

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
системы телекоммуникаций и радиоэлектронной борьбы

/Аверина Л.И./
31.01.2024г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.07 Теоретические основы радиоэлектронной борьбы**

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

03.04.03 Радиофизика

2. Профиль подготовки/специализация:

Системы телекоммуникаций и радиоэлектронной борьбы

3. Квалификация выпускника: магистр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: *базовая кафедра системы телекоммуникаций и радиоэлектронной борьбы*

6. Составители программы:

Артёмов М. Л., доктор технических наук, доцент

7. Рекомендована:

НМС физического факультета 30.08.2021, № протокола: 8

8. Учебный год: 2025/2026

Семестр(ы): 3

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цели и задачи курса заключаются в изложении принципов и теоретических основ радиоэлектронной борьбы, методов подавления радиоэлектронных систем (РЭС), типов и эффективности помех РЭС радиоэлектронной борьбы, особенностей функционирования современных средств радиоэлектронной борьбы; подготовке студентов к применению данных теоретических положений при анализе алгоритмов функционирования аппаратуры средств радиоэлектронной борьбы.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина является основной в части, формируемой участниками образовательных отношений. Для успешного освоения её теоретической части студенты должны свободно владеть аппаратом математического анализа, теории вероятности, знать основы теории статистической радиотехники, теории радиотехнических цепей, теории цифровой обработки сигналов. Для освоения практических методов дисциплины студенты должны уметь использовать теоретические знания при решении практических задач по теме радиоэлектронной борьбы.

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 разработке и научных исследованиях систем радиоэлектронной борьбы	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Владеет фундаментальными знаниями в области систем радиоэлектронной борьбы. Планирует и проводит лабораторное или компьютерное экспериментальное исследование отдельных блоков систем радиоэлектронной борьбы. Разрабатывает новые технические решения блоков систем радиоэлектронной борьбы под руководством более квалифицированного работника.	Знать: методы и основные способы ведения радиоэлектронной борьбы, общие принципы построения и функционирования подсистем радиоразведки; требования, предъявляемые к характеристикам помеховых сигналов, используемых в системах РЭБ; основные технические характеристики средств радиоэлектронной борьбы Уметь: анализировать основные характеристики аппаратуры комплексов радиоэлектронной борьбы и требования, предъявляемые к РЭС, работающих в условиях действия различных помех Владеть: математическим аппаратом, позволяющим рассчитывать основные результаты радиоэлектронной борьбы

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час – 3/108.

Форма промежуточной аттестации - экзамен.

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	Всего	По семестрам	
		3	...
Аудиторные занятия	38	38	

в том числе:	лекции	26	26		
	практические	12	12		
	лабораторные				
Самостоятельная работа		34	34		
в том числе: курсовая работа (проект)					
Форма промежуточной аттестации (экзамен – час.)		36	36		
Итого:		108	108		

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Содержание радиоэлектронной борьбы, понятие информационного конфликта.	Содержание радиоэлектронной борьбы (РЭБ). Термины и определения. Понятие информационного конфликта. Основные составляющие РЭБ. Понятие системы РЭБ. Задачи, решаемые средствами РЭБ. Критерии и показатели эффективности средств РЭБ: информационные, энергетические, оперативно-тактические критерии.
1.2	Общая характеристика комплексов РЭБ.	Общая характеристика комплексов РЭБ. Назначение и функциональные схемы комплексов РЭБ. Понятие подсистемы. Подсистемы комплексов РЭБ и их взаимодействие. Радио- и радиотехническая разведка. Объекты радиоразведки.
1.3	Подсистема радиоразведки комплексов РЭБ.	Состав аппаратуры средств РРТР. Решаемые задачи и измеряемые параметры. Разведзащищенность средств радиосвязи. Обнаружение, пеленгование и определение координат радиоэлектронных средств. Эффективность средств РРТР.
1.4	Станции активных помех.	Классификация методов и средств радиоэлектронного противодействия. Виды активных помех. Энергетические характеристики станции помех. Активные фазированные антенные решетки. Основные показатели эффективности станций помех.
1.5	Основные направления развития комплексов и средств РЭБ на современном этапе.	Современные тенденции развития средств радиосвязи. Характеристика электромагнитной обстановки (ЭМО). Динамичность и насыщенность ЭМО. Роль теории статистической радиотехники в развитии методов радиоразведки. Основные направления развития комплексов и средств РЭБ на современном этапе.
1.6	Способы пеленгования источников радиосигналов в системах радиомониторинга.	Разновидности способов пеленгования. Постулаты Д.Р. Родса. Антенная система обнаружителя-пеленгатора. Постановка задачи пеленгования в рамках теории статистической радиотехники. Характеристики точности и достоверности пеленгования, аномальные ошибки.
1.7	Общая структура и основные функции комплексов РЭП радиосвязи и радионавигации, средств защиты от подрыва на модельных взрывных устройствах	Назначение, состав и тактико-технические характеристики комплекса: РБ-301; станций помех РБ-311; Р-331, РБ-531 Назначение, состав и тактико-технические характеристики малогабаритного передатчика помех РБ-333
2. Практические занятия		
2.1	Общая характеристика комплексов РЭБ.	Примеры и практические аспекты решения задач оценки энергодоступности средств радиосвязи и эффективности их радиоподавления.
2.2	Подсистема радиоразведки комплексов РЭБ.	Примеры и практические аспекты решения задач обнаружения и оценки параметров сигналов в пространственно-многоканальных подсистемах радиоразведки.
2.3	Способы пеленгования источников радиосигналов в системах радиомониторинга.	Примеры и практические аспекты реализации способов пеленгования и измерения координат источников радиоизлучения.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Содержание радиоэлектронной борьбы, понятие информационного конфликта.	3			4	7
2	Общая характеристика комплексов РЭБ.	4	4		6	14
3	Подсистема радиоразведки комплексов РЭБ.	4	4		6	14
4	Станции активных помех.	3			4	7
5	Основные направления развития комплексов и средств РЭБ на современном этапе.	4			4	8
6	Способы пеленгования источников радиосигналов в системах радиомониторинга.	4	4		6	14
7	Общая структура и основные функции комплексов РЭП радиосвязи и радионавигации, средств защиты от подрыва на самодельных взрывных устройствах	4			4	8
	Итого:	26	12		34	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для успешного освоения дисциплины необходима регулярная и планомерная работа с конспектом лекций и литературой, выполнение практических и 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. При выполнении лабораторных и практических работ необходимо обращать внимание на особенности функционирования исследуемых устройств. Подготовка к защите работ должна включать повторение лекционного материала и работу с предлагаемой учебной литературой. Перечень контрольных вопросов к защите приводится в ме-

тодических указаниях к лабораторной работе. При оформлении пояснительной записки следует придерживаться правил ЕСКД.

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 и лабораторным работам, зачетам и экзаменам.

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. 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 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	Вакин С.Л., Шустов Л. Основы радиопротиводействия и радиотехнической разведки. — М.: Сов.радио, 1968. — 448 с.
2	Кондратьев В.С., Котов А.Ф., Марков Л.Н. Многопозиционные радиотехнические системы / Под ред. В.В. Цветнова. — М.: Радио и связь, 1986. — 264 с.
3	Куприянов А.И., Сахаров А.В. Теоретические основы радиоэлектронной борьбы: Учеб. пособие / АИ, Куприянов, АВ, Сахаров, М.: Вузовская книга, 2007 — 356 с
4	Мельников Ю.П. Методы оценки эффективности воздушной радиотехнической разведки. — Изд. МО РФ, 1996. — 345 с.
5	Палий А.И. Радиоэлектронная борьба. — М.: Воениздат, 1989. — 350 с.
6	Радзиевский В.Г., Сирота А.А. Теоретические основы радиоэлектронной разведки. - М.: «Радиотехника», 2004 - 432 с.
7	Репин В.Г., Тартаковский Г.П. Статистический синтез при априорной неопределенности и адаптация информационных систем. — М.: Сов.радио, 1977. — 432 с.
8	Тихонов В.И. Статистическая радиотехника. — М.: Радио и связь, 1982. — 624 с.
9	Хелстром К. Статистическая теория обнаружения сигналов. — М.: ИЛ, 1963. — 430 с.
10	Ширман Я.Д., Манжос В.Н. Теория и техника обработки радиолокационной информации на фоне помех. — М.: Радио и связь, 1981. — 416 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
11	Борисов В.И. и др. Помехозащищенность систем радиосвязи с расширением спектра сигналов методом псевдослучайной перестройки рабочей частоты. — М.: Радио и связь, 2000. — 384 с.
12	Борисов В.И. и др. Помехозащищенность систем радиосвязи с расширением спектра сигналов модулирующей несущей псевдослучайной последовательностью. — М.: Радио и связь, 2003. — 640 с.
13	Вартанесян В. А. Радиоэлектронная разведка. М., Воениздат, 1975. 255 с.
14	Добыкин В.Д., Куприянов А.И., Пономарев В.Г., Шустов Л.Н., Радиоэлектронная борьба. Силовое поражение радиоэлектронных систем. М.: Вузовская книга, 2007. — 468 с.

№ п/п	Источник
15	Рембовский А.М., Ашихмин А.В., Козьмин В.А. Радиомониторинг: задачи, методы, средства/Под редакцией А.М. Рембовского. М: Горячая линия-Телеком, 2006. – 492 с.

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

№ п/п	Ресурс
16	Электронная библиотека Зональной научной библиотеки Воронежского государственного университета : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/zgate?Init+elib.xml,simple_elib.xsl+rus
17	Электронно-библиотечная система «ЮПАИТ» : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1457
18	Электронно-библиотечная система "Издательство "Лань" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1308
19	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1307
20	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

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

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:

Компьютер RAMEC МТЛ5-6400/8GB/500GB – 20 шт.

Коммутатор HPJ9981A – 1 шт.

Комплекс для проведения лекций, семинаров и презентаций – 1 шт.

Проектор Optoma W402 – 1шт.

Экран Cactus Wallscreen – 1 шт.

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.	Содержание радиоэлектронной борьбы, понятие информационного конфликта.	ПК-2.1-ПК-2.3	Владеет фундаментальными знаниями в области систем радиоэлектронной борьбы.	
2.	Общая характеристика комплексов РЭБ.	ПК-2.1-ПК-2.3	Планирует и проводит лабораторное или компьютерное эксперименталь-	Практические задания

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
			ное исследование отдельных блоков систем радиоэлектронной борьбы	
3.	Подсистема радиоразведки комплексов РЭБ.	ПК-2.1-ПК-2.3	Разрабатывает новые технические решения блоков систем радиоэлектронной борьбы под руководством более квалифицированного работника	Практические задания
4.	Станции активных помех.	ПК-2.1-ПК-2.3	Разрабатывает новые технические решения блоков систем радиоэлектронной борьбы под руководством более квалифицированного работника	
5.	Основные направления развития комплексов и средств РЭБ на современном этапе.	ПК-2.1-ПК-2.3	Планирует и проводит лабораторное или компьютерное экспериментальное исследование отдельных блоков систем радиоэлектронной борьбы	
6.	Способы пеленгования источников радиосигналов в системах радиомониторинга	ПК-2.1-ПК-2.3	Владеет фундаментальными знаниями в области систем радиоэлектронной борьбы.	Практические задания
7.	Общая структура и основные функции комплексов РЭП радиосвязи и радионавигации, средств защиты от подрыва на самодельных взрывных устройствах	ПК-2.1-ПК-2.3	Разрабатывает новые технические решения блоков систем радиоэлектронной борьбы под руководством более квалифицированного работника	
Промежуточная аттестация форма контроля – экзамен				КИМ

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

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: практические задания.

Перечень практических заданий:

1. Рассчитать требуемое отношение дальности радиоразведки к дальности радиосвязи по заданным исходным данным.
2. Рассчитать напряженность поля на заданной дальности от передающей антенны.
3. Рассчитать порог пространственно-многоканального обнаружителя по заданной вероятности ложной тревоги.
4. Рассчитать вероятность правильного обнаружения от отношения сигнал/шум в заданных условиях.
5. Оценить потенциальную точность пеленгования источника радиоизлучения в заданных условиях.
6. Рассчитать вероятность аномальной ошибки пеленгования по заданным исходным данным.
6. Оценить потенциальную точность определения координат источника радиоизлучения триангуляционным способом по заданным исходным данным.
7. Оценить потенциальную точность определения координат источника радиоизлучения разностно-дальномерным способом по заданным исходным данным.
8. Оценить потенциальную точность определения координат источника радиоизлучения амплитудным способом по заданным исходным данным.

Практические задания выполняются студентами как в аудиториях, так и самостоятельно. Результаты предоставляются преподавателю. Переход к выполнению следующего практического задания возможен только при условии успешной сдачи предыдущей.

За практическую работу студент получает оценку «зачтено», если может продемонстрировать полученные знания на примере решения конкретных задач, дать физическое объяснение полученным результатам и в состоянии ответить на дополнительные вопросы и объяснить связь теории, изложенной в работе с практическим применением.

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: контрольно-измерительные материалы.

Вопросы к экзамену:

1. Содержание радиоэлектронной борьбы (РЭБ). Термины и определения.
2. Понятие информационного конфликта.
3. Основные составляющие РЭБ. Понятие системы РЭБ.
4. Задачи, решаемые средствами РЭБ.
5. Критерии и показатели эффективности средств РЭБ: информационные, энергетические, оперативно-тактические критерии.
6. Общая характеристика комплексов РЭБ.
7. Назначение и функциональные схемы комплексов РЭБ.
8. Понятие подсистемы. Подсистемы комплексов РЭБ и их взаимодействие.
9. Радио- и радиотехническая разведка. Объекты радиоразведки.
10. Состав аппаратуры средств РРТР. Решаемые задачи и измеряемые параметры.
11. Разведзащищенность средств радиосвязи.
12. Обнаружение, пеленгование и определение координат радиоэлектронных средств.
13. Эффективность средств РРТР.
14. Классификация методов и средств радиоэлектронного противодействия.
15. Виды активных помех. Энергетические характеристики станции помех.
16. Активные фазированные антенные решетки.
17. Основные показатели эффективности станций помех.
18. Современные тенденции развития средств радиосвязи.
19. Характеристика электромагнитной обстановки (ЭМО). Динамичность и насыщенность ЭМО.
20. Роль теории статистической радиотехники в развитии методов радиоразведки.
21. Основные направления развития комплексов и средств РЭБ на современном этапе.
22. Разновидности способов пеленгования. Постулаты Д.Р. Родса.
23. Антенная система обнаружителя-пеленгатора.
24. Постановка задачи пеленгования в рамках теории статистической радиотехники.
25. Характеристики точности и достоверности пеленгования, аномальные ошибки.
26. Назначение, состав и тактико-технические характеристики комплекса: РБ-301.

27. Назначение, состав и тактико-технические характеристики станции помех РБ-311.
 28. Назначение, состав и тактико-технические характеристики станции помех Р-331.
 29. Назначение, состав и тактико-технические характеристики станции помех РБ-531.
 30. Назначение, состав и тактико-технические характеристики малогабаритного передатчика помех РБ-333.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя по 2 теоретических вопроса, позволяющих оценить уровень полученных знаний.

Для оценивания результатов обучения на экзамене используются следующие показатели:

- 1) знание учебного материала и владение понятийным аппаратом теории радиоэлектронной борьбы;
- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;
- 4) владение навыками расчёта основных характеристик РЭБ в пакетах математического моделирования

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
<i>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 в области радиоэлектронной борьбы</i>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
<i>Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, допускает ошибки при решении практических задач в области радиоэлектронной борьбы</i>	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
<i>Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, не умеет применять теоретические знания для решения практических задач в области радиоэлектронной борьбы</i>	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
<i>Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки, не умеет применять теоретические знания для решения практических задач в области радиоэлектронной борьбы</i>	<i>–</i>	<i>Неудовлетворительно</i>