ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

(МИИТ)

ОДОБРЕНО: Кафедра «Высшая и прикладная математика»	УТВЕРЖДЕНО: Декан ф-та ТС «__» ______2012 г.

Авторы: Голечков Ю.И., д.ф.-м.н., доц., Ридель В.В., д.ф.-м.н., проф., Степанова Л.В., к.ф.-м.н., доц., Устинов Н.В., д.ф.-м.н., проф.

Задания на контрольные работы № 1, 2
для студентов 2 курса заочной формы обучения
Математическое моделирование систем и процессов

Специальность: ***190901.65 Системы обеспечения движения поездов***

Специализации:

Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте
Телекоммуникационные системы и сети железнодорожного транспорта
Электроснабжение железных дорог

Москва 2012 г.

Методические указания по выполнению контрольных работ

По дисциплине «Математическое моделирование систем и процессов» студенту необходимо выполнить две контрольные работы. В каждую работу должны быть включены те задачи, последняя цифра которых совпадает с последней цифрой его учебного шифра. Например, студент, учебный шифр которого имеет последнюю цифру 3, в контрольной работе №1 решает задачи 3, 13, 23, 33, 43; в контрольной работе №2 – 53, 63, 73, 83, 93.

Перед выполнением контрольной работы студент должен ознакомиться с содержанием разделов изучаемой математической дисциплины, на освоение которых ориентирована выполняемая контрольная работа. Необходимую учебную литературу студент может найти в рабочей программе по дисциплине «Математическое моделирование систем и процессов» (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 №1

ОСНОВЫ ТЕОРИИ ГРАФОВ. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ.

1–10. Задана симметрическая матрица Q неотрицательных целых чисел.

1. Нарисовать на плоскости граф $G=[V,E]$ (единственный, с точностью до изоморфизма), имеющий заданную матрицу Q своей матрицей смежности. Найти матрицу инцидентности $R=(r_{ij})$ графа G.

2. Нарисовать на плоскости орграф $\vec{G}=[N,A]$ (единственный, с точностью до изоморфизма), имеющий заданную матрицу Q своей матрицей смежности. Найти матрицу инцидентности $C=(c_{ij})$ графа $\vec{G}$.

1. $\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$ **2.** $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 2 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$ **3.** $\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$

4. $\begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$ **5.** $\begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 2 & 2 & 1 \\ 0 & 2 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$ **6.** $\begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$

7. $\begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 2 \\ 1 & 0 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & 0 & 1 \\ 2 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$ **8.** $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & 1 & 3 \\ 0 & 1 & 3 & 0 \end{pmatrix}$ **9.** $\begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 2 & 1 \\ 0 & 2 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$

10. $\begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & 0 & 2 \\ 1 & 0 & 1 & 3 \\ 0 & 2 & 3 & 0 \end{pmatrix}$

11–20. Решить задачи линейного программирования графическим методом.

11. $Z(x) = 2x_1 + x_2 \to \min,$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \le 12, \\ 2x_1 - x_2 \le 12, \\ 2x_1 - x_2 \ge 0, \\ 2x_1 + x_2 \ge 4, \end{cases}$$

$x_2 \ge 0.$

12. $Z(x) = x_1 - 3x_2 \to \max,$

$$\begin{cases} -x_1 + x_2 \le 6, \\ -2x_1 + x_2 \le 6, \\ x_1 + 3x_2 \ge -3, \\ x_1 - 2x_2 \le 2. \end{cases}$$

13. $Z(x) = -x_1 + 4x_2 \to \min,$

$$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 \le 24, \\ -8x_1 + 3x_2 \le 24, \\ 2x_1 - 3x_2 \le 12, \\ 4x_1 + 3x_2 \ge 12. \end{cases}$$

14. $Z(x) = 4x_1 - 3x_2 \to \max,$

$$\begin{cases} -x_1 + x_2 \le 5, \\ 5x_1 - 2x_2 \le 20, \\ 8x_1 - 3x_2 \ge 0, \\ 5x_1 - 6x_2 \le 0. \end{cases}$$

15. $Z(x) = 3x_1 + 2x_2 \to \max,$

$$\begin{cases} x_2 \le 6, \\ -3x_1 + x_2 \le 12, \\ x_1 + x_2 \ge 0, \\ x_1 - x_2 \le 0, \\ x_1 + 2x_2 \le 12. \end{cases}$$

16. $Z(x) = 3x_1 + 4x_2 \to \min,$

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 \ge -4, \\ x_1 + x_2 \ge 0, \\ x_1 + 2x_2 \ge 2, \\ x_1 - x_2 \le 2. \end{cases}$$

17. $Z(x) = 3x_1 + 5x_2 \to \min,$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \ge 0, \\ 3x_1 + x_2 \le 3, \\ 5x_1 + 4x_2 \le 20, \\ x_1 - x_2 \ge 0. \end{cases}$$

18. $Z(x) = 2x_1 + 5x_2 \to \max,$

$$\begin{cases} 2x_1 - x_2 \ge 0, \\ 2x_1 + x_2 \le 16, \\ -2x_1 + 5x_2 \ge 3, \\ -x_1 + 2x_2 \le 2. \end{cases}$$

19. $Z(x) = x_1 + 3x_2 \to \max,$

$$\begin{cases} -2x_1 + x_2 \le 2, \\ -x_1 + 2x_2 \le 7, \\ x_1 + 3x_2 \le 18, \\ 4x_1 - 3x_2 \le 12, \end{cases}$$

$x_1 \ge 0, \quad x_2 \ge 0.$

20. $Z(x) = 5x_1 + 4x_2 \to \min,$

$$\begin{cases} -4x_1 + x_2 \le 4, \\ -x_1 + x_2 \le 5, \\ -x_1 + 2x_2 \le 2, \\ 3x_1 + 4x_2 \ge 12. \end{cases}$$

$x_1 \ge 0, \quad x_2 \ge 0.$

21–30. Решить симплексным методом следующие задачи.

21. $Z(x) = x_1 + 2x_2 + x_3 \to \max,$
$$\begin{cases} -2x_1 + x_2 + x_3 \le 2, \\ -x_1 + x_2 + 3x_3 \le 3, \\ x_1 - 3x_2 + x_3 \le 1, \end{cases}$$
$x_1 \ge 0, \ \ x_2 \ge 0, \ \ x_3 \ge 0.$

22. $Z(x) = 2x_1 + 3x_2 + 2x_3 \to \max,$
$$\begin{cases} -3x_1 + x_2 + x_3 \le 1, \\ -x_1 + 2x_2 + 2x_3 \le 7, \\ x_1 - 3x_2 + x_3 \le 1, \end{cases}$$
$x_1 \ge 0, \ \ x_2 \ge 0, \ \ x_3 \ge 0.$

23. $Z(x) = -3x_1 - 2x_2 - 2x_3 \to \min,$
$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 + 2x_3 \le 6, \\ 2x_1 - x_2 + 2x_3 \le 2, \end{cases}$$
$x_1 \ge 0, \ \ x_2 \ge 0, \ \ x_3 \ge 0.$

24. $Z(x) = -x_1 + x_2 + 3x_3 \to \min,$
$$\begin{cases} -x_1 + 2x_2 + x_3 \le 2, \\ x_1 + 3x_2 + x_3 \le 6, \\ x_1 + x_2 - x_3 \le 2, \end{cases}$$
$x_1 \ge 0, \ \ x_2 \ge 0, \ \ x_3 \ge 0.$

25. $Z(x) = 2x_1 - 3x_2 + 5x_3 \to \max,$
$$\begin{cases} -x_1 + 2x_2 + 3x_3 \le 3, \\ -2x_1 + 3x_2 + 4x_3 \le -4, \end{cases}$$
$x_1 \ge 0, \ \ x_2 \ge 0, \ \ x_3 \ge 0.$

26. $Z(x) = -4x_1 - 2x_2 + x_3 \to \min,$
$$\begin{cases} 3x_1 - 2x_2 + 4x_3 \le 6, \\ 2x_1 + x_2 + 3x_3 \le 18, \end{cases}$$
$x_1 \ge 0, \ \ x_2 \ge 0, \ \ x_3 \ge 0.$

27. $Z(x) = 3x_1 + 4x_2 + x_3 \to \max,$
$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + x_3 \le 10, \\ 2x_1 + x_2 + 2x_3 \le 6, \\ 3x_1 + x_2 + 2x_3 \le 12, \end{cases}$$
$x_1 \ge 0, \ \ x_2 \ge 0, \ \ x_3 \ge 0.$

28. $Z(x) = 2x_1 + 3x_2 + x_3 \to \max,$
$$\begin{cases} x_1 + 3x_2 + 5x_3 \le 15, \\ x_1 + x_2 + x_3 \le 7, \\ 2x_1 + x_2 + 4x_3 \le 12, \end{cases}$$
$x_1 \ge 0, \ \ x_2 \ge 0, \ \ x_3 \ge 0.$

29. $Z(x) = 6x_1 + 12x_2 + 3x_3 \to \max,$
$$\begin{cases} -2x_1 + 3x_2 + x_3 \le 12, \\ x_1 + 2x_2 + 2x_3 \le 15, \\ 2x_1 - x_2 - 3x_3 \le 10, \end{cases}$$
$x_1 \ge 0, \ \ x_2 \ge 0, \ \ x_3 \ge 0.$

30. $Z(x) = x_1 + x_2 + x_3 \to \max,$
$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 \le 7, \\ 2x_1 + x_2 + 3x_3 \le 9, \\ 3x_1 + x_2 + 4x_3 \le 12, \end{cases}$$
$x_1 \ge 0, \ \ x_2 \ge 0, \ \ x_3 \ge 0.$

31–40. Имеются три пункта отправления A_1, A_2, A_3 однородного груза и пять пунктов B_1, B_2, B_3, B_4, B_5 его назначения. На пунктах A_1, A_2, A_3 груз находится в количестве a_1, a_2, a_3 тонн соответственно. На пункты B_1, B_2, B_3, B_4, B_5 требуется доставить соответственно b_1, b_2, b_3, b_4, b_5 тонн груза. Расстояния d_{ij} в сотнях километров между пунктами отправления A_i $(i=1,2,3)$ и пунктами назначения B_j $(j=1,2,3,4,5)$ приведены в матрице $D=(d_{ij})$. Найти такой план перевозок, при котором общие затраты на перевозку грузов будут минимальными.

Указания: 1) стоимость перевозок считать пропорциональной количеству груза и расстоянию, на которое груз перевозится; 2) для решения задачи использовать методы северо-западного угла и потенциалов.

31. $a_1=50,\quad a_2=70,\quad a_1=110,$
$b_1=50,\quad b_2=50,\quad b_3=50,$
$b_4=50,\quad b_5=30,$
$$D=\begin{pmatrix} 4 & 1 & 2 & 4 & 5 \\ 6 & 4 & 5 & 9 & 5 \\ 3 & 1 & 6 & 5 & 9 \end{pmatrix}.$$

32. $a_1=90,\quad a_2=70,\quad a_1=110,$
$b_1=70,\quad b_2=20,\quad b_3=70,$
$b_4=40,\quad b_5=70,$
$$D=\begin{pmatrix} 7 & 4 & 9 & 8 & 2 \\ 6 & 8 & 5 & 8 & 5 \\ 9 & 2 & 9 & 7 & 4 \end{pmatrix}.$$

33. $a_1=60,\quad a_2=40,\quad a_1=80,$
$b_1=10,\quad b_2=50,\quad b_3=60,$
$b_4=50,\quad b_5=10,$
$$D=\begin{pmatrix} 1 & 3 & 3 & 1 & 3 \\ 3 & 1 & 9 & 8 & 4 \\ 3 & 6 & 5 & 1 & 9 \end{pmatrix}.$$

34. $a_1=80,\quad a_2=60,\quad a_1=100,$
$b_1=40,\quad b_2=60,\quad b_3=40,$
$b_4=50,\quad b_5=50,$
$$D=\begin{pmatrix} 6 & 4 & 3 & 4 & 2 \\ 3 & 6 & 4 & 9 & 2 \\ 3 & 1 & 2 & 2 & 6 \end{pmatrix}.$$

35. $a_1=50,\quad a_2=30,\quad a_1=70,$
$b_1=20,\quad b_2=30,\quad b_3=50,$
$b_4=30,\quad b_5=20,$
$$D=\begin{pmatrix} 9 & 5 & 1 & 1 & 9 \\ 7 & 1 & 4 & 9 & 4 \\ 5 & 3 & 4 & 9 & 9 \end{pmatrix}.$$

36. $a_1=70,\quad a_2=50,\quad a_1=100,$
$b_1=60,\quad b_2=10,\quad b_3=30,$
$b_4=70,\quad b_5=50,$
$$D=\begin{pmatrix} 3 & 7 & 3 & 8 & 8 \\ 2 & 3 & 1 & 8 & 6 \\ 6 & 3 & 8 & 6 & 1 \end{pmatrix}.$$

37. $a_1 = 70,\quad a_2 = 50,\quad a_1 = 90,$
$b_1 = 10,\quad b_2 = 40,\quad b_3 = 70,$
$b_4 = 20,\quad b_5 = 70,$
$$D = \begin{pmatrix} 8 & 4 & 5 & 1 & 3 \\ 3 & 3 & 8 & 5 & 7 \\ 8 & 1 & 9 & 3 & 2 \end{pmatrix}.$$

38. $a_1 = 90,\quad a_2 = 70,\quad a_1 = 110,$
$b_1 = 50,\quad b_2 = 60,\quad b_3 = 50,$
$b_4 = 40,\quad b_5 = 70,$
$$D = \begin{pmatrix} 9 & 1 & 1 & 5 & 6 \\ 6 & 4 & 6 & 8 & 5 \\ 2 & 9 & 3 & 5 & 3 \end{pmatrix}.$$

39. $a_1 = 60,\quad a_2 = 40,\quad a_1 = 80,$
$b_1 = 50,\quad b_2 = 20,\quad b_3 = 30,$
$b_4 = 40,\quad b_5 = 40,$
$$D = \begin{pmatrix} 9 & 8 & 3 & 5 & 2 \\ 7 & 7 & 8 & 5 & 6 \\ 4 & 2 & 8 & 8 & 8 \end{pmatrix}.$$

40. $a_1 = 70,\quad a_2 = 50,\quad a_1 = 90,$
$b_1 = 60,\quad b_2 = 10,\quad b_3 = 10,$
$b_4 = 60,\quad b_5 = 70,$
$$D = \begin{pmatrix} 7 & 1 & 7 & 4 & 9 \\ 4 & 1 & 1 & 1 & 5 \\ 5 & 6 & 6 & 8 & 2 \end{pmatrix}.$$

41–50. В задаче выпуклого программирования требуется:

1) найти решение графическим методом;

2) написать функцию Лагранжа и найти ее седловую точку, используя решение, полученное графически.

41. $x_1^2 + (x_2 - 2)^2 \to \min,$
$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 \ge 7, \\ x_1 + 2x_2 \ge 5, \\ x_1 \ge 1,\quad x_2 \ge 0. \end{cases}$$

42. $(x_1 - 10)^2 + (x_2 - 2)^2 \to \min,$
$$\begin{cases} x_1 - 3x_2 \le 0, \\ 2x_1 + x_2 \ge 4, \\ x_1 \ge 0,\quad x_2 \ge 0. \end{cases}$$

43. $(x_1 - 7)^2 + (x_2 - 1)^2 \to \min,$
$$\begin{cases} 7x_1 + 4x_2 \le 43, \\ 5x_1 - x_2 \ge -4, \\ x_1 - 2x_2 \le 1, \\ x_1 \ge 0,\quad x_2 \ge 0. \end{cases}$$

44. $(x_1 - 9)^2 + (x_2 - 6)^2 \to \min,$
$$\begin{cases} x_1 - 5x_2 \le 0, \\ x_1 + 2x_2 \le 16, \\ 2x_1 + x_2 \ge 11, \\ x_1 \ge 0,\quad x_2 \ge 0. \end{cases}$$

45. $(x_1 - 5)^2 + (x_2 - 10)^2 \to \min,$
$$\begin{cases} x_1 + x_2 \le 11, \\ 4x_1 - x_2 \le 4, \\ x_1 \ge 0,\quad x_2 \ge 0. \end{cases}$$

46. $(x_1 - 6)^2 + (x_2 - 9)^2 \to \min,$
$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 \le 16, \\ 5x_1 - x_2 \ge 0, \\ x_1 + 2x_2 \ge 11, \\ x_1 \ge 0,\quad x_2 \ge 0. \end{cases}$$

47. $(x_1-4)^2+(x_2-10)^2 \to \min,$
$$\begin{cases} 3x_1-x_2 \ge 0, \\ x_1+x_2 \le 8, \\ x_1-2x_2 \le 0, \\ x_1 \ge 0, \quad x_2 \ge 0. \end{cases}$$

48. $(x_1-7)^2+(x_2-8)^2 \to \min,$
$$\begin{cases} x_1-2x_2 \le 0, \\ 3x_1-x_2 \ge 0, \\ x_1+x_2 \le 11, \\ x_1 \ge 0, \quad x_2 \ge 0. \end{cases}$$

49. $(x_1-5)^2+(x_2-1)^2 \to \min,$
$$\begin{cases} 2x_1-x_2 \ge -4, \\ 2x_1-3x_2 \le -6, \\ x_1+x_2 \le 11, \\ x_1 \ge 0, \quad x_2 \ge 0. \end{cases}$$

50. $(x_1-6)^2+(x_2-5)^2 \to \min,$
$$\begin{cases} x_1-5x_2 \le 0, \\ x_1+2x_2 \le 11, \\ 3x_1+x_2 \ge 18, \\ x_1 \ge 0, \quad x_2 \ge 0. \end{cases}$$

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №2

ТЕОРИЯ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ.

51–60. На АТС поступает простейший поток вызовов. Среднее количество вызовов в течение часа равно m. Найти вероятности того, что за t минут: а) не придет ни одного вызова; б) придет хотя бы один вызов; в) придет не менее k вызовов.

51. $m=72, \ t=2, \ k=3.$ **52.** $m=80, \ t=2, \ k=2.$
53. $m=90, \ t=1{,}5, \ k=3.$ **54.** $m=60, \ t=3, \ k=4.$
55. $m=45, \ t=3, \ k=4.$ **56.** $m=30, \ t=4, \ k=3.$
57. $m=20, \ t=5, \ k=4.$ **58.** $m=54, \ t=2{,}5, \ k=3.$
59. $m=24, \ t=4, \ k=5.$ **60.** $m=63, \ t=2, \ k=4.$

61–70. При работе электронного технического устройства возникают неисправности (сбои). Поток сбоев считаем простейшим с интенсивностью λ сбоев в час. Если устройство дает сбой, то он немедленно обнаруживается, и обслуживающий персонал приступает к устранению неисправности (ремонту). Время ремонта распределено по показательному закону. Среднее время ремонта составляет τ минут. В начальный момент времени устройство исправно. Найти: а) вероятность того, что через час устройство будет работать; б) вероятность того, что за последующие T часов устройство даст хотя бы один сбой; в) предельные вероятности состояний.

61. $\lambda=0{,}3, \ \tau=20, \ T=8.$ **62.** $\lambda=0{,}5, \ \tau=15, \ T=6.$
63. $\lambda=0{,}8, \ \tau=25, \ T=4.$ **64.** $\lambda=0{,}4, \ \tau=20, \ T=8.$
65. $\lambda=0{,}25, \ \tau=18, \ T=6.$ **66.** $\lambda=0{,}7, \ \tau=22, \ T=8.$
67. $\lambda=0{,}6, \ \tau=18, \ T=6.$ **68.** $\lambda=0{,}35, \ \tau=16, \ T=3.$

69. $\lambda = 0{,}15,\ \ \tau = 30,\ \ T = 4.$ **70.** $\lambda = 0{,}9,\ \ \tau = 12,\ \ T = 3.$

71–80. АТС имеет k линий связи. Поток вызовов — простейший с интенсивностью λ вызовов в минуту. Среднее время переговоров составляет τ минут. Время переговоров имеет показательное распределение. Найти: а) вероятность того, что все линии связи заняты; б) относительную и абсолютную пропускные способности АТС; в) среднее число занятых линий связи. Определить оптимальное число линий связи, достаточное для того, чтобы вероятность отказа не превышала α.

71. $k = 5,\ \ \lambda = 0{,}6,\ \ \tau = 3{,}5,\ \ \alpha = 0.04.$
72. $k = 5,\ \ \lambda = 0{,}8,\ \ \tau = 2{,}9,\ \ \alpha = 0.05.$
73. $k = 6,\ \ \lambda = 0{,}7,\ \ \tau = 2{,}7,\ \ \alpha = 0.01.$
74. $k = 5,\ \ \lambda = 0{,}7,\ \ \tau = 3{,}5,\ \ \alpha = 0.05.$
75. $k = 5,\ \ \lambda = 0{,}9,\ \ \tau = 2{,}5,\ \ \alpha = 0.05.$
76. $k = 4,\ \ \lambda = 0{,}9,\ \ \tau = 2{,}1,\ \ \alpha = 0.07.$
77. $k = 6,\ \ \lambda = 0{,}8,\ \ \tau = 2{,}2,\ \ \alpha = 0.01.$
78. $k = 3,\ \ \lambda = 0{,}7,\ \ \tau = 3{,}1,\ \ \alpha = 0.05.$
79. $k = 5,\ \ \lambda = 0{,}8,\ \ \tau = 2{,}6,\ \ \alpha = 0.04.$
80. $k = 5,\ \ \lambda = 0{,}9,\ \ \tau = 2{,}8,\ \ \alpha = 0.05.$

81–90. Железнодорожная сортировочная горка, на которую подается простейший поток составов с интенсивностью λ состава в час, представляет собой одноканальную СМО с неограниченной очередью. Время обслуживания (роспуска) состава на горке имеет показательное распределение со средним значением τ минут. Найти: а) предельные вероятности состояний СМО; б) среднее число составов, связанных с горкой; в) среднее число составов в очереди; г) среднее время пребывания состава в СМО; д) среднее время пребывания состава в очереди.

81. $\lambda = 2,\ \ \tau = 20.$ **82.** $\lambda = 3,\ \ \tau = 10.$ **83.** $\lambda = 2.5,\ \ \tau = 14.$
84. $\lambda = 3{,}5,\ \ \tau = 15.$ **85.** $\lambda = 4,\ \ \tau = 10.$ **86.** $\lambda = 1.5,\ \ \tau = 30.$
87. $\lambda = 1,\ \ \tau = 35.$ **88.** $\lambda = 2.5,\ \ \tau = 16.$ **89.** $\lambda = 3.5,\ \ \tau = 12.$
90. $\lambda = 1.5,\ \ \tau = 25.$

91–100. Рабочий обслуживает m станков. Поток требований на обслуживание — простейший с интенсивностью λ станков в час. Время обслуживания одного станка подчинено экспоненциальному закону. Среднее время обслуживания одного станка равно τ минут. Найти: а) среднее число станков, ожидающих обслуживания; б) коэффициент простоя станка; в) коэффициент простоя рабочего.

91. $m=3,\quad \lambda=2,\quad \tau=6.$

92. $m=4,\quad \lambda=2,\quad \tau=6.$

93. $m=3,\quad \lambda=2,\quad \tau=8.$

94. $m=4,\quad \lambda=2,\quad \tau=8.$

95. $m=3,\quad \lambda=2,\quad \tau=10.$

96. $m=4,\quad \lambda=2,\quad \tau=10.$

97. $m=3,\quad \lambda=2,\quad \tau=12.$

98. $m=4,\quad \lambda=2,\quad \tau=12.$

99. $m=3,\quad \lambda=2,\quad \tau=14.$

100. $m=4,\quad \lambda=2,\quad \tau=14.$