

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

электроники



Усков Г.К.

20.05.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.09 Радиозлектроника

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

03.03.03 Радиофизика

2. Профиль подготовки/специализация:

Радиофизика, электроника и инфокоммуникации

3. Квалификация выпускника: бакалавр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: электроники

6. Составители программы: Нескородов Станислав Евгеньевич, к.ф.-м.н.; Нескородова Ольга Владимировна

7. Рекомендована: НМС физического факультета 20.05.2025, № протокола: 5

8. Учебный год: 2027/2028

Семестр(ы)/Триместр(ы): 5

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Курс знакомит студентов с физическими принципами действия полупроводниковых приборов, основами теории цепей и сигналов, а также – с основными элементами цифровой и аналоговой схемотехники. Лекционный курс сопровождается лабораторным практикумом.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Радиоэлектроника» относится к обязательной части. Она опирается на следующие дисциплины: "Математический анализ", "Электричество и магнетизм".

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

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-2	Способен принимать участие в научных исследованиях радиоэлектронных приборов и систем различного назначения	ПК-2.1	Владеет фундаментальными знаниями физическими основ и принципов функционирования радиоэлектронных приборов и систем и применяет их при проведении научных исследований	Знать: основные соотношения алгебры логики, виды обратных связей. Уметь: применять радиофизические методы для решения задач в других областях физики. Владеть: навык анализа дифференциальных уравнений, описывающие колебательные процессы.
		ПК-2.2	Применяет знания в области теории электрических колебаний и электромагнитных волн для решения профессиональных задач, в том числе при проведении научных исследований	
		ПК-2.3	Владеет базовыми знаниями в области анализа радиотехнических цепей и сигналов и применяет их в профессиональной деятельности	
		ПК-2.4	Владеет базовыми знаниями в области цифровой электроники и применяет их при решении профессиональных задач	
ПК-3	Способен эксплуатировать и разрабатывать радиоэлектронные приборы и системы	ПК-3.1	Понимает принципы работы, методы и правила эксплуатации современной радиоэлектронной	знать: основные понятия радиофизики и электроники. уметь: пользоваться лабораторными измерительными приборами.

	различного назначения		аппаратуры и оборудования	владеть (иметь навык(и)): навыком спектрального анализа сигналов.
		ПК-3.3	Производит численный расчет основных характеристик радиоэлектронных приборов и систем различного назначения	
		ПК-3.4	Проводит анализ моделей радиоэлектронных приборов и средств различного назначения, применяя специализированное программное обеспечение и системы автоматизированного проектирования	
		ПК-3.2	Проводит анализ известных известных технических решений радиоэлектронных приборов и систем, формирует набор их возможных реализаций и производит их обоснованный выбор	
ПК-1	Способен проводить отдельные виды исследований в рамках поставленных задач по стандартным методикам	ПК-1.5	Проводит лабораторный или компьютерный эксперимент в соответствии с установленными полномочиями, принимает участие в его планировании, составляет его описание и формулирует выводы	знать: основные соотношения алгебры логики, виды обратных связей. уметь: применять радиофизические методы для решения задач в других областях физики. владеть (иметь навык(и)): навык анализа дифференциальных уравнений, описывающие колебательные процессы.
		ПК-1.6	Обрабатывает полученные результаты исследований с использованием стандартных методов (методик)	
		ПК-1.8	Оформляет результаты лабораторного или компьютерного эксперимента в соответствии с действующими требованиями	

Форма промежуточной аттестации экзамен

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			5
Аудиторные занятия		68	68
в том числе:	лекции	34	34
	практические		
	лабораторные	34	34
Самостоятельная работа		40	40
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации (экзамен – __ час.)		36	36
Итого:		144	144

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
1. Лекции			
1.1	Полупроводниковая электроника: диоды, биполярные и полевые транзисторы	Полупроводниковая электроника. Электронно-дырочный переход, прямое и обратное смещение. Разновидности диодов и их характеристики. Биполярные транзисторы р-п-р и п-р-п. Схемы включения. Уравнение коллекторного тока в схеме ОБ и ОЭ. Дифференциальные параметры, эквивалентные схемы. Полевые транзисторы: транзистор с управляющим р-п 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.	
2. Практические занятия			
2.1			
2.2			
3. Лабораторные занятия			

3.1	Полупроводниковая электроника: диоды, биполярные и полевые транзисторы	Исследование характеристик биполярного транзистора.	
3.2	Полупроводниковая электроника: диоды, биполярные и полевые транзисторы	Исследование характеристик полевого транзистора.	
3.3	Электронные усилители: типы каскадов, основные параметры усилителей	Исследование операционного усилителя	
3.4	Электронные усилители: типы каскадов, основные параметры усилителей	Исследование особенностей работы мультивибратор	
3.5	Электронные усилители: типы каскадов, основные параметры усилителей	Исследование особенностей электронного усилителя с RC обратной связью	
3.6	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 (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Полупроводниковая электроника: диоды, биполярные и полевые транзисторы	6		6	7	19
2	Электронные усилители: типы каскадов, основные параметры усилителей	6		6	7	19
3	Модуляция, демодуляция.	5		5	7	17

	Преобразование частоты					
--	------------------------	--	--	--	--	--

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. Рекомендуются 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.	Баскаков, Святослав Иванович. Радиотехнические цепи и сигналы : Учебник для студ. вузов / С.И. Баскаков .— 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Высшая школа, 2000 .— 462 с. : ил. — ISBN 5-06-003843-2.
2.	Гоноровский, Иосиф Семенович. Радиотехнические цепи и сигналы : учебник для студ. радиотехн. спец. вузов / И.С. Гоноровский .— 2-е изд., перераб. — М. : Советское радио, 1971 .— 671,[1] с. : ил.

3.	Хорвиц, Роберт. Руководство для начинающих радиовещателей / Ин-т "Открытое о-во" .— М. : Магистр, 1998 .— 132,[1] с. : ил., схем., табл. — ISBN 5-89317-078-4 : 15.00.
----	--

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1.	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	Ресурс
1.	https://lib.vsu.ru/zgate?Init+elib.xml,simple_elib.xsl+rus
2.	https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1486
3.	https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1457
4.	https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1436
5.	https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1401
6.	https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1360
7.	https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1344
8.	https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1343
9.	https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1336
10.	https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1310

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Шалимова К.В. Физика полупроводников. М.: Энергоатомиздат, 1985. – 392с.
2	Зи С. Физика полупроводниковых приборов / С. Зи; Пер. с англ.; под ред. А. Ф. Трутко. – М. : Энергия, 1973. – 655с.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

Мультимедийные презентации

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лекционная аудитория (ауд. 428): специализированная мебель, ноутбук, проектор, экран, маркерная доска

Microsoft Windows, Linux, Open Office, браузер Google Chrome

Учебная аудитория (ауд. 420): специализированная мебель, осциллографы, источники питания, вольтметры, генераторы синусоидального напряжения, генератор прямоугольных импульсов, генератор пилообразного напряжения, лабораторные стенды «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»

Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 423): специализированная мебель, компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ

Microsoft Windows, Linux, OpenOffice, браузер Google Chrome

Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 410): специализированная мебель, компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ

Microsoft Windows, Linux, OpenOffice, браузер Google Chrome, MatLab, NI LabView, Python

Компьютерный класс (ауд. 412) специализированная мебель, принтер, сканер, компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ

WinPro, Linux Mint, Open Office, AWR Studio, Anaconda, MicroCap Evaluation, Maxima, Octave, CoLD, Cube, Lazarus

Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 407): специализированная мебель, компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ

WinPro, OfficeSTD, Интернет-браузер Google Chrome Mozilla Firefox, MatLab, NI LabView, Python

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
	Электронные усилители: типы каскадов. Стабилизаторы напряжения Цифровая электроника	ПК-2 Способен принимать участие в научных исследованиях радиоэлектронных приборов и систем различного назначения	ПК-2.1 Владеет фундаментальными знаниями физических основ и принципов функционирования радиоэлектронных приборов и систем и применяет их при проведении	Устный ответ на экзаменационный билет

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенц ия(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
	Преобразование частоты		научных исследований	
	Электронные генераторы гармонических и релаксационных колебаний	ПК-2 Способен принимать участие в научных исследованиях радиоэлектронных приборов и систем различного назначения	ПК-2.2 Применяет знания в области теории электрических колебаний и электромагнитных волн для решения профессиональных задач, в том числе при проведении научных исследований	
		ПК-2 Способен принимать участие в научных исследованиях радиоэлектронных приборов и систем различного назначения	ПК-2.3 Владеет базовыми знаниями в области анализа радиотехнических цепей и сигналов и применяет их в профессиональной деятельности	
		ПК-2 Способен принимать участие в научных исследованиях радиоэлектронных приборов и систем различного назначения	ПК-2.4 Владеет базовыми знаниями в области цифровой электроники и применяет их при решении профессиональных задач	
	Основная задача радиоэлектроники. Электронные усилители: типы каскадов, основные параметры усилителей. Модуляция, демодуляция.	ПК-3 Способен эксплуатировать и разрабатывать радиоэлектронные приборы и системы различного назначения	ПК-3.1 Понимает принципы работы, методы и правила эксплуатации современной радиоэлектронной аппаратуры и оборудования	Устный ответ на экзаменационный билет
	Линейные и нелинейные операции,	ПК-3 Способен эксплуатировать и разрабатывать	ПК-3.3 Производит численный расчет основных характеристик радиоэлектронн	

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
	Вторичные источники питания: выпрямители, сглаживающие фильтры, стабилизаторы напряжения	радиоэлектронные приборы и системы различного назначения	ых приборов и систем различного назначения	
	Линейные и нелинейные операции, Электронные генераторы гармонических и релаксационных колебаний	ПК-3 Способен эксплуатировать и разрабатывать радиоэлектронные приборы и системы различного назначения	ПК-3.4 Проводит анализ моделей радиоэлектронных приборов и средств различного назначения, применяя специализированное программное обеспечение и системы автоматизированного проектирования	
		ПК-3 Способен эксплуатировать и разрабатывать радиоэлектронные приборы и системы различного назначения	ПК-3.2 Проводит анализ известных известных технических решений радиоэлектронных приборов и систем, формирует набор их возможных реализаций и производит их обоснованный выбор	
	Устный ответ на экзаменационный билет	ПК-1 Способен проводить отдельные виды исследований в рамках поставленных задач по стандартам методикам	ПК-1.5 Проводит лабораторный или компьютерный эксперимент в соответствии с установленными полномочиями, принимает участие в его планировании, составляет его описание и формулирует выводы	Электронные усилители: типы каскадов. Стабилизаторы напряжения Цифровая электроника Преобразование частоты Электронные генераторы гармонических и релаксационных колебаний
		ПК-1 Способен проводить отдельные виды исследований в рамках поставленных задач по стандартам	ПК-1.6 Обработывает полученные результаты исследований с использованием стандартных методов (методик)	

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
		М методикам		
		ПК-1 Способен проводить отдельные виды исследований в рамках поставленных задач по стандартам методикам	ПК-1.8 Оформляет результаты лабораторного или компьютерного эксперимента в соответствии с действующими требованиями	

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

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах выполнения практико-ориентированных заданий - лабораторных работ и тестирования на портале Электронный университет ВГУ.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

(наименование оценочного средства текущего контроля успеваемости)

Перечень заданий, тем рефератов, тем презентаций, курсовых, докладов, лабораторных работ требования к представлению портфолио

Описание технологии проведения

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

(наименование оценочного средства промежуточной аттестации)

Перечень практических заданий, тем рефератов, тем презентаций, курсовых, докладов, требования к представлению портфолио, вопросов к экзамену (зачету) и порядок формирования КИМ

Описание технологии проведения

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ****Направление/специальность**

03.03.03 Радиофизика

Дисциплина

Б1.В.09 Радиоэлектроника

Профиль подготовки/специализация

Радиофизика, электроника и инфокоммуникации

Форма обучения очная**Учебный год** 2025/2026

Ответственный исполнитель

Доцент кафедры электроники _____ .__ 20__

СОГЛАСОВАНО

Куратор ООП
по направлению/специальности _____ .__ 20__

Начальник отдела обслуживания ЗНБ _____ .__ 20__

Программа рекомендована НМС физического факультета 28.10.2024 протокол № 8 от 28.10.2024 г.