

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Сибирский государственный университет геосистем и технологий»  
(СГУГиТ)

В. Л. Неклюдова, В. П. Вербная

# **ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА**

Утверждено редакционно-издательским советом университета  
в качестве сборника задач для обучающихся по направлениям подготовки  
10.03.01 Информационная безопасность (уровень бакалавриата)

Новосибирск  
СГУГиТ  
2023

УДК 519.2(076.1)  
Н476

Рецензенты: кандидат педагогических наук, доцент, СГУПС *Н. В. Миллер*  
кандидат физико-математических наук, доцент, СГУГиТ *А. В. Логачев*

**Неклюдова, В. Л.**

Н476 Теория вероятностей и математическая статистика : сборник задач / В. Л. Неклюдова, В. П. Вербная. – Новосибирск : СГУГиТ, 2023. – 37 с. – Текст : непосредственный.  
ISBN 978-5-907711-12-9

Сборник задач подготовлен кандидатом физико-математических наук, доцентом В. Л. Неклюдовой и старшим преподавателем В. П. Вербной на кафедре высшей математики СГУГиТ.

Издание содержит материалы для практических занятий и самостоятельной работы по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика» для обучающихся по направлению подготовки 10.03.01 Информационная безопасность (уровень бакалавриата), а также может быть использован в организации учебного процесса по данной дисциплине по направлениям подготовки 05.03.03 Картография и геоинформатика, 12.03.01 Приборостроение, 12.03.02 Оптотехника, 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика, 21.03.02 Землеустройство и кадастры, 27.03.01 Стандартизация и метрология, 27.03.05 Инноватика (уровень бакалавриата).

Рекомендовано к изданию кафедрой высшей математики, Ученым советом Института геодезии и менеджмента СГУГиТ.

Печатается по решению редакционно-издательского совета СГУГиТ

УДК 519.2(076.1)

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b> .....	4
<b>1. Теория вероятностей</b> .....	5
1.1. Классическое и геометрическое определения вероятности .....	5
1.2. Операции над событиями. Теоремы сложения и умножений вероятностей .....	7
1.3. Формула полной вероятности. Формула Байеса .....	8
1.4. Дискретные случайные величины .....	9
1.5. Непрерывные случайные величины .....	10
1.6. Основные законы распределения .....	11
1.7. Нормальное распределение .....	13
1.8. Повторные независимые испытания .....	13
1.9. Двумерные дискретные случайные величины .....	14
1.10. Предельные теоремы теории вероятностей .....	16
<b>2. Математическая статистика</b> .....	17
2.1. Числовые характеристики выборки. Оценка неизвестных параметров распределения методом моментов .....	17
2.2. Оценка коэффициента корреляции. Уравнения линейной регрессии .....	19
2.3. Интервальные оценки неизвестных параметров распределения .....	20
2.4. Проверка статистических гипотез .....	22
<b>Ответы</b> .....	24
1. Теория вероятностей .....	24
2. Математическая статистика .....	28
<b>Заключение</b> .....	30
<b>Библиографический список</b> .....	31
<b>Справочные материалы</b> .....	32

## ВВЕДЕНИЕ

Теория вероятностей изучает случайные явления и их закономерности и является теоретической базой для математической статистики. Математическая статистика, в свою очередь, позволяет выявлять и исследовать взаимосвязи между явлениями и процессами в самых разных областях науки и практики.

Методы теории вероятностей и математической статистики широко используются при моделировании физических, биологических и социальных процессов, исследовании алгоритмов шифрования и дешифровки, глубинном анализе данных, обучении нейросетей, организации систем распределенных вычислений.

Настоящий сборник задач предназначен для обучающихся по направлению подготовки 10.03.01 Информационная безопасность (уровень бакалавриата), по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика», содержит задачи по темам дисциплины в соответствии с рабочей программой, а также некоторые справочные материалы. Задачник также может использоваться для обучающихся по другим направлениям подготовки.

Издание предназначено для использования преподавателями и студентами на практических занятиях, а также может применяться и при самостоятельной работе обучающимися.

# 1. ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ

## 1.1. Классическое и геометрическое определения вероятности

**№ 1.** В пакете с новогодним подарком к 7 января остались 4 конфеты «Новосибирск», 6 конфет «Вишня в шоколаде» и 8 карамелек. Наташа вынимает конфету наудачу. Какова вероятность, что это «Новосибирск»? Что это шоколадная конфета?

**№ 2.** Снежная королева поручила Каю сложить слово «вечность» из льдинок с буквами В, Е, Ч, Н, О, С, Т и Ь. К сожалению, Кай не обучен грамоте и выложил буквы-льдинки в ряд в случайном порядке. Какова вероятность, что мальчик выполнил задание Королевы? Кай положил в ряд три буквы и задумался. Какова вероятность, что он сложил слово «нет»?

**№ 3.** Чайный сервиз состоит из 6 чашек, 6 блюдец, чайника, сахарницы и молочника. Помогая маме мыть посуду после праздника, школьница Лиза разбила два предмета из сервиза. Найдите вероятность того, что все чашки остались целы.

**№ 4.** У дошкольника Вити был набор из двенадцати заточенных цветных карандашей. Один карандаш он потерял, еще шесть сломал и сложил в коробку вместе с целыми. Витина сестра Маша достает из коробки два карандаша наудачу. Какова вероятность того, что оба они окажутся сломанными?

**№ 5.** В корзине лежит 6 апельсинов и 4 яблока. Наудачу берется 5 фруктов. Какова вероятность, что среди них окажутся:

- а) только апельсины;
- б) хотя бы одно яблоко;
- в) 3 апельсина и 2 яблока;
- г) 1 апельсин и 4 яблока;
- д) не более двух яблок?

**№ 6.** В ящике комода лежат 10 черных и 6 синих носков. Наудачу вынимается 3 носка. Найдите вероятность того, что образовалась пара.

**№ 7.** В лифт на первом этаже девятиэтажного дома вошли четыре человека. Какова вероятность того, что все они выйдут на пятом этаже? На одном и том же этаже?

**№ 8.** На светофоре, установленном на пешеходном переходе, полминуты горит зеленый свет, после одну минуту – красный, затем снова полминуты – зеленый, минуту красный и т. д. В случайный момент времени к переходу подходит пешеход. Найдите вероятность того, что он пересечет улицу без остановки.

**№ 9.** На телефонной линии между пунктами  $A$  и  $B$  длины  $L$  в случайной точке произошел разрыв. Найдите вероятность того, что точка разрыва удалена от точки  $A$  на расстояние не меньше  $l$ .

**№ 10.** Внутри круга радиуса  $R$  наудачу бросается точка. Найдите вероятность того, что точка окажется внутри вписанного в круг:

а) квадрата;

б) правильного треугольника.

**№ 11.** Точка наудачу брошена в круг радиуса 30 км. Какова вероятность того, что расстояние от точки до центра круга окажется не меньше 5 км, но не больше 10 км?

**№ 12.** Автобусы № 129 и 127 приезжают на остановку «Хоста» в случайное время в интервале от 9:00 до 10:00. Какова вероятность, что интервал между их приходами составит менее 10 минут?

**№ 13.** Секретарша Лена приходит в кафе фирмы пить кофе в случайное время в интервале от 9:00 до 10:00, а бухгалтер Лида – в интервале от 8:30 до 9:30. Какова вероятность, что Лида придет в кафе позже Лены?

**№ 14.** Рабочий два раза случайным образом бросает ядро, чтобы разрушить стену старого здания длиной 10 м и высотой 4 м. Какова вероятность того, что воронки от этих ударов не перехлестнутся, если зона разрушения от одного удара является кругом радиуса 1 м?

## 1.2. Операции над событиями. Теоремы сложения и умножений вероятностей

**№ 1.** Три стрелка делают по одному выстрелу по мишени. Известно, что первый попадает в цель в среднем в 8 случаях из 10, второй – в 7, третий – в 9. Найдите вероятности того, что:

- а) в мишени будет три пробоины;      б) хотя бы одна пробоина;  
в) только одна пробоина;              г) не более двух пробоин.

**№ 2.** Вероятность того, что студент Вова Иванов сдаст экзамен по философии, равна 0,8. Вероятность сдать электротехнику для него равна 0,9, физику – 0,6. Какова вероятность того, что Вова сдаст:

- а) все три экзамена;                      б) только электротехнику;  
в) хотя бы один экзамен;              г) только один экзамен;  
д) только два экзамена;                е) хотя бы два экзамена?

**№ 3.** Вероятность рождения мальчика равна 0,515. Найдите вероятность того, что в семье с двумя детьми будет:

- а) два мальчика; б) хотя бы один мальчик; в) дети разного пола.

**№ 4.** Студент Виктор поспорил со своей подругой Ирочкой, что сумеет выиграть приз, который организаторы рекламной акции кладут в каждую пятую коробку конфет. Ирочка утверждает, что вся акция – надувательство, и никакого приза ему не достанется. Чтобы увеличить свои шансы, Виктор купил три коробки конфет. Кто, скорее всего, выиграет в споре, если акция организована честно?

**№ 5.** Среди билетов лотереи половина выигрышных. Сколько нужно купить билетов, чтобы с вероятностью 0,99 выиграть хотя бы по одному?

**№ 6.** В пригородах Новосибирска за неделю происходит 7 случаев хулиганства с вызовом полиции. Какова вероятность того, что хотя бы один день в неделю полиции не придется выезжать на место преступления?

**№ 7.** При включении двигатель начинает работать с вероятностью 0,6. Найдите вероятность того, что двигатель включится:

- а) с третьей попытки;                      б) хотя бы с третьей попытки.

**№ 8.** Причиной поломки прибора может быть выход из строя элемента  $A$  или одновременный выход из строя элементов  $B$  и  $C$ . Элементы могут

отказать независимо друг от друга с вероятностями 0,1; 0,2 и 0,3. Какова вероятность поломки прибора?

### 1.3. Формула полной вероятности. Формула Байеса

**№ 1.** В магазин поступили ноутбуки от трех разных производителей в соотношении 1 : 4 : 5. Опыт показывает, что ноутбук, поступивший от первого, второго или третьего производителя не требует ремонта в период гарантийного срока в 98, 88 и 92 % случаев соответственно. Найдите вероятность того, что:

- а) проданный ноутбук не потребует ремонта в течение гарантийного срока;
- в) ноутбук, исправно проработавший весь гарантийный срок, поступил от второго производителя;
- б) отданный в ремонт ноутбук поступил от второго производителя.

**№ 2.** В магазине работают три продавца: по понедельникам, средам и пятницам – Наташа, по вторникам, четвергам и субботам – Лена, по воскресеньям – Алиса. В 1 случае из 8 в дни, когда работает Наташа, при подсчете выручки сумма наличных не соответствует данным кассового аппарата. В дни, когда работает Лена, касса не сходится в 1 случае из 10, у Алисы – в 1 из 15.

- а) Касса в конце дня не сошлась. Какова вероятность, что сегодня работает Алиса?
- б) Проблем с кассой нет. Какова вероятность, что сегодня работает Алиса?

**№ 3.** Три завода выпускают одинаковую изделия, причем первый производит 50 %, второй 30 %, третий 20 % всей продукции, поступающей на рынок. Доля брака среди продукции первого завода составляет 1 %, для второго 8 %, для третьего 3 %. Найти вероятность того, что:

- а) наудачу взятое изделие будет качественным;
- б) бракованное изделие выпущено на первом заводе.

**№ 4.** Два охотника одновременно стреляют в медведя одинаковыми пулями. В результате медведь убит одной пулей. Как охотники должны поделить шкуру, если известно, что первый попадает в цель с вероятностью 0,3, второй с вероятностью 0,6?

**№ 5.** Андрей, Игорь и Антон сделали по одному выстрелу по мишени. В итоге в мишени обнаружилась одна пробоина. Какова вероятность того, что в цель попал Игорь, если вероятности попадания каждого из них равны 0,9; 0,6; 0,1 соответственно?

**№ 6.** Три стрелка сделали по одному выстрелу по цели. Цель была поражена. Известно, что первый стрелок из 10 выстрелов обычно попадает в цель 8 раз, второй и третий – 6 и 5 соответственно. Какова вероятность того, что среди попавших был первый стрелок?

### 1.4. Дискретные случайные величины

**№ 1.** Вероятность дозвониться в справочную службу равна 0,4. Человек звонит до тех пор, пока ему не ответят, но не более пяти раз. Найдите закон распределения числа сделанных звонков. Постройте функцию распределения.

**№ 2.** Для дискретной случайной величины  $X$

$$X: \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline x_i & 2 & 3 & 4 & 5 \\ \hline p_i & p_1 & p_2 & p_3 & p_4 \\ \hline \end{array}$$

функция распределения имеет вид:

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{если } x \leq 2; \\ 0,25 & \text{если } 2 < x \leq 3; \\ 0,40 & \text{если } 3 < x \leq 4; \\ 0,75 & \text{если } 4 < x \leq 5; \\ 1 & \text{если } x > 5. \end{cases}$$

Найдите значения вероятностей  $p_1, p_2, p_3$  и  $p_4$ . Постройте полигон распределения вероятностей.

**№ 3.** Найдите сумму  $Z = X + Y$  двух независимых случайных величин, заданных таблицами:

$$X: \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline x_i & 0 & 2 & 5 \\ \hline p_i & 0,2 & 0,4 & 0,4 \\ \hline \end{array}$$

$$Y: \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline y_i & 1 & 3 & 6 \\ \hline p_i & 0,1 & 0,3 & 0,6 \\ \hline \end{array}$$

Найдите вероятность того, что в результате испытания  $Z$  примет значение больше 5.

**№ 4.** Найдите математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины  $Z$  из задачи 3. Покажите на примере этой случайной величины, что  $M(X + Y) = MX + MY$  и  $D(X + Y) = DX + DY$ .

**№ 5.** Случайная величина  $X$  принимает значения  $x_1$  и  $x_2$  с вероятностями 0,8 и 0,2. Найдите  $x_1$  и  $x_2$ , если  $MX = 3,2$ ;  $DX = 0,16$ .

**№ 6.** Задана случайная величина  $X$ . Найдите законы распределения случайных величин  $Y = 2X$  и  $Z = X^2$ ; вычислите  $MY, DY, \sigma_Y$ .

$$X: \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|} \hline x_i & -2 & -1 & 1 & 2 & 3 \\ \hline p_i & 0,2 & 0,25 & 0,3 & 0,15 & 0,1 \\ \hline \end{array}$$

**№ 7.** Найдите законы распределения случайных величин  $Z = X + Y$  и  $W = XY$ . Для случайной величины  $Z$  постройте функцию распределения и полигон распределения вероятностей.

$$X: \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline x_i & 1 & 2 & 3 \\ \hline p_i & 0,3 & 0,5 & 0,2 \\ \hline \end{array}$$

$$Y: \begin{array}{|c|c|c|} \hline y_i & -2 & -1 \\ \hline p_i & 0,4 & 0,6 \\ \hline \end{array}$$

**№ 8.** Два стрелка с вероятностями попадания 0,8 и 0,75 делают по одному выстрелу по мишени. Составьте закон распределения числа попаданий. Найдите среднее и дисперсию полученной случайной величины.

## 1.5. Непрерывные случайные величины

**№ 1.** Установите, при каком значении параметра  $a$  функция  $f(x)$  является плотностью распределения некоторой случайной величины. Найдите функцию распределения, математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение, моду, медиану. Вычислите вероятность того, что значение случайной величины попадет в интервал  $\Delta$ :

$$\text{а) } f(x) = \begin{cases} \frac{1}{a\sqrt{x}} & \text{при } x \in [1; 4], \\ 0 & \text{при } x \notin [1; 4]; \end{cases} \quad \Delta = [2; 5].$$

$$\text{б) } f(x) = \begin{cases} \frac{x^3}{20} & \text{при } x \in [1; a], \\ 0 & \text{при } x \notin [1; a]; \end{cases} \quad \Delta = [2; 4].$$

**№ 2.** Установите, при каком значении параметра  $c$  функция  $F(x)$  является функцией распределения некоторой случайной величины. Найдите плотность распределения, моду, медиану. Вычислите вероятность того, что значение случайной величины попадет в интервал  $\Delta$ :

$$\text{а) } F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < 3, \\ c(x-3)^2 & \text{при } x \in [3; 5], \\ 1 & \text{при } x > 5; \end{cases} \quad \Delta = [3; 4].$$

$$\text{б) } F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < -1, \\ c(x+1)^3 & \text{при } x \in [-1; 1], \\ 1 & \text{при } x > 1; \end{cases} \quad \Delta = \left[-\frac{1}{2}; 0\right].$$

## 1.6. Основные законы распределения

**№ 1.** Вероятность заражения гриппом при посещении общественного места равна 0,2. Составьте закон распределения числа заболевших в семье из 4 человека после посещения кинотеатра. Найдите математическое ожидание и дисперсию получившейся случайной величины.

**№ 2.** Известно, что 17 % измерительных приборов, пришедших с завода, нуждается в дополнительной настройке. Найдите закон распределения количества таких приборов в партии из 150 шт., а также его математическое ожидание и дисперсию. Сколько приборов, скорее всего, будет нуждаться в дополнительной настройке?

**№ 3.** На сто булочек с изюмом, продающихся в школьной столовой, приходится одна, в которой изюма нет вообще. Школьник Коля Иванов заключил спор с другом о том, что в купленной булочке он найдет хотя бы 4 изюминки. Каковы шансы Коли выиграть в споре, если число изюминок в булочке подчинено закону Пуассона?

**№ 4.** На электронный адрес фирмы в день поступает в среднем по 4 коммерческих предложения. Какова вероятность того, что сегодня коммерческих предложений не будет?

**№ 5.** В отдел технических усовершенствований поступают рационализаторские предложения корпорации «Болты и гайки». Известно, что в  $1/3$  дней

поступает по одному предложению. Дни, когда предложений нет, случаются реже. Найдите вероятность того, что сегодня поступит более двух предложений.

**№ 6.** Вова Рыжиков дергает одноклассниц за косички до тех пор, пока очередная жертва не сумеет постоять за себя. Составьте закон распределения числа девочек, которых Вова успеет обидеть, если драться умеет в среднем одна девочка из пяти. Какова вероятность того, что число Вовиных жертв превысит пять?

**№ 7.** На тарелке лежат три пирожка с капустой и пять с мясом. Студент Петя берет четыре пирожка наугад. Случайная величина  $X$  – число пирожков с капустой среди выбранных Петей. Составьте закон распределения для  $X$ .

**№ 8.** Для того чтобы получить зачет по теории вероятностей, студентка Маша должен ответить на три вопроса преподавателя из пяти. Маша знает ответы только на 15 вопросов из 28. Какова вероятность того, что Маша сдаст зачет?

**№ 9.** Деление шкалы прибора равно 0,2. Показания округляются до ближайшего деления. Ошибка округления распределена по равномерному закону. Найдите функцию распределения и плотность распределения ошибки. Вычислите математическое ожидание и дисперсию полученной случайной величины. Найдите вероятность того, что ошибка измерения составит меньше 0,04; больше 0,08.

**№ 10.** Поезда в метро идут с интервалом в 4 минуты. Найдите закон распределения времени ожидания поезда, его функцию распределения и плотность распределения, математическое ожидание, дисперсию, среднее квадратическое отклонение, а также вероятность того, что время ожидания составит не менее минуты.

**№ 11.** Среднее время выполнения заявки составляет трое суток. Составьте закон распределения времени выполнения заявки, найдите его функцию распределения, плотность распределения, математическое ожидание, дисперсию, среднее квадратическое отклонение. Вычислите вероятность того, что время выполнения заявки составит не более четырех суток; не менее пяти суток.

**№ 12.** Среднее время безотказной работы прибора составляет 80 часов. Найдите закон распределения времени работы прибора и вероятность того, что в течение 120 часов прибор будет работать безотказно.

### 1.7. Нормальное распределение

**№ 1.** Рост взрослых мужчин – случайная величина  $X$ , распределенная по нормальному закону с математическим ожиданием 173 и дисперсией 36. Найдите:

- а) плотность распределения и функцию распределения случайной величины  $X$ ;
- б) долю костюмов 4 роста (176–182 см) и 3 роста (170–176 см), которые необходимо предусмотреть в объеме производства;
- в) интервал, в котором практически достоверно лежит рост мужчин.

**№ 2.** Цена акции моделируется с помощью нормального закона распределения со средним значением, равным 15 д. е., и средним квадратическим отклонением, равным 0,2 д. е. Найдите вероятность того, что цена акции:

- а) не выше 15,3 д. е.; б) не ниже 15,4 д. е.;
- в) находится в интервале от 14,9 до 15,36 д. е.
- г) В каких пределах практически достоверно находится цена акции?

**№ 3.** Дана нормально распределенная случайная величина  $X$  со средним значением, равным 3, и средним квадратическим отклонением 0,21. Найдите вероятности следующих событий:

- а)  $X \in [2,6; 2,9]$ ; б)  $X \in [2,85; 3,33]$ ;
- в)  $X < 2,63$ ; г)  $X > 2,95$ ;
- д)  $X$  отличается от среднего значения не более чем на 0,2.
- е) В каких пределах практически достоверно лежит  $X$ ?

### 1.8. Повторные независимые испытания

**№ 1.** В отделение банка поступило 4 000 заготовок для банковских карт. Вероятность того, что чип карты поврежден, равна 0,000 1. Найдите вероятность того, что среди изготовленных из данных заготовок карт окажется:

- а) три карты с поврежденным чипом;

- б) не более трех таких карт;
- в) хотя бы одна такая карта.

**№ 2.** Тираж книги составляет 10 000 экземпляров. Вероятность типографского брака в одном экземпляре книги равна 0,000 35. Найдите вероятность того, что тираж содержит:

- а) пять бракованных книг;
- б) не более пяти бракованных книг.

**№ 3.** Сотрудники передовой научной лаборатории скрестили калину с малиной. К сожалению, саженцы растения плохо приживаются: из 10 начинает плодоносить только одно. Юные натуралисты из подшефного кружка помогают ученым проводить исследования. Ими высажено 400 уникальных растений. Найдите вероятность того, что в скором времени дадут урожай:

- а) ровно 60 из них;
- б) не меньше 60;
- в) хотя бы 25 растений;
- г) от 30 до 50 растений.

**№ 4.** С тестом по теории вероятностей успешно справляются в среднем 65 % обучающихся. Найдите вероятность того, что из 200 обучающихся на потоке тестирование успешно пройдут:

- а) 130 обучающихся;
- б) 125 обучающихся;
- в) от 130 до 150 обучающихся;
- г) не менее 145 обучающихся.

### 1.9. Двумерные дискретные случайные величины

**№ 1.** Задана система случайных величин  $(X, Y)$ :

$x_i \backslash y_j$	0	1	2	3
-1	0,02	0,03	0,09	0,01
0	0,04	0,20	0,16	0,10
1	0,05	0,10	0,15	0,05

Найдите:

- а) законы распределения  $X$  и  $Y$ , математические ожидания и дисперсии этих случайных величин;
- б) условные законы распределения для  $X$  при условии  $Y = 2$ ; для  $Y$  при  $X = 0$ ; условные математические ожидания и дисперсии для полученных случайных величин;

- в) вероятности событий  $\{Y > 2X\}$ ,  $\{Y \geq 2X\}$ ,  $\{X^2 > Y\}$ ,  $\{X^2 = Y\}$ ;  
 г) ковариацию и коэффициент корреляции;  
 д) законы распределения случайных величин  $X + Y$  и  $XY$ .

№ 2. Вычислите коэффициент корреляции между  $X$  и  $Y$ .

$Y \backslash X$	1	2
2	0,2	0,4
6	0,3	0,1

№ 3. Задана система случайных величин  $(X, Y)$ :

$Y \backslash X$	1	2	4
0	0,1	0,15	0,05
1	0,1	0,25	0,1
2	0,05	0,15	0,05

- Найдите: а) законы распределения для  $X$  и  $Y$ , математические ожидания и дисперсии этих случайных величин;  
 б) условные законы распределения для  $X$  при условии  $Y = 0$ ; для  $X$  при  $Y > 0$ ;  
 в) законы распределения случайных величин  $X + Y$  и  $X - Y$ .

№ 4. Задана система случайных величин  $(X, Y)$ :

$Y \backslash X$	-2	0	2
-1	0,15	0,20	0,10
1	0,10	0,25	0,20

- Найдите: а) законы распределения для  $X$  и  $Y$ , математические ожидания и дисперсии этих случайных величин; коэффициент корреляции  $r_{XY}$ ;  
 б) закон распределения для  $X$  при условии  $Y = 0$ , условное математическое ожидание.  
 в) законы распределения для случайных величин  $XY$  и  $X^2Y^2$ .

## 1.10. Предельные теоремы теории вероятностей

**№ 1.** Сумма всех вкладов в отделении банка составляет 2 млн руб., а вероятность того, что случайно выбранный вклад не превысит 10 тыс. руб., равна 0,6. Оцените число вкладчиков.

**№ 2.** Средний расход горячей воды жителями многоквартирного дома составляет 1 000 л в день, а среднее квадратическое отклонение этой случайной величины не превышает 200 л. Оцените вероятность того, что расход воды не превзойдет 2 000 л, используя неравенство Маркова и неравенство Чебышёва.

**№ 3.** Сколько требуется произвести измерений неизвестной величины, чтобы с вероятностью не менее 0,95 гарантировать отклонение среднего арифметического от истинного значения не более чем на 1 при условии, что среднее квадратическое отклонение каждого изменения не превосходит 5?

## 2. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА

### 2.1. Числовые характеристики выборки. Оценка неизвестных параметров распределения методом моментов

№ 1. Дана выборка, состоящая из 10 элементов:

3,5; 4,4; 6,5; 7,4; 8,6; 3,3; 11,4; 9,6; 7,0; 10,0.

Постройте вариационный ряд, найдите вариационный размах, выборочное среднее и несмещенную выборочную дисперсию.

№ 2. Постройте таблицы статистических распределений и гистограммы и сделайте предположение о характере распределения для следующих выборок:

а) 3, 4, 6, 3, 2, 4, 5, 5, 6, 3, 1, 6, 5, 7, 3, 7, 4, 5, 4, 6;

б) 8, 3, 1, 1, 1, 2, 2, 7, 2, 5, 1, 1, 2, 5, 3, 4, 6, 1, 1, 4;

в) 2, 1, 5, 3, 1, 0, 3, 8, 1, 5, 0, 1, 0, 2, 1, 4, 2, 0, 1, 3.

Исходя из сделанного предположения, оцените параметры распределения.

№ 3. Дана выборка, состоящая из 20 элементов:

4,44; 3,78; 1,08; 4,35; 0,21; 1,66; 1,52; 4,50; 1,69; 3,19;  
2,50; 4,69; 1,89; 4,20; 2,18; 0,93; 1,17; 2,91; 2,63; 2,62.

Сгруппируйте выборку. Постройте гистограмму и эмпирическую функцию распределения. Сделайте предположение о законе распределения. По сгруппированным данным найдите выборочные среднее и дисперсию. В рамках предположения о законе распределения оцените параметры распределения.

№ 4. Таблица содержит данные по ежемесячному доходу жителя региона в рублях в 19\*\* году на примере  $N = 1\,000$  жителей.

$x_i$	Менее 500	500–1000	1000–1500	1500–2000	2000–2500	Свыше 2500
$n_i$	58	96	239	328	147	132

Постройте гистограмму. Сделайте предположение о законе распределения. Найдите выборочное среднее и дисперсию. Оцените параметры распределения.

**№ 5.** Статистическое распределение выборки имеет вид

$x_i$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$n_i$	146	97	73	34	23	10	6	3	4	2	2

Постройте гистограмму и сделайте предположение о законе распределения выборки. Оцените параметры распределения.

**№ 6.** В течение года (260 дней) цена акции на рынке находилась в следующих пределах:

Менее 80 д. е.	80–90	90–100	100–110	110–120	Более 120 д. е.
6	36	94	82	38	4

Постройте гистограмму и сделайте вывод о типе распределения случайной величины, описывающей цену акции. Оцените параметры распределения.

**№ 7.** Дана выборка из равномерного распределения на отрезке  $[a, b]$ :

1,70; 2,56; 1,27; 2,95; 1,10; 1,77; 3,75; 3,03; 1,57; 3,99.

Оцените параметры  $a$  и  $b$ .

**№ 8.** Дана выборка из равномерного распределения на отрезке  $[0, d]$ :

0,09; 2,25; 1,78; 1,06; 1,71; 0,91; 1,52; 2,31;  
0,15; 0,31; 1,93; 0,33; 1,28; 0,82; 0,55; 0,45.

Оцените значение параметра  $d$  с помощью выборочного среднего и с помощью исправленной выборочной дисперсии.

**№ 9.** Петя и Вася каждый день после школы ходят в тир. Петя покупает по 6 пуль, и число сделанных им удачных выстрелов за последние две недели было таким:

3; 4; 4; 3; 4; 1; 6; 2; 3; 5.

**а)** Оцените вероятность удачного выстрела.

Сколько пуль покупает Вася, неизвестно. Но его статистика за эти же две недели выглядит так:

5; 4; 4; 3; 2; 5; 5; 3; 3; 2.

**б)** Оцените число выстрелов, которые Вася делает во время ежедневного похода в тир и вероятность удачного выстрела.

**№ 10.** Школьник Костя Сидоров вместо того, чтобы учить уроки, охотится за мухами с помощью старой газеты. Прихлопнуть муху далеко не всегда удается с первого раза. На каждую из десяти уже убитых мух потребовалось соответственно 2, 1, 2, 3, 1, 1, 4, 2, 3 и 1 попытка. Оцените вероятность удачного удара газетой.

**№ 11.** Дана выборка из распределения Пуассона объема 100 такая, что сумма всех ее элементов равна 449, а сумма их квадратов 2 467. Оцените параметр распределения.

**№ 12.** Дана выборка из нормального распределения объема 120 такая, что сумма всех ее элементов равна 14,466, а сумма их квадратов 124,356. Оцените параметры распределения.

**№ 13.** Дана выборка из равномерного распределения объема 50 такая, что сумма всех ее элементов равна 826,25, а сумма их квадратов 21 147. Оцените параметры распределения.

## 2.2. Оценка коэффициента корреляции. Уравнения линейной регрессии

**№ 1.** Оцените тесноту связи между производительностью труда  $Y$  (тыс. руб.) и энерговооруженностью труда  $X$  (кВт) для 14 предприятий региона по данным:

$X_i$	3,0	3,5	4,0	2,2	5,2	9,0	2,8	3,2	3,7	4,8	6,0	5,4	5,4	6,0
$Y_i$	7,2	7,3	9,1	6,9	11,1	12,4	6,7	8,4	8,8	9,8	10,6	10,7	11,8	12,1

Постройте уравнение зависимости  $Y$  от  $X$ . Какой производительности труда следует ожидать при энерговооруженности 10 кВт?

**№ 2.** По имеющимся данным оцените связь между суточной выработкой продукции  $Y$  (т) и величиной основных производственных фондов (ОПФ)  $X$  (млн руб.) для 50 однотипных предприятий. Постройте уравнения регрессии. Какой выработки продукции следует ждать при величине ОПФ 50 млн руб.? При какой величине основных производственных фондов выработка достигнет 20 т/сутки?

		Суточная выработка продукции, т ( $Y$ )				
		7–11	11–15	15–19	19–23	23–27
Величина ОПФ, млн руб. ( $X$ )	20–25	2	1	–	–	–
	25–30	3	6	4	–	–
	30–35	–	3	11	7	–
	35–40	–	1	2	6	2
	40–45	–	–	–	1	1

**№ 3.** В таблице приведены данные об уровне механизации работ  $X$  (%) и производительности труда  $Y$  (т/ч) для 14 однотипных предприятий. Оцените тесноту связи между значениями  $X$  и  $Y$ . Найдите уравнения прямых регрессии.

$X_i$	32	30	36	40	41	47	56	54	60	55	61	67	69	76
$Y_i$	20	24	28	30	31	33	34	37	38	40	41	43	45	48

**№ 4.** Преподаватель исследует связь между посещаемостью студентами занятий по теории вероятностей и их успеваемостью. Для каждого из 50 студентов в потоке он отметил количество пропущенных занятий  $X$  и результаты экзаменационного тестирования  $Y$  (в баллах). Результаты наблюдений находятся в таблице.

$X \backslash Y$	< 50	50–60	60–70	70–80	80–90	90–100
0–2	1	1	2	2	2	2
3–5	3	3	2	1	1	1
6–8	1	1	0	0	0	0
9 и больше	1	0	0	0	0	0

С помощью выборочного коэффициента корреляции оцените связь между наблюдаемыми величинами. Какого результата в среднем следует ожидать от студента, пропустившего 10 занятий?

### 2.3. Интервальные оценки неизвестных параметров распределения

**№ 1. а)** Дана выборка из нормального распределения с дисперсией  $\sigma^2 = 100$  объема 120. Найдите точный доверительный интервал уровня 0,95 для параметра  $a$ , если  $\bar{X} = 14,69$ ;

**б)** дана выборка из нормального распределения с дисперсией  $\sigma^2 = 6,25$  объема 200. Найдите точный доверительный интервал уровня 0,85 для параметра  $a$ , если  $\bar{X} = 0,485$ .

**№ 2.** Дана выборка из нормального распределения с  $a = 0$  объема 8:

0,58; 0,44; -0,12; 1,05; -0,77; -0,25; -1,22; 0,31.

Найдите точный доверительный интервал уровня 0,9 для  $\sigma^2$ .

**№ 3.** Дана выборка из нормального распределения объема 30, для которой

$\sum_{i=1}^{30} X_i = 31,14$ ;  $\sum_{i=1}^{30} X_i^2 = 58,6335$ . Найдите точные доверительные интервалы

уровня 0,98 для  $a$  и  $\sigma^2$ .

**№ 4.** Андрей Петрович время от времени возвращается из гостей на автобусе № 62. Расписания он не знает, однако слышал, что автобус ходит через равные промежутки времени.

**а)** По какому закону распределено время ожидания автобуса?

**б)** Оцените промежуток времени между автобусами, если, побывав в гостях 8 раз, Андрей Петрович ждал автобуса 2,9; 7,8; 0,7; 4,5; 1,8; 4,3; 0,7; 6,3 минут;

**в)** постройте точный доверительный интервал для этой величины уровня 0,75.

**№ 5.** Дана выборка из равномерного распределения на отрезке  $[0, d]$ : 9,6; 12,2; 11,4; 7,3; 13,3; 10,5; 8,6; 9,7; 14,2; 11,7; 10,2; 15,1; 7,2; 8,4; 10,6; 11,9. Постройте точный доверительный интервал для  $d$  уровня 0,9.

**№ 6.** Оцените параметры распределения и постройте асимптотические доверительные интервалы:

**а)** уровня 0,96 для выборки из равномерного распределения на отрезке  $[0, d]$  объема 50, если  $\bar{X} = 4,8$ ;

**б)** уровня 0,99 для выборки из геометрического распределения объема 100, если  $\bar{X} = 2,55$ ;

**в)** уровня 0,9 для выборки из показательного распределения объема 60, если  $\bar{X} = 0,35$ ;

г) уровня 0,85 для выборки из распределения Пуассона объема 120, если  $\bar{X} = 0,54$ .

**№ 7.** Дана выборка из распределения Бернулли, состоящая из 23 нулей и 77 единиц. Оцените значение неизвестного параметра распределения и постройте асимптотический доверительный интервал уровня 0,9 для этого параметра.

**№ 8.** Данные выборки описывают время между звонками (мин) по телефону диспетчерской:

8,11; 0,29; 3,52; 10,33; 3,25; 2,16; 2,67; 0,28;  
5,77; 1,10; 1,21; 2,26; 4,45; 0,68; 1,61; 0,36.

а) Сгруппируйте данные, постройте гистограмму и сделайте предположение о том, по какому закону распределена величина отрезка времени между звонками;

б) по несгруппированным данным найдите точечную оценку неизвестного параметра распределения;

в) найдите асимптотический доверительный интервал параметров для распределения уровня 0,95 для неизвестного параметра распределения.

## 2.4. Проверка статистических гипотез

**№ 1.** При обработке выборки объема  $n = 20$  получено значение  $S_0^2 = 5$ . Проверьте гипотезу о том, что заданное значение  $\sigma^2 = 4$  равно дисперсии случайной величины против двусторонней конкурирующей гипотезы на уровне значимости 0,1.

**№ 2.** Проверьте гипотезу о том, что заданное значение  $a = 2$  равно математическому ожиданию нормально распределенной случайной величины с известной дисперсией, равной 9, против альтернативной двусторонней гипотезы на уровне значимости 0,05, если в результате обработки выборки объема 10 получено значение среднего, равное 3.

**№ 3.** Проверьте гипотезу о том, что заданное значение  $a = 20$  равно математическому ожиданию нормально распределенной случайной величины, против альтернативной правосторонней гипотезы на уровне значимости

0,05, если в результате обработки выборки объема 10 получено значение среднего, равное 22, и исправленной дисперсии, равное 4.

**№ 4.** Руководство сети ресторанов, расположенных в трех разных районах города, решило проверить, посещают ли жители города все три ресторана одинаково охотно или имеется отличие в предпочтениях. Для проверки была собрана информация о количестве посетителей каждого из ресторанов сети в течение недели. Оказалось, что для первого ресторана это число составляет 160 человек, для второго – 225, для третьего – 215. Проверьте гипотезу о равенстве вероятностей посещения случайным клиентом каждого из трех ресторанов.

**№ 5.** Имеется выборка объема 50:

$x_i$	0	1	2	3	4	5	6	8
$n_i$	6	18	11	7	4	1	2	1

Проверьте гипотезу о соответствии выборочных данных распределению Пуассона с параметром  $\lambda = 2$  с помощью критерия  $\chi^2$  (хи-квадрат) на уровне значимости  $\alpha = 0,05$ .

**№ 6.** При обработке выборок объемов  $n_1 = 30$  и  $n_2 = 20$  из генеральных совокупностей с известными дисперсиями  $\sigma_1^2 = 4$  и  $\sigma_2^2 = 4$  получены для математических ожиданий  $\bar{X}_1 = 3$  и  $\bar{X}_2 = 5$ . На уровне значимости 0,05 проверьте гипотезу о равенстве математических ожиданий  $a_1$  и  $a_2$  против конкурирующей гипотезы о том, что  $a_1 < a_2$ .

## ОТВЕТЫ

### 1. ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ

#### 1.1. Классическое и геометрическое определения вероятности

№ 1.  $2/9 \approx 0,222$ ;  $5/9 \approx 0,556$ . № 2.  $1/40320 \approx 0,000025$ ;  $1/336 \approx 0,003$ .  
№ 3.  $12/35 \approx 0,343$ . № 4.  $2/11 \approx 0,182$ . № 5. а)  $1/42 \approx 0,024$ ; б)  $41/42 \approx 0,976$ ;  
в)  $10/21 \approx 0,476$ ; г)  $1/42 \approx 0,024$ ; д)  $31/42 \approx 0,738$ . № 6. 1. № 7.  $1/4096 \approx 0,00024$ ;  
 $1/512 \approx 0,00195$ . № 8.  $1/3$ . № 9.  $1-l/L$ . № 10. а)  $2/\pi$ ; б)  $3\sqrt{3}/4\pi$ .  
№ 11.  $1/12$ . № 12.  $11/36$ . № 13.  $1/8$ . № 14.  $0,64$ .

#### 1.2. Операции над событиями.

##### Теоремы сложения и умножений вероятностей

№ 1. а)  $0,504$ ; б)  $0,994$ ; в)  $0,092$ ; г)  $0,496$ . № 2. а)  $0,432$ ; б)  $0,072$ ; в)  $0,992$ ;  
г)  $0,116$ ; д)  $0,444$ ; е)  $0,876$ . № 3. а)  $\approx 0,265$ ; б)  $\approx 0,765$ ; в)  $\approx 0,5$ . № 4. У Ирочки  
( $0,512$  против  $0,488$ ). № 5. 7. № 6.  $\approx 0,994$ . № 7. а)  $0,096$ ; б)  $0,936$ . № 8.  $0,154$ .

#### 1.3. Формула полной вероятности. Формула Байеса

№ 1. а)  $0,91$ ; б)  $\approx 0,38$ ; в)  $\approx 0,533$ . № 2. а)  $\approx 0,089$ ; б)  $\approx 0,149$ . № 3. а)  $0,97$ ;  
б)  $1/6 \approx 0,167$ . № 4.  $2:7$ . № 5.  $\approx 0,141$ . № 6.  $5/6 \approx 0,833$ .

#### 1.4. Дискретные случайные величины

№ 1.	$x_i$	1	2	3	4	5
X:						
	$p_i$	0,4	0,24	0,144	0,0864	0,1296

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{если } x \leq 1; \\ 0,4 & \text{если } 1 < x \leq 2; \\ 0,64 & \text{если } 2 < x \leq 3; \\ 0,784 & \text{если } 3 < x \leq 4; \\ 0,8704 & \text{если } 4 < x \leq 5; \\ 1 & \text{если } x > 5. \end{cases}$$

№ 2.  $0,25$ ;  $0,15$ ;  $0,35$ ;  $0,25$ .

**№ 3.**  $X$ : 

$x_i$	1	3	5	6	8	11
$p_i$	0,02	0,1	0,12	0,16	0,36	0,24

 $P(Z > 5) = 0,76$ .

**№ 4.**  $MZ = 7,4 = 2,8 + 4,6$ ;  $DZ = 7 = 3,76 + 3,24$ ;  $\sigma_z = \sqrt{7}$ .

**№ 5.** 3 и 4 или 2,4 и 3,4.

**№ 6.**  $MY = 0,5$ ;  $DY = 11,15$ ;  $\sigma_y \approx 3,339$ .

$Y$ : 

$y_i$	-4	-2	2	4	6
$p_i$	0,2	0,25	0,3	0,15	0,1

 $Z$ : 

$z_i$	1	4	9
$p_i$	0,55	0,35	0,1

**№ 7.**  $Z$ : 

$z_i$	-1	0	1	2
$p_i$	0,12	0,38	0,38	0,12

 $F(x) = \begin{cases} 0 & \text{если } x \leq -1; \\ 0,12 & \text{если } -1 < x \leq 0; \\ 0,50 & \text{если } 0 < x \leq 1; \\ 0,88 & \text{если } 1 < x \leq 2; \\ 1 & \text{если } x > 2. \end{cases}$

$W$ : 

$w_i$	-6	-4	-3	-2	-1
$p_i$	0,08	0,2	0,12	0,42	0,18

**№ 8.**  $X$ : 

$x_i$	0	1	2
$p_i$	0,05	0,35	0,6

 $MX = 1,55$ ,  $DX = 0,3475$ .

### 1.5. Непрерывные случайные величины

**№ 1. а)**  $a = 2$ ;  $MX = 7/3$ ,  $DX = 34/45$ ,  $\sigma_x \approx 0,869$ ,  $M_oX = 1$ ,  $M_eX = 9/4$ ,  $p \approx 0,596$ ;

**б)**  $a = 3$ ;  $MX = 2,42$ ,  $DX = 0,21$ ,  $\sigma_x \approx 0,45$ ,  $M_oX = 3$ ,  $M_eX = \sqrt[4]{41}$ ,  $p \approx 0,8$ .

**№ 2. а)**  $c = 1/4$ ;  $M_oX = 5$ ,  $M_eX = 3 + \sqrt{5}$ ,  $p = 0,25$ ;

**б)**  $c = 1/8$ ;  $M_oX = 1$ ,  $M_eX = \frac{2 - \sqrt{3}}{\sqrt{3}}$ ,  $p = \frac{7}{64}$ .

### 1.6. Основные законы распределения

**№ 1.**  $P(m) = C_4^m \cdot 0,2^m \cdot 0,8^{4-m}$ ;  $m = 1, 2, 3, 4$ ;  $MX = 0,8$ ,  $DX = 0,64$ .

**№ 2.**  $P(m) = C_{150}^m \cdot 0,17^m \cdot 0,83^{150-m}$ ;  $m = 1, \dots, 150$ ;  $MX = 25,5$ ,  $DX = 21,165$ ,  $M_oX = 25$ . **№ 3.**  $\approx 0,658$ . **№ 4.**  $\approx 0,018$ . **№ 5.**  $\approx 0,191$ .

№ 6.  $P(m) = 0,2 \cdot 0,8^{m-1}$ ;  $m = 1, 2, \dots$   $p = 0,327\ 68$ . № 7.  $P(m) = C_3^m \cdot C_5^{4-m} / C_8^4$ ;  $m = 0, 1, 2, 3$ . № 8.  $\approx 0,572$ .

№ 9.  $f(x) = 10$  при  $0 \leq x \leq 0,1$ ;  $MX = 0,05$ ;  $DX = 1/1200$ ;  $0,4$ ;  $0,2$ .

№ 10.  $f(x) = 0,25$  при  $0 \leq x \leq 4$ ;  $MX = 2$ ;  $DX = 4/3$ ;  $3/4$ .

№ 11.  $f(x) = e^{x/3}/3$  при  $x \geq 0$ ;  $MX = 3$ ;  $DX = 9$ ;  $\approx 0,736$ ;  $\approx 0,189$ .

№ 12.  $f(x) = e^{x/80}/80$  при  $x \geq 0$ ;  $\approx 0,223$ .

### 1.7. Нормальное распределение

№ 1. а)  $\Phi_{173;36}(x) = \frac{1}{6\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-173)^2}{72}}$ ;  $\Phi_{173;36}(x) = \frac{1}{6\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(t-173)^2}{72}} dt$ ; б) 24 и 38 %; в) от 155 до 191 см. № 2. а)  $\approx 0,933$ ; б)  $\approx 0,023$ ; в)  $\approx 0,651$ ; г) (14,4; 15,6). № 3. а)  $\approx 0,287$ ; б)  $\approx 0,703$ ; в)  $\approx 0,039$ ; г)  $\approx 0,591$ ; д)  $\approx 0,658$ ; е) (2,37; 3,63).

### 1.8. Повторные независимые испытания

№ 1. а)  $\approx 0,007$ ; б)  $\approx 0,999$ ; в)  $\approx 0,330$ . № 2. а)  $\approx 0,132$ ; б)  $\approx 0,858$ .

№ 3. а)  $\approx 0,000\ 26$ ; б)  $\approx 0,000\ 43$ ; в)  $\approx 0,994$ ; г)  $\approx 0,905$ . № 4. а)  $\approx 0,059$ ; б)  $\approx 0,045$ ; в)  $\approx 0,498$ ; г)  $\approx 0,010$ .

### 1.9. Двумерные дискретные случайные величины

№ 1. а)  $MX = 0,2$ ;  $DX = 0,46$ ;  $MY = 1,61$ ;  $DY = 0,7779$ ; б)  $M_Y X = 0,15$ ;

$D_Y X = 0,5775$ ;  $M_X Y = 1,64$ ;  $D_X Y = 0,7904$ ; в)  $0,66$ ;  $0,85$ ;  $0,07$ ;  $0,17$ ;

г)  $K_{XY} = -0,012$ ;  $r_{XY} \approx -0,02$ .

д)  $X + Y$ :

-1	0	1	2	3	4
0,02	0,07	0,34	0,27	0,25	0,05

$XY$ :

-3	-2	-1	0	1	2	3
0,01	0,09	0,03	0,57	0,1	0,15	0,05

№ 2.  $\approx -0,408$ .

**№ 3. а)**

1	2	3
0,25	0,55	0,2

$X:$

0	1	2
0,3	0,45	0,25

$Y:$

$MX = 2,2,$   
 $DX = 1,0275;$   
 $MY = 0,95,$   
 $DY = 0,5475.$

**б)**

1	2	3
1/3	1/2	1/6

$X_{Y=0}:$

1	2	3
3/14	4/7	3/14

$X_{Y>0}:$

**д)**

$X+Y:$	1	2	3	4	5	6
	0,1	0,25	0,3	0,2	0,1	0,05

$X-Y:$	-1	0	1	2	3	4
	0,05	0,25	0,35	0,2	0,1	0,05

**№ 4. а)**

$X:$	-1	1
	0,45	0,55

$Y:$	-2	0	2
	0,25	0,45	0,3

$MX = 0,1, DX = 0,99;$   
 $MY = 0,1, DX = 2,19,$   
 $r_{XY} = 1/3.$

**б)**

$X:$	-1	1
	4/9	5/9

$M_Y X = 1/9;$

$XY:$	-2	0	2
	0,2	0,45	0,35

$X^2 Y^2:$	0	4
	0,45	0,55

### 1.10. Предельные теоремы теории вероятностей

**№ 1.** Не более 500. **№ 2.** Не менее 0,5; не менее 0,96. **№ 3.** Не менее 500.

## 2. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА

### 2.1. Числовые характеристики выборки. Оценка неизвестных параметров распределения методом моментов

№ 1.  $R = 8,1$ ;  $\bar{X} = 7,17$ ;  $s^2 \approx 7,833$ . № 2. а) биномиальное;  $p^* = 0,397$ ;  $n^* = 11$ ; б) геометрическое;  $p^* = 1/3$ ; в) Пуассона;  $\lambda^* = 2,15$ . № 3. Равномерное;  $\bar{X} = 2,54$ ;  $s^2 \approx 1,697$ ;  $a^* = 0,284$ ,  $b^* = 4,796$ . № 4. Нормальное;  $\bar{X} = a^* = 1\,653$ ;  $s^2 = (\sigma^2)^* \approx 446\,037$ . № 5. Пуассона;  $\lambda^* \approx 1,535$ . № 6. Нормальное;  $a^* = 99,692$ ;  $(\sigma^2)^* \approx 105,31$ . № 7.  $a^* = 0,579$ ,  $b^* = 4,159$ . № 8.  $d^* = 2,181$ ,  $d^{**} = 2,607$ . № 9. Биномиальное; а)  $p^* = 0,583$ ; б)  $p^* = 0,617$ ;  $n^* = 6$ . № 10.  $p^* = 0,5$ . № 11.  $\lambda^* = 4,49$ . № 12.  $a^* = 0,121$ ;  $(\sigma^2)^* \approx 1,03$ . № 13.  $a^* = -4,894$ ,  $b^* = 37,944$ .

### 2.2. Оценка коэффициента корреляции.

#### Уравнения линейной регрессии

№ 1.  $\rho_{XY} \approx 0,898$ ;  $Y = 1,017X + 4,830$ ;  $Y(10) \approx 15$ . № 2.  $\rho_{XY} \approx 0,740$ ;  $Y = 0,676X - 4,786$ ;  $Y(50) \approx 29,024$ ;  $X = 0,810X + 18,396$ ;  $X(50) \approx 34,595$ . № 3.  $\rho_{XY} \approx 0,969$ ;  $Y = 0,544X + 7,036$ ;  $X = 1,726X - 8,960$ . № 4.  $\rho_{XY} \approx -0,466$ ;  $Y = -2,57X + 79,29$ ;  $Y(10) \approx 54$ .

### 2.3. Интервальные оценки неизвестных параметров распределения

№ 1. а)  $(12,9; 16,48)$ ; б)  $(0,23; 0,74)$ . № 2.  $(0,251; 1,424)$ . № 3.  $(0,61; 1,466)$ ;  $(0,5318; 1,8471)$ . № 4. а) равномерное на  $[0, d]$ ; б)  $d^* = 7,25$ ,  $d^{**} = 8,955$ ; в)  $(7,8; 8,086)$ . № 5.  $(15,1; 17,44)$ . № 6. а)  $(8,224; 11,530)$ ; б)  $(0,315; 0,469)$ ; в)  $(2,252; 3,462)$ ; г)  $(0,443; 0,637)$ . № 7.  $(0,701; 0,839)$ . № 8. а) показательное; б)  $\lambda^* = 0,333$ ; в)  $(0,17; 0,496)$ .

## 2.4. Проверка статистических гипотез

№ 1.  $\chi^2 \approx 23,75$ . Принимается гипотеза  $H_0$ .

№ 2.  $U \approx 1,054$ . Принимается гипотеза  $H_0$ .

№ 3.  $T \approx 3,162$ . Принимается гипотеза  $H_1$ .

№ 4.  $\chi_{кр}^2 \approx 9,2$ . Принимается гипотеза  $H_1$ .

№ 5.  $\chi_{кр}^2 \approx 9,49$ . Принимается гипотеза  $H_0$ .

№ 6.  $Z \approx -3,464$   $1 < Z_{0,95} \approx -1,645$ . Принимается гипотеза  $H_1 : a_1 < a_2$ .

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данный сборник задач дает возможность обучающимся как самостоятельно, так и под руководством преподавателя освоить практическую часть курса дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика», без которой невозможно овладение инструментами и технологиями, необходимыми для понимания, проектирования и защиты информационных систем.

Знания, навыки и умения, приобретаемые обучающимися в результате изучения дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика», необходимы для дальнейшего формирования профессиональных компетенций при освоении таких специализированных дисциплин, как «Методы и средства криптографической защиты информации», «Системы искусственного интеллекта», «Теория информации», «Управление рисками информационных систем», «Теория и практика изменений» и др.

При подготовке сборника задач использованы источники [1–6].

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бочаров П. П., Печинкин А. В. Теория вероятностей. Математическая статистика. – М. : Физматлит, 2005. – 296 с.
2. Вербная В. П., Моцная Л. А. Математика. Часть 7. Теория вероятностей : учеб.-метод. пособие. – Новосибирск : СГГА, 2009. – 61 с.
3. Вербная В. П., Моцная Л. А. Математика. Часть 8. Математическая статистика : учеб.-метод. пособие. – Новосибирск : СГГА, 2009. – 65 с.
4. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для студ. вузов. – 12-е изд. – М. : ЮРАЙТ, 2009. – 478 с.
5. Кремер Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. – М. : Юнити, 2012. – 551 с.
6. Неклюдова В. Л. Высшая математика : сб. задач. – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. – 77 с.

## СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

**Таблица 1. Значение функции  $P(m, \lambda) = \frac{\lambda^m}{m!} e^{-\lambda}$**

m	λ											
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,5	2
0	0,90484	81873	74082	67032	60653	54881	49659	44933	40657	36788	22313	13534
1	09048	16375	22225	26813	30327	32929	34761	35946	36591	36788	33470	27067
2	00452	01637	03334	05363	07582	09879	12166	14379	16466	18394	25102	27067
3	00015	00109	00333	00715	01264	01976	02839	03834	04940	06131	12551	18045
4		00005	00025	00072	00158	00296	00497	00767	01111	01533	04707	09022
5			00002	00006	00016	00036	00070	00123	00200	00307	01412	03609
6					00001	00004	00008	00016	00030	00051	00353	01203
7							00001	00002	00004	00007	00076	00344
8										00001	00014	00086
9											00002	00019
10												00004
11												00001

m	λ											
	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	8	9
0	0,08208	04979	03020	01832	01111	00674	00409	00248	00150	00091	00034	00012
1	20521	14936	10569	07326	04999	03369	02248	01487	00977	00638	00268	00111
2	25652	22404	18496	14653	11248	08422	06181	04462	03176	02234	01073	00500
3	21376	22404	21579	19537	16872	14037	11332	08924	06881	05213	02863	01499
4	13360	16803	18881	19537	18981	17547	15582	13385	11182	09123	05725	03374
5	06680	10082	13217	15629	17083	17547	17140	16062	14537	12772	09160	06073
6	02783	05041	07710	10420	12812	14622	15712	16062	15748	14900	12214	09109
7	00994	02160	03855	05954	08236	10444	12345	13768	14623	14900	13959	11712
8	00311	00810	01687	02977	04633	06528	08487	10326	11882	13038	13959	13176
9	00086	00270	00656	01323	02316	03627	05187	06884	08581	10140	12408	13176
10	00022	00081	00230	00529	01042	01813	02853	04130	05578	07098	09926	11858
11	00005	00022	00073	00192	00426	00824	01426	02253	03296	04517	07219	09702
12	00001	00006	00021	00064	00160	00343	00654	01126	01785	02635	04813	07277
13		00001	00006	00020	00055	00132	00277	00520	00893	01419	02962	05038
14			00001	00006	00018	00047	00109	00223	00414	00709	01692	03238
15				00002	00005	00016	00040	00089	00180	00331	00903	01943
16					00002	00005	00014	00033	00073	00145	00451	01093
17						00001	00004	00012	00028	00060	00212	00579
18							00001	00004	00010	00023	00094	00289
19								00001	00003	00009	00040	00137
20									00001	00003	00016	00062
21										00001	00006	00026
22											00002	00011

**Таблица 2. Значения функции  $\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-x^2/2}$**

x	Сотые доли x									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,39894	0,39892	0,39886	0,39876	0,39862	0,39844	0,39822	0,39797	0,39767	0,39733
0,1	0,39695	0,39654	0,39608	0,39559	0,39505	0,39448	0,39387	0,39322	0,39253	0,39181
0,2	0,39104	0,39024	0,38940	0,38853	0,38762	0,38667	0,38568	0,38466	0,38361	0,38251
0,3	0,38139	0,38023	0,37903	0,37780	0,37654	0,37524	0,37391	0,37255	0,37115	0,36973
0,4	0,36827	0,36678	0,36526	0,36371	0,36213	0,36053	0,35889	0,35723	0,35553	0,35381
0,5	0,35207	0,35029	0,34849	0,34667	0,34482	0,34294	0,34105	0,33912	0,33718	0,33521
0,6	0,33322	0,33121	0,32918	0,32713	0,32506	0,32297	0,32086	0,31874	0,31659	0,31443
0,7	0,31225	0,31006	0,30785	0,30563	0,30339	0,30114	0,29887	0,29659	0,29431	0,29200
0,8	0,28969	0,28737	0,28504	0,28269	0,28034	0,27798	0,27562	0,27324	0,27086	0,26848
0,9	0,26609	0,26369	0,26129	0,25888	0,25647	0,25406	0,25164	0,24923	0,24681	0,24439
1,0	0,24197	0,23955	0,23713	0,23471	0,23230	0,22988	0,22747	0,22506	0,22265	0,22025
1,1	0,21785	0,21546	0,21307	0,21069	0,20831	0,20594	0,20357	0,20121	0,19886	0,19652
1,2	0,19419	0,19186	0,18954	0,18724	0,18494	0,18265	0,18037	0,17810	0,17585	0,17360
1,3	0,17137	0,16915	0,16694	0,16474	0,16256	0,16038	0,15822	0,15608	0,15395	0,15183
1,4	0,14973	0,14764	0,14556	0,14350	0,14146	0,13943	0,13742	0,13542	0,13344	0,13147
1,5	0,12952	0,12758	0,12566	0,12376	0,12188	0,12001	0,11816	0,11632	0,11450	0,11270
1,6	0,11092	0,10915	0,10741	0,10567	0,10396	0,10226	0,10059	0,09893	0,09728	0,09566
1,7	0,09405	0,09246	0,09089	0,08933	0,08780	0,08628	0,08478	0,08329	0,08183	0,08038
1,8	0,07895	0,07754	0,07614	0,07477	0,07341	0,07206	0,07074	0,06943	0,06814	0,06687
1,9	0,06562	0,06438	0,06316	0,06195	0,06077	0,05959	0,05844	0,05730	0,05618	0,05508
2,0	0,05399	0,05292	0,05186	0,05082	0,04980	0,04879	0,04780	0,04682	0,04586	0,04491
2,1	0,04398	0,04307	0,04217	0,04128	0,04041	0,03955	0,03871	0,03788	0,03706	0,03626
2,2	0,03547	0,03470	0,03394	0,03319	0,03246	0,03174	0,03103	0,03034	0,02965	0,02898
2,3	0,02833	0,02768	0,02705	0,02643	0,02582	0,02522	0,02463	0,02406	0,02349	0,02294
2,4	0,02239	0,02186	0,02134	0,02083	0,02033	0,01984	0,01936	0,01888	0,01842	0,01797
2,5	0,01753	0,01709	0,01667	0,01625	0,01585	0,01545	0,01506	0,01468	0,01431	0,01394
2,6	0,01358	0,01323	0,01289	0,01256	0,01223	0,01191	0,01160	0,01130	0,01100	0,01071
2,7	0,01042	0,01014	0,00987	0,00961	0,00935	0,00909	0,00885	0,00861	0,00837	0,00814
2,8	0,00792	0,00770	0,00748	0,00727	0,00707	0,00687	0,00668	0,00649	0,00631	0,00613
2,9	0,00595	0,00578	0,00562	0,00545	0,00530	0,00514	0,00499	0,00485	0,00470	0,00457
3,0	0,00443	0,00430	0,00417	0,00405	0,00393	0,00381	0,00370	0,00358	0,00348	0,00337
3,1	0,00327	0,00317	0,00307	0,00298	0,00288	0,00279	0,00271	0,00262	0,00254	0,00246
3,2	0,00238	0,00231	0,00224	0,00216	0,00210	0,00203	0,00196	0,00190	0,00184	0,00178
3,3	0,00172	0,00167	0,00161	0,00156	0,00151	0,00146	0,00141	0,00136	0,00132	0,00127
3,4	0,00123	0,00119	0,00115	0,00111	0,00107	0,00104	0,00100	0,00097	0,00094	0,00090
3,5	0,00087	0,00084	0,00081	0,00079	0,00076	0,00073	0,00071	0,00068	0,00066	0,00063
3,6	0,00061	0,00059	0,00057	0,00055	0,00053	0,00051	0,00049	0,00047	0,00046	0,00044
3,7	0,00042	0,00041	0,00039	0,00038	0,00037	0,00035	0,00034	0,00033	0,00031	0,00030
3,8	0,00029	0,00028	0,00027	0,00026	0,00025	0,00024	0,00023	0,00022	0,00021	0,00021
3,9	0,00020	0,00019	0,00018	0,00018	0,00017	0,00016	0,00016	0,00015	0,00014	0,00014
x	Десятые доли x									
	0	2	4	6	8					
4,	0,0001338	0,0000589	0,0000249	0,0000101	0,0000040					
5,	0,0000015									

**Таблица 3. Значения интеграла Лапласа**  $\bar{\Phi}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-t^2/2} dt$

x	Сотые доли x									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,00000	0,00399	0,00798	0,01197	0,01595	0,01994	0,02392	0,02790	0,03188	0,03586
0,1	0,03983	0,04380	0,04776	0,05172	0,05567	0,05962	0,06356	0,06749	0,07142	0,07535
0,2	0,07926	0,08317	0,08706	0,09095	0,09483	0,09871	0,10257	0,10642	0,11026	0,11409
0,3	0,11791	0,12172	0,12552	0,12930	0,13307	0,13683	0,14058	0,14431	0,14803	0,15173
0,4	0,15542	0,15910	0,16276	0,16640	0,17003	0,17364	0,17724	0,18082	0,18439	0,18793
0,5	0,19146	0,19497	0,19847	0,20194	0,20540	0,20884	0,21226	0,21566	0,21904	0,22240
0,6	0,22575	0,22907	0,23237	0,23565	0,23891	0,24215	0,24537	0,24857	0,25175	0,25490
0,7	0,25804	0,26115	0,26424	0,26730	0,27035	0,27337	0,27637	0,27935	0,28230	0,28524
0,8	0,28814	0,29103	0,29389	0,29673	0,29955	0,30234	0,30511	0,30785	0,31057	0,31327
0,9	0,31594	0,31859	0,32121	0,32381	0,32639	0,32894	0,33147	0,33398	0,33646	0,33891
1,0	0,34134	0,34375	0,34614	0,34849	0,35083	0,35314	0,35543	0,35769	0,35993	0,36214
1,1	0,36433	0,36650	0,36864	0,37076	0,37286	0,37493	0,37698	0,37900	0,38100	0,38298
1,2	0,38493	0,38686	0,38877	0,39065	0,39251	0,39435	0,39617	0,39796	0,39973	0,40147
1,3	0,40320	0,40490	0,40658	0,40824	0,40988	0,41149	0,41309	0,41466	0,41621	0,41774
1,4	0,41924	0,42073	0,42220	0,42364	0,42507	0,42647	0,42785	0,42922	0,43056	0,43189
1,5	0,43319	0,43448	0,43574	0,43699	0,43822	0,43943	0,44062	0,44179	0,44295	0,44408
1,6	0,44520	0,44630	0,44738	0,44845	0,44950	0,45053	0,45154	0,45254	0,45352	0,45449
1,7	0,45543	0,45637	0,45728	0,45818	0,45907	0,45994	0,46080	0,46164	0,46246	0,46327
1,8	0,46407	0,46485	0,46562	0,46638	0,46712	0,46784	0,46856	0,46926	0,46995	0,47062
1,9	0,47128	0,47193	0,47257	0,47320	0,47381	0,47441	0,47500	0,47558	0,47615	0,47670
2,0	0,47725	0,47778	0,47831	0,47882	0,47932	0,47982	0,48030	0,48077	0,48124	0,48169
2,1	0,48214	0,48257	0,48300	0,48341	0,48382	0,48422	0,48461	0,48500	0,48537	0,48574
2,2	0,48610	0,48645	0,48679	0,48713	0,48745	0,48778	0,48809	0,48840	0,48870	0,48899
2,3	0,48928	0,48956	0,48983	0,49010	0,49036	0,49061	0,49086	0,49111	0,49134	0,49158
2,4	0,49180	0,49202	0,49224	0,49245	0,49266	0,49286	0,49305	0,49324	0,49343	0,49361
2,5	0,49379	0,49396	0,49413	0,49430	0,49446	0,49461	0,49477	0,49492	0,49506	0,49520
2,6	0,49534	0,49547	0,49560	0,49573	0,49585	0,49598	0,49609	0,49621	0,49632	0,49643
2,7	0,49653	0,49664	0,49674	0,49683	0,49693	0,49702	0,49711	0,49720	0,49728	0,49736
2,8	0,49744	0,49752	0,49760	0,49767	0,49774	0,49781	0,49788	0,49795	0,49801	0,49807
2,9	0,49813	0,49819	0,49825	0,49831	0,49836	0,49841	0,49846	0,49851	0,49856	0,49861
3,0	0,49865	0,49869	0,49874	0,49878	0,49882	0,49886	0,49889	0,49893	0,49896	0,49900
3,1	0,49903	0,49906	0,49910	0,49913	0,49916	0,49918	0,49921	0,49924	0,49926	0,49929
3,2	0,49931	0,49934	0,49936	0,49938	0,49940	0,49942	0,49944	0,49946	0,49948	0,49950
3,3	0,49952	0,49953	0,49955	0,49957	0,49958	0,49960	0,49961	0,49962	0,49964	0,49965
3,4	0,49966	0,49968	0,49969	0,49970	0,49971	0,49972	0,49973	0,49974	0,49975	0,49976
3,5	0,49977	0,49978	0,49978	0,49979	0,49980	0,49981	0,49981	0,49982	0,49983	0,49983
3,6	0,49984	0,49985	0,49985	0,49986	0,49986	0,49987	0,49987	0,49988	0,49988	0,49989
3,7	0,49989	0,49990	0,49990	0,49990	0,49991	0,49991	0,49992	0,49992	0,49992	0,49992
3,8	0,49993	0,49993	0,49993	0,49994	0,49994	0,49994	0,49994	0,49995	0,49995	0,49995
3,9	0,49995	0,49995	0,49996	0,49996	0,49996	0,49996	0,49996	0,49996	0,49997	0,49997
x	Десятые доли x									
	0	2	4	6	8					
4,	0,4999683	0,4999867	0,4999946	0,4999979	0,4999992					
5,	0,4999997									

**Таблица 4. Обратное распределение Стьюдента  $t_{\gamma,N}$**

Число степеней свободы, $N$	Вероятность, $\gamma$											
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	0,98	0,99
1	0,158	0,325	0,510	0,727	1,000	1,376	1,963	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657
2	0,142	0,289	0,445	0,617	0,816	1,061	1,386	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925
3	0,137	0,277	0,424	0,584	0,765	0,978	1,250	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841
4	0,134	0,271	0,414	0,569	0,741	0,941	1,190	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604
5	0,132	0,267	0,408	0,559	0,727	0,920	1,156	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032
6	0,131	0,265	0,404	0,553	0,718	0,906	1,134	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707
7	0,130	0,263	0,402	0,549	0,711	0,896	1,119	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499
8	0,130	0,262	0,399	0,546	0,706	0,889	1,108	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355
9	0,129	0,261	0,398	0,543	0,703	0,883	1,100	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250
10	0,129	0,260	0,397	0,542	0,700	0,879	1,093	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169
11	0,129	0,260	0,396	0,540	0,697	0,876	1,088	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106
12	0,128	0,259	0,395	0,539	0,695	0,873	1,083	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055
13	0,128	0,259	0,394	0,538	0,694	0,870	1,079	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012
14	0,128	0,258	0,393	0,537	0,692	0,868	1,076	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977
15	0,128	0,258	0,393	0,536	0,691	0,866	1,074	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947
16	0,128	0,258	0,392	0,535	0,690	0,865	1,071	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921
17	0,128	0,257	0,392	0,534	0,689	0,863	1,069	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898
18	0,127	0,257	0,392	0,534	0,688	0,862	1,067	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878
19	0,127	0,257	0,391	0,533	0,688	0,861	1,066	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861
20	0,127	0,257	0,391	0,533	0,687	0,860	1,064	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845
21	0,127	0,257	0,391	0,532	0,686	0,859	1,063	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831
22	0,127	0,256	0,390	0,532	0,686	0,858	1,061	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819
23	0,127	0,256	0,390	0,532	0,685	0,858	1,060	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807
24	0,127	0,256	0,390	0,531	0,685	0,857	1,059	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797
25	0,127	0,256	0,390	0,531	0,684	0,856	1,058	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787
26	0,127	0,256	0,390	0,531	0,684	0,856	1,058	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779
27	0,127	0,256	0,389	0,531	0,684	0,855	1,057	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771
28	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,855	1,056	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763
29	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,854	1,055	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756
30	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,854	1,055	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750
40	0,126	0,255	0,388	0,529	0,681	0,851	1,050	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704
50	0,126	0,255	0,388	0,528	0,679	0,849	1,047	1,299	1,676	2,009	2,403	2,678
60	0,126	0,254	0,387	0,527	0,679	0,848	1,045	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660
120	0,126	0,254	0,386	0,526	0,677	0,845	1,041	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617

**Таблица 5. Обратное распределение Пирсона  $\chi^2_{\alpha, N}$**

Число степен- ней свобо- ды, $N$	Вероятность, $\alpha$												
	0,99	0,98	0,95	0,9	0,8	0,7	0,5	0,3	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01
1	0,000	0,001	0,004	0,016	0,064	0,148	0,455	1,074	1,642	2,706	3,841	5,412	6,635
2	0,020	0,040	0,103	0,211	0,446	0,713	1,386	2,408	3,219	4,605	5,991	7,824	9,210
3	0,115	0,185	0,352	0,584	1,005	1,424	2,366	3,665	4,642	6,251	7,815	9,837	11,34
4	0,297	0,429	0,711	1,064	1,649	2,195	3,357	4,878	5,989	7,779	9,488	11,67	13,28
5	0,554	0,752	1,145	1,610	2,343	3,000	4,351	6,064	7,289	9,236	11,07	13,39	15,09
6	0,872	1,134	1,635	2,204	3,070	3,828	5,348	7,231	8,558	10,64	12,59	15,03	16,81
7	1,239	1,564	2,167	2,833	3,822	4,671	6,346	8,383	9,803	12,02	14,07	16,62	18,48
8	1,646	2,032	2,733	3,490	4,594	5,527	7,344	9,524	11,03	13,36	15,51	18,17	20,09
9	2,088	2,532	3,325	4,168	5,380	6,393	8,343	10,66	12,24	14,68	16,92	19,68	21,67
10	2,558	3,059	3,940	4,865	6,179	7,267	9,342	11,78	13,44	15,99	18,31	21,16	23,21
11	3,053	3,609	4,575	5,578	6,989	8,148	10,34	12,90	14,63	17,28	19,68	22,62	24,72
12	3,571	4,178	5,226	6,304	7,807	9,034	11,34	14,01	15,81	18,55	21,03	24,05	26,22
13	4,107	4,765	5,892	7,042	8,634	9,926	12,34	15,12	16,98	19,81	22,36	25,47	27,69
14	4,660	5,368	6,571	7,790	9,467	10,82	13,34	16,22	18,15	21,06	23,68	26,87	29,14
15	5,229	5,985	7,261	8,547	10,31	11,72	14,34	17,32	19,31	22,31	25,00	28,26	30,58
16	5,812	6,614	7,962	9,312	11,15	12,62	15,34	18,42	20,47	23,54	26,30	29,63	32,00
17	6,408	7,255	8,672	10,09	12,00	13,53	16,34	19,51	21,61	24,77	27,59	31,00	33,41
18	7,015	7,906	9,390	10,86	12,86	14,44	17,34	20,60	22,76	25,99	28,87	32,35	34,81
19	7,633	8,567	10,12	11,65	13,72	15,35	18,34	21,69	23,90	27,20	30,14	33,69	36,19
20	8,260	9,237	10,85	12,44	14,58	16,27	19,34	22,77	25,04	28,41	31,41	35,02	37,57
21	8,897	9,915	11,59	13,24	15,44	17,18	20,34	23,86	26,17	29,62	32,67	36,34	38,93
22	9,542	10,60	12,34	14,04	16,31	18,10	21,34	24,94	27,30	30,81	33,92	37,66	40,29
23	10,20	11,29	13,09	14,85	17,19	19,02	22,34	26,02	28,43	32,01	35,17	38,97	41,64
24	10,86	11,99	13,85	15,66	18,06	19,94	23,34	27,10	29,55	33,20	36,42	40,27	42,98
25	11,52	12,70	14,61	16,47	18,94	20,87	24,34	28,17	30,68	34,38	37,65	41,57	44,31
26	12,20	13,41	15,38	17,29	19,82	21,79	25,34	29,25	31,79	35,56	38,89	42,86	45,64
27	12,88	14,13	16,15	18,11	20,70	22,72	26,34	30,32	32,91	36,74	40,11	44,14	46,96
28	13,56	14,85	16,93	18,94	21,59	23,65	27,34	31,39	34,03	37,92	41,34	45,42	48,28
29	14,26	15,57	17,71	19,77	22,48	24,58	28,34	32,46	35,14	39,09	42,56	46,69	49,59
30	14,95	16,31	18,49	20,60	23,36	25,51	29,34	33,53	36,25	40,26	43,77	47,96	50,89
40	22,16	23,84	26,51	29,05	32,34	34,87	39,34	44,16	47,27	51,81	55,76	60,44	63,69
50	29,71	31,66	34,76	37,69	41,45	44,31	49,33	54,72	58,16	63,17	67,50	72,61	76,15
60	37,48	39,70	43,19	46,46	50,64	53,81	59,33	65,23	68,97	74,40	79,08	84,58	88,38
120	86,92	90,37	95,70	100,6	106,8	111,4	119,3	127,6	132,8	140,2	146,6	153,9	159,0

*Учебное издание*

**Неклюдова Вера Леонидовна**

**Вербная Валентина Павловна**

# **ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА**

Редактор *О. В. Георгиевская*

Компьютерная верстка *О. И. Голиков*

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.

Подписано в печать 25.09.2023. Формат 60 × 84 1/16.

Усл. печ. л. 2,15. Тираж 240 экз. Заказ 127.

Гигиеническое заключение

№ 54.НК.05.953.П.000147.12.02. от 10.12.2002.

Редакционно-издательский отдел СГУГиТ  
630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 10.

Отпечатано в картопечатной лаборатории СГУГиТ  
630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 8.