


**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**(ФГБОУ ВО «ВГУ»)**

**УТВЕРЖДАЮ**

  
Заведующий кафедрой  
электроники  
/ Бобрешов А.М./  
*подпись, расшифровка подписи*

01.06.2023г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.О.32 Радиофизика и электроника

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

03.03.02 «Физика»

2. Профиль подготовки/специализация:

«Физика твердого тела»

3. Квалификация (степень) выпускника: \_\_\_\_\_ бакалавр

4. Форма обучения: \_\_\_\_\_ очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: \_\_\_\_\_ электроники

6. Составители программы: \_\_\_\_\_ Жабин А. С., к.т.н., доцент

7. Рекомендована: НМС физического факультета ВГУ от 25.05.23 г. протокол №5

8. Учебный год: 2025-2026

Семестр(ы): 5

### 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целью дисциплины «Радиофизика и электроника» является ознакомление студентов с теорией и физикой процессов в основных радиоэлектронных устройствах, с элементной базой современной радиоэлектроники, с основными методами анализа и принципами функционирования аналоговых и цифровых радиоэлектронных устройств

### 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам обязательной части блока Б1 дисциплин направления подготовки 03.03.02 «Физика» с профилем подготовки «Физика лазерных и спектральных технологий». Она опирается на следующие дисциплины: «Математический анализ», «Электричество и магнетизм» и «Теория функций комплексного переменного».

### 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Способность применять базовые знания в области физикоматематических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.4	Умение решать типовые задачи с учетом основных понятий и общих закономерностей, сформулированных в рамках базовых дисциплин естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)	знать: основные положения и методы термодинамики и статистической физики уметь: использовать в профессиональной деятельности знания о свойствах макросистем и методах их исследования, применять полученные знания для освоения профильных дисциплин и решения профессиональных задач; владеть (иметь навык(и)): практическими методами исследования макроскопических систем и применять их на практике при решении профессиональных задач
		ОПК-1.5	Умение использовать знания основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	
		ОПК-1.6	Владение навыками использования знаний о методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук при решении практических задач,	

			структурирования естественнонаучной информации	
--	--	--	--	--

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 4 / 144.**

**Форма промежуточной аттестации экзамен.**

**13. Виды учебной работы**

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		5 семестр
Аудиторные занятия	84	84
в том числе: лекции	34	34
практические		
лабораторные	34	34
Самостоятельная работа	24	24
Групповые консультации	16	16
Форма промежуточной аттестации экзамен – 36 час.	36	36
Итого:	144	144

**13.1. Содержание дисциплины**

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	Основная задача радиоэлектроники. Линейные и нелинейные операции. Полупроводниковая электроника: диоды, биполярные и полевые транзисторы	Основная задача радиоэлектроники. Функциональная схема канала передачи информации. Спектральное представление колебаний. Линейные и нелинейные цепи. Полупроводниковая электроника. Электронно-дырочный переход, прямое и обратное смещение. Разновидности диодов и их характеристики. Биполярные транзисторы p-n-p и n-p-n. Схемы включения. Уравнение коллекторного тока в схеме ОБ и ОЭ. Дифференциальные параметры, эквивалентные схемы. Полевые транзисторы: транзистор с управляющим p-n переходом; ВАХ; дифференциальные параметры; эквивалентные схемы. МДП-транзисторы.
1.2	Электронные усилители: типы каскадов, основные параметры усилителей	Электронные усилители. Типы усилительных каскадов: инвертирующие, неинвертирующие, каскады-повторители. Режимы работы усилителей. Фиксация и термостабилизация рабочей точки. Основные параметры каскадов на биполярных и полевых транзисторах; АЧХ и ФЧХ. КПД. Операционный усилитель, дифференциальный каскад: инвертирующий и неинвертирующий входы, синфазный режим. Основные схемы включения ОУ. Обратные связи в усилителях: виды обратной связи; коэффициент усиления при наличии ОС. Примеры обратной связи.
1.3	Модуляция, демодуляция. Преобразование частоты	Метод полиномиальной аппроксимации характеристик НЭ; спектр тока при гармоническом и бигармоническом воздействии. Нелинейные эффекты в усилителях. Получение модулированных колебаний: амплитудная, частотная и фазовая модуляция. Демодуляция сигналов с амплитудной, частотной и фазовой модуляции.

1.4	Электронные генераторы гармонических и релаксационных колебаний; триггер	Электронные генераторы колебаний. Условия самовозбуждения: баланс фаз и амплитуд. Линейная теория LC-генератора с индуктивной связью, условие возбуждения. Кварцевая стабилизация частоты. RC-автогенераторы: с фазосдвигающей RC-цепочкой; мостовая схема генератора. Генераторы релаксационных колебаний: автоколебательный и ждущий режим работы. Триггер: два состояния устойчивого равновесия.
1.5	Вторичные источники питания: выпрямители, сглаживающие фильтры, стабилизаторы напряжения	Преобразователь частоты. Функциональная схема супергетеродинного приемника. Зеркальный канал приема. Синхронный детектор. Вторичные источники питания: выпрямители, сглаживающие фильтры, стабилизаторы напряжения; импульсные источники питания.
1.6	Цифровая электроника	Элементы цифровой электроники. Базовые логические элементы. Логические триггеры. Регистры сдвига и счетчики. Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи.
<b>2. Лабораторные работы</b>		
2.1	Основная задача радиоэлектроники. Линейные и нелинейные операции. Полупроводниковая электроника: диоды, биполярные и полевые транзисторы	Исследование характеристик биполярного транзистора.
2.2	Основная задача радиоэлектроники. Линейные и нелинейные операции. Полупроводниковая электроника: диоды, биполярные и полевые транзисторы	Исследование характеристик полевого транзистора.
2.3	Электронные усилители: типы каскадов, основные параметры усилителей	Исследование операционного усилителя.
2.4	Электронные усилители: типы каскадов, основные параметры усилителей	Исследование особенностей работы мультивибратор.
2.5	Электронные усилители: типы каскадов, основные параметры усилителей	Исследование особенностей электронного усилителя с RC обратной связью.
2.6	Электронные усилители: типы каскадов, основные параметры усилителей	Исследование триггера.

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)					Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Групповые консультации	
1	Основная задача радиоэлектроники. Линейные и нелинейные операции. Полупроводниковая электроника: диоды, биполярные и полевые	6		8	7	3	24

	транзисторы						
2	Электронные усилители: типы каскадов, основные параметры усилителей	6		6	5	3	20
3	Модуляция, демодуляция. Преобразование частоты	6		5	3	3	17
4	Электронные генераторы гармонических и релаксационных колебаний; триггер	6		5	3	3	17
5	Вторичные источники питания: выпрямители, сглаживающие фильтры, стабилизаторы напряжения	5		5	3	2	15
6	Цифровая электроника	5		5	3	2	15
	Итого:	34		34	24	16	144

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для успешного освоения дисциплины необходима регулярная и планомерная работа с конспектом лекций и литературой.

Лекции представляет собой систематическое, последовательное изложение учебного материала. На лекциях от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. Качественный конспект должен легко восприниматься зрительно, в его тексте следует соблюдать абзацы, выделять заголовки, пронумеровать формулы, подчеркнуть термины. Рекомендуется записывать не каждое слово лектора, а постараться записать его основную мысль, используя понятные сокращения.

После окончания лекции нужно просматривать конспект для определения материала, вызывающего затруднения для понимания. После этого следует обратиться к рекомендуемой в настоящей программе литературе с целью углубленного изучения проблемного вопроса. В общем случае работа лишь с одним литературным источником часто является недостаточной для полного понимания, поэтому необходимо просматривать несколько источников для выбора того, который наиболее полно и доступно освещает изучаемый материал. В случае если проблемы с пониманием остались, необходимо обратиться к преподавателю на ближайшей лекции с заранее

сформулированными вопросами.

Для успешного освоения лекционного курса рекомендуется регулярно повторять изученный материал.

Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает

следующие составляющие:

- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;
- работа над темами для самостоятельного изучения;
- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;
- подготовка зачету.

Кроме литературы из основного списка рекомендуется самостоятельно использовать дополнительную. Независимо от вида учебника, работа с ним должна происходить в

течение всего семестра. Эффективнее работать с учебником не после, а перед лекцией.

В процессе самостоятельной работы следует занимать активную позицию и пользоваться

не только рекомендованной литературой, но и самостоятельно найденными источниками.

При изучении дисциплины рекомендуется использовать возможности сети интернет для

получения дополнительной информации по рассматриваемой теме.

## 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Базлов, Е. Ф. Радиотехнические цепи и сигналы : учебное пособие / Е. Ф. Базлов. — Казань : КНИТУ-КАИ, 2016. — 232 с. — ISBN 978-5-7579-2159-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/149562">https://e.lanbook.com/book/149562</a>
2.	Евдокимов, А. О. Радиотехнические цепи и сигналы. Сборник задач и упражнений : учебное пособие / А. О. Евдокимов, С. А. Охотников. — Йошкар-Ола : ПГТУ, [б. г.]. — Часть 2 — 2017. — 96 с. — ISBN 978-5-8158-1887-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/102703">https://e.lanbook.com/book/102703</a>
3.	Степанов, М.А. Радиофизика : учебно-методическое пособие : [16+] / М.А. Степанов, А.В. Никулин ; Новосибирский государственный технический университет. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. — 62 с. : ил., табл. — Режим доступа: по подписке. — URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=575288">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=575288</a>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4.	Потемкин, Василий Васильевич. Радиофизика : Учебное пособие для студентов физических специальностей вузов / В.В. Потемкин. — М. : Изд-во Московского университета, 1988. — 259,[1] с. : ил., табл.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Источник
1	Поисковая система <a href="http://e-library.ru">e-library.ru</a>
2	Поисковая система <a href="http://google.ru">google.ru</a>
3	Архив научных журналов <a href="http://arch.neicon.ru/">http://arch.neicon.ru/</a>
4	Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Библиотека <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
5	Электронный каталог ЗНБ ВГУ <a href="https://www.lib.vsu.ru/">https://www.lib.vsu.ru/</a>
6	ЭБС "Издательства "Лань" <a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>
7	ЭБС "Университетская библиотека online" <a href="https://biblioclub.lib.vsu.ru">https://biblioclub.lib.vsu.ru</a>
8	Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" <a href="https://rucont.ru">https://rucont.ru</a>
9	Виртуальная обучающая среда Moodle < <a href="https://edu.vsu.ru">https://edu.vsu.ru</a> >

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1.	Электронный курс для дистанционного обучения «Радиофизика и электроника»: < <a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=9695">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=9695</a> >
2.	Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы обучающимися в бакалавриате по направлению "Физика" [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие : [для студ. 4-го курса направления 03.03.02 Физика] / Сост.: Л.Ю. Леонова, Л.В. Титова ; Воронеж. гос. ун-т. — Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2019.
3.	Функциональная электроника : учебное пособие / [А.М. Бобрешов и др.] ; Воронеж. гос. ун-т. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2019. — 154 с. : ил., цв. ил. — Авт. указаны на обороте тит. л. — Библиогр.: с. 153-154.
4.	<a href="#">Коровченко, Игорь Сергеевич</a> . Оптоэлектроника [Электронный ресурс] : учебное пособие : [для студ. старших курсов физ. фак.; для направления 03.03.03 - Радиофизика] / И.С. Коровченко, А.А. Потапов, Г.К. Усков ; Воронеж. гос. ун-т. — Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2015. — Загл. с титул. экрана. — Свободный доступ из интранета ВГУ. — Текстовые файлы. — Windows 2000 ; Adobe Acrobat Reader. — <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m15-241.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m15-241.pdf</a> >.

## 17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

Мультимедийные презентации

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лекционная аудитория с проектором и оборудованным местом для подключения ноутбуков преподавателей. Маркерная доска, набор маркеров.

Аудитория для проведения лабораторных занятий с лабораторными стендами для выполнения работ: «Исследование характеристик биполярного транзистора», «Исследование характеристик полевого транзистора», «Изучение особенностей работы

операционного усилителя», «Изучение особенностей работы мультивибратор»,

«Изучение особенностей работы электронного усилителя с RC обратной связью»,

«Изучения принципа работы триггера». 4 осциллографа, 10 источников питания, 3 вольтметра, два генератора синусоидального напряжения, генератор прямоугольных импульсов, генератор пилообразного напряжения.

## 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Оценочные средства
1	Раздел 1.1 – 1.7, 2.1 – 2.6	ОПК-1. Способность применять базовые знания в области физикоматематических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.4 ОПК-1.5 ОПК-1.6	Вопросы к разделу, тестовые задания
Промежуточная аттестация. Форма контроля – экзамен				Список вопросов к экзамену

## 20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1 Текущий контроль успеваемости

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
---------------------------------	--------------------------------------	--------------

При сдаче экзамена обучающийся получает билет с 2 вопросами. Для получения оценки отлично, обучающийся должен ответить правильно и полно на два вопроса. Обучающийся должен ответить на дополнительные вопросы и продемонстрировать владение понятийным аппаратом, способность применить полученные знания на практике.	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
Оценка хорошо выставляется, в случае когда обучающийся может ответить на два вопроса. Обучающийся продемонстрировать владение понятийным аппаратом, способность применить полученные знания на практике.	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
Для получения оценки удовлетворительно, обучающийся должен ответить хотя бы на один вопрос из билета.	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
Оценка не зачтено ставится, когда обучающийся не смог дать ответ ни на один из двух вопросов билет, демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.	–	<i>Неудовлетворительно</i>

## 20.2 Перечень вопросов к экзамену:

1. Основная задача радиоэлектроники. Функциональная схема системы передачи информации. Основные операции в радиоэлектронике;
2. Спектральное представление сигнала. Свойства гармонических спектров сигналов.
3. Разложение сигнала по базису функций времени. переходная характеристика, импульсная характеристика
4. Правила Кирхгофа. Методы анализа линейных цепей;
5. Линейные цепи. Простейшие линейные элементы. Принцип суперпозиции.
6. Метод переменных состояний. Метод комплексных амплитуд;
7. Нелинейные цепи. Методы анализа нелинейных цепей;
8. Электронно-дырочный переход, прямое и обратное смещение. Формула Шокли;
9. Применение диодов (выпрямители, светодиоды, фотодиоды, стабилитрон, варикап);
10. Биполярные транзисторы р-п-р и п-р-п. Схемы включения. Режимы работы биполярного транзистора;
11. ВАХ транзистора. Дифференциальные параметры, эквивалентные схемы;
12. Полевые транзисторы с управляющим р-п переходом. МДП-транзисторы. Дифференциальные параметры, эквивалентные схемы;
13. Электронные усилители (инвертирующие, неинвертирующие, каскады-повторители);
14. Режимы работы усилителей. Основные параметры каскадов на биполярных и полевых транзисторах. АЧХ и ФЧХ. КПД;
15. Операционный усилитель, параметры ОУ;
16. Схемы включения ОУ;
17. Обратные связи в усилителях: виды обратной связи. Коэффициент усиления при наличии ОС;
18. Электронные генераторы колебаний. Условия самовозбуждения: баланс фаз и амплитуд, Анализ работы автогенератора на основе решения его дифференциального уравнения;
19. Кварцевая стабилизация частоты. RC-автогенераторы: с фазосдвигающей RC-цепочкой. Генераторы релаксационных колебаний: автоколебательный и ждущий режим работы;
20. Амплитудная модуляция/демодуляция. Спектр тока при гармоническом и бигармоническом воздействии;
21. Частотная и фазовая модуляция/демодуляция;
22. Радиоприемные устройства. Функциональные схемы приемника прямого усиления и супергетеродинного приемника;
23. Преобразователь частоты. Зеркальный канал приема;
24. Вторичные источники питания. Выпрямители. Сглаживающие фильтры;
25. Стабилизаторы напряжения;
26. Импульсные источники питания;
27. Элементы цифровой электроники. Базовые логические элементы;
28. Логические триггеры;



29. Регистры сдвига и счетчики;
30. Шифраторы и дешифратором;
31. Мультиплексором и демультимплексоры;
32. Цифро-аналоговые преобразователи;
33. Аналого-цифровые преобразователи.

#### **Перечень практических заданий**

- Исследование характеристик биполярного транзистора.
- Исследование характеристик полевого транзистора.
- Изучение особенностей работы операционного усилителя
- Изучение особенностей работы мультивибратор.
- Изучение особенностей работы электронного усилителя с RC обратной связью.
- Изучения принципа работы триггера.