

# Диагностика и надежность автоматизированных систем

## Лабораторная работа №3 Восстанавливаемые системы.

Разработал: А.А. Ефремов

Томский политехнический университет, 2024

## ЗАДАНИЕ

### Цель работы:

освоить процедуру расчета показателей надежности последовательно-параллельных систем с различными видами резервирования и восстановлением.

### Ход работы:

1. Для работы студентам предлагается блок-схема надежности технической системы, определенная в соответствии с вариантом (Табл. 1, 2). Интенсивности отказов и восстановлений элементов также указаны в Табл. 3.
2. Составить граф состояний и переходов для данной системы. Отметить на графе интенсивности переходов; каждое состояние должно быть обозначено номером и логическим выражением.

## ЗАДАНИЕ

3. Записать систему дифференциальных уравнений, соответствующую полученному графу.
4. Записать систему алгебраических уравнений с использованием преобразования Лапласа, при условии, что в момент времени  $t = 0$  система находится в состоянии 1.
5. В ПО Mathcad записать полученную систему уравнений в матричном виде.
6. Найти решение системы в изображениях по Лапласу и в области времени (оригиналы). При записи ответа рекомендуется использовать округление до четвертой значащей цифры.
7. Построить график функции готовности (если возможно).

## ЗАДАНИЕ

8. Найти стационарный коэффициент готовности.
9. Записать систему уравнений, позволяющую определить среднее время до полного отказа системы.
10. Используя ПО Mathcad, решить полученную систему; найти среднее время до полного отказа системы.
11. Определить стационарный коэффициент готовности системы и среднее время до полного отказа системы, при условии, что интенсивности восстановлений уменьшены в два раза; сравнить функции готовности системы (если возможно) с первоначальной интенсивностью восстановлений и с уменьшенной (построить графики).

## ЗАДАНИЕ

12. Считая, что в момент времени  $t = 0$  система может находиться с одинаковой вероятностью в любом работоспособном состоянии, определить функцию готовности системы (*если возможно*), стационарный коэффициент готовности и среднее время до полного отказа системы (для первоначальной интенсивности восстановления).
13. Сделать вывод.

## ЗАДАНИЕ

Таблица 1

Группа 158Т02

Имя студента	вариант
Ван Цзинфань	2
Ван Цзячэн	29
Гао Тяньюй	6
Гуань Ивэнь	9
Е Хэчжи	21
Лю Дэнхуэй	7
Лян Чаодун	26
Лянь Лобинь	25
Пэн Ан	33

Имя студента	вариант
Сяо Цяньцянь	16
Цзяо Люшо	3
Чан Имин	24
Чан Яцун	5
Чжан Синь	10
Чжао Фуцай	12
Чжэн Хао	17
Чэнь Са	8

## ЗАДАНИЕ

Таблица 2

### Группа 8Т01

Имя студента	вариант
Балухта Алексей Игоревич	27
Богданова Вероника Антоновна	18
Грачева Полина Игоревна	35
Емельянов Кирилл Андреевич	13
Колотихин Евгений Иванович	30
Курганов Илья	19
Мамонтов Фёдор Алексеевич	20
Мангибаева Инкар Ерболатовна	34
Ольховский Вячеслав Романович	32

Имя студента	вариант
Пономаренко Анастасия Юрьевна	11
Порошин Андрей Владимирович	22
Прохорчук Станислав Вячеславович	4
Серебренников Владислав Леонидович	15
Смекалов Павел Витальевич	23
Сурков Данила Сергеевич	31
Толстогузов Игорь Николаевич	1
Черкасов Данил Дмитриевич	14
Шмидт Владислав Анатольевич	28

## ЗАДАНИЕ

Таблица 3

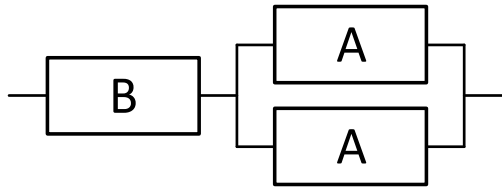
Вариант	Схема	Интенсивность отказов		Интенсивность восстановлений	
		$\lambda_A, \text{ч}^{-1}$	$\lambda_B, \text{ч}^{-1}$	$\mu_A, \text{ч}^{-1}$	$\mu_B, \text{ч}^{-1}$
1	3	0.0005	0.0001	0.006	0.0015
2	1	0.0015	0.0004	0.008	0.005
3	6	0.002	0.0001	0.02	0.001
4	4	0.0008	0.0002	0.008	0.004
5	3	0.0009	0.0007	0.005	0.002
6	6	0.0015	0.0002	0.01	0.0025
7	4	0.00125	0.0002	0.01	0.0025
8	2	0.001	0.0005	0.01	0.008
9	6	0.0025	0.0001	0.008	0.005
10	6	0.0025	0.0004	0.005	0.004
11	6	0.003	0.0002	0.025	0.002
12	1	0.0025	0.0002	0.004	0.001
13	1	0.001	0.0005	0.01	0.008
14	2	0.005	0.0008	0.04	0.008
15	3	0.0004	0.0002	0.008	0.005
16	2	0.0025	0.0002	0.004	0.001
17	5	0.001	0.0015	0.02	0.015
18	3	0.0007	0.0005	0.008	0.005

Вариант	Схема	Интенсивность отказов		Интенсивность восстановлений	
		$\lambda_A, \text{ч}^{-1}$	$\lambda_B, \text{ч}^{-1}$	$\mu_A, \text{ч}^{-1}$	$\mu_B, \text{ч}^{-1}$
19	5	0.0002	0.0006	0.008	0.01
20	6	0.001	0.0004	0.01	0.008
21	4	0.0016	0.0003	0.0125	0.0025
22	4	0.005	0.001	0.04	0.015
23	1	0.002	0.0001	0.02	0.001
24	5	0.0008	0.001	0.008	0.006
25	4	0.0007	0.0001	0.015	0.006
26	1	0.005	0.0002	0.04	0.0001
27	5	0.0004	0.0005	0.005	0.008
28	2	0.005	0.0002	0.04	0.0001
29	1	0.005	0.0008	0.04	0.008
30	5	0.00015	0.0004	0.004	0.005
31	3	0.0008	0.0005	0.007	0.01
32	5	0.0005	0.0004	0.005	0.003
33	2	0.002	0.0001	0.02	0.001
34	2	0.0015	0.0004	0.008	0.005
35	3	0.0005	0.0002	0.0008	0.004
36	4	0.001	0.0003	0.02	0.004

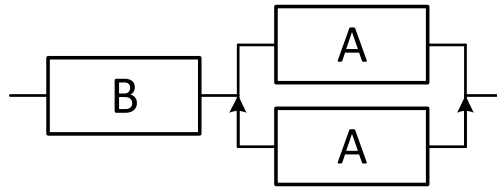


## ЗАДАНИЕ

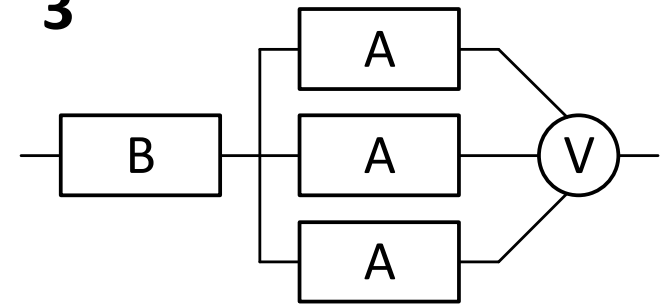
1



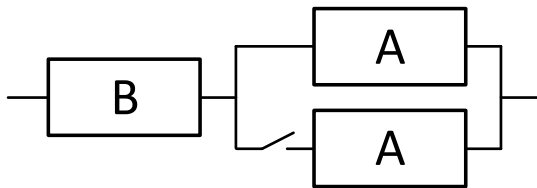
2



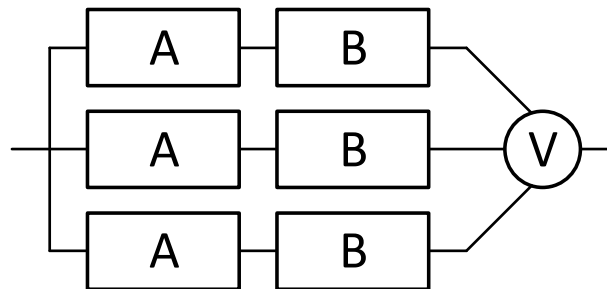
3



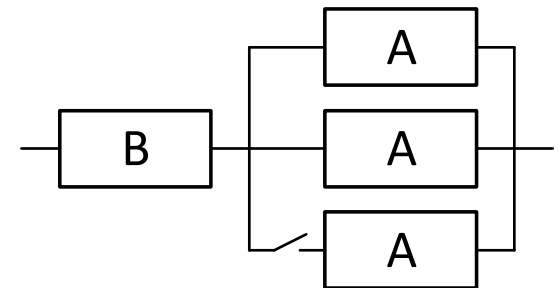
4



5



6



Пояснения к схемам

**Схема 2:** Интенсивность отказа элемента в состоянии теплого резерва в  $N$  раз меньше его интенсивности отказа в рабочем режиме;  $N$  – номер варианта.

**Схема 6:** Элемент из холодного резерва подключается при первом отказе элементов из резервированной группы.