

Одобрено кафедрой  
«Высшая и прикладная математика»

## **МАТЕМАТИКА**

**Задание на контрольные работы № 3-4  
с методическими указаниями по выполнению  
для студентов-бакалавров 2 курса сокращённой формы обучения  
направления: «Технология транспортных процессов»**

**специализации: «Организация перевозок и управление в единой транспортной системе»**

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

## ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Задачи, включенные в контрольную работу, взяты из сборника задач, подготовленного коллективом преподавателей кафедры «Высшая и прикладная математика» РОАТ МГУПС. Все задачи имеют тройную нумерацию, которая включает номер раздела из программы по математике для соответствующей специальности, уровень сложности задачи и порядковый номер задачи. Студент выполняет те задачи, последняя цифра которых совпадает с последней цифрой его учебного шифра. Например, студент, учебный шифр которого имеет последнюю цифру 5, в контрольной работе №3 решает задачи 17.1.15, 17.2.5, 17.2.35, 17.2.55, 17.3.15; в контрольной работе №4 – 6.2.5, 6.3.15, 7.1.15, 7.1.45, 7.3.5.

Перед выполнением контрольной работы студент должен ознакомиться с содержанием разделов математических дисциплин, на освоение которых ориентирована выполняемая контрольная работа. Необходимую учебную литературу студент может найти в рабочей программе по математике для своей специальности (в программе указана как основная, так и дополнительная литература).

Каждая контрольная работа выполняется в отдельной тетради, на обложке которой должны быть указаны: дисциплина, номер контрольной работы, шифр студента, курс, фамилия, имя и отчество студента. На обложке вверху справа указывается фамилия и инициалы преподавателя-рецензента. В конце работы студент ставит свою подпись и дату выполнения работы.

В каждой задаче надо полностью выписать ее условие. В том случае, когда несколько задач имеют общую формулировку, следует, переписывая условие задачи, заменить общие данные конкретными, взятыми из соответствующего номера.

Решение каждой задачи должно содержать подробные вычисления, пояснения, ответ, а также, в случае необходимости, и рисунки. После каждой задачи следует оставлять место для замечаний преподавателя-рецензента. В случае невыполнения этих требований преподаватель возвращает работу для доработки без ее проверки.

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 3

### Теория вероятностей.

#### 17.1.11-17.1.20

17.1.11. В магазине было 10 покемонов и 15 деджимонов. Покемоны ломаются с вероятностью 0,1, а деджимоны – с вероятностью 0,3. Купленная игрушка сломалась. Какова вероятность, что это деджимон.

17.1.12. Прибор состоит из 6 узлов. Вероятность безотказной работы каждого узла в смену равна 0,9. Найти вероятность того, что за смену откажет ровно 2 узла.

17.1.13. В первом ящике 6 шаров: 1 белый, 2 красных, 3 синих. Во втором ящике 12 шаров: 2 белых, 6 красных, 4 синих. Из каждого ящика вынули по шару. Какова вероятность, что среди вынутых шаров нет синих?

17.1.14. В корзине 20 грибов: 15 лисичек, остальные белые. Вероятность того, что лисичка червивая – 0,01, для белого – 0,3. Какова вероятность того, что взятый гриб червивый.

17.1.15. В магазин вошло 7 покупателей. Вероятность совершить покупку для каждого равна 0,4. Найти вероятность того, что покупку совершат трое.

17.1.16. В урне 7 черных шаров и 3 белых. Наугад вынимают один за другим 2 шара. Найти вероятность того, что оба шара белые.

17.1.17. В букете 15 цветов: 5 гвоздик и 10 хризантем. Гвоздики ломаются с вероятностью 0,2, а хризантемы с вероятностью 0,1. Взятый цветок сломан. Какова вероятность, что это гвоздика.

17.1.18. Рабочий обслуживает 5 станков, каждый из которых может выйти из строя в течении смены с вероятностью 0,1. Найти вероятность того, что из строя выйдет только один станок.

17.1.19. В урне 7 черных шаров и 3 белых. Наугад вынимают один шар и возвращают в урну. Шары перемешивают, затем наугад вынимают второй шар. Найти вероятность того, что оба шара белые.

17.1.20. В коробке 40 пельменей: из них 30 больших, остальные маленькие. Большие разваливаются при варке с вероятностью 0,2, а маленькие с вероятностью 0,4. Какова вероятность, что взятая пельмешка развалилась.

#### 17.2.1-17.2.10

17.2.1.  $X$  – число выпадения герба при двух бросаниях монеты. Найти дисперсию случайной величины  $X$ .

17.2.2.  $X$  – число выпадения надписи при двух бросаниях монеты. Найти дисперсию случайной величины  $X$ .

17.2.3. В урне находится 2 белых и 3 черных шара. Наудачу извлекается 2 шара.  $X$  – число белых шаров среди отобранных. Найти дисперсию случайной величины  $X$ .

17.2.4.  $X$  – число выпадений пятерки на игральной кости. Найти дисперсию случайной величины  $X$ .

17.2.5. Вероятность того, что прибор исправен равна 0,8.  $X$  – число исправных приборов из двух выбранных. Найти дисперсию случайной величины  $X$ .

17.2.6. В коробке 5 кубиков пронумерованных от 1 до 5. Мальчик произвольным образом вынимает 2 кубика.  $X$  – число кубиков с нечетным номером среди двух выбранных. Найти дисперсию случайной величины  $X$ .

17.2.7. Станок-автомат производит 90% изделий первого сорта, 7% второго, а остальные третьего.  $X$  – число изделий первого сорта среди двух выбранных. Найти дисперсию случайной величины  $X$ .

17.2.8. Вероятность того, что в пакетике с чипсами попадет призовой купон равна 0,1.  $X$  – число пакетиков с купонами среди двух выбранных. Найти дисперсию случайной величины  $X$ .

17.2.9. В группе из шести человек два отличника. Наугад выбрали двух человек.  $X$  – число отличников из выбранных. Найти дисперсию случайной величины  $X$ .

17.2.10. 5% лотерейных билетов – выигрышные.  $X$  – число выигрышных билетов среди двух выбранных. Найти дисперсию случайной величины  $X$ .

**17.2.31–17.2.40.** Дискретная случайная величина  $X$  может принимать только два значения:  $x_1$  и  $x_2$  причем  $x_1 < x_2$ . Известны вероятность  $p_1$  возможного значения  $x$  математическое ожидание  $M(X)$  и дисперсия  $D(X)$ . Найти закон распределения этой случайной величины.

17.2.31.  $p_1 = 0,1$ ;  $M(X) = 3,9$ ;  $D(X) = 0,09$ .

17.2.32.  $p_1 = 0,3$ ;  $M(X) = 3,7$ ;  $D(X) = 0,21$ .

17.2.33.  $p_1 = 0,5$ ;  $M(X) = 3,5$ ;  $D(X) = 0,25$ .

17.2.34.  $p_1 = 0,7$ ;  $M(X) = 3,3$ ;  $D(X) = 0,21$ .

17.2.35.  $p_1 = 0,9$ ;  $M(X) = 3,1$ ;  $D(X) = 0,09$ .

17.2.36.  $p_1 = 0,9$ ;  $M(X) = 2,2$ ;  $D(X) = 0,36$ .

17.2.37.  $p_1 = 0,8$ ;  $M(X) = 3,2$ ;  $D(X) = 0,16$ .

17.2.38.  $p_1 = 0,6$ ;  $M(X) = 3,4$ ;  $D(X) = 0,24$ .

17.2.39.  $p_1 = 0,4$ ;  $M(X) = 3,6$ ;  $D(X) = 0,24$ .

17.2.40.  $p_1 = 0,2$ ;  $M(X) = 3,8$ ;  $D(X) = 0,16$ .

**17.2.51–17.2.55.** Задана непрерывная случайная величина  $X$  своей плотностью распределения вероятностей  $f(x)$ . Требуется:

1) определить коэффициент  $A$ ;

2) найти функцию распределения  $F(x)$ ;

- 3) схематично построить графики функций  $f(x)$  и  $F(x)$ ;  
 4) вычислить математическое ожидание и дисперсию  $X$ ;  
 5) определить вероятность того, что  $X$  примет значение из интервала  $(a, b)$ .

17.2.51.

$$f(x) = \begin{cases} A \cos 2x & \text{при } -\frac{\pi}{4} \leq x \leq \frac{\pi}{4} \\ 0 & \text{при } |x| > \frac{\pi}{4}. \end{cases}$$

$$a = \frac{\pi}{6}, \quad b = 2.$$

17.2.52.

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 0, \\ Ae^{-x} & \text{при } x > 0. \end{cases}$$

$$a = 1, \quad b = +\infty$$

17.2.53.

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

$$a = 1, \quad b = 2$$

17.2.54.

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

$$a = -\frac{\pi}{6}, \quad b = \frac{\pi}{6}$$

17.2.55.

$$f(x) = \begin{cases} Ae^x & \text{при } x \leq 0, \\ 0 & \text{при } x > 0. \end{cases}$$

$$a = -\infty, \quad b = -1$$

**17.2.56–17.2.60.** Задана непрерывная случайная величина  $X$  своей функцией распределения  $F(x)$ . Требуется:

- 1) определить коэффициент  $A$ ;
- 2) найти плотность распределения вероятностей  $f(x)$ ;
- 3) схематично построить графики функций  $f(x)$  и  $F(x)$ ;

4) вычислить математическое ожидание и дисперсию  $X$ ;

5) определить вероятность того, что  $X$  примет значение из интервала  $(a, b)$ .

17.2.56.

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

$$a = 1, \quad b = 2$$

17.2.57.

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < 0, \\ 1 + Ae^{-x} & \text{при } x \geq 0. \end{cases}$$

$$a = 1, \quad b = +\infty$$

17.2.58.

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

$$a = \frac{\pi}{3}, \quad b = \pi$$

17.2.59.

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

$$a = 0, \quad b = \frac{\pi}{6}$$

17.2.60.

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

$$a = -\infty, \quad b = -1$$

**17.3.11–17.3.20.** Нормально распределенная случайная величина  $X$  задана своими параметрами  $a$  (математическое ожидание) и  $\sigma$  (среднее квадратическое отклонение). Требуется:

- а) написать плотность вероятности и схематически изобразить ее график;
- б) найти вероятность того, что  $X$  примет значение из интервала  $(\alpha; \beta)$ ;
- в) найти вероятность того, что  $X$  отклонится (по модулю) от  $a$  не более чем на  $\delta$ ;
- г) применяя правило “трех сигм” найти границы интервала, содержащего соответствующие значения случайной величины  $X$ .

17.3.11.  $a = 7, \quad \sigma = 2, \quad \alpha = 6, \quad \beta = 10, \quad \delta = 3.$

17.3.12.  $a = 6, \quad \sigma = 1, \quad \alpha = 4, \quad \beta = 7, \quad \delta = 1.$

17.3.13.  $a = 5, \quad \sigma = 3, \quad \alpha = 1, \quad \beta = 6, \quad \delta = 2.$

17.3.14.  $a = 4, \quad \sigma = 2, \quad \alpha = 5, \quad \beta = 6, \quad \delta = 4.$

17.3.15.  $a = 3, \quad \sigma = 1, \quad \alpha = 4, \quad \beta = 6, \quad \delta = 2.$

17.3.16.  $a = 2, \quad \sigma = 1, \quad \alpha = 1, \quad \beta = 3, \quad \delta = 2.$

17.3.17.  $a = 10, \quad \sigma = 4, \quad \alpha = 5, \quad \beta = 12, \quad \delta = 2.$

17.3.18.  $a = 9, \quad \sigma = 5, \quad \alpha = 4, \quad \beta = 12, \quad \delta = 2,5.$

17.3.19.  $a = 8, \quad \sigma = 2, \quad \alpha = 5, \quad \beta = 10, \quad \delta = 3.$

17.3.20.  $a = 7, \quad \sigma = 3, \quad \alpha = 4, \quad \beta = 8, \quad \delta = 2.$

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 4

### Модели случайных процессов. Элементы теории массового обслуживания.

#### Математическая статистика.

**17.3.21–17.3.30.** Задана матрица  $P_1$  вероятностей перехода цепи Маркова из состояния  $i$  ( $i = 1, 2$ ) в состояние  $j$  ( $j = 1, 2$ ) за один шаг. Найти матрицу  $P_2$  перехода из состояния  $i$  в состояние  $j$  за два шага.

$$17.3.21. \quad P_1 = \begin{pmatrix} 0,1 & 0,9 \\ 0,2 & 0,8 \end{pmatrix};$$

$$17.3.22. \quad P_1 = \begin{pmatrix} 0,2 & 0,8 \\ 0,3 & 0,7 \end{pmatrix};$$

$$17.3.23. \quad P_1 = \begin{pmatrix} 0,3 & 0,7 \\ 0,4 & 0,6 \end{pmatrix};$$

$$17.3.24. \quad P_1 = \begin{pmatrix} 0,4 & 0,6 \\ 0,5 & 0,5 \end{pmatrix};$$

$$17.3.25. \quad P_1 = \begin{pmatrix} 0,6 & 0,4 \\ 0,7 & 0,3 \end{pmatrix};$$

$$17.3.26. \quad P_1 = \begin{pmatrix} 0,6 & 0,4 \\ 0,8 & 0,2 \end{pmatrix};$$

$$17.3.27. \quad P_1 = \begin{pmatrix} 0,8 & 0,2 \\ 0,9 & 0,1 \end{pmatrix};$$

$$17.3.28. \quad P_1 = \begin{pmatrix} 0,9 & 0,1 \\ 0,2 & 0,8 \end{pmatrix};$$

$$17.3.29. \quad P_1 = \begin{pmatrix} 0,8 & 0,2 \\ 0,2 & 0,8 \end{pmatrix};$$

$$17.3.30. \quad P_1 = \begin{pmatrix} 0,4 & 0,6 \\ 0,1 & 0,9 \end{pmatrix}.$$

**18.1.1–18.1.10.** АТС имеет  $k$  линий связи. Поток вызовов – простейший с интенсивностью  $\lambda$  вызовов в минуту. Среднее время переговоров составляет  $t$  мин. Время переговоров распределено по показательному закону. Найти: 1) абсолютную и относительную пропускные способности АТС; 2) вероятность того, что все линии связи заняты; 3) среднее число занятых линий связи; 4) определить, имеет ли АТС число линий связи, достаточное для того, чтобы вероятность отказа не превышала  $\alpha$ .

$$18.1.1. \quad k = 5, \quad \lambda = 0,6, \quad t = 3,5, \alpha = 0,06.$$

$$18.1.2. \quad k = 5, \quad \lambda = 0,8, \quad t = 2,9, \alpha = 0,05.$$

$$18.1.3. \quad k = 6, \quad \lambda = 0,7, \quad t = 2,7, \alpha = 0,01.$$

$$18.1.4. \quad k = 5, \quad \lambda = 0,7, \quad t = 3,5, \alpha = 0,05.$$

$$18.1.5. \quad k = 5, \quad \lambda = 0,9, \quad t = 2,5, \alpha = 0,06.$$

$$18.1.6. \quad k = 4, \quad \lambda = 0,9, \quad t = 2,1, \alpha = 0,01.$$

$$18.1.7. \quad k = 6, \quad \lambda = 0,8, \quad t = 2,2, \alpha = 0,01.$$

$$18.1.8. \quad k = 3, \quad \lambda = 0,7, \quad t = 3,1, \alpha = 0,06.$$

$$18.1.9. \quad k = 5, \quad \lambda = 0,8, \quad t = 2,6, \alpha = 0,06.$$

$$18.1.10. \quad k = 5, \quad \lambda = 0,9, \quad t = 2,8, \alpha = 0,05.$$

**19.1.1–19.1.10.** На заводе имеется  $N$  токарных заготовок. Результаты выборочной проверки массы 500 заготовок приведены ниже:

Масса заготовок (кг)	29–30	30–31	31–32	32–33	33–34	Итого
Количество (штук)	6	38	202	198	56	500



Выборка собственно случайная бесповторная. Найти доверительный интервал для оценки средней массы заготовок при уровне доверительной вероятности  $\gamma = 0,95$ .

**Указание:** среднеквадратическую ошибку  $\tilde{\sigma}$  для бесповторной выборки определяют по

формуле 
$$\tilde{\sigma} = \sqrt{\frac{\sigma_B^2}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)}$$
, где  $\sigma_B$  – выборочное среднеквадратическое отклонение;  $n = 500$ .

19.1.1.  $N = 10000$ .

19.1.2.  $N = 9000$ .

19.1.3.  $N = 8000$ .

19.1.4.  $N = 7000$ .

19.1.5.  $N = 6000$ .

19.1.6.  $N = 5000$ .

19.1.7.  $N = 11000$ .

19.1.8.  $N = 12000$ .

19.1.9.  $N = 13000$ .

19.1.10.  $N = 14000$ .

**19.2.1–19.2.10.** Данные наблюдений над двумерной случайной величиной  $(X, Y)$  представлены в корреляционной таблице. Методом наименьших квадратов найти выборочное уравнение прямой регрессии  $Y$  на  $X$ . Построить график уравнения регрессии и показать точки  $(x; \bar{y}_x)$ , рассчитанные по таблице данных.

19.2.1.

X	Y						$n_x$
	23	25	27	29	31	33	
1	-	-	-	-	1	2	3
3	-	-	-	5	4	1	10
5	-	1	7	10	2	-	20
7	-	2	13	7	-	-	22
9	1	4	15	2	-	-	22
11	2	1	-	-	-	-	3
$n_y$	3	8	35	24	7	3	80

19.2.2.

X	Y					$n_x$
	10	20	30	40	50	
3	7	-	-	-	-	7
8	11	5	-	-	-	16
13	-	19	15	5	-	39
18	-	3	15	6	1	25
23	-	-	2	4	4	10
28	-	-	-	-	3	3
$n_y$	18	27	32	15	8	100

19.2.3.

<i>X</i>	<i>Y</i>				<i>n<sub>x</sub></i>
	<b>9,6</b>	<b>9,8</b>	<b>10,0</b>	<b>10,2</b>	
19,5	2	1	-	-	3
20,0	6	3	2	-	11
20,5	-	4	5	1	10
21,0	-	5	8	5	18
21,5	-	-	2	5	7
22,0	-	-	-	1	1
<i>n<sub>y</sub></i>	8	13	17	12	50

19.2.4.

<i>X</i>	<i>Y</i>					<i>n<sub>x</sub></i>
	<b>34</b>	<b>38</b>	<b>42</b>	<b>46</b>	<b>50</b>	
20	4	-	-	-	-	4
25	2	5	-	-	-	7
30	-	3	5	2	-	10
35	-	-	45	8	4	57
40	-	-	5	7	7	19
45	-	-	-	-	3	3
<i>n<sub>y</sub></i>	6	8	55	17	14	100

19.2.5.

<i>X</i>	<i>Y</i>					<i>n<sub>x</sub></i>
	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>60</b>	
20	7	3	-	-	-	10
30	52	110	13	1	-	176
40	1	14	23	2	-	40
50	-	1	4	6	1	12
60	-	-	-	3	6	9
70	-	-	-	-	3	3
<i>n<sub>y</sub></i>	60	128	40	12	10	250

19.2.6.

<i>X</i>	<i>Y</i>					<i>n<sub>x</sub></i>
	<b>90</b>	<b>100</b>	<b>110</b>	<b>120</b>	<b>130</b>	
2	22	8	-	-	-	30
4	18	15	6	-	1	40
6	12	17	18	14	3	64
8	-	4	19	17	4	44
10	-	-	7	9	6	22
<i>n<sub>y</sub></i>	52	44	50	40	14	200

19.2.7.

<i>X</i>	<i>Y</i>					<i>n<sub>x</sub></i>
	<b>45</b>	<b>55</b>	<b>65</b>	<b>75</b>	<b>85</b>	
10	-	-	-	2	3	5
20	-	-	7	5	7	19
30	-	3	9	12	3	27
40	4	7	13	8	-	32
50	9	8	-	-	-	17
<i>n<sub>y</sub></i>	13	18	29	27	13	100

19.2.8.

<i>X</i>	<i>Y</i>					<i>n<sub>x</sub></i>
	<b>2,15</b>	<b>3,85</b>	<b>5,55</b>	<b>7,25</b>	<b>8,95</b>	
1,95	16	11	-	-	-	27
3,45	13	15	-	-	-	28
4,95	-	9	12	5	5	31
6,45	-	-	-	8	6	14
<i>n<sub>y</sub></i>	29	35	12	13	11	100

19.2.9.

<i>X</i>	<i>Y</i>							<i>n<sub>x</sub></i>
	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>60</b>	<b>70</b>	<b>80</b>	
4	-	-	-	-	-	4	6	10
10	-	-	-	6	6	8	-	20
16	-	1	2	14	3	-	-	20
22	1	5	18	2	-	-	-	26
28	-	4	10	2	-	-	-	16
34	1	5	2	-	-	-	-	8
<i>n<sub>y</sub></i>	2	15	32	24	9	12	6	100

19.2.10.

<i>X</i>	<i>Y</i>					<i>n<sub>x</sub></i>
	<b>17</b>	<b>19</b>	<b>21</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	
6,75	3	7	-	-	-	10
8,25	-	9	11	-	-	20
9,75	-	-	33	4	8	45
11,25	-	-	3	10	6	19
12,75	-	-	-	5	1	6
<i>n<sub>y</sub></i>	3	16	47	19	15	100

**19.3.1–19.3.10.** Известно эмпирическое распределение выборки объема  $n$  случайной величины  $X$ . Проверить гипотезу о распределении по закону Пуассона генеральной совокупности этой величины. Использовать критерий согласия Пирсона (хи-квадрат) при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ .

Номер	$x_i$	0	1	2	3	4	5	$n$
19.3.1	$n_i$	400	380	165	50	3	2	1000
19.3.2	$n_i$	240	119	32	6	2	11	400
19.3.3	$n_i$	270	166	49	10	3	2	500
19.3.4	$n_i$	337	179	71	9	3	1	600
<b>19.3.5</b>	$n_i$	200	181	78	31	8	2	500
19.3.6	$n_i$	114	62	17	4	2	1	200
19.3.7	$n_i$	500	330	130	29	9	2	1000
19.3.8	$n_i$	115	62	17	4	1	1	200
19.3.9	$n_i$	408	365	175	42	6	4	1000
19.3.10	$n_i$	420	370	146	51	9	4	1000