

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Вятский государственный университет»

Факультет автоматики и вычислительной техники

Кафедра электронных вычислительных машин

Системное проектирование вычислительного комплекса путём
стохастического моделирования

Отчет по лабораторной работе №3 дисциплины
«Высокопроизводительные вычислительные комплексы»

Вариант 8

Выполнил студент группы ИВТ-41 _____/Крючков И. С./
Проверил _____/Мельцов В. Ю./

Киров 2023

1. Задание №1

Выберите блок-схему ВС, соответствующую заданию.

Количество: $PP=2$; $CK=2$; $MK=2$;

Количество ВЗУ, УВВ: $CK1=2$; $CK2=2$; $MK1=2$; $MK2=2$.

Экранная форма задания №1 представлена на рисунке 1.

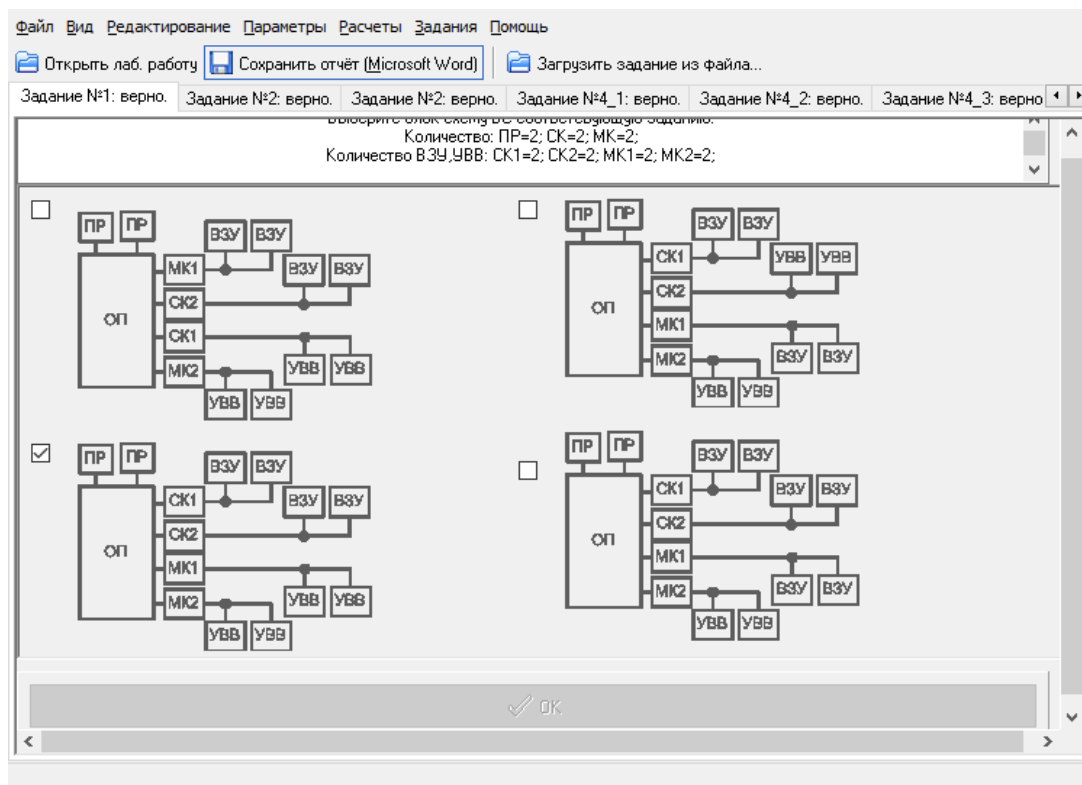


Рисунок 1 – Экранная форма задания №1

2. Задание №2

Выберите стохастическую сетевую модель ВС, соответствующую заданию.

Обозначение систем в сети: $PP= S1$; $CK1= S2$; $CK2= S3$; $MK1=S4$; $MK2=S5$;

Экранная форма задания №2 представлена на рисунке 2.

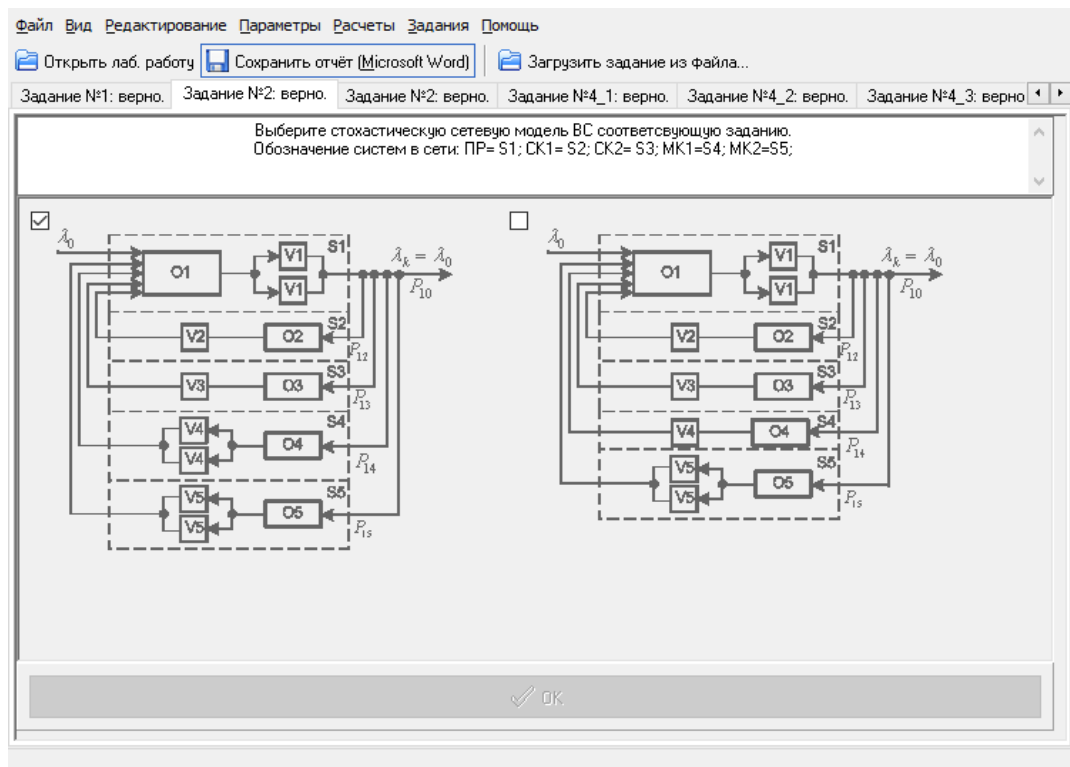


Рисунок 2 – Экранная форма задания №2

3. Задание №3

Укажите граф передачи стохастической сети.

Экранная форма задания №3 представлена на рисунке 3.

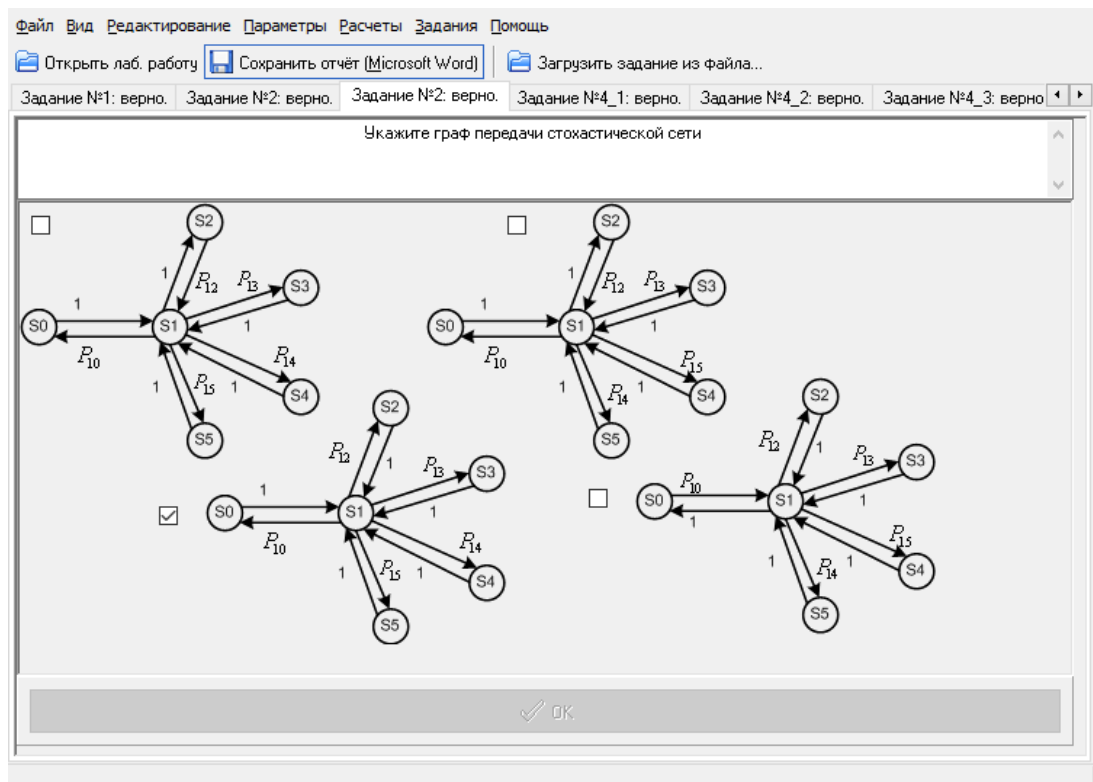


Рисунок 3 – Экранная форма задания №3

4. Задание №4-8

Рассчитать интенсивности входных потоков заявок для S1-S5.

Интенсивность источника заявок $\lambda_0 = 0.1$ (1/с).

Вероятности передач:

$$P[1,0] = 0.2$$

$$P[1,2] = 0.1$$

$$P[1,3] = 0.35$$

$$P[1,4] = 0.25$$

$$P[1,5] = 0.1$$

Среднее время обслуживания одной заявки единицей оборудования:

$$V[\Pi P] = 0.47$$

$$V[B3Y] \text{ для СК1} = 0.25$$

$$V[B3Y] \text{ для СК2} = 0.3$$

$$V[YBB] \text{ для МК1} = 0.52$$

$$V[YBB] \text{ для МК2} = 0.84$$

Все значения округлять до 4х значащих разрядов.

$$P = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ P_{10} & 0 & P_{12} & P_{13} & P_{14} & P_{15} \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Расчетные формулы:

$$\begin{cases} \lambda_0 = P_{10} * \lambda_1 \\ \lambda_1 = \lambda_0 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 \\ \lambda_2 = P_{12} * \lambda_1 \\ \lambda_3 = P_{13} * \lambda_1 \\ \lambda_4 = P_{14} * \lambda_1 \\ \lambda_5 = P_{15} * \lambda_1 \end{cases}$$

Решение:

$$\begin{cases} 0.1 = 0.2 * \lambda_1 \\ \lambda_1 = 0.1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 \\ \lambda_2 = 0.1 * \lambda_1 \\ \lambda_3 = 0.35 * \lambda_1 \\ \lambda_4 = 0.25 * \lambda_1 \\ \lambda_5 = 0.1 * \lambda_1 \end{cases}$$

$$\lambda_1 = \frac{0.1}{0.2} = 0.5$$

$$\lambda_2 = 0.1 * 0.5 = 0.05$$

$$\lambda_3 = 0.35 * 0.5 = 0.175$$

$$\lambda_4 = 0.25 * 0.5 = 0.125$$

$$\lambda_5 = 0.1 * 0.5 = 0.05$$

5. Задание №9-13

Рассчитайте коэффициент передачи α для S1-S5.

Расчетные формулы:

$$\alpha_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_0}$$

Решение:

$$\alpha_1 = \frac{0.5}{0.1} = 5$$

$$\alpha_2 = \frac{0.05}{0.1} = 0.5$$

$$\alpha_3 = \frac{0.175}{0.1} = 1.75$$

$$\alpha_4 = \frac{0.125}{0.1} = 1.25$$

$$\alpha_5 = \frac{0.05}{0.1} = 0.5$$

6. Задание №14

Проверить условие существования стационарного режима в стохастической сети.

Расчетные формулы:

$$\lambda_0 < \min \left\{ \frac{K_1}{\alpha_1 * V_1}; \frac{K_2}{\alpha_2 * V_2}; \frac{K_3}{\alpha_3 * V_3}; \frac{K_4}{\alpha_4 * V_4}; \frac{K_5}{\alpha_5 * V_5} \right\}$$

Решение:

$$\frac{K_1}{\alpha_1 * V_1} = \frac{2}{5 * 0.47} = 0.851$$

$$\frac{K_2}{\alpha_2 * V_2} = \frac{1}{0.5 * 0.25} = 8$$

$$\frac{K_3}{\alpha_3 * V_3} = \frac{1}{1.75 * 0.3} = 1.9048$$

$$\frac{K_4}{\alpha_4 * V_4} = \frac{2}{1.25 * 0.52} = 3.0769$$

$$\frac{K_5}{\alpha_5 * V_5} = \frac{2}{0.5 * 0.84} = 4.7619$$

$0.1 < 0.851$ – Стационарный режим существует

7. Задание №15-19

Рассчитать загрузки одноканальных СМО / средние числа занятых каналов многоканальных СМО

Рассчитать коэффициент β для S1-S5.

Расчетные формулы:

$$\beta_i = \lambda_i * V_i$$

Решение:

$$\beta_1 = 0.5 * 0.47 = 0.235$$

$$\beta_2 = 0.05 * 0.25 = 0.0125$$

$$\beta_3 = 0.175 * 0.3 = 0.0525$$

$$\beta_4 = 0.125 * 0.52 = 0.065$$

$$\beta_5 = 0.05 * 0.84 = 0.042$$

7. Задание №20-24

Рассчитать вероятность простоя [Пи] для S1-S5

Расчетные формулы:

Для одноканальной СМО:

$$\Pi_{0j} = 1 - \rho_j$$

$$\rho_j = \lambda_j * \frac{V_j}{K_j}$$

Для многоканальной СМО:

$$\Pi_{0j} = \left[\frac{\beta_j^{K_j}}{K_j! * \left(1 - \frac{\beta_j}{K_j}\right)} + \sum_{M_j=0}^{K_j-1} \frac{\beta_j^{M_j}}{M_j!} \right]^{-1}$$

Решение:

$$\Pi_{01} = \left[\frac{0.235^2}{2! * \left(1 - \frac{0.235}{2}\right)} + \sum_{M_j=0}^1 \frac{0.235^{M_j}}{M_j!} \right]^{-1} = 0.7897$$

$$\Pi_{02} = 1 - 0.05 * \frac{0.25}{1} = 0.9875$$

$$\Pi_{03} = 1 - 0.175 * \frac{0.3}{1} = 0.9475$$

$$\Pi_{04} = \left[\frac{0.065^2}{2! * \left(1 - \frac{0.065}{2}\right)} + \sum_{M_j=0}^1 \frac{0.065^{M_j}}{M_j!} \right]^{-1} = 0.9371$$

$$\Pi_{05} = \left[\frac{0.042^2}{2! * \left(1 - \frac{0.042}{2}\right)} + \sum_{M_j=0}^1 \frac{0.042^{M_j}}{M_j!} \right]^{-1} = 0.9589$$

8. Задание №25

Рассчитать вероятность простоя [Пи] для сети в целом.

Расчетные формулы:

$$\Pi = \prod_{i=1}^4 \Pi_{0i}$$

Решение:

$$\Pi = 0.7897 * 0.9875 * 0.9475 * 0.9371 * 0.9589 = 0.6639$$

9. Задание №26-30

Рассчитать среднее число заявок, ожидающих обслуживания [L] для S1-S5.

Расчетные формулы:

$$l_j = \frac{\beta_j^{K_j+1}}{K_j! * K_j * \left(1 - \frac{\beta}{K_j}\right)^2} * \Pi_{0j}$$

Решение:

$$l_1 = \frac{0.235^3}{2! * 2 * \left(1 - \frac{0.235}{2}\right)^2} * 0.7897 = 0.003290$$

$$l_2 = \frac{0.0125^2}{1! * 1 * \left(1 - \frac{0.0125}{1}\right)^2} * 0.9875 = 0.000158$$

$$l_3 = \frac{0.0525^2}{1! * 1 * \left(1 - \frac{0.0525}{1}\right)^2} * 0.9475 = 0.00291$$

$$l_4 = \frac{0.065^3}{2! * 2 * \left(1 - \frac{0.065}{2}\right)^2} * 0.9371 = 0.0000687$$

$$l_5 = \frac{0.042^3}{2! * 2 * \left(1 - \frac{0.042}{2}\right)^2} * 0.9589 = 0.00001853$$

10. Задание №31-35

Рассчитать среднее число заявок, пребывающих [m] в S1-S5.

Расчетные формулы:

$$m_i = l_i + \beta_i$$

Решение:

$$m_1 = 0.003290 + 0.235 = 0.2383$$

$$m_2 = 0.000158 + 0.0125 = 0.01266$$

$$m_3 = 0.00291 + 0.0525 = 0.05541$$

$$m_4 = 0.0000687 + 0.065 = 0.0651$$

$$m_5 = 0.00001853 + 0.042 = 0.0420$$

11. Задание №36-40

Рассчитать среднее время ожидания заявки в очереди [W] S1-S5.

Расчетные формулы:

$$W_i = \frac{l_i}{\lambda_i}$$

Решение:

$$W_1 = \frac{0.003290}{0.5} = 0.00657$$

$$W_2 = \frac{0.000158}{0.05} = 0.00316$$

$$W_3 = \frac{0.00291}{0.175} = 0.01663$$

$$W_4 = \frac{0.0000687}{0.125} = 0.00055$$

$$W_5 = \frac{0.00001853}{0.05} = 0.00037$$

12. Задание №41-45

Рассчитать время прибывания заявки в [U] S1-S2.

Расчетные формулы:

$$U_j = W_j + V_j$$

Решение:

$$U_1 = 0.00657 + 0.47 = 0.47657$$

$$U_2 = 0.00316 + 0.25 = 0.25316$$

$$U_3 = 0.01663 + 0.3 = 0.31663$$

$$U_4 = 0.00055 + 0.52 = 0.52055$$

$$U_5 = 0.00037 + 0.84 = 0.84037$$

13. Задание №46

Рассчитать среднее число заявок, ожидающих обслуживания в сети.

Расчетные формулы:

$$l = \sum_{j=1}^n l_j$$

Решение:

$$l = 0.003290 + 0.000158 + 0.00291 + 0.0000687 + 0.00001853 = 0.00645$$

14. Задание №47

Рассчитать среднее число заявок, пребывающих в сети.

Расчетные формулы:

$$m = \sum_{j=1}^n m_j$$

Решение:

$$m = 0.2383 + 0.01266 + 0.05541 + 0.0651 + 0.0420 = 0.41345$$

15. Задание №48

Рассчитать среднее время ожидания заявки в сети.

Расчетные формулы:

$$W = \sum_{j=1}^n \alpha_j * W_j$$

Решение:

$$W = 5 * 0.00657 + 0.5 * 0.00316 + 1.75 * 0.01663 + 1.25 * 0.00055 + 0.5 * 0.00037 = 0.06441$$

16. Задание №49

Рассчитать среднее время прибывания заявки в сети.

Расчетные формулы:

$$U = \sum_{j=1}^n \alpha_j * U_j$$

Решение:

$$U = 5 * 0.47657 + 0.5 * 0.25316 + 1.75 * 0.31663 + 1.25 * 0.52055 + 0.5 * 0.84037 = 4.1344$$

Выводы

1) Построение оптимальной сети

Для построения оптимальной сети требуется изменить количество процессоров и блоков УВВ в исходной сети.

Параметры исходной сети заданы в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры сети

Структура сети										
ПР	СК1	СК2	МК1	МК2	П	l	М	W	U	$\Delta U, \%$
2	2	2	2	2	0.66389	0.00644	0.41344	0.06444	4.13444	0

Основной параметр при сравнении сетей – изменение (в процентах) среднего времени пребывания заявки в сети U по сравнению с исходной системой.

Изменение количества устройств в селекторном канале не будет рассматриваться, так как селекторный канал в каждый момент времени обслуживает лишь одно из множества соединенных с ним ВЗУ. Поэтому СК независимо от количества подключенных к нему ВЗУ рассматривается как одноканальная СМО и изменение количества ВЗУ не будет оказывать влияния на среднее время нахождения заявки в сети.

1.1) Изменение количества процессоров

Для исследования влияния числа процессоров на параметры сети были построены две сети – с одним и с тремя процессорами. Параметры сети с измененным количеством процессоров представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры сети с измененным количеством процессоров

Структура сети										
ПР	СК1	СК2	МК1	МК2	П	l	М	W	U	$\Delta U, \%$
2	2	2	2	2	0.66389	0.00644	0.41344	0.06444	4.13444	0
1	2	2	2	2	0.64313	0.07534	0.48234	0.75344	4.82344	-14.3
3	2	2	2	2	0.66459	0.00331	0.41031	0.03312	4.10312	0.76

При удалении одного процессора среднее время нахождения заявки в сети U увеличилось примерно на 14%, за счет увеличения среднего времени ожидания заявки в сети W . Один процессор «хуже» справляется с заданной

интенсивностью поступления заявок, поэтому одного процессора недостаточно.

При добавлении третьего процессора U уменьшилось на 0.76%, поэтому добавление третьего процессора нецелесообразно.

Таким образом, для построения оптимальной сети необходимо два процессора.

1.2) Изменение количества УВВ

Для исследования влияния числа УВВ на параметры сети были построены две сети – с одним УВВ и с тремя. Параметры сети с измененным количеством УВВ представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Параметры сети с измененным количеством УВВ

Структура сети										
ПР	СК1	СК2	МК1	МК2	П	l	М	W	U	$\Delta U, \%$
2	1	1	2	2	0.66389	0.00644	0.41344	0.06444	4.13444	0
2	1	1	1	2	0.66245	0.01089	0.41789	0.10894	4.17894	-1.07
2	1	1	2	1	0.66329	0.00827	0.41527	0.08267	4.15267	-0.44
2	1	1	1	1	0.66185	0.01271	0.41971	0.12717	4.19717	-1.52
2	1	1	2	3	0.66390	0.00642	0.41342	0.06426	4.13426	0.003
2	1	1	3	2	0.66391	0.00637	0.41337	0.06376	4.13377	0.016

При удалении одного УВВ из канала МК1 среднее время нахождения заявки в сети увеличилось чуть больше, чем на 1%.

При удалении одного УВВ из канала МК2 U увеличилось на чуть меньше, чем на половину процента.

При удалении по одному УВВ из каждого МК среднее время нахождения заявки в сети увеличилось незначительно – примерно на 1.5%.

В целях сокращения затрат на построение сети можно использовать по одному УВВ в каждом МК.

Увеличение количества УВВ почти не влияет на U .

Добавление дополнительных УВВ не оправдано.

Таким образом, оптимальная стохастическая сеть, построенная на основе исследуемой, включает в себя:

- 2 процессора;

- 1 блок ВЗУ в СК1;
- 1 блок ВЗУ в СК2;
- 1 блок УВВ в МК1;
- 1 блок УВВ в МК2.

Параметры оптимальной сети представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Параметры оптимальной сети

Структура сети										
ПР	СК1	СК2	МК1	МК2	П	l	М	W	U	$\Delta U, \%$
2	1	1	1	1	0.66185	0.01271	0.41971	0.12717	4.19717	-1.52

Блок-схема оптимальной сети представлена на рисунке 1.

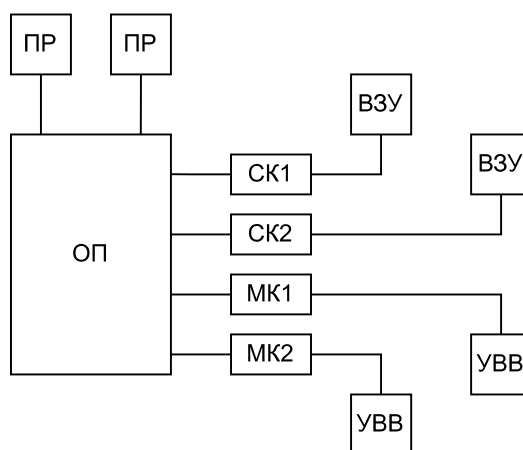


Рисунок 1 – Блок-схема оптимальной сети