

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Радиоэлектроники и телекоммуникационных систем»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №13 от 02 июня 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ВЕРОЯТНОСТНЫЙ АНАЛИЗ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

Направление: 11.03.01 Радиотехника

Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Насникова Ирина
Геннадьевна
Дата подписания: 12.06.2025

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил и согласовал: Ченский Александр
Геннадьевич
Дата подписания: 18.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Вероятностный анализ радиотехнических систем» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК ОС-3 Способность применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности	ОПК ОС-3.3
ПКО-1 Умение собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для научного исследования, проектирования и эксплуатации радиоэлектронных устройств и систем	ПКО-1.5

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-3.3	Умеет использовать законы и вероятностные методы для анализа процессов формирования и преобразования сигналов в радиотехнических системах	Знать статистические методы обработки и анализа данных Уметь использовать законы и методы для анализа процессов преобразования сигналов в радиотехнических системах, проводить статистическую обработку данных радиотехнических систем. Владеть приемами обработки экспериментальных данных с использованием стандартных пакетов прикладных программ (MatLab)
ПКО-1.5	Знает теоретический материал. Знает методы анализа радиотехнических сигналов. Умеет применять изученные методы при решении практических задач. Владеет техникой анализа различных радиотехнических сигналов. Знает методы анализа радиотехнических сигналов, в том числе ряды Котельникова и Фурье	Знать теоретический материал, методы анализа радиотехнических сигналов. Знать методы сбора исходных данных. Уметь применять изученные методы при решении практических задач Владеть техникой анализа различных радиотехнических сигналов. Владеть навыками обработки и представления экспериментальных данных.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Вероятностный анализ радиотехнических систем» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Методы программирования в системах радиосвязи»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Статистическая теория радиотехнических систем»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	64	64
лекции	32	32
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	32	32
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	44	44
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 4

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Случайные события	1	4			1	2	2	1	Контрольн ая работа
2	Одномерные случайные величины	2	6			2, 3, 4, 8	10	1, 2, 3	17	Контрольн ая работа
3	Двумерные случайные величины	3	6			5, 6	4	2	2	Контрольн ая работа
4	Математическая статистика	4	6			7, 9, 10	6	2	3	Контрольн ая работа
5	Статистические гипотезы	5	4			11, 12	6	1, 2, 3, 4	11	
6	Корреляционно - регрессионный анализ	6	6			13	4	1, 2, 3, 4	10	
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен

	Всего		32			32		80	
--	-------	--	----	--	--	----	--	----	--

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Случайные события	Случайные события и операции над ними. Классическое определение вероятности, свойства. Относительная частота наступления события. События совместные и несовместные, зависимые и независимые. Теоремы сложения и умножения вероятностей. Формулы полной вероятности, Байеса, Бернулли и Пуассона.
2	Одномерные случайные величины	Дискретные и непрерывные случайные величины. Законы распределения случайных величин. Функция и плотность распределения. Биномиальный закон распределения вероятностей. Распределение Пуассона. Равномерное распределение. Показательное распределение. Нормальное распределение.
3	Двумерные случайные величины	Законы распределения вероятностей дискретной двумерной случайной величины. Условные законы распределения вероятностей дискретной двумерной случайной величины. Функция распределения двумерной случайной величины, свойства. Двумерная плотность вероятности, свойства. Условные законы распределения составляющих системы непрерывных случайных величин. Числовые характеристики системы двух случайных величин. Корреляционный момент. Коэффициент корреляции. Свойства.
4	Математическая статистика	Задачи математической статистики. Генеральная и выборочная совокупность. Способы отбора. Основные приемы обработки и представления экспериментальных данных. Статистический ряд: не сгруппированный и сгруппированный. Эмпирическая функция распределения, свойства. Полигон и гистограмма. Числовые характеристики статистического распределения. Статистические оценки параметров распределения. Несмещенные, эффективные и состоятельные оценки. Точность оценки, доверительная вероятность, доверительный интервал, Доверительный интервал для оценки математического ожидания и среднего квадратического отклонения нормального распределения.
5	Статистические гипотезы	Нулевая и конкурирующая, простая и сложная гипотезы. Ошибки первого и второго рода. Статистический критерий проверки нулевой гипотезы. Критическая область. Область принятия гипотезы. Основы проверки статистических

		гипотез о виде распределения. Критерии согласия Колмогорова и Пирсона. Использование основных приемов обработки и представления экспериментальных данных
6	Корреляционно - регрессионный анализ	Основы корреляционного анализа. Корреляционная таблица. Выборочный коэффициент корреляции. Выборочное корреляционное отношение, свойства. Основные понятия регрессионного анализа. Вычисление коэффициента регрессии, проверка значимости коэффициента регрессии

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 4

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Использование теорем сложения и умножения вероятностей при решении задач теории вероятности.	2
2	Расчет числовых характеристик дискретных и непрерывных случайных величин.	4
3	Расчет числовых характеристик случайных величин с использованием Statistics Toolbox	2
4	Исследование законов распределения одномерных непрерывных случайных величин с использованием Statistics Toolbox.	2
5	Законы распределения вероятностей дискретной двумерной случайной величины. Условные законы распределения вероятностей дискретной двумерной случайной величины.	2
6	Числовые характеристики двумерной случайной величины.	2
7	Составление несгруппированного и сгруппированного статистического ряда.	2
8	Исследование законов распределения одномерных дискретных случайных величин с использованием Statistics Toolbox.	2
9	Построение эмпирической функции распределения, полигона и гистограммы. Расчет числовых характеристик статистического распределения.	2
10	Интервальные оценки числовых характеристик.	2
11	Проверка статистической гипотезы о законе распределения случайной величины	2
12	Проверка статистической гипотезы о законе	4

	распределения случайной величины с использованием средств Statistics Toolbox.	
13	Корреляционно - регрессионный анализ с использованием средств Statistics Toolbox.	4

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	11
2	Подготовка к практическим занятиям	13
3	Подготовка к сдаче и защите отчетов	10
4	Расчетно-графические и аналогичные работы	10

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: групповые дискуссии, работа в команде

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Насникова И. Г. Теория вероятностей и математическая статистика : методические указания к практическим занятиям: по направлению 11.03.02 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи": профиль подготовки "Многоканальные телекоммуникационные системы": 11.03.01 "Радиотехника": профиль подготовки "Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов" / И. Г. Насникова, 2018

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Подготовка к практическим занятиям включает обновление в памяти материалов лекций, содержащих теоретические сведения, и учебной литературы. При этом, как правило, достаточным оказывается прочитать только литературу по основному списку.

Обработка результатов практических работ, выполняемых в среде MatLab, и их оформление заключается в составлении отчета по практической работе, который должен включать цель работы, задание, результаты выполнения работы, ответы на контрольные вопросы.

Расчетные задания выполняются в течение семестра по мере изучения соответствующих разделов курса.

Темы расчетных заданий:

1. Проверка статистической гипотезы о виде неизвестного распределения.
2. Определение корреляционной зависимости между случайными величинами.

Подготовка к экзамену включает проработку конспекта лекций и рекомендованной литературы, а также ответы на контрольные вопросы для предварительной самостоятельной оценки своих знаний.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 4 | Контрольная работа

Описание процедуры.

Контрольная работа состоит из 5 задач, на решение которых отводится 90 минут. Оценивается контрольная работа по пяти балльной системе. Каждая задача максимум оценивается в 1 балл, который выставляется при правильном объяснении хода решения задачи и получении верного ответа.

Контрольная работа зачитывается при получении 3-5 баллов, которые учитываются преподавателем на экзамене в случае спорной оценки.

Критерии оценивания.

Отлично

Полное верное решение. В логическом рассуждении и решении нет ошибок, задача решена рациональным способом. Получен правильный ответ. Ясно описан способ решения.

Хорошо

Верное решение, но имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение, такие как небольшие логические пропуски, не связанные с основной идеей решения. Решение оформлено не вполне аккуратно, но это не мешает пониманию решения.

Удовлетворительно

Решение в целом верное. В логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок, но задача решена неоптимальным способом или допущено не более двух незначительных ошибок. В работе присутствуют арифметическая ошибка, механическая ошибка или описка при переписывании выкладок или ответа, не исказившие содержание ответа.

Неудовлетворительно

Имеются существенные ошибки в логическом рассуждении и в решении. Отсутствует окончательный численный ответ (если он предусмотрен в задаче). Правильный ответ угадан, а выстроенное под него решение - безосновательно.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ОПК ОС-3.3	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает теоретический материал, использует в ответе материал научной литературы, свободно справляется с задачами, не затрудняется с ответом при видеоизменении заданий, правильно	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или выполнение практических заданий

	обосновывает принятое решение, демонстрирует разносторонние навыки и приемы выполнения практических задач.	
ПКО-1.5	Знает современные методы анализа цифровых радиотехнических цепей. Умеет использовать современные методы анализа цифровых радиотехнических схем. Владеет методами анализа и синтеза цифровых фильтров	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или выполнение практических заданий

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 4, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен проводится преподавателем, ведущим лекционные занятия по данной дисциплине в устной форме. Экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов и задачи. При проведении устного экзамена экзаменационный билет выбирает сам экзаменуемый в случайном порядке.

Во время экзамена обучающиеся могут пользоваться программой учебной дисциплины, а также с разрешения преподавателя калькуляторами.

Время подготовки ответа при сдаче экзамена в устной форме должно составлять не менее 40 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 15 минут. При подготовке к устному экзамену экзаменуемый, как правило, ведет записи в листе устного ответа, который затем (по окончании экзамена) сдается экзаменатору.

Экзаменатору предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины текущего семестра, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи, которые изучались на практических занятиях.

Оценка результатов устного аттестационного испытания объявляется обучающимся в день его проведения.

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Случайные события и операции над ними.
2. Классическое определение вероятности. Свойства вероятности.
3. Относительная частота наступления события.
4. Статистическая и геометрическая вероятности.
5. События совместные и несовместные, зависимые и независимые. Условная вероятность.
6. Теоремы сложения и умножения вероятностей.
7. Полная группа событий. Формула полной вероятности.
8. Вероятность гипотез. Формулы Байеса.
9. Последовательность независимых испытаний. Формулы Бернулли и Пуассона.
10. Дискретные и непрерывные случайные величины.
11. Законы распределения случайных величин, способы задания.
12. Функция распределения случайной величины, ее свойства. График функции распределения.

13. Плотность распределения вероятностей непрерывной случайной величины, ее свойства.
14. Числовые характеристики дискретных и непрерывных случайных величин.
15. Мода. Медиана. Моменты. Асимметрия и эксцесс. Квантили.
16. Основные распределения вероятностей: биномиальное, Пуассона, геометрическое, равномерное, показательное, нормальное.
17. Оценки отклонения теоретического распределения от нормального.
18. Распределения, связанные с нормальным.
19. Система двух случайных величин.
20. Функция распределения двумерной случайной величины, свойства.
21. Плотность совместного распределения вероятностей двумерной непрерывной случайной величины, свойства.
22. Условные законы распределения случайных величин.
23. Система произвольного числа случайных величин.
24. Числовые характеристики двух случайных величин: начальные и центральные моменты, корреляционный момент, коэффициент корреляции.
25. Элементы математической статистики. Вариационный ряд. Генеральная совокупность и выборка.
26. Способы отбора. Статистический ряд.
27. Эмпирическая функция распределения.
28. Эмпирическая функция плотности вероятности.
29. Числовые характеристики статистического распределения.
30. Статистические оценки параметров распределения. Несмещенные, эффективные и состоятельные оценки.
31. Оценки для математического ожидания и дисперсии.
32. Точечные и интервальные оценки неизвестных параметров распределения.
33. Методы получения точечных оценок.
34. Доверительный интервал. Доверительная вероятность.
35. Доверительные интервалы для математического ожидания и дисперсии.
36. Основы проверки статистических гипотез.
37. Гипотезы: нулевая и альтернативная, простая и сложная.
38. Статистические критерии. Ошибки первого и второго рода.
39. Критическая область и область принятия гипотезы.
40. Выравнивание статистического ряда.
41. Критерий Колмогорова. Критерий Пирсона.
42. Основы корреляционного анализа.
43. Выборочный коэффициент корреляции, свойства.
44. Корреляционное отношение, основные свойства.
45. Проверка гипотезы о значимости выборочного коэффициента корреляции.
46. Задачи регрессионного анализа. Виды регрессии.
47. Оценка коэффициентов регрессии.
48. Значимость и адекватность регрессии.

Пример задания:

1. Случайная величина, виды. Способы задания
2. Проверка статистических гипотез
3. Решить задачу

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительн	Неудовлетворительно
---------	--------	------------------	---------------------

		о	
Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает теоретический материал, использует в ответе материал научной литературы, свободно справляется с задачами, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, демонстрирует разносторонние навыки и приемы выполнения практических задач.	Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, а также имеет достаточно полное представление о значимости знаний по дисциплине.	Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.	Не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной дисциплине.

7 Основная учебная литература

1. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие для бакалавров вузов / В. Е. Гмурман, 2013. - 478.
2. Письменный Д. Т. Конспект лекций по теории вероятностей, математической статистике и случайным процессам : курс лекций / Дмитрий Письменный, 2006. - 287.
3. Насникова И. Г. Теория вероятностей и математическая статистика : методические указания к практическим занятиям: по направлению 11.03.02 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи": профиль подготовки "Многоканальные телекоммуникационные системы": 11.03.01 "Радиотехника": профиль подготовки "Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов" / И. Г. Насникова, 2018. - 39.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Гмурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учебное пособие для бакалавров / В.Е. Гмурман, 2013. - 403.
2. Горелова Г. В. Теория вероятностей и математическая статистика в примерах и задачах с применением Excel : учеб. пособие для вузов по экон. специальностям / Г. В. Горелова, И. А. Кацко, 2002. - 395.

3. Теория вероятностей и математическая статистика: Базовый курс с примерами и задачами : учеб. пособие для втузов / А. И. Кибзун, Е. Р. Горяинова, А. В. Наумов, А. Н. Сиротин, 2002. - 223.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Windows Professional 8 Russian
2. Microsoft Office Professional Plus 2013
3. MathWorks_MatLabR2010b (Simulink - 1, Optimizatio - 1, Statistic - 1)_516883_eng
4. MathWorks_MatLabR2010b (Simulink - 30, SimPowerSystems - 30)_511547_eng

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Интерактивная система /ActivBoard
2. Моноблок Mitac /USB 2.0 480Gb/s
3. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Tb/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
4. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Tb/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
5. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Tb/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
6. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Tb/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
7. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Tb/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
8. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Tb/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
9. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Tb/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
10. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Tb/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
11. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Tb/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
12. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Tb/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
13. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Tb/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"

14. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Tb/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
15. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Tb/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
16. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Tb/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"