

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ РОССИЙСКИЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РАДИО  
ИМЕНИ М.И. КРИВОШЕЕВА»

Согласовано

Заместитель генерального  
директора ФГБУ НИИР по  
науке, канд. техн. наук, доцент

  
А.А. Захаров  
«28» декабря 2022 г.

Утверждаю

И.о. генерального директора  
ФГБУ НИИР, канд. воен. наук

  
О.А. Иванов  
«28» декабря 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА

Направление подготовки:	2.2.13 Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения 2.2.15 Системы, сети и устройства телекоммуникаций 5.2.3 Региональная и отраслевая экономика 5.2.6 Менеджмент
Профиль подготовки:	2.2 – Электроника, фотоника, приборостроение и связь 5.2 – Экономические науки
Квалификация выпускника:	исследователь, преподаватель-исследователь
Форма обучения:	очная

Москва, 2022 г.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ РОССИЙСКИЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РАДИО  
ИМЕНИ М.И. КРИВОШЕЕВА»

Согласовано

Заместитель генерального  
директора ФГБУ НИИР по  
науке, канд. техн. наук, доцент

А.А. Захаров

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Утверждаю

И.о. генерального директора  
ФГБУ НИИР, канд. воен. наук

О.А. Иванов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА**

Направление подготовки:	2.2.13 Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения 2.2.15 Системы, сети и устройства телекоммуникаций 5.2.3 Региональная и отраслевая экономика 5.2.6 Менеджмент
Профиль подготовки:	2.2 – Электроника, фотоника, приборостроение и связь 5.2 – Экономические науки
Квалификация выпускника:	исследователь, преподаватель-исследователь
Форма обучения:	очная

Москва, 2022 г.

Программа разработана в соответствии с требованиями Федерального закона Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», на основании федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре от 20.10.2021.

Одобрена и утверждена на заседании Президиума НТС ФГБУ НИИР. Протокол №4/1-П-2022 от 22.12.2022

Разработчики:

Веерпалу В.Э., Директор НТЦ А ЭМС ФГБУ НИИР,  
д.т.н.

Мырова Л.О., ведущий научный сотрудник НТЦ А  
ЭМС ФГБУ НИИР, д.т.н.

Корж В.А., заместитель директора  
НТЦ А ЭМС ФГБУ НИИР, к.т.н.

Иванкович М.В., заместитель директора ЦИПБТС  
ФГБУ НИИР, к.т.н.

## Содержание

1. Цели и задачи освоения дисциплины.....	5
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы высшего образования.....	5
3. Требования к результатам освоения дисциплины.....	5
4. Объем дисциплины и виды учебной работы.....	6
5. Содержание дисциплины .....	6
6. Рекомендуемые образовательные технологии.....	9
7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости .....	9
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	9
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	10
Аннотация рабочей программы дисциплины .....	11

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель преподавания дисциплины: вооружить аспирантов фундаментальными знаниями по теории вероятности и математической статистике, крайне необходимыми для исследований в области прикладных наук: теории связи, теории телетрафика, теории нормирования параметров систем и сетей связи, квалитметрии, экономики, информационной безопасности, теории надежности и живучести систем и сетей связи.

Задачи освоения дисциплины:

1. Уяснить роль теории вероятности и математической статистике в области прикладных телекоммуникационных наук.
2. Получить углубленные знания об актуальных в области телекоммуникаций законах распределения дискретных и непрерывных случайных величин.
3. Усвоить методы проверки гипотез о параметрах распределения и о самом виде распределения случайных величин.
4. Изучить теорию регрессии как основы долгосрочного прогнозирования инновационных телекоммуникационных трендов.
5. Усвоить метод наименьших квадратов как инструмент моделирования физических процессов.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы высшего образования

Дисциплина относится к базовой части учебного плана, трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачётные единицы, форма итогового контроля – зачет с оценкой.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины аспирант должен обладать следующими компетенциями в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

**а) универсальными компетенциями (УК):**

– способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);

**б) общепрофессиональными компетенциями (ОПК):**

– владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);

**в) профессиональными компетенциями (ПК):**

– способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направлению 2.2.15 Системы, сети и устройства телекоммуникаций (ПК-1);

– способностью ставить и решать прикладные учебно-методические задачи, обосновать выбор методик преподавания специальных дисциплин в ВУЗе (ПК-2).

#### 4. Объём дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачётных единиц (ЗЕ).

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Курс
		1
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		
В том числе:		
Лекции (Л)	1	1
Семинары (С)	0,5	0,5
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>		
В том числе:		
Подготовка к семинарам	0,5	0,5
Вид аттестации (зачёт, экзамен)		зачет с оценкой
Общая трудоёмкость	зач. ед.	2
	час	72
		2
		72

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Предмет и задачи теории вероятностей и математической статистики	Достоверное, невозможное и случайное событие. Различные подходы к определению вероятности. Поле событий. Классическое определение вероятности. Аксиоматическое построение теории вероятности. Предмет и задачи теории вероятностей. Предмет и задачи математической статистики.
2.	Случайные события	Частость и вероятность. Условные вероятности. Независимость событий. Формула полной вероятности. Формула вероятностей гипотез (Байеса). Композиция испытаний. Понятия теории передачи информации. Энтропия распределения случайной величины. Биномиальное распределение. Надежность системы при фиксированном интервале времени
3.	Случайные величины. Распределение дискретных величин	Понятие о распределении дискретной случайной величины. Среднее значение и математическое ожидание. Мода. Центральные моменты. Дисперсия и среднее квадратическое отклонение. Среднее абсолютное отклонение. Коэффициент вариации. Характеристики асимметрии и эксцесса. Производящая функция. Гипергеометрическое распределение. Закон распределения Пуассона. Закон Пуассона в схеме независимых испытаний с различными вероятностями и его применение в теории надежности.
4.	Случайные величины. Распределение непрерывно распределенных величин	Плотность вероятностей и функция распределения. Квантили. Процентили. Моменты непрерывного распределения. Математическое ожидание и дисперсия. Мода. Надежность элемента системы при изменяющемся времени работы. Эмпирическое распределение непрерывной величины, построение его графиков и вычисление характеристик.

5.	Нормальный закон распределения	Значение нормального закона распределения. Нормальная плотность вероятностей и ее параметры. Производящая функция, моменты, асимметрия и эксцесс нормального распределения. Функция Лапласа и вычисление вероятностей при нормальном распределении. Нормальное распределение как приближение биномиального распределения. Теорема Бернулли. Теорема Лапласа. Доверительные интервалы для неизвестной вероятности.
6.	Многомерные распределения. Закон больших чисел. Центральная предельная теорема	Двумерные распределения и их условные законы. Понятие о независимых величинах. Математическое ожидание функции многих переменных. Теоремы о математическом ожидании суммы и произведения. Понятие о ковариации (моменте связи) и коэффициенте связи. Дисперсия суммы. Приближенное определение математического ожидания и дисперсии функции. Двумерное нормальное распределение. Неравенство Чебышева. Основные предельные законы теории вероятностей. Композиция распределений. Производящая функция композиции. Центральная предельная теорема. Роль нормального распределения в приложениях.
7.	Статистическая оценка параметров распределения	Выборка и генеральная совокупность. Распределение выборки и выборочные характеристики. Состоятельные и несмещенные оценки. Несмещенная оценка дисперсии. Значение состоятельности, несмещенности и эффективности оценок в больших выборках. Асимптотические распределения выборочных характеристик. Метод наибольшего правдоподобия для нахождения оценок параметров. Метод моментов. Оценка центра распределения по неравноточным наблюдениям. Распределение $\chi^2$ Пирсона. Распределение $t$ Стьюдента. Распределение $F$ Фишера. Распределение дисперсии выборки из генеральной совокупности. Распределение критерия Стьюдента. Понятие доверительного интервала. Доверительный интервал для центра распределения при известном среднеквадратическом отклонении $\sigma$ . Доверительный интервал для $\sigma$ . Оценка параметра $\sigma$ по размахам нескольких выборок. Доверительные интервалы в случае асимптотически нормальных оценок. Допустимые (толерантные) пределы.
8.	Статистическая проверка гипотез	Статистическая проверка гипотезы относительно вероятности. Гипотеза о положении центра группирования. Критерий знаков. Проверка гипотезы о равенстве двух центров распределения. $F$ -распределение и проверка гипотезы о равенстве дисперсий. Проверка гипотезы о законе распределения: критерий соответствия $\chi^2$ Пирсона. $\chi^2$ как критерий однородности распределения. Приближенная проверка гипотезы о нормальности при помощи асимметрии и эксцесса. Критерий соответствия $\omega^2$ . Критерий принадлежности двух выборок одной и той же генеральной совокупности. Критерий грубых ошибок наблюдений. Проверка гипотезы нормальности по совокупности двух малых выборок.

9.	Основы дисперсионного анализа	Понятие о дисперсионном анализе. Изменчивость средних величин. Простая группировка величин. Случайные блоки. Латинские квадраты. Однофакторный дисперсионный анализ. Двухфакторный анализ.
10.	Основы теории корреляции	Стохастическая связь. Кривые регрессии и условные дисперсии. Коэффициент корреляции и прямые приближенной регрессии. Случай линейной корреляции. Корреляционное отношение. Выборочные характеристики связи и их вычисление. Эмпирическое корреляционное отношение. Оценка достоверности коэффициентов связи. Оценка параметров линейной зависимости по методу наименьших квадратов. Проверка гипотезы об отсутствии корреляционной связи. Использование линии условной регрессии в задачах долгосрочного прогнозирования.
11.	Вероятностно-статистические методы расчета, анализа и контроля точности	Теоретико-вероятностный метод расчета размерных цепей. Статистические методы анализа точности и стабильности технологии производства. Статистические методы текущего предупредительного контроля качества продукции. Статистические методы приемочного контроля качества продукции. Квалиметрия. Аддитивная, мультипликативная, средневзвешенная гармоническая и комплексная оценка качества продукции. Пакеты программного обеспечения по статистике.

### 5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	Номера разделов данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Системы, сети и устройства телекоммуникаций	√	√	√	√	√	√	√	√		√	√
2.	Информационная безопасность			√	√			√	√			

### 5.3 Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Часы для видов занятий		
		Лекция	Семинар	Самостоятельная работа
1.	Предмет и задачи теории вероятностей и математической статистики	2		18
2.	Случайные события	2		
3.	Случайные величины. Распределение дискретных величин	4	2	
4.	Случайные величины. Распределение непрерывно распределенных величин	4	2	
5.	Нормальный закон распределения	2	2	



6.	Многомерные распределения. Закон больших чисел. Центральная предельная теорема	4	2	
7.	Статистическая оценка параметров распределения	4	2	
8.	Статистическая проверка гипотез	4	2	
9.	Основы дисперсионного анализа	4	2	
10.	Основы теории корреляции	4	2	
11.	Вероятностно-статистические методы расчета, анализа и контроля точности	4	2	
	Всего:	36	18	18

## 6. Рекомендуемые образовательные технологии

Активные и интерактивные формы проведения занятий.

Вовлечение аспирантов в работу действующих исследовательских групп ФГБУ НИИР.

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

Номер раздела, темы	Вид занятия: лекция (Л), семинар (С)	Используемая интерактивная образовательная технология	Кол-во часов
4, 11	С	Семинар	4
Итого:			4

## 7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

При изучении дисциплины аспирант должен достаточно много работать самостоятельно, особенно при подготовке к семинарам. Для обеспечения эффективного усвоения аспирантами материалов дисциплины им дан перечень вопросов, которые подлежат изучению на семинарах, список основной и дополнительной литературы для самостоятельной работы. Контроль текущего уровня усвоения изученного материала в течение семестра осуществляется путём собеседований. Аттестация по дисциплине проводится в конце учебного года в форме зачета с оценкой.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Рекомендуемая литература

#### а) основная литература

1. Ивченко Г.И., Медведев Ю.И. Математическая статистика: Учебник. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2014. – 352 с.

2. Прохоров Ю.В., Пономаренко Л.С. Лекции по теории вероятностей и математической статистике: Учебник. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Московского университета, 2012. – 256 с.

#### а) дополнительная литература

1. Смирнов Н.В., Дунин-Барковский И.В. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений. Издание третье, стереотипное.

М.: Издательство «Наука». – Главная редакция физико-математической литературы. – 1969 г. – 511 с.

2. Г. Корн и Т. Корн Справочник по математике для научных работников и инженеров. Пер. с англ. И.Г. Арамоновича и др. – М.: Издательство «Наука». 1968. –720 с.

3. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятностей. Издание третье, дополненное. М.: Государственное издательство физико-математической литературы. – 1961 г. – 406 с.

4. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. Книга первая. М.: Издательство «Советское радио» – 1966 г. – 728 с.

5. С. Уилкс Математическая статистика. Пер. с англ. Под ред. Ю.В. Линника. М.: Издательство «Наука». – Главная редакция физико-математической литературы. – 1967 г. – 632 с.

6. К. Капур, Л. Ламберсон Надежность и проектирование систем. Пер. с англ. Под ред. И.А. Ушакова. – 1980 г. – 604 с.

7. Козлов Б.А., Ушаков И.А. Справочник по расчету надежности аппаратуры радиоэлектроники и автоматики. М.: Издательство «Радио и связь». – 1975 г. – 472.с.

8. Шор Я.Б. Статистические методы анализа и контроля качества и надежности. М.: Издательство «Советское радио». – 1962 г. – 552 с.

### **8.2. Программно-информационное обеспечение (Интернет ресурсы)**

1. Володин И.Н. Лекции по теории вероятностей и математической статистике // Казанский государственный университет. – 2006 г. – 270 с. Интернет-ресурс (<http://yandex.ru/search/?text=математическая статистика учебник&lr=213>).

2. Программные средства MS Office, включая MS Excel, MS Visio.

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекционно-демонстрационный класс.

Проектор.

Компьютеры, с подключением к Интернету.

## Аннотация рабочей программы дисциплины

### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА

Направление подготовки: 2.2.15 Системы, сети и устройства телекоммуникаций

Профиль подготовки: 2.2 – Электроника, фотоника, приборостроение и связь

Квалификация выпускника: исследователь, преподаватель-исследователь

Форма обучения: очная.

Общая трудоёмкость дисциплины, изучаемой на 1-м курсе по направлению подготовки, составляет 2 зачётные единицы. Форма контроля изучения дисциплины – зачет с оценкой на 1-м курсе обучения.

#### Цели и задачи освоения дисциплины

Цель преподавания дисциплины: вооружить аспирантов фундаментальными знаниями по теории вероятности и математической статистике, крайне необходимыми для исследований в области прикладных наук: теории связи, теории телетрафика, теории нормирования параметров систем и сетей связи, квалиметрии, экономики, информационной безопасности, теории надежности и живучести систем и сетей связи.

Задачи освоения дисциплины:

1. Уяснить роль теории вероятности и математической статистике в области прикладных телекоммуникационных наук.

2. Получить углубленные знания об актуальных в области телекоммуникаций законах распределения дискретных и непрерывных случайных величин.

3. Усвоить методы проверки гипотез о параметрах распределения и о самом виде распределения случайных величин.

4. Изучить теорию регрессии как основы долгосрочного прогнозирования инновационных телекоммуникационных трендов.

5. Усвоить метод наименьших квадратов как инструмент моделирования физических процессов.

#### Требования к результатам освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины аспирант должен обладать следующими компетенциями в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

**а) универсальными компетенциями (УК):**

– способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);

**б) общепрофессиональными компетенциями (ОПК):**

– владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);

**в) профессиональными компетенциями (ПК):**

– способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук направлению 2.2.15 Системы, сети и устройства телекоммуникаций (ПК-1);

– способностью ставить и решать прикладные учебно-методические задачи, обосновать выбор методик преподавания специальных дисциплин в ВУЗе (ПК-2).

## Основные разделы дисциплины

1. Предмет и задачи теории вероятностей и математической статистики
2. Случайные события
3. Случайные величины. Распределение дискретных величин
4. Случайные величины. Распределение непрерывно распределенных величин
5. Нормальный закон распределения
6. Многомерные распределения. Закон больших чисел. Центральная предельная теорема
7. Статистическая оценка параметров распределения
8. Статистическая проверка гипотез
9. Основы дисперсионного анализа
10. Основы теории корреляции
11. Вероятностно-статистические методы расчета, анализа и контроля точности

Разработчики:

Веерпалу В.Э., Директор НТЦ А ЭМС ФГБУ НИИР,  
д.т.н.

Мырова Л.О., ведущий научный сотрудник НТЦ А  
ЭМС ФГБУ НИИР, д.т.н.

Корж В.А., заместитель директора  
НТЦ А ЭМС ФГБУ НИИР, к.т.н.

Иванкович М.В., заместитель директора ЦИПБТС  
ФГБУ НИИР, к.т.н.