

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
*радиофизики*  
*наименование кафедры, отвечающей за реализацию дисциплины*



(Ю.Э. Корчагин)

*подпись, расшифровка подписи*

07.06.2023 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1. В. ДВ.01.01 Статистические методы обработки сигналов в радиотехнических системах.

*Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом*

- 1. Код и наименование направления подготовки/специальности:** 03.04.03 Радиофизика
- 2. Профиль подготовки:** Компьютерные методы обработки радиофизической информации.
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** магистр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра радиофизики
- 6. Составители программы:** Маршаков Владимир Кириллович, к.ф.м.н., доцент
- 7. Рекомендована:** Научно-методическим советом физического факультета № 5 от 25.05.2023

---

*отметки о продлении вносятся вручную)*

**8. Учебный год:** 2024/2025

**Семестр(ы):** 3

### **9. Цели и задачи учебной дисциплины**

Цель изучения дисциплины “Статистические методы обработки сигналов в радиотехнических системах” состоит в ознакомлении студентов с основными мето-

дами теории решений и её приложениями для решения задач оптимальной обработки информационных сигналов. Предметом изучения курса являются основные методы синтеза и анализа алгоритмов обнаружения, различения сигналов и измерения их неизвестных параметров.

Задачи изучения дисциплины «Статистические методы обработки сигналов в радиотехнических системах» состоят в овладении студентами основными методами статистического синтеза и анализа алгоритмов обработки информационных сигналов в радиотехнических системах при наличии априорной параметрической неопределённости.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений. Дисциплина опирается на курсы: Теория вероятностей, Радиотехнические цепи и сигналы, Распространение радиоволн, Статистическая радиофизика, Основы статистической теории связи. Для освоения образовательной программы необходимо:

**знать** – формы законов распределения случайных величин и процессов, их основные численные характеристики, методы расчёта вероятностного описания случайных процессов на выходе линейных и нелинейных радиотехнических систем, структуры оптимальных когерентных и некогерентных приёмных устройств;

**уметь** – составить математическую модель принимаемых данных для конкретного канала передачи информации, рассчитывать основные вероятностные характеристики случайных процессов на выходе радиотехнических устройств, рассчитывать помехоустойчивость когерентных и некогерентных приёмных устройств;

**владеть** – численными методами расчёта вероятностей случайных событий при заданном вероятностном их описании, основными методами компьютерного моделирования случайных процессов, терминологией и научно-технической литературой в области синтеза и анализа радиотехнических систем приёма сигналов на фоне шумов и помех.

Данная дисциплина является предшествующей для дисциплин:

Б1.В.06 Теоретические основы оптической связи и локации

Б1.В.ДВ.03.01 Сверхширокополосные сигналы в радиофизике

Б1.В.ДВ.04.01 Имитационное моделирование телекоммуникационных систем

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

Код	Название	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
<b>ПК-2</b>	Способен принимать участие в разработке и научных исследованиях методов обработки радиофизической информации	<b>ПК-2.1</b>	Владеет фундаментальными знаниями в области обработки радиофизической информации	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные характеристики радиотехнических систем передачи информации;</li> <li>- методы приёма сигналов;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать основные параметры радиотехнических систем передачи информации;</li> <li>- выполнить анализ заданного метода приёма сигнала;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- терминологией и научно-технической литературой по радиофизическим методам передачи информации;</li> <li>- основными методами синтеза оптимальных систем передачи данных;</li> </ul>
<b>ПК-4</b>	Способен проводить исследования, направленные на решение исследовательских задач в рамках реализации научного (научно-технического, инновационного) проекта в области профессиональной деятельности	<b>ПК-4.4</b>	Владеет базовыми знаниями о методах и средствах автоматизации научного исследования	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- структуры оптимальных когерентных и некогерентных приёмных устройств;</li> <li>- помехоустойчивость когерентных и некогерентных приёмных устройств;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- на основе заданных моделей полезного сигнала, канала передачи информации, а также внешних и внутренних шумов выполнить синтез алгоритмов обнару-</li> </ul>

				<p>жения, различения сигналов и оценок их неизвестных параметров;</p> <p>- рассчитать основные характеристики обработки квазидетерминированных сигналов;</p> <p><b>владеть:</b></p> <p>- численными методами расчета сложных математических зависимостей с использованием компьютеризированных комплексов;</p> <p>- методами математического моделирования алгоритмов обнаружения и различения.</p>
--	--	--	--	---

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. (в соответствии с учебным планом) — 2 / 72.**

**Форма промежуточной аттестации(зачет/зачёт) – зачёт.**

**13. Трудоемкость по видам учебной работы**

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)			
	Всего	По семестрам		
		1	2	3
Аудиторные занятия	24			24
в том числе: лекции	12			12
Практические занятия	12			12
лабораторные	0			0
Самостоятельная работа	48			48
Форма промежуточной аттестации - <b>зачёт</b>				
Итого:	72			72

### 13.1. Содержание дисциплины:

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Проблема априорной неопределённости в задачах синтеза оптимальных алгоритмов приёма полезных сигналов	Проблема априорной неопределённости в задачах синтеза оптимальных алгоритмов приёма полезных сигналов. Основные методы преодоления априорной неопределённости. Параметрическая априорная неопределённость в задачах обнаружения и оценивания. Байесовский подход в решении этих задач и ограничения возникающие при этом. Построение асимптотически байесовских алгоритмов – один из методов устранения этих ограничений. Байесовский обнаружитель сигнала с неизвестными параметрами. Асимптотически оптимальные обнаружители сигналов, содержащих неизвестные параметры. Приёмник максимального правдоподобия.	-
1.2	Асимптотически байесовский алгоритм обнаружения регулярных сигналов с неизвестными параметрами.	Асимптотически оптимальные обнаружители сигналов, содержащих неизвестные параметры. Приёмник максимального правдоподобия. Приёмник максимального правдоподобия для обнаружения сигнала с неизвестными параметрами. Свойства сигнальной и шумовой функций. Неэнергетические и существенно неэнергетические параметры. Примеры сигнальных функций. Регулярные и разрывные сигналы.	-
1.3	Расчёт помехоустойчивости обнаружения регулярного сигнала с неизвестным неэнергетическим параметром в приёмнике максимального правдоподобия.	Основные методы, используемые при расчёте вероятностей ошибок 1-го рода и 2-го рода при обнаружении сигналов с неизвестными параметрами. Асимптотические свойства выражения для вероятности ошибок 2-го рода при неограниченном отношении сигнал/шум. Распределение выходного сигнала приёмника максимального правдоподобия вблизи истинного значения неизвестного параметра обнаруживаемого сигнала. Распределение абсолютного максимума выходного сигнала приёмника максимального правдоподобия в шумовой области (неизвестный параметр регулярного сигнала - неэнергетический). Асимптотические выражения для вероятностей ошибок 1-го рода и 2-го рода при обнаружении регулярных сигналов с неизвестными неэнергетическими параметрами. Ухудшение помехоустойчивости обнаружения полезного сигнала за счёт незнания его неэнергетического параметра	-
1.4	Синтез и анализ асимптотически байесовского алгоритма оценивания неизвестных неэнергетических параметров регулярных сигналов.	Байесовская оценка неизвестных параметров полезного сигнала. Анализ поведения среднего риска при неограниченном увеличении отношения сигнал/шум. Асимптотически байесовский алгоритм оценивания – оценка максимального правдоподобия. Надёжная оценка максимального правдоподобия. Аномальные ошибки оценивания. Расчёт точности надёжной оценки методом малого параметра. Информационная матрица Фишера. Помехоустойчивость оценок максимального правдоподобия с учётом аномальных ошибок при регулярных сигналах. Пороговый эф-	-

		фект. Влияние величины приведённого интервала возможных значений неизвестных параметров на точность оценивания.	
1.5	Совместное обнаружение регулярных сигналов и оценивание их неизвестных параметров.	Постановка задач совместного обнаружения и оценивания. Байесовский алгоритм при совместном обнаружении и оценивании. Асимптотически оптимальное совместное обнаружение и оценивание при неограниченном увеличении отношения сигнал/шум.	-
<b>2. Практические занятия</b>			
1.1; 1.2	Байесовские алгоритмы приёма информационных сигналов.	Анализ структур байесовских и асимптотически байесовских алгоритмов обработки радиосигналов. Свойства достаточных статистик при различных априорных данных относительно параметров информационных сигналов. Конкретизация достаточных условий, когда информационные параметры можно считать существенно неэнергетическими. Регулярные и разрывные сигналы.	-
1.3	Помехоустойчивости обнаружения регулярного сигнала с неизвестным неэнергетическим параметром в приёмнике максимального правдоподобия.	Анализ распределения выходного сигнала приёмника максимального правдоподобия вблизи истинного значения неизвестного параметра обнаруживаемого сигнала. Методы аппроксимации распределения абсолютного максимума выходного сигнала приёмника максимального правдоподобия в шумовой области (неизвестный параметр регулярного сигнала - неэнергетический). Расчёт вероятностей ошибок 1-го рода и 2-го рода при обнаружении регулярных квазидетерминированных сигналов.	-
1.4	Асимптотически байесовский алгоритм оценивания – оценка максимального правдоподобия.	Метод малого параметра для расчёта характеристик надёжных оценок. Основные методы, используемые для аппроксимации зависимостей вероятности аномальных ошибок от параметров помехо-сигнальной обстановки. Пороговый эффект при нелинейной зависимости полезного сигнала от информационного параметра. Оптимизация структуры полезного сигнала при оценивании его неизвестных параметров.	-
1.5	Синтез и анализ алгоритмов совместное обнаружение регулярных сигналов и оценивание их неизвестных параметров	Структура алгоритма совместного обнаружения сигнала и оценки его неизвестного параметра – «мягкие» «жёсткие» алгоритмы. Помехоустойчивость совместного обнаружения сигнала и оценок его амплитуды и неэнергетического параметра.	-
<b>3. Лабораторные работы – нет</b>			

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

№	Название темы (раздела) дисциплины	Лекции (час.)	Практические занятия (час)	Лаборат. занятия (час)	Сам. раб. (час.)	Всего
1.1	Проблема априорной неопределённости в задачах синтеза оптимальных алгоритмов приёма полезных сигналов	1	1	0	6	8
1.2	Асимптотически байесовский алгоритм обнаружения регулярных сигналов с неизвестными параметрами.	1	1	0	6	8
1.3	Расчёт помехоустойчивости обнаружения регулярного сигнала с неизвестным неэнергетическим	3	4	0	12	19

	параметром в приёмнике максимального правдоподобия.					
1.4	Синтез и анализ асимптотически байесовского алгоритма оценивания неизвестных неэнергетических параметров регулярных сигналов.	4	4	0	12	20
1.5	Совместное обнаружение, различение регулярных сигналов и оценивание их неизвестных параметров.	3	2	0	12	17
	Итого:	12	12	0	48	72

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

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

Для обучающихся, кроме прослушивания лекционного курса, желательно изучение методических материалов, составленных специально для углубленного понимания этого курса, а также участие в промежуточных опросах и обсуждениях, рассматриваемых тем дисциплины.

#### 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	Трифонов Андрей Павлович. Совместное различение сигналов и оценка их параметров на фоне помех / А.П. Трифонов, Ю.С. Шинаков. М.: Радио и связь, 1986. – 264 с.
2	Тихонов Василий Иванович. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем / В.И.Тихонов, В.И.Харисов. - М.: Радио и связь, 2004. – 608 с..
3	Акимов Пётр Сергеевич. Теория обнаружения сигналов / П.С. Акимов, П.А. Бакут, В.А. Богданович и др.; Под.ред. П.А. Бакута. М.: Радио и связь, 1984. - 440 с.
4	Куликов Евгений Иванович. Оценка параметров сигналов на фоне помех / Е.И. Куликов, А.П. Трифонов.- М.: Сов. Радио, 1978. - 296 с.
5	Статистическая радиофизика: Лабораторный практикум / Сост. А.П.Трифонов, В.К.Маршаков, Ю.Э. Корчагин, К.А.Зимовец - Воронеж: ВГУ.- 2011.- 93 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
6	Яневич, Юлий Митрофанович. Задачи приема сигналов и определения их параметров на фоне шумов: учебное пособие / Ю.М. Яневич; Санкт-Петербургский государственный университет. - СПб.: Б.и., 2004
7	Акимов Пётр Сергеевич. Сигналы и их обработка в информационных системах / П.С. Акимов, А.И. Сенин, В.И. Соснов. - М.: Радио и связь, 1992. -362 с.
8	Левин Борис Рувимович. Теоретические основы статистической радиотехники. Кн. 3 / Б.Р.Левин. М: Сов.Радио,1978. – 288 с.

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

№ п/п	Ресурс
9	<a href="https://lib.vsu.ru/">https://lib.vsu.ru/</a> - ЗНБ ВГУ
10	<a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=8">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=8</a> - Электронно-библиотечные системы
11	Электронно-библиотечная система "БиблиоТех" : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1486">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1486</a>
12	Электронно-библиотечная система "Консультант студента" : электроннобиблиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=130616">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=130616</a>
13	<a href="http://www.exponenta.ru">http://www.exponenta.ru</a>

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)**

№ п/п	Источник
1	Корчагин, Юрий Эдуардович. Анализ спектрально-корреляционных свойств стационарных случайных процессов [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для вузов / Корчагин Ю.Э., Захаров А.В., Маршаков В.К. ; Воронеж. гос. ун-т— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2018 ..— Свободный доступ из интрасети ВГУ.<URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m18-56.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m18-56.pdf</a> >.
2	Трифонов, Андрей Павлович. Анализ воздействия сигнала и шума на линейные системы. Оптимальные, согласованные и квазиоптимальные фильтры. [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для вузов / А.П. Трифонов, А.В. Захаров, В.К. Маршаков ; Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2017— Свободный доступ из интрасети ВГУ URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m17-218.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m17-218.pdf</a>
3	Прибытков, Юрий Николаевич. Адаптивный выбор метода модуляции в современных системах радиосвязи (спектральная эффективность): [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для вузов /. Прибытков Ю.Н., Маршаков В.К. - Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2013. — Свободный доступ из интрасети ВГУ URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m17-217.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m17-217.pdf</a>

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

При реализации дисциплины предполагается использование информационно – коммуникационной технологии, технологии критического мышления, а также традиционные технологии обучения.

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Учебная лаборатория кафедры, персональные компьютеры – 15 шт., программные продукты MATLAB и Simulink, проектор BenQ MP575.



## 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
1.1	Проблема априорной неопределённости в задачах синтеза оптимальных алгоритмов приёма полезных сигналов	<b>ПК-2</b>	<b>ПК-2.1</b>	<i>Вопросы 1-3</i>
1.2	Асимптотически байесовский алгоритм обнаружения регулярных сигналов с неизвестными параметрами.	<b>ПК-2</b>	<b>ПК-2.1</b>	<i>Вопросы 4-6</i>
1.3	Расчёт помехоустойчивости обнаружения регулярного сигнала с неизвестным неэнергетическим параметром в приёмнике максимального правдоподобия.	<b>ПК-4</b>	<b>ПК-4.4</b>	<i>Вопросы 7-10</i>
1.4	Синтез и анализ асимптотически байесовского алгоритма оценивания неизвестных неэнергетических параметров регулярных сигналов.	<b>ПК-2</b> <b>ПК-4</b>	<b>ПК-2.1</b> <b>ПК-4.4</b>	<i>Вопросы 11-18</i>
1.5	Совместное обнаружение, различение регулярных сигналов и оценивание их неизвестных параметров.	<b>ПК-2</b>	<b>ПК-2.1</b>	<i>Вопросы 19-21</i>
Промежуточная аттестация форма контроля - зачёт				<i>КИМ - 1</i>

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

### 20.1 Текущий контроль успеваемости

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета.

Контроль успеваемости при текущей аттестации по дисциплине осуществляется на основе проверки и обсуждения практикоориентированных заданий, формируемых по основным вопросам дисциплины:

№ п/п	Текст вопроса
1	Параметрическая априорная неопределённость в задачах обнаружения.
2	Байесовский подход в решении этих задач и ограничения возникающие при этом.
3	Построение асимптотически байесовских алгоритмов – один из методов устранения этих ограничений.
4	Приёмник максимального правдоподобия для приёма сигналов с неизвестными параметрами.
5	Свойства сигнальной и шумовой функций. Регулярные и разрывные сигналы.
6	Приёмник максимального правдоподобия для приёма сигналов с неизвестными параметрами.
7	Основные методы, используемые при расчёте вероятностей ошибок 1-го рода и 2-го рода при обнаружении сигналов с неизвестными параметрами.
8	Асимптотические свойства выражения для вероятности ошибок 2-го рода при неограниченном отношении сигнал/шум.
9	Байесовская оценка неизвестных параметров полезного сигнала.
10	Анализ поведения среднего риска при неограниченном увеличении отношения сигнал/шум.
11	Асимптотически байесовский алгоритм оценивания – оценка максимального правдоподобия.
12	Надёжная оценка максимального правдоподобия.
13	Аномальные ошибки оценивания.
14	Расчёт точности надёжной оценки методом малого параметра.
15	Информационная матрица Фишера.
16	Помехоустойчивость оценок максимального правдоподобия с учётом аномальных ошибок при регулярных сигналах.
17	Пороговый эффект.
18	Влияние величины приведённого интервала возможных значений неизвестных параметров на точность оценивания.
19	Асимптотически байесовский алгоритм совместного обнаружения, различения и оценки.
20	Совместное обнаружение, различение и оценка при приёме сигнала с неизвестной амплитудой, неизвестными неэнергетическими параметрами.
21	Характеристики совместного обнаружения, различения и оценки.

Шкала оценивания при текущем контроле выполнения заданий: **зачтено** - полное знание учебно-программного материала на уровне количественной характеристики, способность самостоятельно ответить на дополнительные корректирующие вопросы преподавателя; **не зачтено** - незнание основного

программного материала. Неспособность скорректировать ответ под руководством преподавателя.

## 20.2 Промежуточная аттестация

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

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью собеседования по билетам к зачёту - **КИМ-1**.

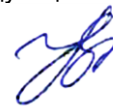
Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практическое задание, позволяющее оценить степень сформированности умений, навыков и практический опыт, необходимый при анализе и синтезе оптимальных и квазиоптимальных алгоритмов обработки информационных сигналов.

Для оценивания результатов обучения на зачёте используется 2-балльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное знание учебно-программного материала на уровне количественной характеристики. Способность самостоятельно ответить на дополнительные корректирующие вопросы преподавателя.	<i>Базовый уровень</i>	<i>Зачтено</i>
Незнание основного программного материала. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки при ответах на простые вопросы, решать даже типовые задачи не умеет. Неспособность скорректировать ответ под руководством преподавателя.	–	<i>Не зачтено</i>

## Комплект КИМ №1

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой радиофизики



Ю.Э. Корчагин

подпись, расшифровка подписи

07.06.2023

Направление подготовки	<b>03.04.03 Радиофизика</b> <i>шифр, наименование</i>
Дисциплина системах	<b>Статистические методы обработки сигналов в радиотехнических</b>
Форма обучения	<b>очное</b> <i>очное, очно-заочное, заочное</i>
Вид контроля	<b>зачёт</b> <i>зачёт, зачет;</i>
Вид аттестации	<b>промежуточная</b> <i>текущая, промежуточная</i>

### Контрольно-измерительный материал №1

1. Байесовская оценка неизвестных параметров полезного сигнала.
2. Постановка задач совместного обнаружения и оценивания.

Преподаватель



Маршаков В.К.

подпись расшифровка подписи

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой радиофизики



Ю.Э. Корчагин

подпись, расшифровка подписи

07.06.2023

Направление подготовки	<b>03.04.03 Радиофизика</b> <i>шифр, наименование</i>
Дисциплина системах	<b>Статистические методы обработки сигналов в радиотехнических</b>
Форма обучения	<b>очное</b> <i>очное, очно-заочное, заочное</i>
Вид контроля	<b>зачёт</b> <i>зачёт, зачет;</i>
Вид аттестации	<b>промежуточная</b> <i>текущая, промежуточная</i>

### Контрольно-измерительный материал №2

1. Анализ поведения среднего риска при неограниченном увеличении отношения сигнал/шум.
2. Регулярные и разрывные сигналы.

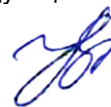
Преподаватель



Маршаков В.К.

подпись расшифровка подписи

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой радиофизики




Ю.Э. Корчагин  
подпись, расшифровка подписи  
07.06.2023

Направление подготовки	<b>03.04.03 Радиофизика</b> <i>шифр, наименование</i>
Дисциплина <b>системах</b>	<b>Статистические методы обработки сигналов в радиотехнических</b>
Форма обучения	<b>очное</b> <i>очное, очно-заочное, заочное</i>
Вид контроля	<b>зачёт</b> <i>зачёт, зачет;</i>
Вид аттестации	промежуточная <i>текущая, промежуточная</i>

### Контрольно-измерительный материал №3

1. Асимптотически байесовский алгоритм оценивания – оценка максимального правдоподобия.
2. Приёмник максимального правдоподобия для приёма сигналов с неизвестными параметрами.

Преподаватель  Маршаков В.К.  
подпись расшифровка подписи

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой радиофизики



Ю.Э. Корчагин  
подпись, расшифровка подписи  
07.06.2023

Направление подготовки	<b>03.04.03 Радиофизика</b> <i>шифр, наименование</i>
Дисциплина <b>системах</b>	<b>Статистические методы обработки сигналов в радиотехнических</b>
Форма обучения	<b>очное</b> <i>очное, очно-заочное, заочное</i>
Вид контроля	<b>зачёт</b> <i>зачёт, зачет;</i>
Вид аттестации	промежуточная <i>текущая, промежуточная</i>

### Контрольно-измерительный материал №4

1. Надёжная оценка максимального правдоподобия.
2. Асимптотически оптимальное совместное обнаружение и оценивание при неограниченном увеличении отношения сигнал/шум.

Преподаватель  Маршаков В.К.  
подпись расшифровка подписи

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой радиофизики



Ю.Э. Корчагин  
подпись, расшифровка подписи  
07.06.2023

Направление подготовки	<b>03.04.03 Радиофизика</b> <i>шифр, наименование</i>
Дисциплина <b>системах</b>	<b>Статистические методы обработки сигналов в радиотехнических</b>
Форма обучения	<b>очное</b> <i>очное, очно-заочное, заочное</i>
Вид контроля	<b>зачёт</b> <i>зачёт, зачет;</i>
Вид аттестации	промежуточная <i>текущая, промежуточная</i>

### Контрольно-измерительный материал №5

1. Аномальные ошибки оценивания.
2. Основные методы, используемые при расчёте вероятностей ошибок 1-го рода и 2-го рода при обнаружении сигналов с неизвестными параметрами.

Преподаватель



Маршаков В.К.

подпись расшифровка подписи

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой радиофизики



Ю.Э. Корчагин  
подпись, расшифровка подписи  
07.06.2023

Направление подготовки	<b>03.04.03 Радиофизика</b> <i>шифр, наименование</i>
Дисциплина <b>системах</b>	<b>Статистические методы обработки сигналов в радиотехнических</b>
Форма обучения	<b>очное</b> <i>очное, очно-заочное, заочное</i>
Вид контроля	<b>зачёт</b> <i>зачёт, зачет;</i>
Вид аттестации	промежуточная <i>текущая, промежуточная</i>

### Контрольно-измерительный материал №6

1. Расчёт точности надёжной оценки методом малого параметра.
2. Асимптотические свойства выражения для вероятности ошибок 2-го рода при неограниченном отношении сигнал/шум

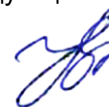
Преподаватель



Маршаков В.К.

подпись расшифровка подписи

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой радиофизики



Ю.Э. Корчагин  
подпись, расшифровка подписи  
07.06.2023

Направление подготовки	<b>03.04.03 Радиофизика</b> <i>шифр, наименование</i>
Дисциплина <b>системах</b>	<b>Статистические методы обработки сигналов в радиотехнических</b>
Форма обучения	<b>очное</b> <i>очное, очно-заочное, заочное</i>
Вид контроля	<b>зачёт</b> <i>зачёт, зачет;</i>
Вид аттестации	промежуточная <i>текущая, промежуточная</i>

#### Контрольно-измерительный материал №7

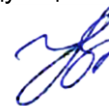
1. Информационная матрица Фишера.
2. Байесовский алгоритм при совместном обнаружении и оценивании.

Преподаватель



Маршаков В.К.  
подпись расшифровка подписи

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой радиофизики



Ю.Э. Корчагин  
подпись, расшифровка подписи  
07.06.2023

Направление подготовки	<b>03.04.03 Радиофизика</b> <i>шифр, наименование</i>
Дисциплина <b>системах</b>	<b>Статистические методы обработки сигналов в радиотехнических</b>
Форма обучения	<b>очное</b> <i>очное, очно-заочное, заочное</i>
Вид контроля	<b>зачёт</b> <i>зачёт, зачет;</i>
Вид аттестации	промежуточная <i>текущая, промежуточная</i>

#### Контрольно-измерительный материал №8

1. Помехоустойчивость оценок максимального правдоподобия с учётом аномальных ошибок при регулярных сигналах
2. Расчёт характеристик совместного различения – оценивания

Преподаватель



Маршаков В.К.  
подпись расшифровка подписи

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой радиофизики



Ю.Э. Корчагин  
подпись, расшифровка подписи  
07.06.2023

Направление подготовки	<b>03.04.03 Радиофизика</b> <i>шифр, наименование</i>
Дисциплина <b>системах</b>	<b>Статистические методы обработки сигналов в радиотехнических</b>
Форма обучения	<b>очное</b> <i>очное, очно-заочное, заочное</i>
Вид контроля	<b>зачёт</b> <i>зачёт, зачет;</i>
Вид аттестации	промежуточная <i>текущая, промежуточная</i>

### Контрольно-измерительный материал №9

1. Пороговый эффект при оценке неизвестного параметра полезного сигнала.
- 2.. Свойства сигнальной и шумовой функций приёмника максимального правдоподобия.

Преподаватель



Маршаков В.К.

подпись расшифровка подписи

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой радиофизики



Ю.Э. Корчагин  
подпись, расшифровка подписи  
07.06.2023

Направление подготовки	<b>03.04.03 Радиофизика</b> <i>шифр, наименование</i>
Дисциплина <b>системах</b>	<b>Статистические методы обработки сигналов в радиотехнических</b>
Форма обучения	<b>очное</b> <i>очное, очно-заочное, заочное</i>
Вид контроля	<b>зачёт</b> <i>зачёт, зачет;</i>
Вид аттестации	промежуточная <i>текущая, промежуточная</i>

### Контрольно-измерительный материал №10

1. Влияние величины приведённого интервала возможных значений неизвестных параметров на точность оценивания.
2. Анализ характеристик совместного различения – оценивания.

Преподаватель



Маршаков В.К.

подпись расшифровка подписи



**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ**  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Направление/специальность 03.04.03 Радиофизика  
шифр и наименование направления/специальности

**Б1.В.ДВ.01.01** Статистические методы обработки сигналов в радиотехнических системах.  
код и наименование дисциплины

Профиль подготовки Компьютерные методы обработки радиофизической информации.  
в соответствии с учебным планом

Форма обучения очная

Учебный год 2024/2025

---

Ответственный исполнитель

Зав. кафедрой радиофизики  
должность, подразделение



подпись

(Корчагин Ю.Э.)

расшифровка подписи

07.06.2023

Исполнители

Доц. кафедры радиофизики  
должность, подразделение



подпись

(Маршаков В.К.)

расшифровка подписи

07.06.2023

СОГЛАСОВАНО

Куратор ООП ВПО

по направлению/ специальности



подпись

(Корчагин Ю.Э.)

расшифровка подписи

07.06.2023

Зав.отделом обслуживания ЗНБ



подпись

(Белодедова Н.В.)

расшифровка подписи

07.06.2023

---

РЕКОМЕНДОВАНА НМС

физического факультета

(наименование факультета, структурного подразделения)

протокол № 5 от 25 мая 2023 г.