальности 1-31 03 07-02 Прикладная информатика (информационные
технологии телекоммуникационных систем)**

СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического
объединения по естественнонаучному
образованию



_____ Колстик

27.

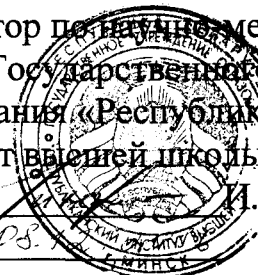
СОГЛАСОВАНО

Начальник Управления высшего
образования Министерства образования
Республики Беларусь

_____ С.А. Касперович

08.12.2016

Проректор по научной и методической
работе Государственного учреждения
образования «Республиканский
институт высшей школы»



_____ И.В. Титович

08.

Эксперт-нормоконтролер

_____ А.А. Герасевич

11.11.2016

СОСТАВИТЕЛИ:

В.М. Борздов, профессор кафедры физической электроники и нанотехнологий Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра микро- и нанoeлектроники учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»;

О.К. Гусев, профессор кафедры «Информационно-измерительная техника и технологии» Белорусского национального технического университета, доктор технических наук, профессор

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой физической электроники и нанотехнологий Белорусского государственного университета
(протокол № 7 от 10.03 2016 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета
(протокол № 5 от 28.04 2016 г.);

Научно-методическим советом по физике учебно-методического объединения по естественнонаучному образованию
(протокол № 5 от 16.05 2016 г.);

Ответственный за редакцию: В.М. Борздов

Ответственный за выпуск: В.М. Борздов

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Основы радиоэлектроники» разработана для студентов, обучающихся по специальностям 1-31 04 02 «Радиофизика», 1-31 04 03 «Физическая электроника», 1-31 04 04 «Аэрокосмические радиоэлектронные и информационные системы и технологии»; 1-98 01 01 «Компьютерная безопасность (по направлениям)» направление специальности 1-98 01 01-02 «Компьютерная безопасность (радиофизические методы и программно-технические средства)»; 1-31 03 07 «Прикладная информатика (по направлениям)» направление специальности 1-31 03 07-02 «Прикладная информатика (информационные технологии телекоммуникационных систем)», в соответствии с требованиями образовательных стандартов высшего образования первой степени по вышеуказанным специальностям.

Целью изучения дисциплины является формирование у студентов систематизированных знаний, умений и навыков в области радиоэлектроники. Ими изучаются методы анализа электрических сигналов, а также физические принципы работы базовых радиоэлектронных цепей и схем. В программу дисциплины «Основы радиоэлектроники» не вошли вопросы, связанные с анализом работы цифровых устройств, поскольку эти устройства изучаются в рамках дисциплины «Интегральная электроника».

Основная задача дисциплины – научить студентов анализировать физические процессы, протекающие в простых радиоэлектронных цепях и устройствах различного назначения, а также проводить расчеты их характеристик.

Учебная дисциплина относится к циклу специальных дисциплин государственного компонента. Для ее успешного усвоения необходимы знания по математическому анализу, аналитической геометрии и линейной алгебре, дифференциальным уравнениям, а также общей физике. В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основные характеристики и методы анализа электрических сигналов;
- методы анализа линейных и нелинейных электрических цепей*;
- принципы работы, основные параметры и характеристики усилительных устройств на транзисторах и операционных усилителях;
- принципы функционирования импульсных и логических устройств;

уметь:

- анализировать вид и спектральный состав различных периодических и непериодических сигналов;

* для специальностей 1-31 04 04 «Аэрокосмические радиоэлектронные и информационные системы и технологии», 1-98 01 01 «Компьютерная безопасность (по направлениям)» направление специальности 1-98 01 01-02 «Компьютерная безопасность (радиофизические методы и программно-технические средства)» и 1-31 03 07 «Прикладная информатика (по направлениям)» направление специальности 1-31 03 07-02 «Прикладная информатика (информационные технологии телекоммуникационных систем)»

- рассчитывать электрические схемы простых усилительных каскадов и нелинейных устройств на транзисторах и операционных усилителях;
- анализировать работу импульсных и логических устройств;

владеть:

- экспериментальными методами исследования характеристик простых линейных и нелинейных электрических цепей;
- методами расчёта и измерения параметров электрических цепей;**
- методами расчёта и измерения параметров электрических схем на транзисторах и операционных усилителях;**
- методами исследования логических и импульсных устройств.**

Освоение типовой учебной программы по учебной дисциплине «Основы радиоэлектроники» должно обеспечить формирование следующих компетенций:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-5. Быть способным вырабатывать новые идеи (креативность).

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

ПК-1. Проводить математическое моделирование физических процессов, приборов и устройств.***

ПК-2. Рассчитывать и анализировать режимы работы приборов, интегральных схем и электронных устройств и намечать пути улучшения их характеристик.***

ПК-3. Выбирать необходимые методы исследования, модифицировать существующие, разрабатывать новые методы и применять их для решения поставленных задач при организации защиты информации.****

ПК-4. Пользоваться глобальными информационными ресурсами.****

ПК-5. Применять профессиональные знания и навыки для проведения научных исследований в области прикладной информатики.*****

ПК-6. Разрабатывать и совершенствовать методы исследований в области информационных и телекоммуникационных систем.*****

ПК-7. Работать с научно-технической информацией с использованием современных информационных технологий.*****

** для направления специальности 1-98 01 01-02 «Компьютерная безопасность (радиофизические методы и программно-технические средства)»

*** для специальностей 1-31 04 03 «Физическая электроника» и 1-31 04 04 «Аэрокосмические радиоэлектронные и информационные системы и технологии»

**** для направления специальности 1-98 01 01-02 «Компьютерная безопасность (радиофизические методы и программно-технические средства)»

***** для направления специальности 1-31 03 07-02 «Прикладная информатика (информационные технологии телекоммуникационных систем)»

ПК-8. Разрабатывать и применять современные информационные технологии. *****

ПК-9. Рассчитывать и анализировать режимы работы радиоэлектронных систем и намечать пути их улучшения. *****

ПК-10. Разрабатывать математические модели радиоэлектронных устройств и систем и проводить вычислительные эксперименты при решении задач проектирования и оптимизации радиоэлектронных систем и устройств. *****

Программа рассчитана максимально на 150 часов, из которых 86 являются аудиторными. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий следующее: лекций – 34 часа, лабораторных работ – 52 часа.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование раздела	Лекции	Лаб. занятия	Всего
1	Введение	1		1
2	Сигналы	3	6	9
3	Пассивные линейные цепи	8	12	20
4	Усилители сигналов	10	12	22
5	Нелинейные цепи	8	12	20
6	Импульсные устройства	4	10	14
	Итого:	34	52	86

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. *Введение.* Предмет и содержание дисциплины. Основные понятия. История развития и современное состояние радиоэлектроники.

2. *Сигналы.* Определение и классификация сигналов. Периодические сигналы. Разложение сложных периодических сигналов на гармонические составляющие. Спектральный состав последовательности прямоугольных импульсов при различных периодах и скважности. Распределение мощности в спектре периодического сигнала. Непериодические сигналы. Спектральная плотность. Спектральная плотность прямоугольного импульса. Корреляционный анализ детерминированных сигналов.

3. *Пассивные линейные цепи.* Классификация цепей. Основные свойства линейных цепей. Линейные четырехполюсники, основные уравнения и эквивалентные схемы. Дифференцирующие и интегрирующие цепи. Колебательные системы. Последовательный и параллельный колебательные контуры. Входное сопротивление и частотные характеристики. Связанные колебательные контуры. Резонансные кривые связанных контуров при слабой,

оптимальной и сильной связи. Электрические фильтры, условие полосы прозрачности. RC- и LC-фильтры.

4. *Усилители сигналов.* Основные показатели и характеристики усилителей. Усилительные элементы. Температурная стабилизация усилительных элементов. Замена усилительных элементов эквивалентным генератором. Предварительные усилители, их принципиальные и эквивалентные схемы. Анализ работы усилителя в области средних, нижних и верхних частот. Обратная связь в усилителях. Влияние обратной связи на параметры усилителей. Расширение полосы пропускания усилителей. Широкополосные и импульсные усилители. Усилители постоянного тока. Дифференциальные усилители. Выходные каскады. Трансформаторные и бестрансформаторные выходные каскады. Инверсные каскады. Эмиттерный повторитель. Операционные усилители, их основные схемы включения.

5. *Нелинейные цепи.* Основные свойства нелинейных цепей. Аппроксимация вольтамперной характеристики. Воздействие гармонического и бигармонического сигналов на нелинейную цепь. Преобразование частоты сигнала. Умножение частоты. Модуляция. Амплитудная модуляция. Балансная и однополосная модуляции. Угловая модуляция. Детектирование. Частотный дискриминатор. Дробный детектор. Генерирование колебаний. Баланс фаз и баланс амплитуд. RC- и LC-генераторы гармонических колебаний.

6. *Импульсные устройства.* Работа транзистора в ключевом режиме. Триггеры. Мультивибраторы. Блокинг-генераторы. Генераторы линейно изменяющегося напряжения и тока. Основные понятия о логических элементах и цифровых устройствах.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. *Борздов, В. М.* Основы радиоэлектроники: курс лекций / В. М. Борздов. Мн.: БГУ, 2003.
2. *Борздов, В. М.* Основы радиоэлектроники: лабораторный практикум / В. М. Борздов, О.Г. Жевняк, А. Н. Сетун. Мн.: БГУ, 2010.
3. *Борздов, В. М.* Основы радиоэлектроники: лабораторный практикум / В. М. Борздов, Г. М. Новик, А. Н. Сетун. Мн.: БГУ, 2002.
4. *Манаев, Е. И.* Основы радиоэлектроники / Е. И. Манаев. М.: Радио и связь, 1990.
5. *Нефедов, В. И.* Основы радиоэлектроники и связи / В. И. Нефедов. М.: Высшая школа, 2002.
6. *Ефимчик, М. К.* Технические средства электронных систем / М. К. Ефимчик. Мн.: Тесей, 2006.
7. *Лачин В.И.* Электроника / В.И. Лачин, Н.С. Савёлов. Ростов н/Д.: Феникс, 2002.

8. *Карлащук, В. И.* Электронная лаборатория на IBM PC: в 2-х томах / В. И. Карлащук. М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2006.
9. *Марченко А.Л.* Основы электроники / А.Л. Марченко. М.: ДМК Пресс, 2012.

Дополнительная литература

1. *Першин, В. Т.* Основы радиоэлектроники / В. Т. Першин. Мн.: Вышэйшая школа, 2006.
2. *Каяцкас, А. А.* Основы радиоэлектроники / А. А. Каяцкас. М.: Высшая школа, 1988.
3. *Быстров Ю. А.* Электронные цепи и устройства / Ю. А. Быстров, И. Г. Мироненко. М.: Высшая школа, 1989.
4. *Прянишников В. А.* Электроника. Курс лекций / В. А. Прянишников. СПб: КОРОНА принт, 2000.
5. *Гусев, В. Т.* Электроника / В. Т. Гусев, Ю. М. Гусев. М.: Высшая школа, 1991.
6. *Кучумов, А. И.* Электроника и схемотехника / А. И. Кучумов. М.: Гелиос АРВ, 2005.
7. *Гаврилов, Л. П.* Нелинейные цепи в программах схемотехнического моделирования / Л. П. Гаврилов. М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2002.
8. *Хоровиц, П.* Искусство схемотехники: в 3-х частях / П. Хоровиц, У. Хилл. М.: Мир, 1983.
9. *Джонс М. Х.* Электроника – практический курс / М. Х. Джонс. М.: Постмаркет, 1999.

Примерный перечень лабораторных работ

1. Спектры периодических сигналов.
2. Дифференцирующие и интегрирующие RC-цепи.
3. Последовательные и параллельные колебательные контуры.
4. Электрические RC-фильтры.
5. Усилитель напряжения низкой частоты.
6. Усилитель напряжения низкой частоты с параллельной отрицательной обратной связью по напряжению.
7. Двухтактный бестрансформаторный усилитель мощности низкой частоты.
8. Амплитудная модуляция и детектирование амплитудно-модулированных сигналов.
9. RC-автогенераторы низких частот.
10. Ограничители уровня сигналов.
11. Мультивибратор с коллекторно-базовыми связями.
12. Ждущий мультивибратор с эмиттерной связью.

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы обучающихся по учебной дисциплине

Каждая лабораторная работа по дисциплине «Основы радиоэлектроники» включает в себя теоретическую часть. В этой части лабораторного практикума

с участием преподавателя обсуждаются и закрепляются физические принципы функционирования изучаемого радиоэлектронного устройства и рассматривается методика его расчёта.

В рамках самостоятельной работы обучающиеся согласно заданным начальным данным, определяемым номером варианта лабораторной работы, рассчитывают и уточняют необходимые значения параметров и характеристик активных и пассивных элементов изучаемой электрической схемы.

При выполнении практической части лабораторной работы обучающиеся собирают рассчитанную ими самостоятельно электрическую схему радиоэлектронного устройства на монтажном стенде и исследуют её работу с помощью соответствующих измерительных приборов, а также проводят компьютерное моделирование этого устройства в средах интерактивного проектирования электронных схем Electronics Workbench или NI Multisim.

Перечень рекомендуемых средств диагностики

1. Индивидуальные задания на лабораторных занятиях;
2. Проверка и анализ результатов расчёта значений параметров и характеристик элементов электрических схем;
3. Письменные отчёты по лабораторным работам;
4. Зачёт по лабораторному практикуму;
5. Тестовые задания по отдельным разделам дисциплины как форма допуска к лабораторным занятиям;
6. Письменные контрольные работы по лекционному курсу;
7. Устный или письменный экзамен по лекционному курсу.

Краткая характеристика инновационного подхода к проведению лабораторных работ по дисциплине

Как уже было отмечено выше, в лабораторном практикуме по дисциплине «Основы радиоэлектроники» помимо выполнения натуральных экспериментов с различными по сложности электронными схемами необходимым условием глубокого понимания и усвоения изучаемого материала является проведение студентами компьютерного моделирования с использованием таких современных программных комплексов интерактивного схемотехнического проектирования, как Electronics Workbench и NI Multisim. Основной особенностью этих программных средств по сравнению с другими известными программами моделирования электронных схем является наличие в их составе виртуальных измерительных приборов, по своему внешнему виду и техническим характеристикам, близких к их промышленным аналогам. При этом большое количество разнообразных моделей, содержащихся в библиотеках пассивных и активных элементов этих программ, а также средств анализа проектируемых схем делает Electronics Workbench и NI Multisim весьма важным средством изучения и наблюдения физических процессов и явлений, протекающих в макетируемых радиоэлектронных устройствах. Параллельное проведение натурального и компьютерного экспериментов в ходе выполнения лабораторного практикума по основам радиоэлектроники позволяет в дальнейшем более эффективно и грамотно использовать полученные при изучении дисциплины знания, умения и навыки в своей дальнейшей практической профессиональной работе.