

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт экономики и менеджмента

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Е. В. Нехода



«23»

2023 г.

Рабочая программа дисциплины

**Теория вероятностей и случайные процессы**

по направлению подготовки

**38.03.01 Экономика**

Направленность (профиль) подготовки :

**Финансовая экономика**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

Год приема

**2023**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.26

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

Т.Г.Ильина

Томск

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-2 Способен осуществлять сбор, обработку и статистический анализ данных, необходимых для решения поставленных экономических задач;

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-2.1 Знает основы высшей математики, необходимые для освоения и применения современных математических методов решений профессиональных задач

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– освоение студентами основных понятий и методов теории вероятностей и случайных процессов;

– создание теоретических основ для успешного изучения дисциплин, требующих знания теории вероятностей и случайных процессов;

– обучение студентов применению современного математического инструментария для решения экономических задач;

– приобретение студентами навыков построения математических моделей для эффективного решения практических задач профессиональной деятельности.

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Третий семестр, зачет

Четвертый семестр, экзамен

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 часов, из которых:

- лекции: 44 ч.

- практические занятия: 48 ч.

в том числе практическая подготовка: 0 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины, структурированное по темам**

### **Первый семестр**

#### **Тема 1. Случайные события**

Основные понятия. Операции над событиями. Виды случайных событий. Свойства операций над событиями. Классическое определение вероятности. Свойства вероятности.

#### **Тема 2. Вероятности событий**

Элементы комбинаторики. Геометрические вероятности. Условная вероятность. Независимость событий. Теоремы сложения и умножения вероятностей.

### **Тема 3. Формула полной вероятности и формула Байеса**

Полная группа событий. Формула полной вероятности. Гипотезы. Формула Байеса. Аксиоматическое построение теории вероятностей.

### **Тема 4. Схема Бернулли**

Последовательность независимых испытаний. Определение схемы Бернулли. Примеры испытаний Бернулли. Формула Бернулли. Наивероятнейшее число наступлений события.

### **Тема 5. Приближенные асимптотические формулы для схемы Бернулли**

Формула Пуассона. Локальная формула Муавра-Лапласа. Интегральная формула Муавра-Лапласа.

### **Тема 6. Случайные величины**

Определение случайной величины. Типы случайных величин. Закон распределения случайной величины. Ряд распределения дискретной случайной величины. Функция распределения. Свойства функции распределения. Плотность вероятности непрерывной случайной величины. Свойства плотности вероятности.

### **Тема 7. Числовые характеристики случайных величин**

Математическое ожидание случайной величины. Свойства математического ожидания. Дисперсия случайной величины. Свойства дисперсии. Среднее квадратическое отклонение случайной величины. Мода, медиана и моменты случайной величины. Квантиль уровня  $p$  случайной величины.

### **Тема 8. Основные законы распределения дискретных случайных величин. (часть 1)**

Биномиальный закон распределения. Математическое ожидание и дисперсия случайной величины, распределенной по биномиальному закону. Закон распределения Пуассона. Математическое ожидание и дисперсия случайной величины, распределенной по закону Пуассона.

### **Тема 9. Основные законы распределения дискретных случайных величин (часть 2)**

Геометрическое распределение. Математическое ожидание и дисперсия случайной величины, имеющей геометрическое распределение. Гипергеометрическое распределение. Математическое ожидание и дисперсия случайной величины, имеющей гипергеометрическое распределение.

### **Тема 10. Основные законы распределения непрерывных случайных величин**

Равномерный закон распределения. Показательный (экспоненциальный) закон распределения. Нормальный закон распределения.

### **Тема 11. Системы случайных величин**

Понятие о системе случайных величин. Типы двумерных случайных величин. Закон распределения вероятностей двумерной случайной величины. Функция распределения двумерной случайной величины и ее свойства.

## **Тема 12. Плотность вероятности двумерной непрерывной случайной величины**

Понятие плотности вероятности двумерной непрерывной случайной величины. Свойства плотности вероятности двумерной непрерывной случайной величины. Равномерное распределение двумерной непрерывной случайной величины.

## **Тема 13. Условные законы распределения**

Понятие условного закона распределения. Условные законы распределения составляющих двумерной дискретной случайной величины. Условные законы распределения составляющих двумерной непрерывной случайной величины.

## **Второй семестр**

### **Тема 1. Числовые характеристики двумерной случайной величины**

Математическое ожидание двумерной случайной величины. Дисперсия двумерной случайной величины. Ковариация и коэффициент корреляции случайных величин.

### **Тема 2. Двумерный нормальный закон распределения. Регрессия.**

Понятие двумерного нормального закона распределения. Вероятностный смысл параметров двумерного нормального закона. Законы распределения составляющих случайной величины, распределенной по двумерному нормальному закону. Условное математическое ожидание. Регрессия.

### **Тема 3. Закон больших чисел**

Лемма Чебышева. Неравенство Чебышева. Теорема Чебышева. Теорема Бернулли. Центральная предельная теорема.

### **Тема 4. Функция одной случайной величины**

Понятие функции случайной величины. Функция дискретной случайной величины. Функция непрерывной случайной величины. Числовые характеристики функции случайной величины.

### **Тема 5. Функция двух случайных величин**

Закон распределения функции двух случайных величин. Распределение суммы двух непрерывных случайных величин. Распределение произведения двух непрерывных случайных величин.

### **Тема 6. Случайные функции**

Понятие случайной функции. Понятие случайного процесса. Задание случайного процесса. Одномерная и  $n$ -я мерная функция распределения случайного процесса. Классификация случайных процессов.

### **Тема 7. Основные характеристики случайных процессов**

Математическое ожидание случайного процесса. Свойства математического ожидания случайного процесса. Дисперсия случайного процесса. Свойства дисперсии случайного процесса. Корреляционная функция случайного процесса. Свойства корреляционной функции случайного процесса.

### **Тема 8. Операции над случайными процессами**

Предел случайного процесса. Свойства предела в среднеквадратичном. Производная случайного процесса. Интеграл от случайного процесса.

## **Тема 9. Цепи Маркова**

Понятие цепи Маркова. Граф состояний. Цепь Маркова с дискретным временем. Цепь Маркова с непрерывным временем. Однородные цепи Маркова. Матрица перехода системы.

### **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, выполнения домашних заданий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

### **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Зачет в третьем семестре проводится в устной форме по билетам. Каждый билет содержит два теоретических вопроса. Отметка «зачтено» выставляется, если студент демонстрирует сформированность знаний, умений и навыков по выбранному вопросу. Отметка «не зачтено» выставляется, если у студента не сформированы знания, умения и навыки по заданному вопросу.

За текущую работу в семестре студентам выставляется отметка («зачтено»/«не зачтено»), которая учитывает: посещаемость, работу студентов на практических занятиях, результаты выполнения контрольных и домашних работ. Итоговая отметка формируется как «зачтено», если студент получает отметку «зачтено» собственно за зачет, а также отметку «зачтено» за текущую работу в семестре. В противном случае выставляется отметка «не зачтено».

Экзамен в четвертом семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из трех частей. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Структура экзамена соответствует компетентностной структуре дисциплины. Система оценивания итогового контроля по дисциплине отражает достижение всех запланированных индикаторов – результатов обучения.

Первая и вторая части билета содержат вопросы, проверяющие ОПК – 2. Ответы на вопросы первой и второй части даются в развернутой форме.

Третья часть содержит вопрос, проверяющий ИОПК-2.1 и оформленный в виде практической задачи. Ответ на вопрос третьей части предполагает решение задачи и краткую интерпретацию полученных результатов.

### **Примерный перечень теоретических вопросов**

1. Определение испытания.
2. Определение пространства элементарных событий.
3. Определение случайного события.
4. Операции над событиями и их свойства.
5. Виды случайных событий.
6. Классическое определение вероятности.
7. Свойства вероятности.
8. Определение перестановки, сочетания, размещения.
9. Геометрическое определение вероятности.
10. Определение условной вероятности.
11. Определение независимых событий.
12. Теорема сложения вероятностей.
13. Теорема умножения вероятностей.
14. Определение полной группы событий.
15. Формула полной вероятности.

16. Формула Байеса.
17. Определение независимых испытаний.
18. Определение схемы Бернулли.
19. Формула Бернулли.
20. Наивероятнейшее число наступлений события.
21. Формула Пуассона для схемы Бернулли.
22. Локальная формула Муавра – Лапласа.
23. Интегральная формула Муавра – Лапласа.
24. Определение случайной величины.
25. Типы случайных величин.
26. Определение закона распределения случайной величины.
27. Определение ряда распределения дискретной случайной величины.
28. Определение функции распределения случайной величины.
29. Свойства функции распределения.
30. Определение плотности вероятности непрерывной случайной величины.
31. Свойства плотности вероятности.
32. Определение математического ожидания дискретной и непрерывной случайной величины.
33. Свойства математического ожидания.
34. Определение дисперсии случайной величины.
35. Свойства дисперсии.
36. Определение среднего квадратического отклонения случайной величины.
37. Определение моды, медианы и  $p$  – квантиля случайной величины.
38. Биномиальный закон распределения дискретной случайной величины.
39. Закон распределения Пуассона дискретной случайной величины.
40. Равномерный закон распределения непрерывной случайной величины.
41. Показательный закон распределения непрерывной случайной величины.
42. Нормальный закон распределения непрерывной случайной величины.
43. Функция распределения функции от случайной величины.
44. Определение многомерной случайной величины.
45. Определение матрицы распределения двумерной дискретной случайной величины.
46. Определение функции распределения двумерной случайной величины.
47. Определение плотности вероятности двумерной непрерывной случайной величины.
48. Определение ковариации случайных величин.
49. Определение коэффициента корреляции случайных величин.
50. Лемма Чебышева.
51. Неравенство Чебышева.
52. Теорема Чебышева.
53. Теорема Бернулли.
54. Центральная предельная теорема.
55. Определение цепи Маркова.
56. Эквивалентное определение цепи Маркова.
57. Однородная цепь Маркова.
58. Переходные вероятности.
59. Свойства матрицы перехода системы.
60. Определение случайной функции.
61. Реализация случайной функции.
62. Определение случайного процесса.
63. Основные характеристики случайных процессов.
64. Математическое ожидание случайной функции и его свойства.
65. Дисперсия случайной функции, её свойства.
66. Корреляционная функция случайного процесса.

67. Взаимная корреляционная функция.
68. Производная случайного процесса.
69. Интеграл от случайного процесса.
70. Корреляционная функция интеграла от случайного процесса.

### Примеры задач:

1. Бросают две игральные кости. Найти вероятность того, что сумма выпавших очков делится на 4.
2. Бросают четыре монеты. Найти вероятность того, что только на трех монетах появится герб.
3. В первой урне 4 белых и 6 черных шаров, во второй – 3 белых и 5 черных шаров. Из второй урны наугад переложили в первую 2 шара, а затем из первой урны вынули наугад 1 шар. Найти вероятность того, что вынутый шар – белый.
4. Вероятность попадания в мишень для первого стрелка равна 0.8, а для второго – 0.9. Найти вероятность того, что при одновременном выстреле двух стрелков произойдет хотя бы одно попадание в мишень.
5. Построить ряд распределения случайной величины  $X$  – числа попаданий мячом в корзину при двух бросках, если вероятность попадания при каждой броске равна 0,4.
6. В урне 4 белых и 3 черных шара. Случайным образом вынимают 4 шара. Найти вероятность того, что среди вынутых шаров хотя бы один черный шар.
7. Найти вероятность того, что в результате 7 подбрасываний монеты она упадет гербом вверх ровно 4 раза.

8. Непрерывная случайная величина  $X$  имеет плотность вероятности
 
$$f(x) = \begin{cases} 2(x-2), & \text{если } 2 \leq x \leq 3, \\ 0, & \text{в остальных случаях.} \end{cases}$$

Найти функцию распределения  $F(x)$  и построить ее график.

9. В первой урне 6 белых и 3 черных шара, а во второй- 5 белых и 8 черных шаров. Из первой урны вынули наугад 2 шара, а из второй- 3 шара. Найти вероятность того, что все вынутые шары одного цвета.
10. Вероятность попадания в мишень для первого стрелка равна 0.8, а для второго 0.6. Найти вероятность того, что при одновременном выстреле двух стрелков один из них попадет, а другой промахнется.
11. Бросают две игральные кости. Найти вероятность того, что произведение выпавших очков больше 20.
12. В каждом из двух ящиков по 6 белых и по 18 черных шаров. Из каждого ящика вынули по одному шару. Какова вероятность того, что вынули шары разного цвета.
13. Построить ряд распределения случайной величины  $X$  – числа попаданий в мишень при двух выстрелах, если вероятность попадания при каждом выстреле равна 0,7.
14. Бросают 4 монеты. Найти вероятность того, что хотя бы на двух монетах появится герб.
15. Вероятность попадания в мишень при каждом выстреле постоянна и равна 0,6. Найти вероятность того, что в результате 8 выстрелов произойдет ровно 3 попадания в мишень.
16. В первой урне 5 белых и 10 черных шаров, во второй- 3 белых и 7 черных шаров. Из второй урны в первую переложили наугад один шар, а затем из первой вынули наугад два шара. Найти вероятность того, что вынутые шары белые.
17. Непрерывная случайная величина  $X$  имеет плотность вероятности

$$f(x) = \begin{cases} 2(x-1), & \text{если } 1 \leq x \leq 2, \\ 0, & \text{в остальных случаях.} \end{cases}$$

Найти математическое ожидание  $M(X)$  и функцию распределения  $F(x)$ .

18. Дискретная случайная величина  $X$  имеет ряд распределения

$x_i$	1	2	5
$p_i$	0.1	0.6	0.3

Найти функцию распределения  $F(x)$  и построить её график.

19. Вероятность попадания в мишень для первого стрелка равна 0.6, а для второго 0.7. Найти вероятность того, что при одновременном выстреле двух стрелков первый промахнется, а второй попадет.

20. Вероятность успешной сдачи экзамена по различным предметам для некоего студента постоянна и равна 0,7. Найти вероятность того, что этот студент успешно сдаст 3 экзамена из 5.

21. Известно, что процент брака для некоторой детали равен 0.5%. Контролер проверяет 1000 деталей. Какова вероятность того, что он обнаружит: а) ровно 3 бракованные детали; б) не менее трех бракованных деталей?

22. В среднем 20% пакетов акций на аукционах продаются по первоначально заявленной цене. Найти вероятность того, что из 9 пакетов акций в результате торгов по первоначально заявленной цене будет продано: а) ровно 2 пакета; б) менее 2 пакетов; в) не более 2 пакетов; г) хотя бы 2 пакета.

23. Упрощенная система контроля изделий состоит из одной проверки. В результате проверки стандартное изделие ошибочно считается бракованным с вероятностью 0.05, а бракованное изделие ошибочно считается стандартным с вероятностью 0.02. Предполагая, что каждое изделие удовлетворяет стандарту с вероятностью 0.8, найти вероятности следующих событий: а) изделие, признанное стандартным, в действительности является браком; б) изделие, признанное бракованным, в действительности удовлетворяет стандарту.

24. Фирма нарушает закон с вероятностью 0.3. Обычно аудитор выявляет нарушение с вероятностью 0.75. Однако в данном случае проведенная им проверка нарушений не выявила. Найти вероятность того, что они на самом деле есть.

25. Два аудитора проверяют 10 фирм (по 5 каждый). В двух фирмах допущены нарушения. Вероятность выявления нарушений (в отдельной фирме-нарушителе) первым аудитором равна 0.8, вторым – 0.9. Найти вероятность того, что обе фирмы-нарушителя будут выявлены.

26. Фирма участвует в трех проектах, каждый из которых может закончиться неудачей с вероятностью 0.1. В случае неудачи одного проекта вероятность разорения фирмы равна 0.2, двух – 0.5, трех – 0.9. Найти вероятность разорения фирмы.

27. Дискретная двумерная случайная величина  $(X, Y)$  имеет матрицу распределения

$Y$	$X$		
	$x_1$	$x_2$	$x_3$
$y_1$	0.10	0.30	0.20
$y_2$	0.06	0.18	0.16

Найти условный закон распределения составляющей  $X$  при условии, что составляющая  $Y$  приняла значение  $y_1$ .

28. Непрерывная двумерная случайная величина  $(X, Y)$  имеет плотность вероятности

$$f(x, y) = \begin{cases} 1/(6\pi), & \text{если } x^2/9 + y^2/4 \leq 1, \\ 0, & \text{если } x^2/9 + y^2/4 > 1. \end{cases}$$

Найти плотности вероятности составляющих  $X$  и  $Y$ .

29. Задана матрица перехода из состояния в состояние за один шаг



$$P_1 = \begin{pmatrix} 0.4 & 0.6 \\ 0.3 & 0.7 \end{pmatrix}$$

Найти матрицу перехода из состояния в состояние за два шага.

30. Задана случайная функция  $X(t) = Ut$ , где  $U$  – случайная величина, причем  $M(U) = 4$ ,  $D(U) = 10$ . Найти корреляционную функцию и дисперсию заданной случайной функции.

31. Найти нормированную корреляционную функцию случайной функции  $X(t)$  по ее известной корреляционной функции  $K_x(t_1, t_2) = 5 \cos(t_2 - t_1)$ .

32. Найти взаимную корреляционную функцию двух случайных функций  $X(t) = tU$  и  $Y(t) = t^2U$ , где  $U$  – случайная величина, причем  $D(U) = 3$ .

33. Найти нормированную взаимную корреляционную функцию двух случайных функций  $X(t) = tU$  и  $Y(t) = t^2U$ , где  $U$  – случайная величина, причем  $D(U) = 2$ .

34. Заданы случайные функции  $X(t) = tU$ ,  $Y(t) = t^2V$ , где  $U$  и  $V$  – некоррелированные случайные величины, причем  $M(U) = 3$ ,  $M(V) = 6$ ,  $D(U) = 0.2$ ,  $D(V) = 5$ . Найти корреляционную функцию суммы  $Z(t) = X(t) + Y(t)$ .

35. Зная математическое ожидание  $m_x(t) = t^2 + t$  случайной функции  $X(t)$ , найти математическое ожидание ее производной.

36. Зная корреляционную функцию  $K_x(t_1, t_2) = 2t_1t_2 + t_1^2t_2^2$  случайной функции  $X(t)$ , найти корреляционную функцию ее производной.

37. Зная корреляционную функцию  $K_x(t_1, t_2) = 4t_1t_2 + 9t_1^2t_2^2$  случайной функции  $X(t)$ , найти корреляционную функцию интеграла  $Y(t) = \int_0^t X(s)ds$ .

38. Задана корреляционная функция  $K_x(t_1, t_2) = 3t_1t_2$  случайной функции  $X(t)$ . Найти взаимную корреляционную функцию  $R_{xy}(t_1, t_2)$  случайной функции  $X(t)$  и интеграла  $Y(t) = \int_0^t X(s)ds$ .

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

За текущую работу в семестре студентам выставляется оценка по пятибалльной шкале, которая учитывает: посещаемость, работу студентов на практических занятиях, результаты выполнения контрольных и домашних работ. Итоговая оценка формируется как средний балл между оценкой собственно за экзамен и оценкой, полученной студентом за текущую работу в семестре.

Критерии оценивания представлены в приведенных ниже таблицах

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
ОПК – 2	<i>Знать:</i> основы теории вероятностей и случайных процессов, необходимые для решения финансовых и	Выставляется обучающемуся, обнаружившем у серьезные пробелы в знаниях основного материала	Заслуживает обучающийся, обнаруживший знания материала изученной дисциплины в объеме,	Заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно	Заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание

	<p>экономических задач; <i>Уметь:</i> применять математические методы для решения экономических задач; <i>Владеть:</i> методикой построения, анализа и применения математических моделей для оценки состояния и прогноза развития экономических явлений и процессов</p>	<p>изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий</p>	<p>необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, обладающий необходимыми знаниями для устранения погрешностей в ответах под руководством преподавателя.</p>	<p>выполняющий предусмотренные в программе задания, но допускающий при этом не принципиальные ошибки</p>	<p>материала изученной дисциплины, умеющий свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
ИОПК-2.1	<p><i>Знать:</i> структуру дисциплины «теория вероятностей и случайных процессов» и понимать суть задач каждого из её разделов <i>Уметь:</i> решать типовые задачи теории вероятностей и случайных процессов и анализировать полученные результаты <i>Владеть:</i> навыками применения современного математического инструментария для решения экономических задач</p>	<p>Выставляется обучающемуся, обнаружившему у серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий</p>	<p>Заслуживает обучающийся, обнаруживший знания материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, обладающий необходимыми знаниями для устранения погрешностей в ответах под руководством преподавателя.</p>	<p>Заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, но допускающий при этом не принципиальные ошибки</p>	<p>Заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материала изученной дисциплины, умеющий свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой</p>

## 11. Учебно-методическое обеспечение

- а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <http://class.tsu.ru/m-course-22810>; <http://class.tsu.ru/m-course-22811>
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.
- в) План практических занятий по дисциплине.
- д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Кремер Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник и практикум, 5-е изд., пер. и доп. - Сер. 76 Высшее образование / Н. Ш. Кремер. – М.: ЮРАЙТ, 2019. – 538 с.
2. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для прикладного бакалавриата : [для студентов вузов] / В. Е. Гмурман. – М.: Юрайт, 2019. – 479 с.
3. Теория вероятностей и математическая статистика. Учебник и практикум для вузов / А.М. Попов, В.Н. Сотников.– М.: ЮРАЙТ, 2021. – 434 с.

б) дополнительная литература:

1. Калинина В. Н. Теория вероятностей и математическая статистика: [Учебник, 2-е изд., пер. и доп. - Сер. 73 Бакалавр и специалист] / В. Н. Калинина. – М.: ЮРАЙТ, 2019.– 472 с.
2. Ковалев Е. А. Теория вероятностей и математическая статистика для экономистов: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры: [для студентов вузов по экономическим направлениям и специальностям] / Е. А. Ковалев, Г. А. Медведев; под общ. ред. Г. А. Медведева; Рос. акад. нар. хоз-ва и гос. службы при Президенте Рос. Фед. – М. : Юрайт, 2016. – 283 с.
3. Палий И. А. Теория вероятностей и математическая статистика [Учебное пособие, изд. 2-е, перераб. и доп. - Сер. Высшее образование: Бакалавриат ] / И. А. Палий. – М.: ИНФРА-М, 2021.– 334 с.
4. Васильев А.А. Теория вероятностей и математическая статистика. Учебник и практикум, 2-е изд., испр. и доп. - Сер. 68 Профессиональное образование / А.А. Васильев.– М.: ЮРАЙТ, 2019. – 232 с.
5. Удод В. А. Практикум по теории вероятностей и математической статистике для экономистов Ч. 1: [для студентов экономического факультета очной формы обучения] / сост. В. А. Удод, Е. А. Андриенко. Том. гос. ун-т, Экономический фак., [Каф. мат. методов и информационных технологий в экономике]. – Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2016. – 91 с.

в) ресурсы сети Интернет:

1. Научная библиотека Томского государственного университета [Электронный ресурс] / ТГУ. – Электрон. дан. – Томск: НБ ТГУ, 1997 – 2022. – URL: <http://www.lib.tsu.ru/ru>.
2. Springer [Электронный ресурс]/ Springer International Publishing AG. – Электрон. дан. – URL: <http://link.springer.com/>
3. Электронно-библиотечная система Издательства Лань [Электронный ресурс]/ Издательство «Лань». – Электрон. дан. – URL: <http://e.lanbook.com/>

4. Электронно-библиотечная система «КнигаФонд» [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – URL: <http://knigafund.ru/>
5. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – URL: <http://znanium.com/>
6. Электронная библиотека учебников и учебно-методических материалов «Библиотеки ВУЗов» [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – URL: <http://window.edu.ru/unilib/>

### **13. Перечень информационных технологий**

- а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:
  - Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
  - публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

#### б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

### **14. Материально-техническое обеспечение**

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

### **15. Информация о разработчиках**

Удод Виктор Анатольевич, доктор технических наук, профессор, Институт экономики и менеджмента, кафедра информационных технологий и бизнес-аналитики, профессор.