

Безопасность, надежность технических систем,  
методы оценки и управления риском

Лабораторная работа №3  
Восстанавливаемые системы.

Разработал: А.А. Ефремов

Томский политехнический университет, 2025

## ЗАДАНИЕ

### Цель работы:

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

### Ход работы:

1. Для системы, заданной по варианту (Таблица 1, Приложение 1), постройте граф состояний и переходов.
2. Запишите систему дифференциальных уравнений, соответствующую полученному графу.
3. Запишите систему алгебраических уравнений с использованием преобразования Лапласа, при условии, что в момент времени  $t = 0$  система находится в состоянии 1.

## ЗАДАНИЕ

4. Определите значение стационарного коэффициента готовности.
5. Запишите систему уравнений, позволяющую определить среднее время до полного отказа системы.
6. Используя ПО Mathcad, решите полученную систему; определите значение среднего времени до отказа восстанавливаемой системы.
7. Сравните результат п.6 со средним временем до отказа системы без восстановления.
8. Повторите пп. 4 и 6, уменьшая поочередно интенсивности отказов и восстановлений компонентов системы на 10%. Объясните полученные результаты.

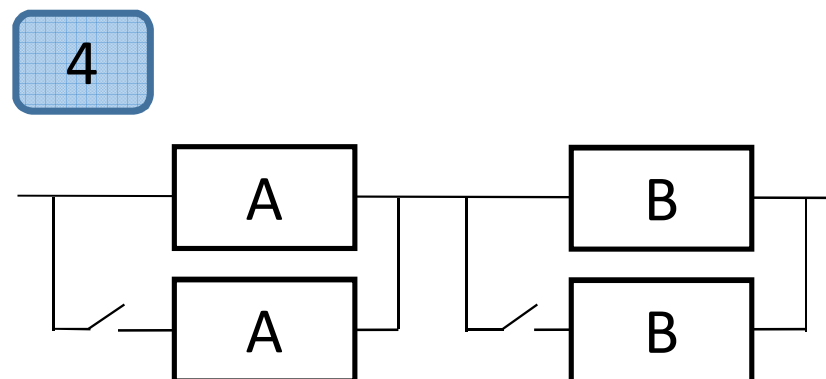
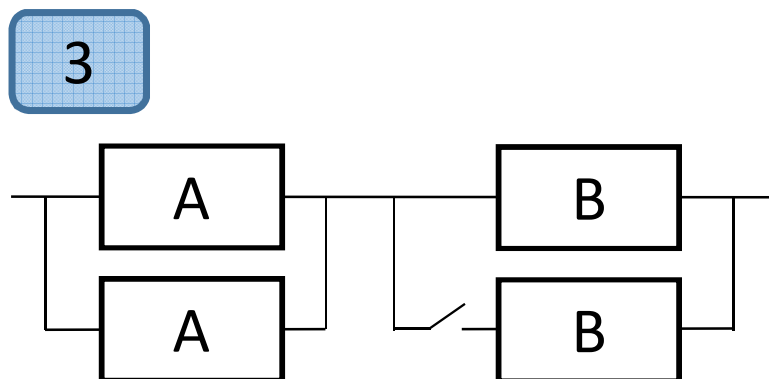
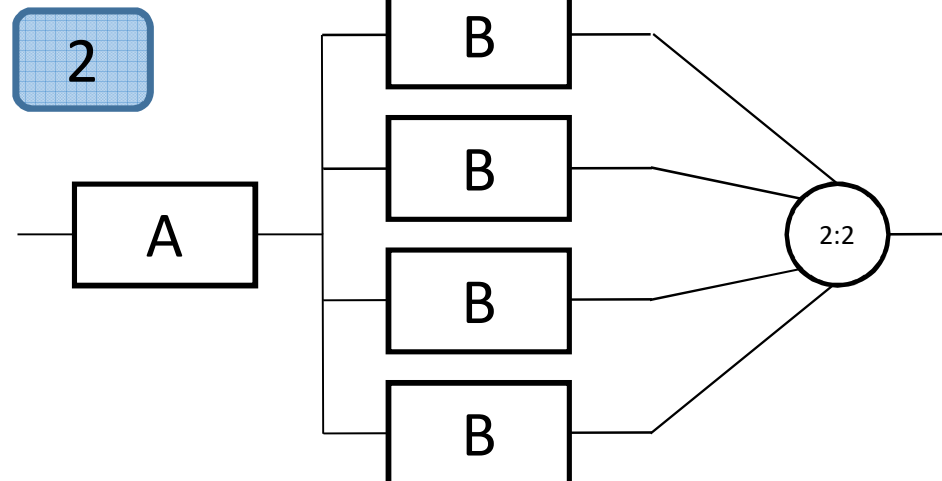
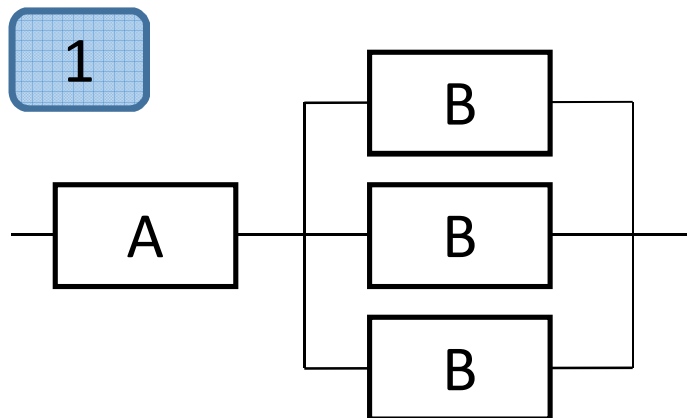
## ЗАДАНИЕ

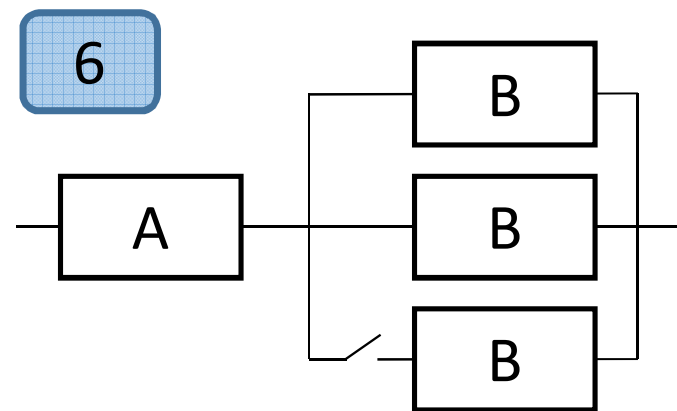
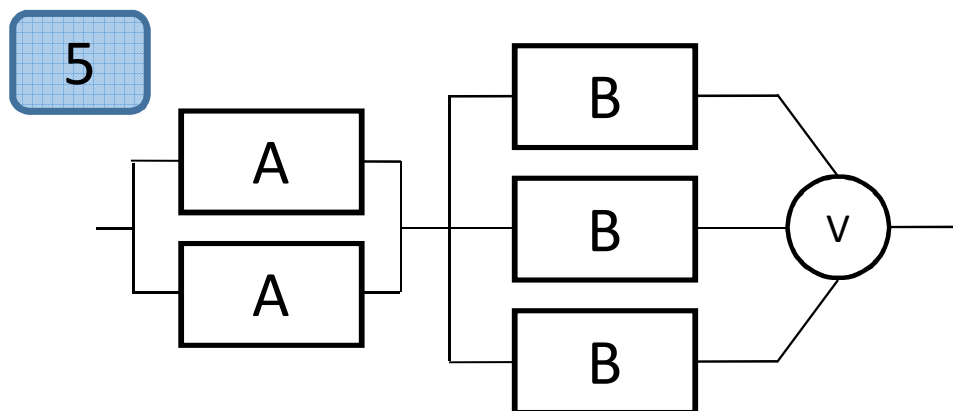
9. Повторите пп. 4 и 6 при условии, что в момент времени  $t = 0$  система может с равной вероятностью находиться в любом работоспособном состоянии.
10. Сделайте вывод по работе.

ТАБЛИЦА 1

| 8ТМ42                              | Схема | $\lambda_A, \text{час}^{-1}$ | $\lambda_B, \text{час}^{-1}$ | $\mu_A, \text{час}^{-1}$ | $\mu_B, \text{час}^{-1}$ |
|------------------------------------|-------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Артемьев Артём Викторович          | 1     | 0,0006                       | 0,006                        | 0,008                    | 0,02                     |
| Балухта Алексей Игоревич           | 4     | 0,001                        | 0,002                        | 0,006                    | 0,01                     |
| Бауэр Александр Викторович         | 5     | 0,0001                       | 0,0006                       | 0,0008                   | 0,006                    |
| Борзунов Денис Владимирович        | 3     | 0,00025                      | 0,0005                       | 0,002                    | 0,001                    |
| Вальтер Любовь Андреевна           | 5     | 0,0015                       | 0,001                        | 0,003                    | 0,0025                   |
| Вышегородский Александр Викторович | 4     | 0,0005                       | 0,0004                       | 0,004                    | 0,003                    |
| Гладкова Жанна Николаевна          | 2     | 0,0002                       | 0,0001                       | 0,007                    | 0,0015                   |
| Глазырина Татьяна Анатольевна      | 5     | 0,001                        | 0,0007                       | 0,008                    | 0,005                    |
| Гончаров Илья Олегович             | 1     | 0,0005                       | 0,004                        | 0,007                    | 0,015                    |
| Долгих Иван Михайлович             | 6     | 0,0005                       | 0,0015                       | 0,004                    | 0,007                    |
| Кватюра Иван Дмитриевич            | 3     | 0,0003                       | 0,0006                       | 0,0035                   | 0,0045                   |
| Колодяжный Семен Сергеевич         | 6     | 0,0002                       | 0,001                        | 0,004                    | 0,006                    |
| Ларина Анастасия Валерьевна        | 2     | 0,00025                      | 0,00015                      | 0,006                    | 0,005                    |
| Линеенко Сергей Владимирович       | 4     | 0,0007                       | 0,001                        | 0,005                    | 0,006                    |
| Максимов Максим Александрович      | 5     | 0,0007                       | 0,0006                       | 0,008                    | 0,004                    |
| Маматов Яков Сергеевич             | 6     | 0,0005                       | 0,0008                       | 0,003                    | 0,004                    |
| Пустыльный Руслан Николаевич       | 4     | 0,0006                       | 0,0005                       | 0,004                    | 0,002                    |
| Сурков Максим Юрьевич              | 6     | 0,0008                       | 0,002                        | 0,006                    | 0,01                     |
| Толстогузов Игорь Николаевич       | 1     | 0,0004                       | 0,002                        | 0,006                    | 0,01                     |
| Точе Тиам Гедеон Стив              | 2     | 0,0003                       | 0,0002                       | 0,005                    | 0,008                    |
| Шилимов Валентин Валентинович      | 3     | 0,0004                       | 0,0007                       | 0,0035                   | 0,004                    |

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1





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