

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.01 Направляющие системы СВЧ

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: *Смусева Ксения Владимировна; Усков Григорий Константинович, доктор физико-математических наук, профессор*

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

8. Учебный год: 2028/2029

Семестр(ы)/Триместр(ы): 8

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Цели и задачи курса заключаются в получении студентами фундаментальных знаний по основам теории линий передачи.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к профессиональному циклу и является дисциплиной по выбору вариативной части. Для успешного освоения студенты должны свободно владеть аппаратом математического анализа, дифференциальных уравнений, знаниями электродинамики и распространения радиоволн.

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 физических основ и принципов функционирования радиоэлектронных приборов и систем и применяет их при проведении научных исследований	Знать: Уметь: Владеть:
		ПК-2.2	Применяет знания в области теории электрических колебаний и электромагнитных волн для решения профессиональных задач, в том числе при проведении научных исследований	Знать: Уметь: Владеть:
		ПК-2.3	Владеет базовыми знаниями в области анализа радиотехнических цепей и сигналов и применяет их в профессиональной деятельности	Знать: Уметь: Владеть:
ПК-3	Способен эксплуатировать и разрабатывать радиоэлектронные приборы и системы различного назначения	ПК-3.3	Производит численный расчет основных характеристик радиоэлектронных приборов и систем различного назначения	Знать: Уметь: Владеть:

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

Форма промежуточной аттестации *зачет*

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			8
Аудиторные занятия		50	50
в том числе:	лекции	20	20
	практические	30	30
	лабораторные		
Самостоятельная работа		94	94
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации (экзамен – __час.)			
Итого:		144	144

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Телеграфные уравнения	Введение в предметную область. Понятие длинных линий. Понятия погонного сопротивления, погонной емкости, погонной индуктивности, погонной проводимости. Вывод телеграфных уравнений. Понятие волнового сопротивления. Решение телеграфного уравнения для длинной линии без потерь. Решение телеграфного уравнения для длинной линии с малыми потерями. Волновое сопротивление для длинной линии без потерь
1.2	Длинные линии без потерь	Волны в длинных линиях без потерь: бегущая волна, стоячая волна, смешанные волны. Условие существования бегущей волны. Амплитуды и фазы напряжений и токов в режиме бегущей волны. Входное сопротивление длинных линий в режиме бегущей волны. Согласованная нагрузка. Длинная линия без потерь в режиме холостого хода. Длинная линия без потерь в режиме короткого замыкания. Режим стоячих волн. Коэффициент бегущей волны. Коэффициент стоячей волны. Коэффициенты отражения по напряжению и по току
1.3	Согласование в длинных линиях	Трансформатор напряжений. Согласование длинных линий с помощью трансформатора напряжений. Четвертьволновый трансформатор.

		Согласование длинных линий с помощью шлейфов
1.4	Длинные линии как осциллятор	Резонанс в длинных линиях. Условия возникновения резонанса. Добротность волнового резонанса. Добротность длинной линии как осциллятора. Вывод формулы для добротности длинной линии
2. Практические занятия		
3.1	Телеграфные уравнения	Решить телеграфное уравнение в программной среде Matlab.
3.2	Длинные линии без потерь	Смоделировать на компьютере и построить 1) график зависимости амплитуды тока длинной линии без потерь от пространственной координаты; 2) график зависимости амплитуды напряжений длинной линии без потерь от пространственной координаты; 3) график зависимости амплитуды начальной фазы тока длинной линии без потерь от пространственной координаты; 4) график зависимости амплитуды начальной фазы напряжения длинной линии без потерь от пространственной координаты
3.3	Согласование в длинных линиях	Выполнить расчеты по согласованию длинных линий с помощью четвертьволнового трансформатора и провести моделирование.
3. Лабораторные работы		

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практически	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Телеграфные уравнения	2	2		1	5
2	Длинные линии без потерь	4	6		1	11
3	Согласование в длинных линиях	4	4		1	9

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины: Для успешного освоения дисциплины необходима регулярная и планомерная работа с конспектом лекций и литературой, выполнение лабораторных работ.

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, и проверять свои знания отвечая на контрольные вопросы в рекомендуемых учебных пособиях.

Практические занятия позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции, при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности практических занятий для подготовки к ним необходимо разобрать лекцию по соответствующей теме и ознакомиться с соответствующим разделом литературы. Подготовка к защите работ должна включать повторение лекционного материала и работу с предлагаемой учебной литературой. Перечень контрольных вопросов к защите приводится в методических указаниях.

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;
- выполнение домашних заданий;
- работа над темами для самостоятельного изучения;
- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;
- подготовка к практическим работам и зачетам.

Кроме литературы из основного списка рекомендуется самостоятельно использовать дополнительную литературу. 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. Для проверки знания по изученной теме необходимо ответить на контрольные вопросы, выдаваемые преподавателем на лекциях в конце изучения соответствующего раздела.

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 преподавателя, 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

(список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Дробахин О.О. Техника и полупроводниковая электроника СВЧ : учебное пособие / О.О. Дробахин, С.В. Плаксин .— Севастополь. :Изд.Вебер, 2013 .— 322 с.
2	Харкевич А.А. Теоретические основы радиосвязи / А.А. Харкевич .— М. : Гостехиздат, 1957 .— 347 с.
3	Дубнищев Ю.Н. Колебания и волны.— Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2004.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи.— М.: Высшая школа, 1996.

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 "РУКОИТ" : 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

* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	edu.vsu.ru – Электронный университет ВГУ

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

ПК, мультимедийный проектор

При реализации дисциплины могут использоваться 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:

Мультимедийная аудитория (ауд. 401): специализированная мебель, компьютеры, проектор, экран, комплекс для проведения лекций, семинаров и презентаций

Microsoft Windows, Linux, Open Office, браузер Google Chrome

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, CoID, 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:

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ПК-3.1 способностью понимать принципы работы, методы и правила эксплуатации современных аппаратных средств систем связи	Знать: физические основы принципов работы длинных линий	1. Телеграфные уравнения	Задание на практическую работу
	Уметь: рассчитывать основные характеристики длинных линий	1. Телеграфные уравнения	Ситуационная задача
	Владеть: понятийным аппаратом систем с распределенными параметрами	4. Длинные линии как осциллятор	Задание на практическую работу
ПК-3.6 Способностью создавать и использовать модели аппаратных средств и компонентов систем связи, применяя специализированное программное обеспечение и системы	Знать: методы расчета основных характеристик длинных линий без потерь и с малыми потерями	2. Длинные линии без потерь	Отчет по практической работе
	Уметь: решать телеграфное уравнение, рассчитывать напряжения и токи в длинных линиях	1. Телеграфные уравнения	Отчет по практической работе
	Владеть: математическим аппаратом, позволяющим рассчитывать основные характеристики длинных линий и решать задачи по согласованию длинных линий	3. Согласование в длинных линиях	Отчет по практической работе

автоматизированного проектирования			
Промежуточная аттестация			КИМ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
		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 научных исследований	
		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-3 Способен эксплуатировать и разрабатывать радиоэлект	ПК-3.3 Производит численный расчет основных характеристик радиоэлектронных приборов и	

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
		ронные приборы и системы различного назначения	систем различного назначения	

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.01 Направляющие системы СВЧ

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.