Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»

Т. Л. Сабатулина

ЧИСЛЕННАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЁЖНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Методические указания для студентов направления «Информационные системы и технологии»

Издательство
Пермского национального исследовательского
политехнического университета
2012

УДК 519.6
С34

Рецензент

кандидат физико-математических наук, доцент *В. В. Малыгина*
(Пермский национальный исследовательский политехнический университет)

Сабатулина, Т. Л.

С34 Численная оценка показателей надёжности информационных систем: методические указания для студентов направления «Информационные системы и технологии» / Т. Л. Сабатулина. — Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. — 32 с.

Содержатся задания для контрольной работы по дисциплине «Надёжность информационных систем». Данные задания также могут использоваться для самостоятельного решения.

Предназначено для студентов заочного отделения направления «Информационные системы и технологии».

УДК 519.6

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

Контрольная работа содержит задания по следующим разделам теории надёжности:

- понятие надёжности системы;
- свойства надёжности (безотказность, ремонтопригодность, долговечность, сохраняемость);
- единичные и комплексные показатели надёжности (вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, интенсивность отказов, интенсивность восстановления, коэффициент готовности и т.д.);
- расчёт показателей надёжности нерезервированных невосстанавливаемых систем;
- расчёт показателей надёжности резервированных невосстанавливаемых систем:
  - общее резервирование с постоянно включенным резервом;
  - общее резервирование замещением;
  - раздельное резервирование;
  - дробное резервирование;
- марковские процессы в теории надёжности;
- «процессы гибели и размножения», расчёт показателей надёжности нерезервированных восстанавливаемых систем;
- системы массового обслуживания в теории надёжности (очередь, каналы обслуживания);
- граф переходов, приоритет (прямой, обратный, назначенный);
- расчёт показателей надёжности резервированных восстанавливаемых систем.

Задание 1

Сначала приведём некоторые законы распределения непрерывных случайных величин и плотности $f(t)$ их распределения, которые понадобятся для решения данного задания.

Равномерное распределение $U(a,b)$:

$$f(t) = \begin{cases} \dfrac{1}{b-a} & \text{при } t \in [a,b], \\ 0 & \text{при } t \notin [a,b]. \end{cases}$$

Экспоненциальное распределение $\mathrm{Exp}(\lambda)$:

$$f(t) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda t} & \text{при } t \geqslant 0, \\ 0 & \text{при } t < 0. \end{cases}$$

Нормальное распределение $N(\mu, \sigma^2)$:

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(t-\mu)^2/(2\sigma^2)}.$$

Гамма-распределение $\Gamma(k, \theta)$:

$$f(t) = \begin{cases} t^{k-1} \dfrac{e^{-t/\theta}}{\theta^k \Gamma(k)} & \text{при } t \geqslant 0, \\ 0 & \text{при } t < 0. \end{cases}$$

Усечённое нормальное распределение $TN(\mu, \sigma^2)$:

$$f(t) = \frac{C}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(t-\mu)^2/(2\sigma^2)}, \quad C = \frac{1}{0,5 + \Phi_0\left(\mu/\sigma\right)},$$

где $\Phi_0(x) = \dfrac{1}{\sqrt{2\pi}} \int\limits_0^x e^{-y^2/2}\, dy$ — функция Лапласа.

Распределение Рэлея $R(\sigma)$:

$$f(t) = \frac{t}{\sigma^2} e^{-t^2/(2\sigma^2)}, \quad t \geqslant 0, \quad \sigma > 0.$$

Распределение Вейбулла $W(k, \lambda)$:

$$f(t) = \begin{cases} \dfrac{k}{\lambda}\left(\dfrac{t}{\lambda}\right)^{k-1} e^{-(t/\lambda)^k} & \text{при } t \geqslant 0, \\ 0 & \text{при } t < 0. \end{cases}$$

Распределение Парето $P(\alpha, t_0)$:

$$f(t) = \begin{cases} \dfrac{\alpha}{t_0}\left(\dfrac{t_0}{t}\right)^{\alpha-1} & \text{при } t > t_0, \\ 0 & \text{при } t \leqslant t_0. \end{cases}$$

Треугольное распределение (*распределение Симпсона*) $S(a, b)$:

$$f(t) = \begin{cases} \dfrac{2}{b-a} - \dfrac{2}{(b-a)^2}|a+b-2t| & \text{при } t \in [a, b], \\ 0 & \text{при } t \notin [a, b]. \end{cases}$$

Для каждого из трёх последовательно соединённых элементов известен закон распределения времени работы до отказа. Найти значения следующих показателей надёжности для каждого элемента и системы в целом:

1) вероятность безотказной работы;

2) средняя наработка до отказа (среднее время безотказной работы);

3) среднее квадратическое отклонение и дисперсию времени безотказной работы;

4) интенсивность отказов;

5) плотность распределения времени безотказной работы;

6) гамма-процентную наработку до отказа ($\gamma = 0, 10, 20, \ldots, 100$).

Графически отобразить найденные величины.

Вариант 1

Первый элемент: $U(0, 1000)$.
Второй элемент: $\Gamma(8, 70)$.
Третий элемент: $W(5, 200)$.

Вариант 2

Первый элемент: $\mathrm{Exp}(10^{-4})$.
Второй элемент: $TN(400, 9095)$.
Третий элемент: $P(1{,}1,\ 5)$.

Вариант 3

Первый элемент: $N(450, 9000)$.
Второй элемент: $R(3 \cdot 10^{-5})$.
Третий элемент: $S(34, 2500)$.

Вариант 4

Первый элемент: $U(30, 1500)$.
Второй элемент: $TN(385, 8649)$.
Третий элемент: $S(45, 6000)$.

Вариант 5

Первый элемент: $\Gamma(9, 80)$.
Второй элемент: $P(1{,}2,\ 3)$.
Третий элемент: $N(2000, 8100)$.

Вариант 6

Первый элемент: $W(9, 1000)$.
Второй элемент: $\mathrm{Exp}(4 \cdot 10^{-5})$.
Третий элемент: $R(1 \cdot 10^{-5})$.

Вариант 7

Первый элемент: $U(50, 1235)$.
Второй элемент: $P(1{,}3,\ 4)$.
Третий элемент: $R(3 \cdot 10^{-5})$.

Вариант 8

Первый элемент: $\Gamma(9, 67)$.
Второй элемент: $\mathrm{Exp}(1{,}5 \cdot 10^{-4})$.
Третий элемент: $S(23, 1000)$.

Вариант 9

Первый элемент: $W(7, 600)$.
Второй элемент: $TN(405, 9216)$.
Третий элемент: $R(2 \cdot 10^{-5})$.

Вариант 10

Первый элемент: $U(100, 5000)$.
Второй элемент: $N(500, 10000)$.
Третий элемент: $\Gamma(8, 65)$.

Задание 2

Интернет-провайдер «Почтальон Печкин» предлагает новые услуги связи в районе Простоквашино. Было подключено n абонентов. За первые t минут работы выяснилось, что в интервале времени от 0 до Δt произошёл отказ связи у n_1 абонентов, в интервале от Δt до $2\Delta t$ у n_2 абонентов и т.д. Определить следующие показатели надёжности:

1) вероятность безотказной работы;

2) среднюю наработку до отказа (среднее время безотказной работы);

3) среднее квадратическое отклонение и дисперсию времени безотказной работы;

4) интенсивность отказов;

5) плотность распределения времени безотказной работы.

Графически отобразить найденные величины.

Вариант 1

$N = 1000$, $t = 100$, $\Delta t = 10$,
$n_1 = 150$, $n_2 = 100$, $n_3 = 50$, $n_4 = 200$, $n_5 = 100$,
$n_6 = 100$, $n_7 = 80$, $n_8 = 20$, $n_9 = 90$, $n_{10} = 10$

Вариант 2

$N = 1000$, $t = 100$, $\Delta t = 10$,
$n_1 = 500$, $n_2 = 100$, $n_3 = 50$, $n_4 = 20$, $n_5 = 10$,
$n_6 = 1$, $n_7 = 8$, $n_8 = 2$, $n_9 = 9$, $n_{10} = 0$

Вариант 3

$N = 500$, $t = 100$, $\Delta t = 10$,
$n_1 = 50$, $n_2 = 10$, $n_3 = 50$, $n_4 = 20$, $n_5 = 10$,
$n_6 = 10$, $n_7 = 80$, $n_8 = 20$, $n_9 = 9$, $n_{10} = 10$

Вариант 4

$N = 1000$, $t = 100$, $\Delta t = 10$,
$n_1 = 78$, $n_2 = 101$, $n_3 = 14$, $n_4 = 26$, $n_5 = 138$,

$n_6 = 65$, $n_7 = 8$, $n_8 = 15$, $n_9 = 73$, $n_{10} = 86$

Вариант 5

$N = 300$, $t = 200$, $\Delta t = 20$,
$n_1 = 10$, $n_2 = 10$, $n_3 = 1$, $n_4 = 7$, $n_5 = 12$,
$n_6 = 19$, $n_7 = 5$, $n_8 = 14$, $n_9 = 0$, $n_{10} = 10$

Вариант 6

$N = 700$, $t = 100$, $\Delta t = 10$,
$n_1 = 32$, $n_2 = 29$, $n_3 = 1$, $n_4 = 29$, $n_5 = 1$,
$n_6 = 33$, $n_7 = 7$, $n_8 = 27$, $n_9 = 34$, $n_{10} = 1$

Вариант 7

$N = 657$, $t = 100$, $\Delta t = 10$,
$n_1 = 135$, $n_2 = 42$, $n_3 = 87$, $n_4 = 4$, $n_5 = 26$,
$n_6 = 17$, $n_7 = 2$, $n_8 = 105$, $n_9 = 118$, $n_{10} = 121$

Вариант 8

$N = 10000$, $t = 100$, $\Delta t = 10$,
$n_1 = 463$, $n_2 = 476$, $n_3 = 452$, $n_4 = 359$, $n_5 = 80$,
$n_6 = 296$, $n_7 = 195$, $n_8 = 316$, $n_9 = 148$, $n_{10} = 434$

Вариант 9

$N = 1200$, $t = 100$, $\Delta t = 10$,
$n_1 = 65$, $n_2 = 22$, $n_3 = 37$, $n_4 = 31$, $n_5 = 60$,
$n_6 = 43$, $n_7 = 36$, $n_8 = 5$, $n_9 = 19$, $n_{10} = 0$

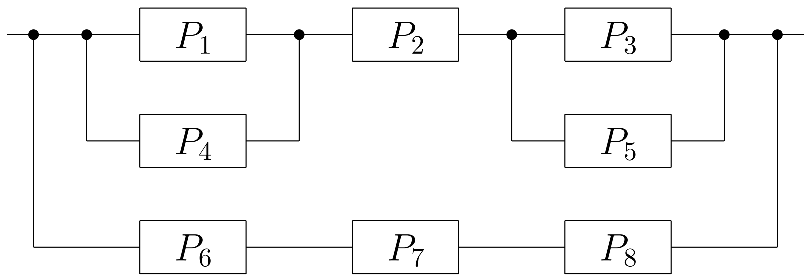
Вариант 10

$N = 1000$, $t = 100$, $\Delta t = 10$,
$n_1 = 0$, $n_2 = 9$, $n_3 = 65$, $n_4 = 44$, $n_5 = 47$,
$n_6 = 28$, $n_7 = 60$, $n_8 = 97$, $n_9 = 44$, $n_{10} = 81$

Задание 3

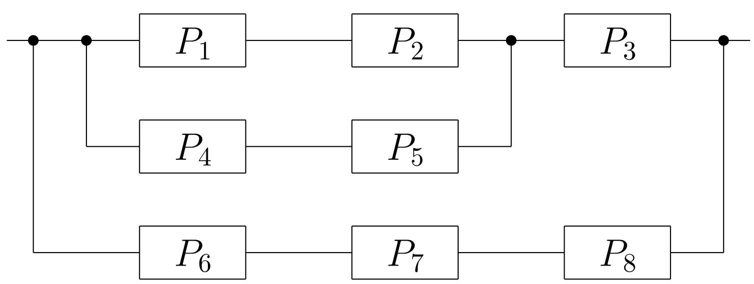
Найти вероятность безотказной работы системы по заданным вероятностям P_i безотказной работы элементов.

Вариант 1



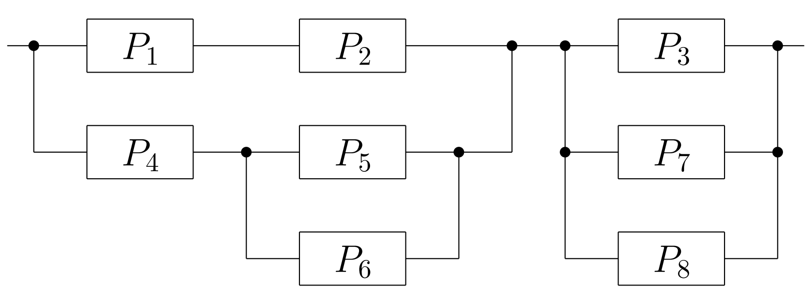
i	1	2	3	4	5	6	7	8
P_i	0,92	0,99	0,93	0,95	0,91	0,94	0,97	0,9

Вариант 2



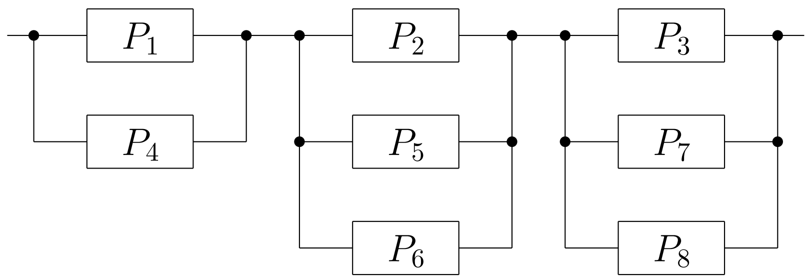
i	1	2	3	4	5	6	7	8
P_i	0,82	0,89	0,83	0,85	0,81	0,84	0,87	0,9

Вариант 3



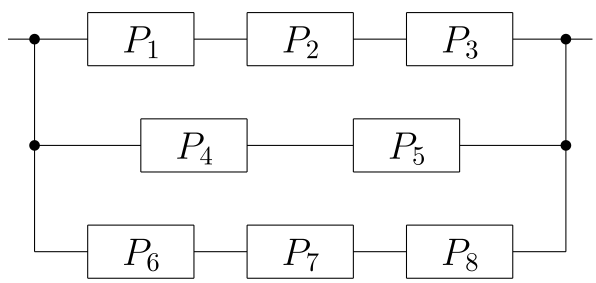
i	1	2	3	4	5	6	7	8
P_i	0,93	0,98	0,94	0,94	0,92	0,93	0,98	0,89

Вариант 4



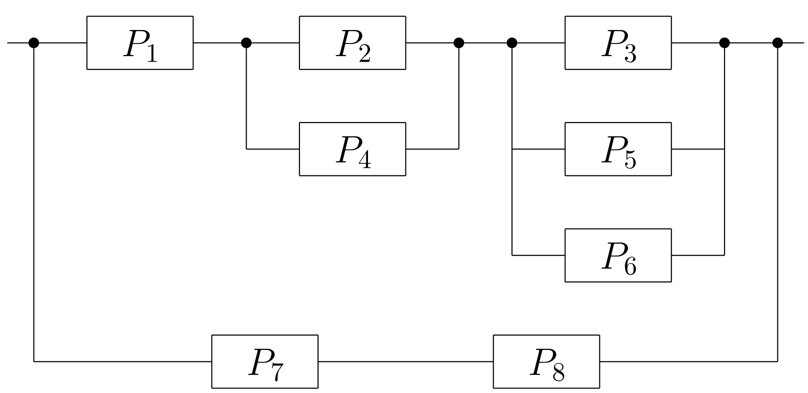
i	1	2	3	4	5	6	7	8
P_i	0,95	0,96	0,95	0,96	0,93	0,95	0,94	0,91

Вариант 5



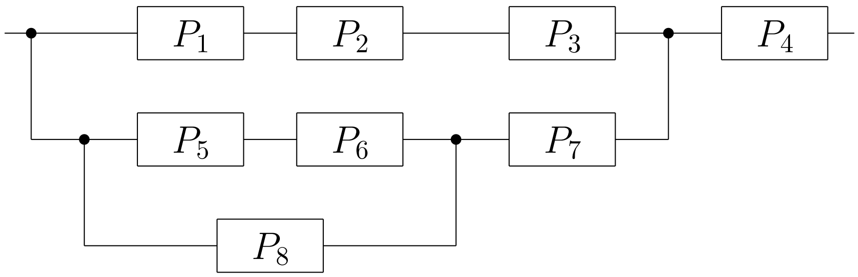
i	1	2	3	4	5	6	7	8
P_i	0,9	0,97	0,91	0,93	0,89	0,92	0,95	0,98

Вариант 6



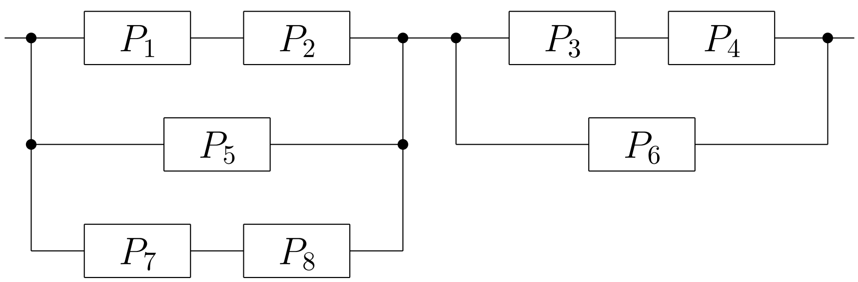
i	1	2	3	4	5	6	7	8
P_i	0,93	0,97	0,96	0,91	0,96	0,88	0,99	0,81

Вариант 7



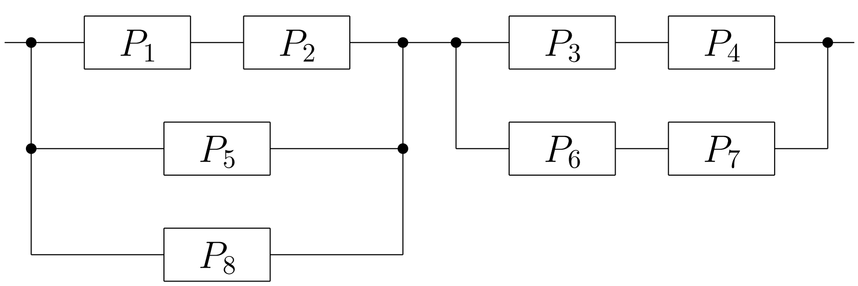
i	1	2	3	4	5	6	7	8
P_i	0,91	0,99	0,9	0,99	0,86	0,99	0,9	0,98

Вариант 8



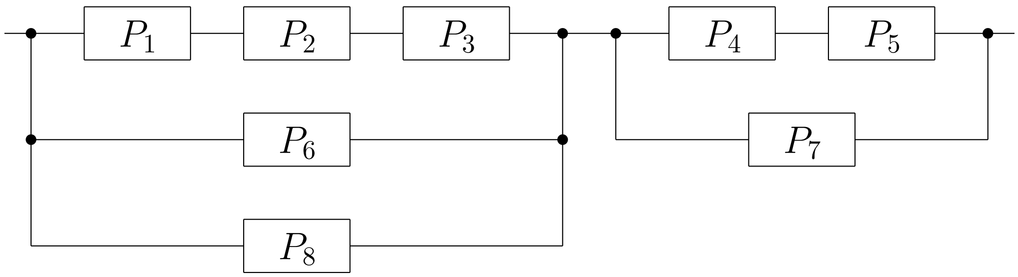
i	1	2	3	4	5	6	7	8
P_i	0,99	0,92	0,99	0,9	0,95	0,91	0,99	0,89

Вариант 9



i	1	2	3	4	5	6	7	8
P_i	0,84	0,99	0,87	0,99	0,88	0,96	0,9	0,95

Вариант 10



i	1	2	3	4	5	6	7	8
P_i	0,92	0,93	0,89	0,87	0,96	0,96	0,97	0,94

Задание 4

Дана система из пяти равнонадёжных последовательно соединённых элементов с известной вероятностью безотказной работы P. Определить вероятность безотказной работы системы:

1) без резервирования;

2) при общем резервировании с постоянно включенном резерве кратностью k;

3) при общем резервировании с замещением кратностью k, если известны вероятности отказа переключателей $Q_{\Pi j}$, $j = 1, 2, \ldots, k$;

4) при раздельном резервировании с постоянно включенном резервом кратностью k_i для i-того элемента, $i = 1, 2, 3, 4, 5$;

5) при резервировании с дробной кратностью m_1, m_2.

Всюду резервированные и резервируемые элементы равнонадёжны. Также определить выигрыш надёжности и сделать выводы.

Вариант 1

$P = 0{,}95$,
$k = 3$,
$Q_{\Pi 1} = 0{,}99$, $Q_{\Pi 2} = 0{,}8$, $Q_{\Pi 3} = 0{,}97$,
$k_1 = 2$, $k_2 = 2$, $k_3 = 3$, $k_4 = 5$, $k_5 = 2$,
$m_1 = 3/5$, $m_2 = 6/5$

Вариант 2

$P = 0{,}92$,
$k = 3$,
$Q_{\Pi 1} = 0{,}9$, $Q_{\Pi 2} = 0{,}87$, $Q_{\Pi 3} = 0{,}99$,
$k_1 = 3$, $k_2 = 2$, $k_3 = 4$, $k_4 = 2$, $k_5 = 3$,
$m_1 = 4/5$, $m_2 = 6/5$

Вариант 3

$P = 0{,}99$,
$k = 4$,
$Q_{\Pi 1} = 0{,}9$, $Q_{\Pi 2} = 0{,}7$, $Q_{\Pi 3} = 0{,}93$, $Q_{\Pi 4} = 0{,}98$,
$k_1 = 2$, $k_2 = 2$, $k_3 = 2$, $k_4 = 2$, $k_5 = 3$,

$m_1 = 2/5$, $m_2 = 7/5$

Вариант 4

$P = 0{,}96$,
$k = 3$,
$Q_{\text{П}1} = 0{,}96$, $Q_{\text{П}2} = 0{,}987$, $Q_{\text{П}3} = 0{,}91$,
$k_1 = 4$, $k_2 = 5$, $k_3 = 2$, $k_4 = 2$, $k_5 = 3$,
$m_1 = 2/5$, $m_2 = 6/5$

Вариант 5

$P = 0{,}9$,
$k = 5$,
$Q_{\text{П}1} = 0{,}99$, $Q_{\text{П}2} = 0{,}98$, $Q_{\text{П}3} = 0{,}97$, $Q_{\text{П}4} = 0{,}96$, $Q_{\text{П}5} = 0{,}95$,
$k_1 = 2$, $k_2 = 3$, $k_3 = 4$, $k_4 = 2$, $k_5 = 4$,
$m_1 = 4/5$, $m_2 = 6/5$

Вариант 6

$P = 0{,}98$,
$k = 3$,
$Q_{\text{П}1} = 0{,}95$, $Q_{\text{П}2} = 0{,}92$, $Q_{\text{П}3} = 0{,}97$,
$k_1 = 4$, $k_2 = 3$, $k_3 = 4$, $k_4 = 2$, $k_5 = 4$,
$m_1 = 3/5$, $m_2 = 6/5$

Вариант 7

$P = 0{,}94$,
$k = 4$,
$Q_{\text{П}1} = 0{,}91$, $Q_{\text{П}2} = 0{,}92$, $Q_{\text{П}3} = 0{,}93$, $Q_{\text{П}4} = 0{,}96$,
$k_1 = 3$, $k_2 = 3$, $k_3 = 2$, $k_4 = 2$, $k_5 = 4$,
$m_1 = 2/5$, $m_2 = 8/5$

Вариант 8

$P = 0{,}97$,
$k = 4$,
$Q_{\text{П}1} = 0{,}99$, $Q_{\text{П}2} = 0{,}97$, $Q_{\text{П}3} = 0{,}95$, $Q_{\text{П}4} = 0{,}93$,
$k_1 = 4$, $k_2 = 2$, $k_3 = 2$, $k_4 = 2$, $k_5 = 5$,
$m_1 = 4/5$, $m_2 = 7/5$

Вариант 9

$P = 0{,}93$,
$k = 5$,
$Q_{\text{П}1} = 0{,}99$, $Q_{\text{П}2} = 0{,}95$, $Q_{\text{П}3} = 0{,}97$, $Q_{\text{П}4} = 0{,}93$, $Q_{\text{П}5} = 0{,}95$,
$k_1 = 4$, $k_2 = 2$, $k_3 = 2$, $k_4 = 2$, $k_5 = 2$,
$m_1 = 4/5$, $m_2 = 6/5$

Вариант 10

$P = 0{,}91$,
$k = 3$,
$Q_{\text{П}1} = 0{,}99$, $Q_{\text{П}2} = 0{,}98$, $Q_{\text{П}3} = 0{,}92$,
$k_1 = 4$, $k_2 = 5$, $k_3 = 5$,
$m_1 = 3/5$, $m_2 = 6/5$

Задание 5

В некоторую информационную систему с интенсивностью:

а) λ_1;

б) λ_2

поступают заявки, которые обслуживаются с интенсивностью μ. Поток поступления заявок и поток их обслуживания подчиняются экспоненциальному закону. Определить:

1) средний интервал времени между поступлением двух последовательных заявок;
2) среднюю длительность обслуживания;
3) нагрузку системы;
4) загрузку системы;
5) коэффициент простоя системы;
6) вероятность потери заявок;
7) вероятность обслуживания заявки;
8) показатель готовности;
9) производительность системы;
10) интенсивность потока потерянных заявок;
11) среднее время ожидания заявки в очереди;
12) среднее время пребывания в системе;
13) среднюю длину очереди;
14) среднее число заявок в очереди;
15) среднее число заявок в системе;
16) среднее число работающих каналов.

Указанные параметры определить для каждого из случаев:

1) одноканальная система с отказами (без очереди);
2) одноканальная система с бесконечной очередью;
3) одноканальная система с очередью, длина которой не превышает n;
4) система с бесконечным числом каналов;
5) система с m каналами и без очереди;
6) система с m каналами и бесконечной очередью;
7) система с m каналами и очередью, длина которой не превышает n.

Вариант 1

$\lambda_1 = 2$ мин$^{-1}$, $\lambda_2 = 4$ мин$^{-1}$,
$\mu = 3$ мин$^{-1}$,
$n = 10$, $m = 4$

Вариант 2

$\lambda_1 = 2$ мин$^{-1}$, $\lambda_2 = 4$ мин$^{-1}$,
$\mu = 3{,}7$ мин$^{-1}$,
$n = 8$, $m = 5$

Вариант 3

$\lambda_1 = 2$ мин$^{-1}$, $\lambda_2 = 4$ мин$^{-1}$,
$\mu = 2{,}3$ мин$^{-1}$,
$n = 20$, $m = 3$

Вариант 4

$\lambda_1 = 2$ мин$^{-1}$, $\lambda_2 = 5$ мин$^{-1}$,
$\mu = 3{,}5$ мин$^{-1}$,
$n = 7$, $m = 7$

Вариант 5

$\lambda_1 = 2$ мин$^{-1}$, $\lambda_2 = 4{,}5$ мин$^{-1}$,
$\mu = 3$ мин$^{-1}$,
$n = 5$, $m = 14$

Вариант 6

$\lambda_1 = 2$ мин$^{-1}$, $\lambda_2 = 10$ мин$^{-1}$,
$\mu = 5$ мин$^{-1}$,
$n = 13$, $m = 4$

Вариант 7

$\lambda_1 = 1$ мин$^{-1}$, $\lambda_2 = 4$ мин$^{-1}$,
$\mu = 3$ мин$^{-1}$,
$n = 11$, $m = 6$

Вариант 8

$\lambda_1 = 2$ мин$^{-1}$, $\lambda_2 = 4$ мин$^{-1}$,
$\mu = 3$ мин$^{-1}$,
$n = 40$, $m = 2$

Вариант 9

$\lambda_1 = 1{,}2$ мин$^{-1}$, $\lambda_2 = 4{,}5$ мин$^{-1}$,
$\mu = 3$ мин$^{-1}$,
$n = 17$, $m = 4$

Вариант 10

$\lambda_1 = 2$ мин$^{-1}$, $\lambda_2 = 10$ мин$^{-1}$,
$\mu = 7$ мин$^{-1}$,
$n = 12$, $m = 3$

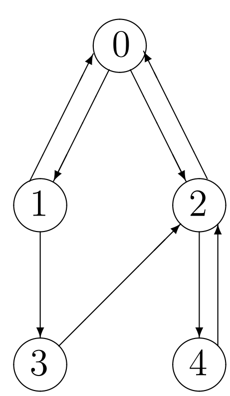
Задание 6

По предложенному графу переходов составить систему дифференциальных уравнений, определяющих вероятности состояний. Вероятности переходов из одного состояния в другое предполагаются распределёнными по экспоненциальному закону и заданы своими интенсивностями: λ_{ij} — интенсивность перехода из состояния i в состояние j.

Определить установившееся состояние.

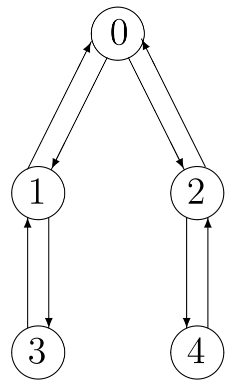
Найти численно или аналитически вероятности $P_0(t)$, $P_1(t)$, $P_2(t)$, $P_3(t)$, $P_4(t)$, если $P_0(0) = 1$ и заданы конкретные числовые значения интенсивностей λ_{ij}.

Вариант 1



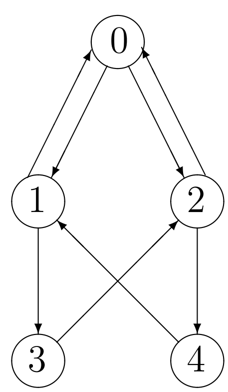
λ_{ij}	0	1	2	3	4
0	–	1,0	0,2	–	–
1	0,5	–	–	3,0	–
2	4,0	–	–	–	2,0
3	–	–	5,0	–	–
4	–	–	1,0	–	–

Вариант 2



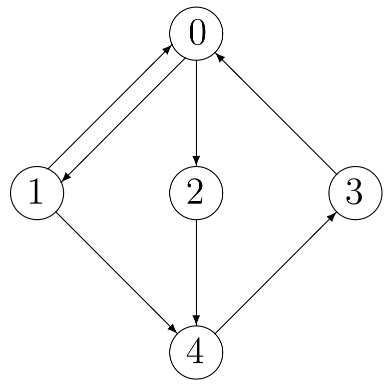
λ_{ij}	0	1	2	3	4
0	–	0,9	0,5	–	–
1	0,5	–	–	2,0	–
2	4,0	–	–	–	2,0
3	–	1,0	–	–	–
4	–	–	1,0	–	–

Вариант 3



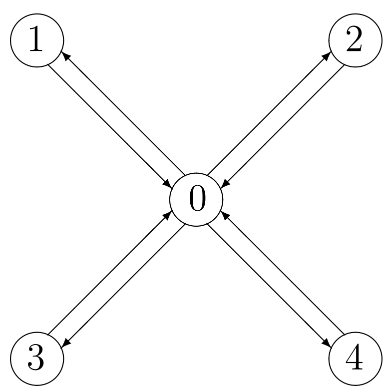
λ_{ij}	0	1	2	3	4
0	–	1,0	0,5	–	–
1	0,5	–	–	3,0	–
2	4,0	–	–	–	2,0
3	–	–	5,0	–	–
4	–	3,0	–	–	–

Вариант 4



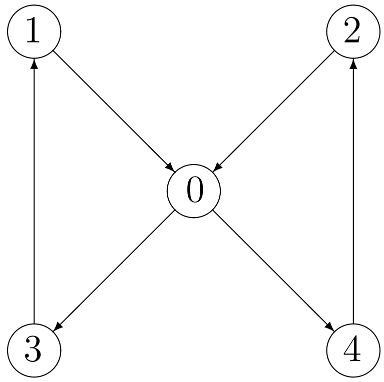
λ_{ij}	0	1	2	3	4
0	–	1,0	1,2	–	–
1	0,5	–	–	–	2,0
2	–	–	–	–	2,0
3	1,7	–	–	–	–
4	–	–	–	2,5	–

Вариант 5



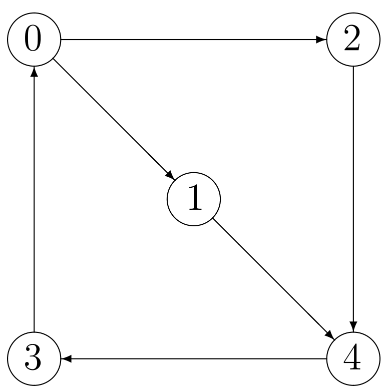
λ_{ij}	0	1	2	3	4
0	–	0,7	0,4	1,0	4,0
1	0,5	–	–	–	–
2	4,0	–	–	–	–
3	1,0	–	–	–	–
4	2,0	–	–	–	–

Вариант 6



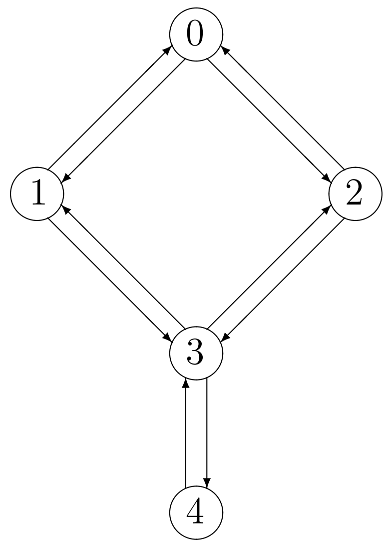
λ_{ij}	0	1	2	3	4
0	–	–	–	1,0	4,0
1	0,8	–	–	–	–
2	4,0	–	–	–	–
3	–	1,0	–	–	–
4	–	–	1,0	–	–

Вариант 7



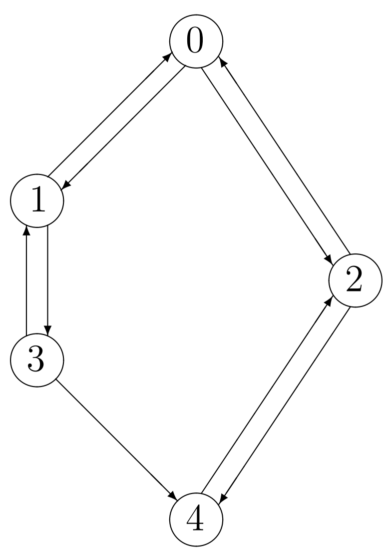
λ_{ij}	0	1	2	3	4
0	–	1,5	1,2	–	–
1	–	–	–	–	2,0
2	–	–	–	–	2,0
3	1,0	–	–	–	–
4	–	–	–	0,4	–

Вариант 8



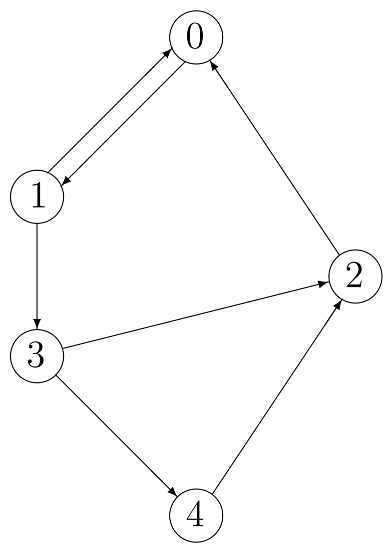
λ_{ij}	0	1	2	3	4
0	–	0,6	2,0	–	–
1	0,5	–	–	3,0	–
2	4,0	–	–	2,0	–
3	–	1,0	5,0	–	0,6
4	–	–	–	0,4	–

Вариант 9



λ_{ij}	0	1	2	3	4
0	–	1,0	2,0	–	–
1	0,5	–	–	3,0	–
2	4,0	–	–	–	2,0
3	–	1,0	–	–	0,6
4	–	–	3,0	–	–

Вариант 10



λ_{ij}	0	1	2	3	4
0	–	1,0	–	–	–
1	0,5	–	–	3,0	–
2	4,0	–	–	–	–
3	–	–	5,0	–	0,6
4	–	–	1,0	–	–

Задание 7

Вариант 1

Система состоит из трёх подсистем. Для работы системы в целом необходимо, чтобы работала хотя бы одна подсистема. Интенсивности отказа подсистем одинаковы и равны $\lambda = 2$ ч$^{-1}$. Восстановление отказавших подсистем производится одной ремонтной бригадой по принципу прямого приоритета (в порядке поломки). Среднее время восстановления одной подсистемы $T = 0{,}5$ ч. Определить вероятности нахождения в каждом из состояний и коэффициент готовности в установившемся режиме. А также, решив систему дифференциальных уравнений, найти данные показатели как функции времени при условии, что в начальный момент времени система находилась в состоянии 0.

Вариант 2

Система состоит из трёх подсистем. Для работы системы в целом необходимо, чтобы работала хотя бы одна подсистема. Интенсивности отказа подсистем одинаковы и равны $\lambda = 2$ ч$^{-1}$. Восстановление отказавших подсистем производится одной ремонтной бригадой по принципу обратного приоритета (сначала восстанавливают ту подсистему, что отказала последней). Среднее время восстановления одной подсистемы $T = 0{,}5$ ч. Определить вероятности нахождения в каждом из состояний и коэффициент готовности в установившемся режиме. А также, решив систему дифференциальных уравнений, найти данные показатели как функции времени при условии, что в начальный момент времени система находилась в состоянии 0.

Вариант 3

Система состоит из трёх подсистем. Для работы системы в целом необходимо, чтобы работали хотя бы две подсистемы. Интенсивности отказа подсистем одинаковы и равны $\lambda = 2$ ч$^{-1}$. Восстановление отказавших подсистем производится одной ремонтной бригадой по принципу прямого приоритета (в порядке поломки). Среднее время восстановления одной подсистемы $T = 0{,}5$ ч. Определить вероятности нахождения в каждом из состояний и коэффициент готовности в установившемся режиме. А также, решив систему дифференциальных уравнений, найти данные показатели как функции времени при условии, что в начальный момент времени система находилась в состоянии 0.

Вариант 4

Система состоит из трёх подсистем. Для работы системы в целом необходимо, чтобы работали хотя бы две подсистемы. Интенсивности отказа подсистем одинаковы и равны $\lambda = 2$ ч$^{-1}$. Восстановление отказавших подсистем производится одной ремонтной бригадой по принципу обратного приоритета (сначала восстанавливают ту подсистему, что отказала последней). Среднее время восстановления одной подсистемы $T = 0{,}5$ ч. Определить вероятности нахождения в каждом из состояний и коэффициент готовности в установившемся режиме. А также, решив систему дифференциальных уравнений, найти данные показатели как функции времени при условии, что в начальный момент времени система находилась в состоянии 0.

Вариант 5

Система состоит из трёх подсистем. Для работы системы в целом необходимо, чтобы работала хотя бы одна подсистема. Интенсивности отказа подсистем одинаковы и равны $\lambda = 2$ ч$^{-1}$. Восстановление отказавших подсистем производится двумя ремонтными бригадами по принципу прямого приоритета (в порядке поломки). Среднее время восстановления одной подсистемы $T = 0{,}5$ ч. Определить вероятности нахождения в каждом из состояний и коэффициент готовности в установившемся режиме. А также, решив систему дифференциальных уравнений, найти данные показатели как функции времени при условии, что в начальный момент времени система находилась в состоянии 0.

Вариант 6

Система состоит из трёх подсистем. Для работы системы в целом необходимо, чтобы работала хотя бы одна подсистема. Интенсивности отказа подсистем одинаковы и равны $\lambda = 2$ ч$^{-1}$. Восстановление отказавших подсистем производится двумя ремонтными бригадами по принципу обратного приоритета (сначала восстанавливают ту подсистему, что отказала последней). Среднее время восстановления одной подсистемы $T = 0{,}5$ ч. Определить вероятности нахождения в каждом из состояний и коэффициент готовности в установившемся режиме. А также, решив систему дифференциальных уравнений, найти данные показатели как функции времени при условии, что в начальный момент времени система находилась в состоянии 0.

Вариант 7

Система состоит из трёх подсистем. Для работы системы в целом необходимо, чтобы работала хотя бы одна подсистема. Интенсивности отказа подсистем одинаковы и равны $\lambda = 2$ ч$^{-1}$. Восстановление производится одной ремонтной бригадой с второй подсистемы, после чего по принципу прямого приоритета (в порядке поломки) восстанавливаются две другие системы. Среднее время восстановления одной подсистемы $T = 0{,}5$ ч. Определить вероятности нахождения в каждом из состояний и коэффициент готовности в установившемся режиме. А также, решив систему дифференциальных уравнений, найти данные показатели как функции времени при условии, что в начальный момент времени система находилась в состоянии 0.

Вариант 8

Система состоит из трёх подсистем. Для работы системы в целом необходимо, чтобы работала хотя бы одна подсистема. Интенсивности отказа подсистем одинаковы и равны $\lambda = 2$ ч$^{-1}$. Восстановление производится одной ремонтной бригадой с третьей подсистемы, после чего по принципу обратного приоритета (сначала восстанавливают ту подсистему, что отказала последней) восстанавливаются две другие системы. Среднее время восстановления одной подсистемы $T = 0{,}5$ ч. Определить вероятности нахождения в каждом из состояний и коэффициент готовности в установившемся режиме. А также, решив систему дифференциальных уравнений, найти данные показатели как функции времени при условии, что в начальный момент времени система находилась в состоянии 0.

Вариант 9

Система состоит из трёх подсистем. Для работы системы в целом необходимо, чтобы работала хотя бы одна подсистема. Интенсивности отказа подсистем одинаковы и равны $\lambda = 2$ ч$^{-1}$. Восстановление отказавших подсистем производится четырьмя ремонтными бригадами по принципу прямого приоритета (в порядке поломки). Среднее время восстановления одной подсистемы $T = 0{,}5$ ч. Определить вероятности нахождения в каждом из состояний и коэффициент готовности в установившемся режиме. А также, решив систему дифференциальных уравнений, найти данные показатели как функции времени при условии, что в начальный момент времени система находилась в состоянии 0.

Вариант 10

Система состоит из трёх подсистем. Для работы системы в целом необходимо, чтобы работала хотя бы одна подсистема. Интенсивности отказа подсистем одинаковы и равны $\lambda = 2$ ч$^{-1}$. Восстановление отказавших подсистем производится пятью ремонтными бригадами по принципу обратного приоритета (сначала восстанавливают ту подсистему, что отказала последней). Среднее время восстановления одной подсистемы $T = 0{,}5$ ч. Определить вероятности нахождения в каждом из состояний и коэффициент готовности в установившемся режиме. А также, решив систему дифференциальных уравнений, найти данные показатели как функции времени при условии, что в начальный момент времени система находилась в состоянии 0.

Список рекомендуемой литературы

1. Острейковский В. А. Теория надёжности: учеб. для вузов. — М.: Высшая школа, 2003.

2. Половко А. М., Гуров С. В. Основы теории надёжности: учеб. пособие для вузов. — СПб.: БХВ-Петербург, 2006.

3. Половко А. М., Гуров С. В. Основы теории надёжности: практикум: учеб. пособие для вузов. — СПб.: БХВ-Петербург, 2006.

4. Ушаков И. А. Курс теории надёжности систем: учеб. пособие для вузов. — М.: Дрофа, 2008.

Некоторые из данных книг издавались неоднократно, можно использовать любое издание. Кроме того, не стоит ограничиваться лишь указанными источниками.

Учебное издание

Сабатулина Татьяна Леонидовна

ЧИСЛЕННАЯ ОЦЕНКА
ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЁЖНОСТИ
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ
Методические указания для студентов направления
«Информационные системы и технологии»

Редактор и корректор *И. Н. Жеганина*

Подписано в печать 24.04.12. Формат $60\times 90/16$.
Усл. печ. л. 2,0.
Тираж 20 экз. Заказ № 82/2012.

Издательство
Пермского национального исследовательского
политехнического университета.
Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, к. 113.
Тел. (342) 219-80-33.