

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра прикладной математики и механики

СЛУЧАЙНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к самостоятельной работе
для студентов специальности 24.05.02
«Проектирование авиационных и ракетных двигателей»
всех форм обучения

Воронеж 2021

УДК 519.2(07)
ББК 22.1я7

Составители:

доктор техн. наук А. А. Хвостов,
канд. физ.-мат. наук А. В. Ряжских,
канд. физ.-мат. наук Е. А. Соболева

Случайные величины: методические указания к самостоятельной работе для студентов специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей» всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: А. А. Хвостов, А. В. Ряжских, Е. А. Соболева. - Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. - 33 с.

Содержат комплекс заданий и методических рекомендаций к выполнению самостоятельных работ по дисциплине «Теория вероятности и математическая статистика». Выполнение предусмотренных заданий позволит студентам закрепить теоретические знания и приобрести необходимые практические навыки.

Предназначены для студентов специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей» всех форм обучения

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле МУ_TV_MC_2.pdf.

Табл. 3. Библиогр.: 4 назв.

УДК 519.2(07)
ББК 22.1я7

Рецензент - Т. И. Костина, канд. физ.-мат. наук, доцент
кафедры прикладной математики и механики ВГТУ

*Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания составлены по программе дисциплины «Теория вероятности и математическая статистика» для студентов направления 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей» Воронежского государственного технического университета.

Методические указания предназначены для помощи студентам в процессе их самостоятельной работы по изучению части курса теория вероятностей и математическая статистика. Данная разработка должна дать студентам представление о структуре предлагаемой к изучению дисциплины, а также о содержании материала, выделяемого на самостоятельную работу.

1. ДИСКРЕТНЫЕ СЛУЧАЙНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ

1. В лотерее разыгрывается мотоцикл стоимостью 250 руб., велосипед стоимостью 50 руб. и часы ценой 40 руб. Найти закон распределения случайной величины, равной выигрышу для лица, имеющего один билет, если число билетов равно 100.

2. Вероятность попадания из орудия в цель при первом выстреле равна 0,1, при втором – 0,4, а при третьем – 0,7. Предполагается произвести три выстрела. Составить закон распределения числа попаданий в цель.

3. Составить закон распределения случайной величины. Испытуемый прибор состоит из трех элементов, вероятность отказа которых равна соответственно 0,2; 0,3; 0,1. Отказы элементов независимы. Случайная величина X - число отказавших элементов.

4. В партии из 7 деталей имеется 5 деталей первого сорта. Наудачу отобраны 3 из них. Составить закон распределения числа деталей первого сорта среди отобранных.

5. Известно, что в партии из 20 телефонных аппаратов имеется 5 неисправных. Из партии выбрано 4 аппарата. Составить закон распределения, числа неисправных аппаратов среди отобранных.

6. На втором курсе некоторого факультета 9 отличников и 21 хорошист. На математическую олимпиаду наудачу отбираются 3 студента. Составить закон распределения числа отличников среди отобранных студентов.

7. Имеются три базы с независимым снабжением. Вероятность отсутствия на базе нужного товара равна 0,1. Предприниматель решил закупить некий товар. Составить закон распределения числа баз, на которых в данный момент этот товар отсутствует.

8. Студент купил 4 билета новогодней лотереи. Вероятность выигрыша по одному билету равна 0,6. Составить закон распределения числа выигрышей среди купленных билетов.

9. В партии 10 % нестандартных деталей. Составить вероятностный закон распределения числа нестандартных деталей из четырех имеющихся деталей.

10. Вероятность рождения в семье мальчика составляет 0,51. Составить вероятностный закон распределения случайной величины X – числа мальчиков в семье, имеющей четырех детей

11. Производится ряд выстрелов по мишени с вероятностью попадания 0,8 при каждом. Стрельба ведется до первого попадания, но не свыше 4 выстрелов. Составить закон распределения числа произведенных выстрелов.

12. Имеется 4 различных ключа, из которых только один подходит к замку. Составить закон распределения числа опробованных ключей, если опробованный ключ в дальнейшем испытании не участвует.

13. Дискретная случайная величина задана законом распределения

x_i	1	2	3	6	8
p_i	0,2	0,1	0,1	0,4	0,2

Найти функцию распределения и построить ее график.

14. Дискретная случайная величина X задана законом распределения

x_i	3	4	8
p_i	0,2	0,5	0,3

Найти функцию распределения и построить ее график.

15. Случайная величина X принимает значения $-1, 0, 1$ с вероятностями, соответственно равными $\frac{1}{4}, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}$. Написать функцию распределения этой случайной величины и построить ее график.

16. Ряд распределения случайной величины X имеет вид:

x_i	-2	-1	0	1	2
p_i	0,1	0,2	0,2	0,4	0,1

Найти функцию распределения этой случайной величины и построить ее график. Определить $P(|X| > 1), P(X > 1)$.

17. В лотерее участвуют 100000 билетов. Вероятность выигрыша лотерейного билета составляет 0,0001. Написать закон распределения Пуассона числа выигравших билетов из четырех имеющихся. Построить график распределения вероятностей.

18. Дан закон распределения дискретной случайной величины X . Найти функцию распределения $F(x), F(3)$ и вычислить вероятность того, что случайная величина X примет значения из промежутка $(0,3)$. Построить многоугольник распределения.

x	1	3	5	7
p	0,2	0,3	0,1	0,4

19. Дан закон распределения дискретной случайной величины X . Найти функцию распределения $F(x)$, $F(15)$ и вычислить вероятность того, что случайная величина X примет значения из промежутка $(5,15)$. Построить многоугольник распределения.

x	5	10	15	20
p	0,4	0,3	0,1	0,2

20. Известна функция распределения $F(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 0; \\ 0,3 & 0 < x \leq 1; \\ 0,6 & 1 < x \leq 2; \\ 1 & x > 2. \end{cases}$ дискретной

случайной величины X . Выразить закон распределения этой величины в виде таблицы.

21. Известна функция распределения $F(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 3; \\ 0,3 & 3 < x \leq 6; \\ 0,7 & 6 < x \leq 9; \\ 1 & x > 9. \end{cases}$ дискретной

случайной величины X . Выразить закон распределения этой величины в виде таблицы.

22. Задан закон распределения вероятностей дискретной случайной величины. Найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение.

x	5	6	7	8	9
p	0,4	0,1	0,3	0,1	0,1

23. Задан закон распределения вероятностей дискретной случайной величины. Найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение.

x	-7	-6	-4	-2	2
p	0,2	0,1	0,25	0,4	0,05

24. Дискретная случайная величина X задана законом распределения

X	11	15	18	20	24
p	k	$3k$	$4k$	$1,5k$	$0,5k$

Найдите:

- а) параметр k ,
- б) функцию распределения,
- в) математическое ожидание,
- г) дисперсию и среднее квадратическое отклонение.

25. Дискретная случайная величина X задана законом распределения

X	19	23	26	28	32
p	$1/3k$	k	$k+0,1$	$0,5k$	$0,05$

Найдите:

- а) параметр k ,
- б) функцию распределения,
- в) математическое ожидание,
- г) дисперсию и среднее квадратическое отклонение.

26. Известны результаты стрельб для 2 стрелков при 3 выстрелах: X – число попаданий первого стрелка, Y – число попаданий второго стрелка.

x_i	1	2	3
p_i	0,3	0,2	0,5

y_i	1	2	3
p_i	0,1	0,6	0,3

Найти среднее число попаданий каждого стрелка и среднее квадратическое отклонение этих случайных величин.

27. Дискретные независимые случайные величины заданы законами распределения. Найти математическое ожидание произведения $M(XY)$ и $M(2Y)$.

X	1	2
p	0,2	0,8

Y	0,5	1
p	0,3	0,7

28. Даны законы распределения двух случайных величин X и Y :
Найти закон распределения случайных величин а) $Z=2X+Y$; б) $U=XY$.

x	-1	0	1	2
p	0,2	0,1	0,3	0,4

y	-2	0	1	2
p	0,1	0,2	0,1	0,6

29. Независимые случайные величины X и Y заданы следующими законами распределения

x_i	1	2	3
p_i	0,1	0,3	0,6

y_i	-2	-1	0
p_i	0,6	0,3	0,1

Составить закон распределения их суммы и произведения. Найти $M(X)$, $M(Y)$, $M(X+Y)$, $M(XY)$, $D(X)$, $D(Y)$, $D(X+Y)$. Проверить справедливость равенств:

$$M(X+Y) = M(X) + M(Y), \quad M(XY) = M(X) \cdot M(Y), \quad D(X+Y) = D(X) + D(Y).$$

30. Два стрелка стреляют по одинаковым мишеням. Выбиваемые стрелками числа очков являются случайными величинами X и Y , которые характеризуются следующими законами распределения

x_i	3	4	5
p_i	0,3	0,4	0,3

y_i	1	2	3	4	5
p_i	0,1	0,1	0,1	0,2	0,5

Случайные величины X и Y считаются независимыми. Из этих стрелков составлена команда. Найти закон распределения числа очков, выбиваемых командой, если засчитывается сумма очков, выбиваемых обоими стрелками при совместных выстрелах. Найти математическое ожидание и дисперсию распределения каждой случайной величины в отдельности и их суммы и проверить справедливость свойств математических ожиданий и дисперсий.

31. Дискретная случайная величина X принимает три возможных значения: $x_1 = 3$ с вероятностью $p_1 = 0,4$; $x_2 = 6$ с вероятностью $p_2 = 0,5$; x_3 с вероятностью p_3 . Найти x_3 и p_3 , если $M(X) = 9$.

32. Известен перечень возможных значений дискретной случайной величины X : $x_1 = -1$, $x_2 = 0$, $x_3 = 1$. Математическое ожидание и дисперсия случайной величины и ее квадрата: $M(X) = 0,1$, $M(X^2) = 0,9$. Построить закон распределения случайной величины X , график распределения вероятностей. Найти дисперсию и среднее квадратическое отклонение.

33. Известен перечень возможных значений дискретной случайной величины X : $x_1 = 1$, $x_2 = 2$, $x_3 = 3$. Математическое ожидание и дисперсия случайной величины и ее квадрата: $M(X) = 2,1$, $M(X^2) = 4,9$. Построить закон распределения случайной величины X , график распределения вероятностей. Найти дисперсию и среднее квадратическое отклонение.

34. Случайная величина X может принимать два возможных значения x_1 с вероятностью 0,3 и x_2 с вероятностью 0,7, причем $x_2 > x_1$. Найти x_1 и x_2 , зная, что $M(X) = 2,7$ и $D(X) = 0,21$.

35. Случайная величина X может принимать два возможных значения x_1 с вероятностью 0,4 и x_2 с вероятностью 0,6, причем $x_1 > x_2$. Найти x_1 и x_2 , зная, что $M(X) = 3,4$ и $D(X) = 0,24$.

36. Вероятность попадания в цель при стрельбе из орудия $p = 0,5$. Найти математическое ожидание общего числа попаданий в цель, если будет произведено 15 выстрелов.

37. Вероятность отказа детали за время испытания на надежность равна 0,2. Найти математическое ожидание числа отказавших деталей, если испытанию будут подвергнуты 10 деталей.

38. Вероятность отказа детали за время испытания на надежность равна 0,3. Найти математическое ожидание числа отказавших деталей, если испытанию будут подвергнуты 12 деталей.

39. Найти дисперсию случайной величины X – числа отказов элемента некоторого устройства в 5 независимых испытаниях, если вероятность отказа элемента в каждом испытании $p = 0,2$.

40. Найти дисперсию случайной величины X – числа появлений события в 100 независимых испытаниях, в каждом из которых вероятность наступления события равна 0,7.

41. Найти дисперсию случайной величины X – числа появлений события в 130 независимых испытаниях, в каждом из которых вероятность наступления события равна 0,6.

42. Производятся независимые испытания с одинаковой вероятностью появления события A в каждом испытании. Найти вероятность появления события A , если дисперсия числа появлений события в трех независимых испытаниях равна 0,72.

43. Найти дисперсию дискретной случайной величины X – числа появления события в трех независимых испытаниях, если вероятности появления события в этих испытаниях одинаковы и известно, что $M(X) = 1,4$.

44. Найти среднее квадратическое отклонение случайной величины X – числа появления события A в трех независимых испытаниях, если вероятности появления события в этих испытаниях одинаковы и $M(X) = 1,3$. Вероятность изготовления нестандартного изделия при налаженном технологическом процессе постоянна и равна 0,1. Для проверки качества изделий ОТК берет из партии не более четырех изделий. При обнаружении нестандартного изделия вся партия задерживается. Составить закон распределения числа изделий, проверяемых в ОТК из каждой партии. Найти математическое ожидание и дисперсию этой случайной величины.

45. Вероятность приема каждого сообщения без ошибки равна 0,5. Найти вероятность того, что из четырех независимо друг от друга посланных сообщений, число принятых без ошибок сообщений будет отличаться от математического ожидания не больше, чем на одно среднее квадратическое отклонение.

2. НЕПРЕРЫВНЫЕ СЛУЧАЙНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ

1. Непрерывная случайная величина X задана функцией распределения

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 0, \\ x & \text{при } 0 < x \leq 1, \\ 1 & \text{при } x > 1. \end{cases}$$

Найти $f(x)$. Построить графики $f(x)$, $F(x)$.

2. Дана функция

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 0, \\ 1 - \cos x & \text{при } 0 < x \leq \pi/2, \\ 1 & \text{при } x > \pi/2. \end{cases}$$

Найти $f(x)$. Построить графики $f(x)$, $F(x)$.

3. Плотность распределения вероятностей случайной величины X задается соотношением

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq \sqrt{3}, \\ 2x & \text{при } \sqrt{3} < x \leq 2, \\ 0 & \text{при } x > 2. \end{cases}$$

Найти функцию распределения и построить графики $f(x)$, $F(x)$.

4. Дана функция

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 0, \\ \cos x & \text{при } 0 < x \leq \pi/2, \\ 0 & \text{при } x > \pi/2. \end{cases}$$

Может ли эта функция быть плотностью распределения некоторой случайной величины? Если да, то какова вероятность того, что случайная величина примет значение из интервала $(\pi/4, \pi/3)$.

5. Непрерывная случайная величина X задана плотностью вероятности

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 0, \\ C(x^2 + 2x) & \text{при } 0 < x \leq 1, \\ 0 & \text{при } x > 1. \end{cases}$$

Найти параметр C .

6. Плотность распределения непрерывной случайной величины X задана на всей оси Ox равенством $f(x) = 4C(e^x + e^{-x})$. Найти постоянный параметр C .

7. Плотность распределения непрерывной случайной величины X задана на всей оси Ox равенством $f(x) = \frac{2C}{1+x^2}$. Найти постоянный параметр C .

8. Плотность распределения непрерывной случайной величины X задана в интервале $(0,1)$ равенством $f(x) = C \cdot \operatorname{arctg} x$; вне интервала $f(x) = 0$. Найти постоянный параметр C .

9. Непрерывная случайная величина имеет интегральную функцию распределения:

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < 0, \\ Cx^2 & \text{при } 0 \leq x \leq 1, \\ 1 & \text{при } x > 1. \end{cases}$$

Найти: C , $f(x)$, $P(-0,25 < x < 0,5)$. Построить графики $f(x)$, $F(x)$.

10. Функция $f(x)$ задана выражением

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 0, \\ C \cdot \sin x & \text{при } 0 < x \leq \pi/2, \\ 0 & \text{при } x > \pi/2. \end{cases}$$

Найти C и $F(x)$. Построить графики этих функций. Найти вероятность попадания случайной величины в интервал $(0, \pi/4)$.

11. Найти математическое ожидание и дисперсию случайной величины X , если задана ее плотность вероятностей

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 0, \\ \frac{3x^2}{8} & \text{при } 0 < x \leq 2, \\ 0 & \text{при } x > 2. \end{cases}$$

12. Задана функция плотности вероятности $f(x)$ случайной величины X :

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 0, \\ \sin x & \text{при } 0 < x \leq \pi/2, \\ 0 & \text{при } x > \pi/2. \end{cases}$$

Найти её математическое ожидание и дисперсию, построить графики функции распределения вероятности и функции плотности вероятности.

13. Задана функция распределения вероятности $F(x)$ случайной величины X :

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 3, \\ \frac{1}{9}(x-3)^2 & \text{при } 3 < x \leq 6, \\ 1 & \text{при } x > 6. \end{cases}$$

Найти математическое ожидание и дисперсию случайной величины, построить график функции распределения вероятности и функцию плотности вероятности.

14. Задана функция распределения вероятности $F(x)$ случайной величины X :

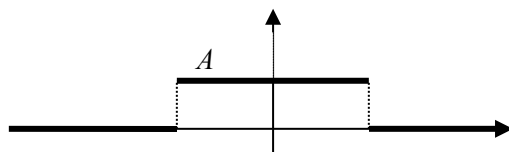
$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq -2, \\ \frac{(x+2)^2}{4} & \text{при } -2 < x \leq 0, \\ 1 & \text{при } x > 0. \end{cases}$$

Найти её математическое ожидание и дисперсию. Построить графики функции распределения вероятности и функции плотности вероятности.

15. Найти математическое ожидание и дисперсию случайной величины X , если плотность вероятностей её

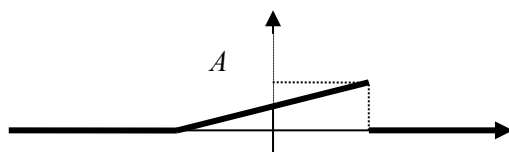
$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{\pi\sqrt{4-x^2}} & \text{при } |x| < 2, \\ 0 & \text{при } |x| \geq 2. \end{cases}$$

16. Задана плотность распределения $f(x)$ случайной величины X



Найти параметр A , интегральную функцию распределения, математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение.

17. Задана плотность распределения $f(x)$ случайной величины X



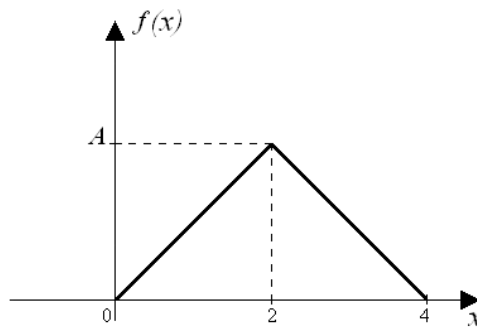
Найти параметр A , интегральную функцию распределения, математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение.

18. Случайная величина X задана функцией распределения

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq -1, \\ ax + \frac{3}{4} & \text{при } -1 \leq x \leq \frac{1}{3}, \\ 1 & \text{при } x > \frac{1}{3}. \end{cases}$$

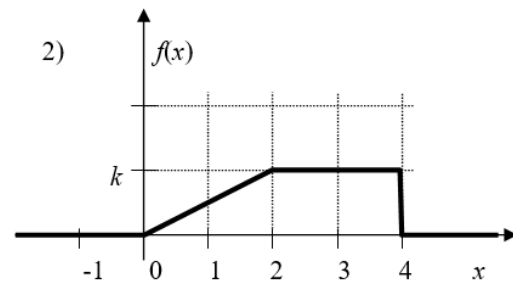
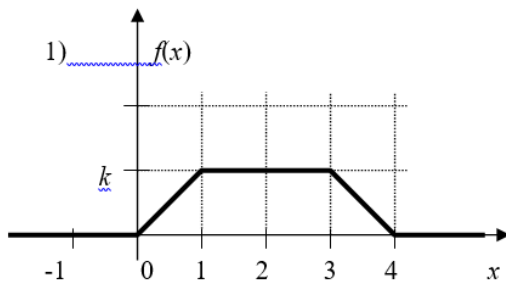
Найти: 1) плотность вероятности, 2) неизвестный параметр a , 3) вероятность того, что в результате одного испытания величина X примет значение, заключенное в интервале $\left(-\frac{1}{2}, 1\right)$, 4) математическое ожидание $M(X)$ и дисперсию $D(X)$.

19. Задан график плотности вероятности непрерывной случайной величины X . Найти коэффициент A , аналитические выражения, числовые характеристики и вероятность попадания случайной величины X в интервал $[1, 3]$. Построить график функции распределения.



20. Плотность распределения вероятностей случайной величины X имеет вид, указанный на нижеследующем рисунке. Требуется найти:

- а) неизвестное число k ,
- б) функцию распределения случайной величины $F(x)$ и построить ее график,
- в) математическое ожидание $M(x)$,
- г) дисперсию $D(x)$.



21. Известна функция распределения непрерывной случайной величины X : $F(x)=A+B \cdot \arctg x$ (распределение Коши). Найти коэффициенты A и B , плотность вероятности, математическое ожидание и вероятность попадания случайной величины в интервал $[0,1]$. Построить графики $f(x)$ и $F(x)$.

3. ЗАКОНЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НЕПРЕРЫВНЫХ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН

1. Случайная величина распределена равномерно

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 1, \\ c & \text{при } 1 < x \leq 10, \\ 0 & \text{при } x > 10. \end{cases}$$

Найти C .

2. Определить функцию распределения и числовые характеристики равномерно распределенной случайной величины.

3. Найти дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины X , равномерно распределённой в интервале $(2, 14)$.

4. Случайные величины X и Y независимы и распределены равномерно: X – в интервале $(2,5)$; Y – в интервале $(5,7)$. Найти математическое ожидание $M(X \cdot Y)$.

5. Цена деления шкалы измерительного прибора равна $0,2$. Показания прибора округляют до ближайшего целого деления. Считая ошибку округления равномерно распределенной случайной величиной, найти вероятность того, что при отсчете будет сделана ошибка, меньшая $0,02$.

6. Цена деления шкалы измерительного прибора равна $0,2$. Показания прибора округляются до ближайшего целого деления. Найти вероятность того, что при отсчете будет сделана абсолютная ошибка: а) меньшая $0,04$; б) большая $0,05$.

7. Поезда метрополитена идут с интервалом в 2 минуты. Пассажир выходит на платформу в какой-то момент. Время, в течение которого он будет ожидать поезд, представляет случайную величину, имеющую равномерное распределение. Определить функцию распределения и плотность вероятности этой случайной величины, найти ее математическое ожидание и дисперсию.

8. Автобусы некоторого маршрута идут строго по расписанию. Интервал движения 15 минут. Найти вероятность того, что пассажир, подошедший к остановке, будет ожидать очередной автобус менее 5 минут, считая время ожидания равномерно распределенной случайной величиной. Найти математическое ожидание и дисперсию случайной величины- времени ожидания автобуса.

9. Автобусы маршрута № 5 идут строго по расписанию. Интервал движения – 5 минут. Найти вероятность того, что пассажир, подошедший к остановке, будет ожидать автобус более 3 минут. Найти математическое ожидание и стандартное отклонение.

10. Известно, что передатчик может начать работу в любой момент времени между 12 и 14 часами. Какова вероятность того, что начало передачи придется ждать не более 15 минут ($0,25$ часа).

11. Минутная стрелка электрических часов перемещается скачком в конце каждой минуты. Считая ошибку округления равномерно распределенной случайной величиной, найти вероятность того, что в данное мгновение часы покажут время, которое отличается от истинного не более, чем на 20 секунд. Найти математическое ожидание и дисперсию случайной величины X - ошибки округления отсчета времени.

12. Написать плотность и функцию распределения показательного закона, если параметр $\lambda=8$.

13. Найти параметр λ показательного распределения: а) заданного плотностью $f(x) = 0$ при $x < 0$, $f(x) = 2e^{-2x}$ при $x \geq 0$; б) заданного функцией распределения $F(x) = 0$ при $x < 0$, $F(x) = 1 - e^{-0,4x}$ при $x \geq 0$.

14. Доказать, что если непрерывная случайная величина X распределена по показательному закону, то вероятность попадания X в интервал (a, b) равна $e^{-\lambda a} - e^{-\lambda b}$.

15. Непрерывная случайная величина X распределена по показательному закону, заданному функцией распределения $F(x) = 1 - e^{-0,6x}$ при $x \geq 0$; при $x < 0$ $F(x) = 0$. Найти вероятность того, что в результате испытания X попадает в интервал $(2, 5)$.

16. Непрерывная случайная величина X распределена по показательному закону, заданному при $x \geq 0$ плотностью распределения $f(x) = 0,04 \cdot e^{-0,04x}$; при $x < 0$ $f(x) = 0$. Найти вероятность того, что в результате испытания X попадает в интервал $(1, 2)$.

17. Найти математическое ожидание показательного распределения, заданного при $x \geq 0$: а) плотностью $f(x) = 5 \cdot e^{-5x}$; б) функцией распределения $F(x) = 1 - e^{-0,1x}$.

18. Найти дисперсию и среднее квадратическое отклонение показательного распределения, заданного плотностью вероятности $f(x) = \lambda \cdot e^{-\lambda x}$ при $x \geq 0$; $f(x) = 0$ при $x < 0$.

19. Найти дисперсию и среднее квадратическое отклонение показательного распределения, заданного плотностью вероятности $f(x) = 10 \cdot e^{-10x}$ ($x \geq 0$).

20. Найти дисперсию и среднее квадратическое отклонение показательного закона, заданного функцией распределения $F(x) = 1 - e^{-0,4x}$ ($x \geq 0$).

21. Длительность времени безотказной работы элемента имеет показательное распределение с параметром $\lambda = 0,02$. Написать плотность, функцию распределения, математическое ожидание и дисперсию показательного закона. Найти вероятность того, что за время длительностью $t = 100$ ч. элемент откажет.

22. Длительность времени безотказной работы элемента имеет показательное распределение с параметром $\lambda = 0,005$. Написать плотность, функцию распределения, математическое ожидание и дисперсию показательного закона. Найти вероятность того, что за время длительностью $t = 200$ ч. элемент откажет.

23. Длительность времени безотказной работы элемента имеет показательное распределение $F(t) = 1 - e^{-0,03t}$. Найти вероятность того, что за время длительностью $t = 100$ ч.: а) элемент откажет; б) элемент не откажет.

24. Пусть X (часы) – время, необходимое для выполнения теста по математике, удовлетворяет показательному распределению с параметром $\lambda = 0,25$. Написать плотность, функцию распределения, математическое ожидание и дисперсию показательного закона. Вычислить вероятность того, что время, необходимое для выполнения теста, не превысит 4 часов.

25. Математическое ожидание нормально распределенной случайной величины X равно $a = 3$, среднее квадратическое отклонение $\sigma = 2$. Написать плотность вероятности X .

26. Нормально распределенная случайная величина X задана плотностью $f(x) = \frac{1}{5\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-1)^2}{50}}$. Найти математическое ожидание и дисперсию X .

27. Дана функция распределения нормированного X нормального закона $F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt$. Найти плотность распределения.

28. Найти вероятность того, что нормально распределенная случайная величина попадет в интервал $[2, 6]$, ($a = 15$; $\sigma = 2$).

29. Размер диаметра детали, выпускаемой цехом, распределен по нормальному закону с параметрами $a = 5$ см, $\sigma = 0,5$ см. Найти вероятность того, что диаметр наудачу взятой детали составит от 4 до 6 см.

30. Случайная величина распределена по нормальному закону. Известно, что математическое ожидание ее равно 10 и среднее квадратическое отклонение равно 5. Определить вероятность того, что случайная величина примет значения, принадлежащие интервалу $(7, 12)$.

31. Случайная величина, распределенная по нормальному закону, имеет математическое ожидание, равное 5 м., и дисперсию, равную 16 м^2 . Найти вероятность того, что случайная величина примет значение не менее 6 м. и не более 8 м.

32. Математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение нормально распределенной случайной величины соответственно равны 8 и 2. Построить график нормально распределенной случайной величины. Найти вероятность того, что в результате испытания X примет значение, заключенное в интервале $(4, 8)$.

33. Случайная величина X распределена нормально; $a = 0,4$; $\sigma = 1,5$. Найти вероятность того, что абсолютное значение случайной величины не превзойдет 1.

34. Случайная величина X имеет нормальное распределение с параметрами $a = 0$, $\sigma = 1$. Что больше: $P(0,5 < X < 0,1)$ или $P(1 < X < 2)$?

35. Значение измеряемого теодолитом угла X имеет нормальное распределение со средним квадратическим отклонением, равным 8. Найти

вероятность того, что ошибка измерения угла не превзойдет по абсолютной величине 10.

36. Производится измерение расстояния между 2-мя пунктами без систематических ошибок. Случайные ошибки подчинены нормальному закону. Требуется определить вероятность того, что измерение расстояния будет произведено с ошибкой меньше 75 мм, если $\sigma=50$ мм.

37. Случайная величина распределена по нормальному закону. Ее математическое ожидание равно 10 и среднее квадратическое отклонение составляет 5. Определить вероятность того, что отклонение значений случайной величины от математического ожидания по абсолютной величине не превзойдет $\varepsilon=2$.

38. Длина детали – случайная величина распределена по нормальному закону, со средним значением 20 см. и дисперсией, равной $0,2 \text{ см}^2$. Определить вероятность того, что длина наудачу взятой детали будет заключена в пределах от 19,7 до 20,3 см.

39. Случайная величина X распределена нормально со средним квадратическим отклонением $\sigma=5$ мм. Найти длину интервала симметричного относительно $M(X)=a$, в который с вероятностью 0,990 попадет X в результате испытания.

40. Станок – автомат изготавливает валики. Контролируется их диаметр X . Считается, что X нормально распределенная случайная величина со средним значением $a=10$ мм. Какова средняя квадратическая ошибка, если с вероятностью 0,990 диаметр заключен в интервале (9,7;10,3)?

41. Длина изготавливаемой автоматом детали представляет собой случайную величину, распределенную по нормальному закону с параметрами $a=25$; $\sigma=0,1$. Какую точность длины (отклонение от средней) изготавливаемой детали можно гарантировать с вероятностью 0,95?

42. Известно, что вес некоторых плодов, выращиваемых в совхозе, подчиняется нормальному закону с математическим ожиданием 175 г и $\sigma=25$. Определить вероятность того, что вес наудачу взятого плода будет:

- а) заключен в пределах от 125 до 250 г;
- б) не менее 250 г;
- в) не более 300 г.

43. При измерении расстояний до удаленных предметов ошибка подчинена нормальному закону со средним значением, равным 20 м. и средним квадратическим отклонением 40 м. Определить вероятность того, что измеренное расстояние отклоняется от действительного в ту или иную сторону не более чем на 30 м.

44. Изготовленные цехом детали по размерам диаметра распределяются по нормальному закону с математическим ожиданием 4,9 см. и средним квадратическим отклонением 0,5 см. Определить вероятность того, что диаметр наудачу взятой детали отклонится от математического ожидания менее чем на 1 см.

45. Средний диаметр детали 6 см. и дисперсия равна $0,0004 \text{ см}^2$. Определить максимальное отклонение размера диаметра наудачу взятой детали от среднего размера, которое можно гарантировать с вероятностью не менее чем $0,9973$.

46. Размер диаметра втулки, изготавливаемой цехом, можно считать нормально распределенной случайной величиной с математическим ожиданием $a=2,5 \text{ см.}$; и дисперсией $\sigma^2=0,0001 \text{ см}^2$. В каких пределах можно практически гарантировать размер диаметра втулки, если за вероятность практической достоверности принимается $0,9973$?

47. Изделия, выпускаемые цехом, по своим линейным размерам распределяются по нормальному закону с математическим ожиданием равным 5 см. Известна вероятность, равная $0,9758$, что наудачу взятое одно изделие будет иметь размеры в границах от $4,95 \text{ см.}$ до $5,05 \text{ см.}$ Найти дисперсию этой случайной величины.

48. Длина изготавливаемой автоматом детали, представляет собой случайную величину, распределенную по нормальному закону с параметрами $a=15 \text{ см.}$; $\sigma=0,2 \text{ см.}$ Найти вероятность брака, если допустимые размеры детали должны быть $15\pm 0,3 \text{ см.}$ Какую точность длины изготовленной автоматом детали можно гарантировать с вероятностью $0,97$?

49. На автомате изготавливают заклепки. Диаметр их головок представляет собой случайную величину, распределенную по нормальному закону, и имеет среднее значение, равное 2 мм. , и дисперсию, равную $0,01 \text{ мм}^2$. Какие размеры диаметра головок заклепки можно гарантировать с вероятностью $0,95$?

3. ЗАКОН БОЛЬШИХ ЧИСЕЛ. ПРЕДЕЛЬНЫЕ ТЕОРЕМЫ

1. Средний срок службы мотора 4 года. Оценить снизу вероятность того, что данный мотор не прослужит 20 лет.

2. Математическое ожидание скорости ветра на аэродроме 7 м/сек. Оценить вероятность того, что скорость ветра на аэродроме: а) не превзойдет 28 м/сек. ; б) будет не менее 38 м/сек.

3. Электростанция обслуживает сеть с 18000 ламп, вероятность включения каждой из которых в зимний вечер равна $0,9$. Какова вероятность того, что число ламп, включенных в сеть зимним вечером, отличается от своего математического ожидания по абсолютной величине не более чем на 200 ?

4. Закон распределения случайной величины X дан рядом (законом) распределения

x_i	1	2	3	4	5	6
p_i	$1/6$	$1/6$	$1/6$	$1/6$	$1/6$	$1/6$

Оценить вероятность того, что случайная величина X в некотором испытании примет значение не менее 5.

5. Распределение случайной величины X дается следующей таблицей:

x_i	1	2	3	4	5	6
p_i	0,05	0,10	0,25	0,30	0,20	0,10

Чему равна вероятность того, что $|X - M(X)| < 2$? Оценить эту вероятность, пользуясь неравенством Чебышева.

6. Среднее значение длины детали 50 см, а дисперсия 0,1. Пользуясь неравенством Чебышева, оценить вероятность того, что случайно взятая деталь окажется по длине не меньше 49,5 см и не больше 50,5 см.

7. Для определения средней продолжительности горения электроламп в партии из 200 одинаковых ящиков взято на выборку по одной лампе из каждого ящика. Оценить снизу вероятность того, что средняя продолжительность горения отобранных 200 электроламп отличается от средней продолжительности горения во всей партии по абсолютной величине меньше, чем на 5 часов, если известно, что среднее квадратическое отклонение продолжительности горения ламп в каждом ящике 7 часов.

8. Сколько нужно произвести испытаний, чтобы с вероятностью не менее 0,95 гарантировать отклонение средней арифметической измерений от математического ожидания не более чем на 1, если в результате предыдущих измерений найдено среднее квадратическое отклонение $\sigma = 5$.

9. Сколько раз нужно измерить данную величину, истинное значение которой равно α , чтобы с вероятностью не меньшей чем 0,95; можно было утверждать, что среднее арифметическое значение этих измерений отличается от α по абсолютной величине меньше, чем на 2, если среднее квадратическое отклонение каждого из измерений меньше 10?

10. Выяснить применима ли теорема Чебышева к последовательности независимых случайных величин $X_1, X_2, \dots, X_n, \dots$, если X_n имеет следующее распределение

x_i	$-5n$	0	$5n$
p_i	$\frac{1}{3n^2}$	$1 - \frac{2}{3n^2}$	$\frac{1}{3n^2}$

11. Пусть всхожесть семян некоторой культуры равна 0,75. Пользуясь неравенством Чебышева, оценить вероятность того, что из посеянных 1000 семян число взошедших окажется от 700 до 800 включительно.

12. При штамповке пластинок из пластмассы по данным ОТК брак составляет 3 %. Найдите вероятность того, что при просмотре партии

в 100 пластинок выявится отклонение от установленного процента брака, меньше чем на 1 %.

13. Для определения средней урожайности колхозного поля в 1800 га взято на выборку по 1 м^2 с каждого гектара. Известно, что по каждому гектару поля дисперсия не превышает 6. Оценить вероятность того, что отклонение средней выборочной урожайности отличается от урожайности по всему полю не более чем на 0,25 ц.

14. Партия деталей для оборудования завода распределена по ящикам, имеющим одинаковый вес (нетто). Из каждого ящика на выборку берется по одной детали и определяется ее вес. Известно, что дисперсия по каждому из ящиков не превышает 4. Установить (применяя теорему Чебышева), при каком числе ящиков отклонение среднего выборочного веса детали от общего среднего веса ее менее чем на 0,2 кг, определится вероятностью, превышающей 0,95.

15. Закон распределения случайной величины X задан таблицей

x_i	2	4	6	8	10	12
p_i	0,10	0,30	0,25	0,15	0,15	0,05

16. Какова вероятность того, что случайная величина X примет значение, меньше 11? Оценить эту же вероятность, пользуясь леммой Чебышева. Сравнить результаты.

17. Оценить вероятность того, что некоторая случайная величина X отклонится от своего математического ожидания на 3σ , где σ – среднее квадратическое отклонение.

18. Среднее значение расхода воды в населенном пункте составляет 50000 литров в день. Оценить вероятность того, что в этом населенном пункте расход воды не будет превышать 120000 литров в день.

19. Средний урожай пшеницы в колхозе составил 22 ц/г. Какова вероятность того, что с наудачу взятого гектара будет получен урожай более 25ц?

20. Вероятность того, что покупатель, вошедший в магазин, приобретает обувь размера 41, равна 0,25. Определить с вероятностью, превышающей 0,95, границы, в которых должно находиться число покупателей, купивших обувь размера 41, из каждой 1000 человек, вошедших в магазин.

21. Вероятность выпуска нестандартной радиолампы равна 25%. Оценить нижнюю границу вероятности того, что в партии из 100 радиоламп число нестандартных отличается от 250 меньше чем на 40.

22. При стрельбе из винтовки в цель математическое ожидание отклонения от центра мишени составляет у некоторого стрелка 6 см. Оценить вероятность попадания им в круговую мишень с радиусом 15 см.

23. Сколько нужно произвести испытаний, чтобы с вероятностью не менее 0,95 гарантировать отклонение средней арифметической измерений от

математического ожидания не более чем на 1, если в результате предыдущих измерений найдено среднее квадратическое отклонение $\sigma=5$.

24. Сколько должно быть произведено независимых измерений некоторой величины, чтобы с вероятностью не меньшей, чем 0,98, можно было утверждать, что среднее арифметическое результатов измерений отличается от истинного значения по абсолютной величине меньше, чем на 0,01, если дисперсия отдельного результата измерения не превосходит 1?

25. Для установления среднего размера детали в партии, размещенной в 100 ящиках с одинаковым количеством деталей в каждом, взяли по одной детали из каждого ящика. Вычислить верхний предел отклонения среднего ее размера во всей партии, если результат необходимо гарантировать с вероятностью не меньшей, чем 0,8, а дисперсия размера по каждому ящику не превышает 6.

26. Средний вес детали равен 50 г, а дисперсия равна 0,1. Оценить вероятность того, что вес случайно выбранной из партии детали, окажется в границах (49,5; 50,5).

27. Принимая вероятность вызревания кукурузного стебля с тремя початками равной 0,75, оценить, пользуясь неравенством Чебышева, вероятность, того, что среди 3000 стеблей опытного участка число стеблей с 3 початками будет от 2190 до 2310 включительно.

28. Установить, применим ли закон больших чисел для среднего арифметического n независимых случайных величин $X_i, i=1, 2, 3, \dots$:

x_i	-2	0	2
p_i	0,25	0,50	0,25

4. СИСТЕМЫ ДВУХ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН

1. Задано распределение вероятностей дискретной двумерной случайной величины:

Y	X		
	1	2	3
1	0,16	0,12	0,08
2	0,28	0,11	0,25

Найти законы распределения случайных величин X и Y .

2. Задано распределение вероятностей дискретной двумерной случайной величины:

Y	X		
	3	10	12
4	0,17	0,13	0,25
5	0,10	0,30	0,05

Найти законы распределения случайных величин X и Y .

3. В урне содержится 4 красных и 2 черных шара. Из нее извлекают 2 шара без возвращения. Пусть X – число извлеченных красных шаров, Y – число извлеченных черных шаров. Составить закон совместного распределения двумерной случайной величины (X, Y) .

4. Задана функция распределения двумерной случайной величины

$$F(x, y) = \begin{cases} \sin x \cdot \sin y & 0 \leq x \leq \frac{\pi}{2}, \quad 0 \leq y \leq \frac{\pi}{2}, \\ 0 & x < 0 \quad \text{или} \quad y < 0. \end{cases}$$

Найти вероятность попадания случайной точки (X, Y) в прямоугольник,

ограниченный прямыми $x = 0$, $x = \frac{\pi}{4}$, $y = \frac{\pi}{6}$, $y = \frac{\pi}{3}$.

5. Задана функция распределения двумерной случайной величины

$$F(x, y) = \begin{cases} 1 - 2^{-x} - 2^{-y} + 2^{-x-y} & x \geq 0, \quad y \geq 0, \\ 0 & x < 0 \quad \text{или} \quad y < 0. \end{cases}$$

Найти вероятность попадания случайной точки (X, Y) в прямоугольник, ограниченный прямыми $x = 1$, $x = 2$, $y = 3$, $y = 5$.

6. Задана функция распределения двумерной случайной величины

$$F(x, y) = \begin{cases} 1 - 3^{-x} - 3^{-y} + 3^{-x-y} & x \geq 0, \quad y \geq 0, \\ 0 & x < 0 \quad \text{или} \quad y < 0. \end{cases}$$

Найти двумерную плотность вероятности системы.

7. Задана функция распределения двумерной случайной величины

$$F(x, y) = \begin{cases} (1 - e^{-4x})(1 - e^{-2y}) & x > 0, \quad y > 0, \\ 0 & x < 0, \quad y < 0. \end{cases}$$

Найти двумерную плотность вероятности системы.

8. Задана двумерная плотность вероятности системы случайных величин (X, Y)

$$f(x, y) = \frac{20}{\pi^2(16 + x^2)(25 + y^2)}.$$

Найти функцию распределения системы.

9. Задана двумерная плотность вероятности системы двух случайных величин: $f(x, y) = \frac{1}{2} \cdot \sin(x + y)$ в квадрате $0 \leq x \leq \frac{\pi}{2}$, $0 \leq y \leq \frac{\pi}{2}$; вне квадрата $f(x, y) = 0$. Найти функцию распределения системы (X, Y) .

10. Задана двумерная плотность вероятности системы случайных величин

$$f(x, y) = \frac{c}{(9 + x^2)(16 + y^2)}.$$

Найти постоянную C .

11. Задана двумерная плотность вероятности системы случайных величин

$$F(x, y) = \begin{cases} C \cdot \cos x \cdot \cos y & 0 \leq x \leq \frac{\pi}{2}, \quad 0 \leq y \leq \frac{\pi}{2}, \\ 0 & 0 > x < \frac{\pi}{2}, \quad 0 > y < \frac{\pi}{2}. \end{cases}$$

Найти постоянную C .

12. Задана дискретная двумерная случайная величина (X, Y)

Y	X		
	$x_1=2$	$x_2=5$	$x_3=8$
$y_1=0,4$	0,15	0,30	0,35
$y_2=0,8$	0,05	0,12	0,03

Найти: а) безусловные законы распределения составляющих; б) условный закон распределения составляющей X при условии, что составляющая Y приняла значение $y_1 = 0,4$; в) условный закон распределения Y при условии, что $X = x_2 = 5$.

13. Задана дискретная двумерная случайная величина (X, Y)

Y	X	
	3	6
10	0,25	0,10
14	0,15	0,05
18	0,32	0,13

Найти: а) условный закон распределения составляющей X при условии, что $Y = 10$; б) условный закон распределения Y при условии, что $X = 6$.

14. Задана плотность совместного распределения двумерной случайной величины (X, Y)

$$f(x, y) = \frac{1}{\pi} \cdot e^{-\frac{1}{2}(x^2 + 2xy + 3y^2)}.$$

Найти: а) плотности распределения составляющих; б) условные плотности распределения составляющих.

15. Плотность совместного распределения двумерной случайной величины (X, Y)

$$f(x, y) = C \cdot e^{-x^2 - 2xy - 4y^2}.$$

Найти: а) постоянный множитель C ; б) плотности распределения составляющих; в) условные плотности распределения составляющих.

16. Плотность совместного распределения непрерывной двумерной случайной величины $f(x, y) = \cos x \cdot \cos y$ в квадрате $0 \leq x \leq \pi/2$, $0 \leq y \leq \pi/2$; вне квадрата $f(x, y) = 0$. Доказать, что составляющие X и Y независимы.

17. Плотность совместного распределения вероятностей двумерной случайной величины (X, Y) равна

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

Установить зависимыми или независимыми случайными величинами являются составляющие X и Y .

18. Непрерывная двумерная случайная величина (X, Y) распределена равномерно внутри прямоугольника с центром симметрии в начале координат и сторонами $2a$ и $2b$, параллельными координатным осям. Найти: а) двумерную плотность вероятности системы; б) плотности распределения составляющих.

19. Непрерывная двумерная случайная величина (X, Y) равномерно распределена внутри прямоугольного треугольника с вершинами $O(0;0)$, $A(0;8)$, $B(8;0)$. Найти: а) двумерную плотность вероятности системы; б) плотности и условные плотности распределения составляющих.

20. Задана плотность совместного распределения двумерной случайной величины (X, Y)

$$f(x, y) = \begin{cases} 4xye^{-x^2-y^2} & x > 0, \quad y > 0, \\ 0 & x < 0 \text{ или } y < 0. \end{cases}$$

Найти: а) математическое ожидание; б) дисперсии составляющих X и Y .

21. Задана плотность совместного распределения двумерной случайной величины (X, Y)

$$f(x, y) = \begin{cases} 36xye^{-3(x^2+y^2)} & x > 0, \quad y > 0, \\ 0 & x < 0 \text{ или } y < 0. \end{cases}$$

Найти математические ожидания и дисперсии составляющих.

22. Задана плотность совместного распределения непрерывной двумерной случайной величины (X, Y) : $f(x, y) = 2 \cos x \cos y$ в квадрате $0 \leq x \leq \frac{\pi}{4}$, $0 \leq y \leq \frac{\pi}{4}$; вне квадрата $f(x, y) = 0$. Найти математические ожидания составляющих.

23. Задана плотность совместного распределения непрерывной двумерной случайной величины (X, Y) : $f(x, y) = \frac{1}{2} \sin(x + y)$ в квадрате $0 \leq x \leq \frac{\pi}{2}$, $0 \leq y \leq \frac{\pi}{2}$; вне квадрата $f(x, y) = 0$. Найти математические ожидания и дисперсии составляющих.

24. Задана плотность совместного распределения непрерывной двумерной случайной величины (X, Y) : $f(x, y) = \frac{1}{4} \sin x \sin y$ в квадрате $0 \leq x \leq \pi, 0 \leq y \leq \pi$; вне квадрата $f(x, y) = 0$. Найти а) математические ожидания и дисперсии составляющих; б) корреляционный момент.

25. Заданы плотности распределения независимых составляющих непрерывной двумерной случайной величины (X, Y) :

$$f_1(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < 0, \\ 5e^{-5x} & \text{при } x > 0; \end{cases} \quad f_2(y) = \begin{cases} 0 & \text{при } y < 0, \\ 2e^{-2y} & \text{при } y > 0. \end{cases}$$

Найти: а) плотность совместного распределения системы; б) функцию распределения системы.

26. Непрерывная двумерная случайная величина (X, Y) распределена равномерно в круге радиуса r с центром в начале координат. Доказать, что X и Y зависимы, но некоррелированы.

27. Доказать, что если двумерную плотность вероятности системы случайных величин (X, Y) можно представить в виде произведения двух функций, одна из которых зависит только от x , а другая – только от y , то величины X и Y независимы.

28. Доказать, что если X и Y связаны линейной зависимостью $Y = aX + b$, то абсолютная величина коэффициента корреляции равна единице.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие. - 12-е изд. - М.: Высш. образование, 2008. - 479 с.
2. Гмурман, В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: учеб. пособие. - 11-е изд., перераб. - М.: Высш. образование, 2007. - 404 с.
3. Кузнецова, В.И. Основы теории вероятностей и математической статистики: Учеб. пособие. - Воронеж: ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2012. - 264 с.
4. Письменный, Дмитрий Трофимович. Конспект лекций по теории вероятностей, математической статистике и случайным процессам [Текст]. - 4-е изд., испр. - М.: Айрис пресс, 2008 (Можайск: ОАО "Можайский полиграф. комбинат", 2008). - 287 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1. Значения функции $P_k(\lambda) = \frac{\lambda^k}{k!} \cdot e^{-\lambda}$.

λ/k	0	1	2	3	4	5	6	7
0,1	00,90484	09048	00452	00015	00000	00000	00000	00000
0,2	81873	16375	01638	00109	00006	00000	00000	00000
0,3	74082	22225	03334	00333	00025	00002	00000	00000
0,4	67032	26813	05363	00715	00072	00006	00000	00000
0,5	60658	30327	07582	01264	00158	00016	00001	00000
0,6	54881	32929	09879	01976	00296	00036	00004	00000
0,7	49659	34761	12166	02839	00497	00070	00008	00001
0,8	44933	35946	14379	03834	00767	00123	00016	00002
0,9	40657	36591	16466	04940	01112	00200	00030	00004
1,0	36788	36788	18394	06131	01533	00307	00051	00007
2,0	13534	27067	27067	18045	09022	03609	01203	00344
3,0	04979	14936	22404	22404	16803	10082	05041	02160
4,0	01832	07326	14653	19537	19537	15629	10420	05954
5,0	00674	03369	08422	14037	17547	17547	14622	10445
6,0	00248	01487	04462	08924	13385	16062	16062	13768
7,0	00091	00638	02234	05213	09123	12772	14900	14900

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

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,3989	3989	3989	3988	3986	3984	3983	3980	3977	3973
0,1	3970	3965	3961	3956	3951	3945	3939	3932	3925	3918
0,2	3910	3902	3894	3885	3876	3867	3857	3847	3836	3825
0,3	3814	3802	3790	3778	3765	3752	3739	3726	3712	3697
0,4	3683	3668	3652	3637	3621	3605	3589	3572	3555	3538
0,5	3521	3503	4385	3467	3448	3429	3410	3391	3372	3352
0,6	3332	3312	3292	3271	3251	3230	3209	3187	3166	3144
0,7	3123	3101	3079	3056	3034	3011	2989	2966	2943	2920
0,8	2897	2874	2850	2827	2803	2780	2756	2732	2709	2685
0,9	2661	2637	2613	2589	2565	2541	2516	2492	2468	2444
1,0	2420	2396	2371	2347	2323	2299	2275	2251	2227	2203
1,1	2179	2155	2131	2107	2083	2059	2036	2012	1989	1965
1,2	1942	1919	1895	1872	1849	1826	1804	1781	1758	1736
1,3	1714	1691	1669	1647	1626	1604	1582	1561	1539	1518
1,4	1497	1476	1456	1435	1415	1394	1374	1354	1334	1315
1,5	1295	1276	1257	1236	1219	1200	1182	1163	1145	1127
1,6	1109	1092	1074	1057	1040	1023	1006	0989	0973	0957
1,7	0940	0925	0909	0893	0878	0863	0848	0833	0818	0804
1,8	0790	0775	0761	0748	0734	0721	0707	0694	0681	0669
1,9	0656	0644	0632	0620	0608	0596	0584	0573	0562	0551
2,0	0540	0529	0519	0508	0498	0488	0478	0468	0459	0449
2,1	0440	0431	0422	0413	0404	0396	0387	0379	0371	0363
2,2	0355	0347	0339	0332	0325	0317	0310	0303	0297	0290
2,3	0283	0277	0270	0264	0258	0252	0246	0241	0235	0229
2,4	0224	0219	0213	0208	0203	0198	0194	0189	0184	0180
2,5	0175	0171	0167	0163	0158	0154	0151	0147	0143	0139
2,6	0136	0132	0129	0126	0122	0119	0116	0113	0110	0107
2,7	0104	0101	0099	0096	0093	0091	0088	0086	0084	0081
2,8	0079	0077	0075	0073	0071	0069	0067	0065	0063	0061
2,9	0060	0058	0056	0055	0053	0051	0050	0048	0047	0046
3,0	0044	0043	0042	0040	0039	0038	0037	0036	0035	0034
3,1	0033	0032	0031	0030	0029	0028	0027	0026	0025	0025
3,2	0024	0023	0022	0022	0021	0020	0020	0019	0018	0018
3,3	0017	0017	0016	0016	0015	0015	0014	0014	0013	0013
3,4	0012	0012	0012	0011	0011	0010	0010	0010	0009	0009
3,5	0009	0008	0008	0008	0008	0007	0007	0007	0007	0006

Таблица 3. Значения функции $\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_0^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt$.

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,0000	0040	0080	0120	0160	0199	0239	0279	0319	0359
0,1	0398	0438	0478	0517	0557	0596	0636	0675	0714	0753
0,2	0793	0832	0871	0910	0948	0987	1026	1064	1103	1141
0,3	1179	1217	1255	1293	1331	1368	1406	1443	1480	1517
0,4	1554	1591	1628	1664	1700	1736	1772	1808	1844	1879
0,5	1915	1950	1985	2019	2054	2088	2123	2157	2190	2224
0,6	2257	2291	2324	2357	2389	2422	2454	2486	2517	2549
0,7	2580	2611	2642	2673	2708	2734	2764	2794	2823	2852
0,8	2881	2910	2939	2967	2995	3023	3051	3078	3106	3133
0,9	3159	3186	3212	3238	3264	3289	3315	3340	3365	3389
1,0	3413	3438	3461	3485	3508	3531	3554	3577	3599	3621
1,1	3643	3665	3686	3708	3729	3749	3770	3790	3810	3830
1,2	3849	3869	3883	3907	3925	3944	3962	3980	3997	4015
1,3	4032	4049	4066	4082	4099	4115	4131	4147	4162	4177
1,4	4192	4207	4222	4236	4251	4265	4279	4292	4306	4319
1,5	4332	4345	4357	4370	4382	4394	4406	4418	4429	4441
1,6	4452	4463	4474	4484	4495	4505	4515	4525	4535	4545
1,7	4554	4564	4573	4582	4591	4599	4608	4616	4625	4633
1,8	4641	4649	4656	4664	4671	4678	4686	4693	4699	4706
1,9	4713	4719	4726	4732	4738	4744	4750	4756	4761	4767
2,0	4772	4778	4783	4788	4793	4798	4803	4808	4812	4817
2,1	4821	4826	4830	4834	4838	4842	4846	4850	4854	4857
2,2	4861	4864	4868	4871	4875	4878	4881	4884	4897	4890
2,3	4893	4896	4898	4901	4904	4906	4909	4911	4913	4916
2,4	4918	4920	4922	4925	4927	4929	4931	4932	4934	4936
2,5	4938	4940	4941	4943	4945	4946	4948	4949	4951	4952
2,6	4953	4955	4956	4957	4959	4960	4961	4962	4963	4964
2,7	4965	4966	4967	4968	4969	4970	4971	4972	4973	4974
2,8	4974	4975	4976	4977	4977	4978	4979	4979	4980	4981
2,9	4981	4982	4982	4983	4984	4984	4985	4985	4986	4986

x		x		x		x	
3,0	0,49865	3,5	0,49977	4,0	0,499968	4,5	0,4999966
3,1	49903	3,6	49984	4,1	499979	4,6	4999979
3,2	49931	3,7	49989	4,2	499987	4,7	4999987
3,3	49952	3,8	49993	4,3	499991	4,8	4999992
3,4	49966	3,9	49995	4,4	499995	4,9	4999995

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	
1. ДИСКРЕТНЫЕ СЛУЧАЙНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ	
2. НЕПРЕРЫВНЫЕ СЛУЧАЙНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ	
3. ЗАКОНЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НЕПРЕРЫВНЫХ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН	
4. ЗАКОН БОЛЬШИХ ЧИСЕЛ. ПРЕДЕЛЬНЫЕ ТЕОРЕМЫ	
5. СИСТЕМЫ ДВУХ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН	
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	
ПРИЛОЖЕНИЕ	

СЛУЧАЙНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к самостоятельной работе
для студентов специальности 24.05.02
«Проектирование авиационных и ракетных двигателей»
всех форм обучения

Составители:

Хвостов Анатолий Анатольевич,
Ряжских Александр Викторович,
Соболева Елена Александровна

Издается в авторской редакции

Компьютерный набор А. В. Ряжских

Подписано к изданию 09.12.2021.

Уч.-изд. л. 2,0.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический
университет»

394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84