

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.О.04.01 Аналоговая электроника

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

09.04.01 Информатика и вычислительная техника

2. Профиль подготовки/специализация:

Автоматизированные информационно-измерительные системы

3. Квалификация выпускника: магистр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: электроники

6. Составители программы:

Аверина Лариса Ивановна, д.ф.-м.н., профессор

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

8. Учебный год: 2025/2026

Семестр(ы)/Триместр(ы): 1

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Цель — передать основные принципы, которые лежат в основе работы устройств аналоговой электроники.

Задачи:

- передать студентам опыт практической деятельности в части применения методов разработки аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем
- передать студентам опыт практической деятельности в части применения методов модернизации аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к обязательной части блока Б1.

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
ОПК-5	Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем	ОПК-5.3	Владеет методами разработки аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем	Владеть: методами разработки аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем.
		ОПК-5.4	Владеет методами модернизации аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем	Владеть: методами модернизации аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час – 4 / 144

Форма промежуточной аттестации *экзамен*

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			1
Аудиторные занятия		64	64
в том числе:	лекции	32	32
	практические		
	лабораторные	32	32
Самостоятельная работа		44	44
Форма промежуточной аттестации: экзамен – 36 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	Основная задача радиоэлектроники. Линейные	Основная задача радиоэлектроники. Функциональная схема канала передачи информации. Спектральное	–

	и нелинейные операции. Полупроводниковая электроника: диоды, биполярные и полевые транзисторы	представление колебаний. Линейные и нелинейные цепи. 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.	–
2. Практические занятия			
3. Лабораторные занятия			
3.1	Основная задача радиоэлектроники. Линейные и нелинейные операции. Полупроводниковая электроника: диоды, биполярные и полевые транзисторы	Исследование характеристик биполярного транзистора. Исследование характеристик полевого транзистора.	–
3.2	Электронные усилители: типы каскадов, основные параметры усилителей	Исследование операционного усилителя. Исследование особенностей работы мультивибратора. Исследование особенностей электронного усилителя с RC обратной связью.	–

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	Основная задача радиоэлектроники. Линейные и нелинейные операции. Полупроводниковая электроника: диоды, биполярные и полевые транзисторы	8		8	16	32

2	Электронные усилители: типы каскадов, основные параметры усилителей	6		6	12	24
3	Модуляция, демодуляция. Преобразование частоты	6		6	12	24
4	Электронные генераторы гармонических и релаксационных колебаний; триггер	6		6	12	24
5	Вторичные источники питания: выпрямители, сглаживающие фильтры, стабилизаторы напряжения.	6		6	12	24
	Итого:	32		32	64	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

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

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 может включать в себя 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 экзамену.

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.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения выполнять все указания преподавателей, вовремя подключаться к онлайн-занятиям, ответственно подходить к выполнению заданий для самостоятельной работы.

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.	Электронная библиотека Зональной научной библиотеки Воронежского госуниверситета : электронно-библиотечная система. — URL : https://lib.vsu.ru/zgate?Init+elib.xml,simple_elib.xml+rus
2.	Электронно-библиотечная система "БиблиоТех" : электронно-библиотечная система. — URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1486
3.	Электронно-библиотечная система «ЮРАЙТ» : электронно-библиотечная система. — URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1457
4.	Электронно-библиотечная система BOOK.ru.(изд-во "КноРус") : электронно-библиотечная система. — URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1436
5.	Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" : электронно-библиотечная система. — URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1401
6.	Электронно-библиотечная система "ZNANIUM.COM" (изд-во "ИНФРА-М") : электронно-библиотечная система. — URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1360
7.	Электронно-библиотечная система ibook.ru : электронно-библиотечная система. — URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1344
8.	Электронно-библиотечная система IPRbooks : электронно-библиотечная система. — URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1343
9.	Электронно-библиотечная система «КнигаФонд» : электронно-библиотечная система. — URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1336
10.	Электронно-библиотечная система IQLib : электронно-библиотечная система. — URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1310
11.	Электронно-библиотечная система "Издательство "Лань" : электронно-библиотечная система. — URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1308
12.	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online" : электронно-библиотечная система. — URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1307
13.	Электронно-библиотечная система "Консультант студента" : электронно-библиотечная система. — URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1306

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1.	Зубра А. С. Культура умственного труда студента : пособие для студентов вузов / А.С.Зубра. — 2-е изд., испр. и доп. — Мн. : Дикта, 2007. — 228с.
2.	Горцевский А.А. Организация самостоятельной работы студента / А.А. Горцевский, М.И. Любицына. — Л. : ЛГУ, 1958. — 50 с.

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

При реализации дисциплины для проведения текущего контроля и в качестве информационного ресурса используются технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии на базе образовательного портала "Электронный университет ВГУ" по адресу edu.vsu.ru, а также другие доступные ресурсы сети Интернет.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лекционная аудитория (ауд. 420): специализированная мебель, маркерная доска, вольтметры В7-78/1, генераторы AGF 72005, генераторы GAG-810, измеритель RLC APPA 703, осциллографы CDS – 71042, частотомер GFC 8270H, генераторы АКИП 3206/5, цифровые осциллографы GWinstek GDS-71102B, лабораторные стенды «Электроника»

Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 401): специализированная мебель, мультимедиа-проектор, настенный экран для проектора, аудио колонки,

компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ

WinPro 8, Linux Debian, Open Office, Google Chrome, Visual Studio Code, StarUML, Maxima, Octave, MATLAB, JVM, Scala, Haskel, Closure, Java, Kotlin, Python, Go, GCC, CLANG, ReactiveX, VHDL, Verilog, ReactiveX, VHDL, Verilog, SimulIDE Circuit Simulator, Wokwi Simulator, NI LabView, Arduino Studio, MicroCap Evaluation

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
1.	Основная задача радиоэлектроники. Линейные и нелинейные операции. Полупроводниковая электроника: диоды, биполярные и полевые транзисторы Электронные усилители: типы каскадов, основные параметры усилителей Модуляция, демодуляция. Преобразование частоты Электронные генераторы гармонических и релаксационных колебаний; триггер Вторичные источники питания: выпрямители, сглаживающие фильтры, стабилизаторы напряжения.	ОПК-5 Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем	ОПК-5.3 Владеет методами разработки аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем	Устный ответ на экзаменационный билет
		ОПК-5 Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем	ОПК-5.4 Владеет методами модернизации аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем	Устный ответ на экзаменационный билет

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: комплекта групповых лабораторных работ.

Перечень лабораторных работ:

1. Исследование характеристик биполярного транзистора.
2. Исследование характеристик полевого транзистора.
3. Изучение особенностей работы операционного усилителя
4. Изучение особенностей работы мультивибратор

5. Изучение особенностей работы электронного усилителя с RC обратной связью
6. Изучения принципа работы триггера

Описание технологии проведения.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета – в форме защиты этапов реализации отчетов на лабораторных занятиях. Критерии оценивания приведены ниже.

Результаты текущей аттестации учитываются преподавателем при проведении промежуточной аттестации (экзамена).

Критерии оценки компетенций (результатов обучения) при выполнении теста:

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Выполнены все поставленные задачи	Повышенный уровень	Отлично
75–99% задач выполнено	Базовый уровень	Хорошо
50–74% задач выполнено	Пороговый уровень	Удовлетворительно
0–49% задач выполнено	–	Неудовлетворительно

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется в форме экзамена. Согласно П ВГУ 2.1.07 – 2024 Положению о проведении промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования, оценка на экзамене может быть выставлена по результатам текущей успеваемости обучающегося в течение семестра и на основании процедуры и критериев оценивания, представленных в рабочей программе, но не ранее чем на заключительном занятии.

Промежуточная аттестация по дисциплине (экзамен) осуществляется с помощью следующих оценочных средств: теоретических вопросов. В контрольно-измерительный материал включаются два теоретических вопроса, позволяющих оценить уровень полученных знаний, умений и навыков.

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 демультиплексоры.
32. Цифро-аналоговые преобразователи.
33. Аналого-цифровые преобразователи.

Описание технологии проведения

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

Требования к выполнению заданий (шкалы и критерии оценивания).

Для оценивания результатов обучения на экзамене используются следующие **показатели**:

- 1) Владеет методами разработки аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем.
- 2) Владеет методами модернизации аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем.

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется **шкала**: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «не удовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения:

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач, готов к использованию современных подходов и средств реализации практических задач.	Повышенный уровень	Отлично

Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен применять теоретические знания для решения практических задач, готов к использованию типовых подходов и средств реализации практических задач.	Базовый уровень	Хорошо
Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен к использованию типовых подходов и средств реализации практических задач.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.	–	Неудовлетворительно

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

09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Дисциплина

Б1.О.04.01 Аналоговая электроника

Профиль подготовки/специализация

Автоматизированные информационно-измерительные системы

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.