

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ Императора Александра I»

Кафедра «Высшая математика»

Н.В. Грибкова

Задание
для контрольной работы
по дисциплине

«ОСНОВЫ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ» (Б1.О.22)

для специальности

(23.05.04) «Эксплуатация железных дорог»

по специализациям

«Магистральный транспорт»

«Грузовая и коммерческая работа»

«Пассажирский комплекс железнодорожного транспорта»

«Транспортный бизнес и логистика»

Контрольная работа (часть 1) – Расчет надежности структурных схем

Контрольная работа (часть 2) – Нахождение количественных показателей надежности аналитическими и статистическими методами

Санкт-Петербург
2020

Часть 1. Исходными данными для работы являются структурная схема объекта, состоящего из десяти элементов (данная в таблице 1), и интенсивности отказов этих элементов (данные в таблице 2). Известно, что интенсивности отказов элементов не зависят от времени (постоянны), что означает, что время до отказа у всех элементов имеет экспоненциальное распределение. Отказы элементов являются независимыми.

Вариант структурной схемы из таблицы 1 и интенсивности из таблицы 2 выбираются в соответствии с правилами, данными в файле «правила».

Требуется:

1. Изучить методику расчета надежности структурных схем.
2. Выписать функцию структуры (для своего варианта).
3. Для данной структурной схемы найти формулы для вычисления надежности и вероятности отказа системы, как функции времени t
4. Определить среднее время безотказной работы системы $T_{\text{ср.}}$.
5. Провести расчеты показателей надежности заданной системы (для для своего варианта схемы и своих значений интенсивностей отказов $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_{10}$), а также случая, соответствующего случаю одинаково надежных элементов $\lambda_i = \text{const}$ (см. последний столбец таблицы интенсивностей). Построить два графика функции надежности $R_S(t)$, как функции от времени на интервале $[0, 2T_{\text{ср.}}]$ в одной системе координат. Сравнить надежности.
6. Дать количественно-обоснованное заключение по следующим вопросам:
 - а) Как влияет равнонадежность элементов на общую надежность системы?
 - б) Какие элементы системы являются критическими с точки зрения ее надежности?

Часть 2.

Задача 1. Устройство с временем наработки до отказа T имеет постоянную интенсивность отказов $v(t) = \lambda = \text{const}$ (час.)⁻¹. Требуется:

- 1) определить вероятность того, что устройство проработает не откажет в течение n месяцев;
- 2) найти среднее время до отказа $T_{\text{ср.}}$ устройства;
- 3) найти вероятность того, что устройство проработает безотказно дольше, чем $T_{\text{ср.}}$

Задача 2. Известно, что машина с постоянной интенсивностью отказов λ проработает 100 часов без поломок с вероятностью p . Найти:

- 1) интенсивность отказов λ ;
- 2) вероятность того, что машина проработает 500 часов без сбоев;
- 3) вероятность того, что машина выйдет из строя в течение 1000 часов, если известно, что 500 часов она проработала безотказно.

Требуется решить задачи 1 и 2 с параметрами своего варианта. Правило выбора параметров λ (для задачи 1) и p (для задачи 2) описано в файле «правила».

Варианты индивидуальных заданий

| № п.п. | Схема системы | № п.п. | Схема системы |
|-----------|---------------|-----------|---------------|
| 1 | | 11 | |
| 2 | | 12 | |
| 3 | | 13 | |
| 4 | | 14 | |
| 5 | | 15 | |

| № п.п. | Схема системы | № п.п. | Схема системы |
|--------|---------------|--------|---------------|
| 6 | | 16 | |
| 7 | | 17 | |
| 8 | | 18 | |
| 9 | | 19 | |
| 10 | | 20 | |

Таблица 2

Интенсивности отказов элементов λ_i , $i = 1, \dots, 10$, и λ_{const} в час⁻¹

| № | λ_1 | λ_1 | λ_1 | λ_1 | λ_1 | λ_1 | λ_1 | λ_1 | λ_1 | λ_1 | λ_{const} |
|----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|
| 1 | 1/200 | 1/100 | 1/300 | 1/400 | 1/100 | 1/500 | 1/200 | 1/300 | 1/300 | 1/100 | 1/200 |
| 2 | 1/300 | 1/200 | 1/100 | 1/200 | 1/700 | 1/200 | 1/800 | 1/100 | 1/200 | 1/100 | 1/300 |
| 3 | 1/400 | 1/100 | 1/300 | 1/200 | 1/200 | 1/300 | 1/500 | 1/300 | 1/500 | 1/100 | 1/200 |
| 4 | 1/300 | 1/200 | 1/400 | 1/100 | 1/100 | 1/300 | 1/300 | 1/400 | 1/400 | 1/500 | 1/100 |
| 5 | 1/200 | 1/300 | 1/300 | 1/100 | 1/100 | 1/200 | 1/600 | 1/100 | 1/200 | 1/100 | 1/300 |
| 6 | 1/400 | 1/500 | 1/300 | 1/700 | 1/200 | 1/600 | 1/200 | 1/200 | 1/100 | 1/100 | 1/400 |
| 7 | 1/200 | 1/400 | 1/800 | 1/200 | 1/300 | 1/400 | 1/600 | 1/200 | 1/200 | 1/400 | 1/500 |
| 8 | 1/100 | 1/100 | 1/600 | 1/600 | 1/400 | 1/100 | 1/100 | 1/100 | 1/200 | 1/100 | 1/500 |
| 9 | 1/400 | 1/300 | 1/200 | 1/100 | 1/200 | 1/300 | 1/400 | 1/100 | 1/200 | 1/500 | 1/300 |
| 10 | 1/100 | 1/200 | 1/100 | 1/200 | 1/200 | 1/300 | 1/800 | 1/600 | 1/200 | 1/100 | 1/200 |
| 11 | 1/200 | 1/200 | 1/800 | 1/800 | 1/100 | 1/400 | 1/200 | 1/200 | 1/400 | 1/200 | 1/400 |
| 12 | 1/200 | 1/200 | 1/100 | 1/100 | 1/500 | 1/600 | 1/100 | 1/200 | 1/200 | 1/200 | 1/300 |
| 13 | 1/50 | 1/200 | 1/600 | 1/800 | 1/200 | 1/300 | 1/200 | 1/400 | 1/200 | 1/200 | 1/200 |
| 14 | 1/600 | 1/400 | 1/100 | 1/100 | 1/200 | 1/50 | 1/100 | 1/200 | 1/500 | 1/200 | 1/100 |
| 15 | 1/300 | 1/200 | 1/500 | 1/600 | 1/100 | 1/400 | 1/300 | 1/100 | 1/100 | 1/200 | 1/600 |
| 16 | 1/400 | 1/200 | 1/400 | 1/100 | 1/100 | 1/700 | 1/800 | 1/900 | 1/200 | 1/200 | 1/400 |
| 17 | 1/100 | 1/200 | 1/100 | 1/200 | 1/100 | 1/200 | 1/300 | 1/300 | 1/400 | 1/400 | 1/300 |
| 18 | 1/400 | 1/500 | 1/100 | 1/100 | 1/300 | 1/600 | 1/300 | 1/300 | 1/400 | 1/400 | 1/700 |
| 19 | 1/200 | 1/200 | 1/300 | 1/300 | 1/300 | 1/100 | 1/200 | 1/200 | 1/200 | 1/600 | 1/200 |
| 20 | 1/800 | 1/700 | 1/400 | 1/100 | 1/200 | 1/200 | 1/300 | 1/700 | 1/400 | 1/500 | 1/100 |
| 21 | 1/700 | 1/300 | 1/200 | 1/200 | 1/800 | 1/600 | 1/300 | 1/50 | 1/100 | 1/200 | 1/600 |
| 22 | 1/300 | 1/100 | 1/300 | 1/140 | 1/100 | 1/500 | 1/200 | 1/300 | 1/300 | 1/100 | 1/300 |
| 23 | 1/200 | 1/300 | 1/200 | 1/200 | 1/200 | 1/600 | 1/800 | 1/200 | 1/200 | 1/300 | 1/400 |
| 24 | 1/100 | 1/200 | 1/300 | 1/400 | 1/500 | 1/100 | 1/800 | 1/800 | 1/200 | 1/200 | 1/200 |
| 25 | 1/200 | 1/100 | 1/300 | 1/140 | 1/100 | 1/500 | 1/200 | 1/300 | 1/300 | 1/100 | 1/100 |
| 26 | 1/300 | 1/300 | 1/300 | 1/400 | 1/400 | 1/600 | 1/600 | 1/800 | 1/800 | 1/300 | 1/300 |
| 27 | 1/400 | 1/100 | 1/600 | 1/100 | 1/600 | 1/100 | 1/300 | 1/400 | 1/100 | 1/600 | 1/400 |
| 28 | 1/200 | 1/200 | 1/200 | 1/300 | 1/300 | 1/600 | 1/100 | 1/100 | 1/200 | 1/200 | 1/200 |
| 29 | 1/600 | 1/500 | 1/400 | 1/400 | 1/100 | 1/100 | 1/300 | 1/300 | 1/200 | 1/200 | 1/800 |
| 30 | 1/100 | 1/700 | 1/800 | 1/800 | 1/400 | 1/100 | 1/100 | 1/100 | 1/100 | 1/600 | 1/600 |
| 31 | 1/50 | 1/100 | 1/200 | 1/400 | 1/300 | 1/600 | 1/600 | 1/600 | 1/200 | 1/200 | 1/300 |
| 32 | 1/200 | 1/200 | 1/800 | 1/800 | 1/200 | 1/200 | 1/300 | 1/300 | 1/200 | 1/200 | 1/200 |
| 33 | 1/200 | 1/200 | 1/300 | 1/300 | 1/400 | 1/400 | 1/600 | 1/800 | 1/100 | 1/200 | 1/100 |
| 34 | 1/100 | 1/100 | 1/200 | 1/200 | 1/300 | 1/300 | 1/400 | 1/200 | 1/200 | 1/200 | 1/300 |
| 35 | 1/300 | 1/100 | 1/300 | 1/50 | 1/50 | 1/500 | 1/300 | 1/600 | 1/600 | 1/300 | 1/400 |