

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Вятский государственный университет»**  
Факультет автоматики и вычислительной техники  
Кафедра электронных вычислительных машин

Отчет по лабораторной работе №3  
по дисциплине «Высокопроизводительные вычислительные комплексы»  
Вариант 6

Выполнил студент группы ИВТ-42 \_\_\_\_\_/Рзаев А. Э./

Проверил доцент кафедры ЭВМ \_\_\_\_\_/Мельцов В. Ю./

Киров 2018

# 1 Выполнение лабораторной работы

## Задание №1

Экранная форма первого задания представлена на рисунке 1

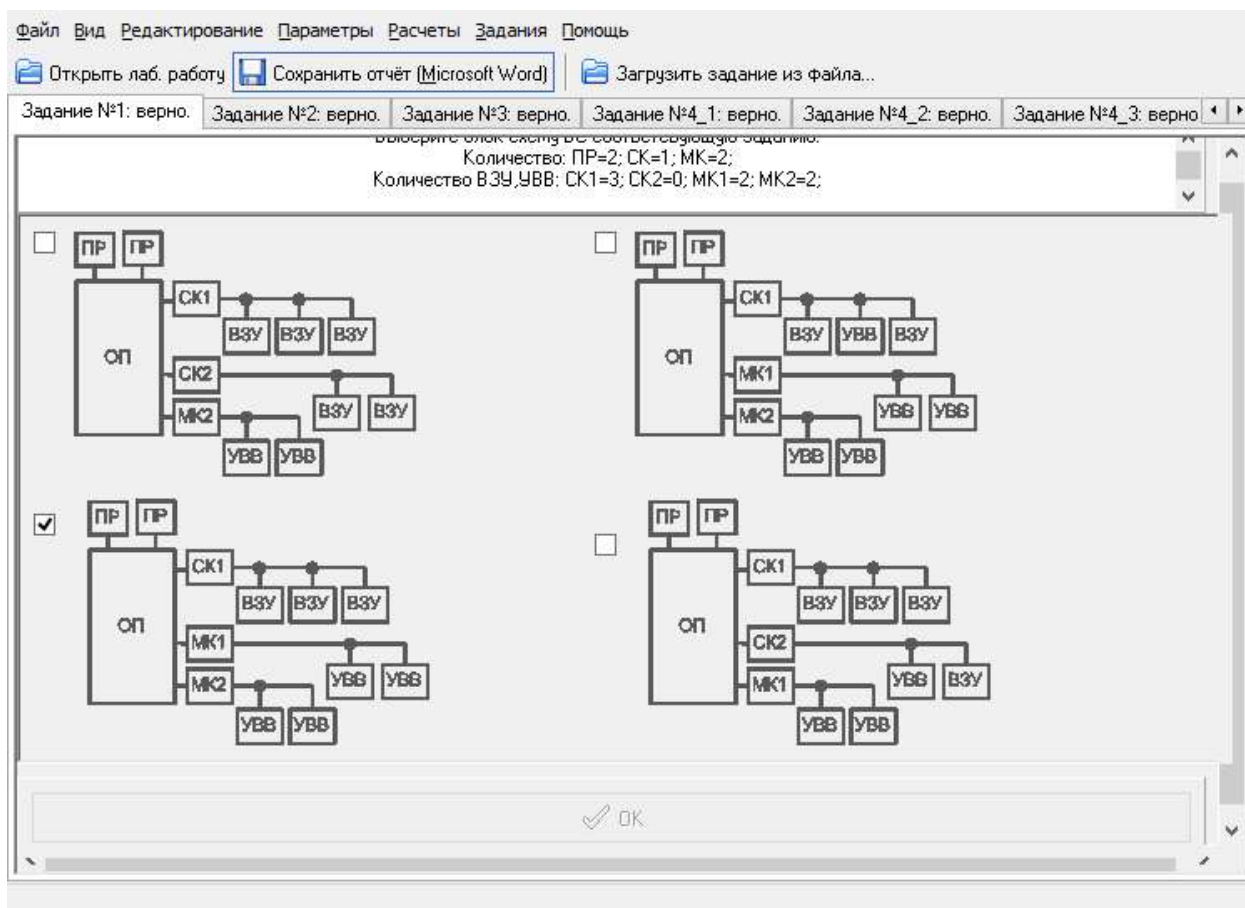


Рисунок 1 – Задание №1

### Задание:

Выберите блок-схему ВС соответствующую заданию.

Количество: ПР=2; СК=1; МК=2;

Количество ВЗУ, УВВ: СК1=3; СК2=0; МК1=2; МК2=2;

### Решение:

Блок-схема, соответствующая заданию представлена на схеме 3.

## Задание №2

Экранная форма второго задания представлена на рисунке 2.

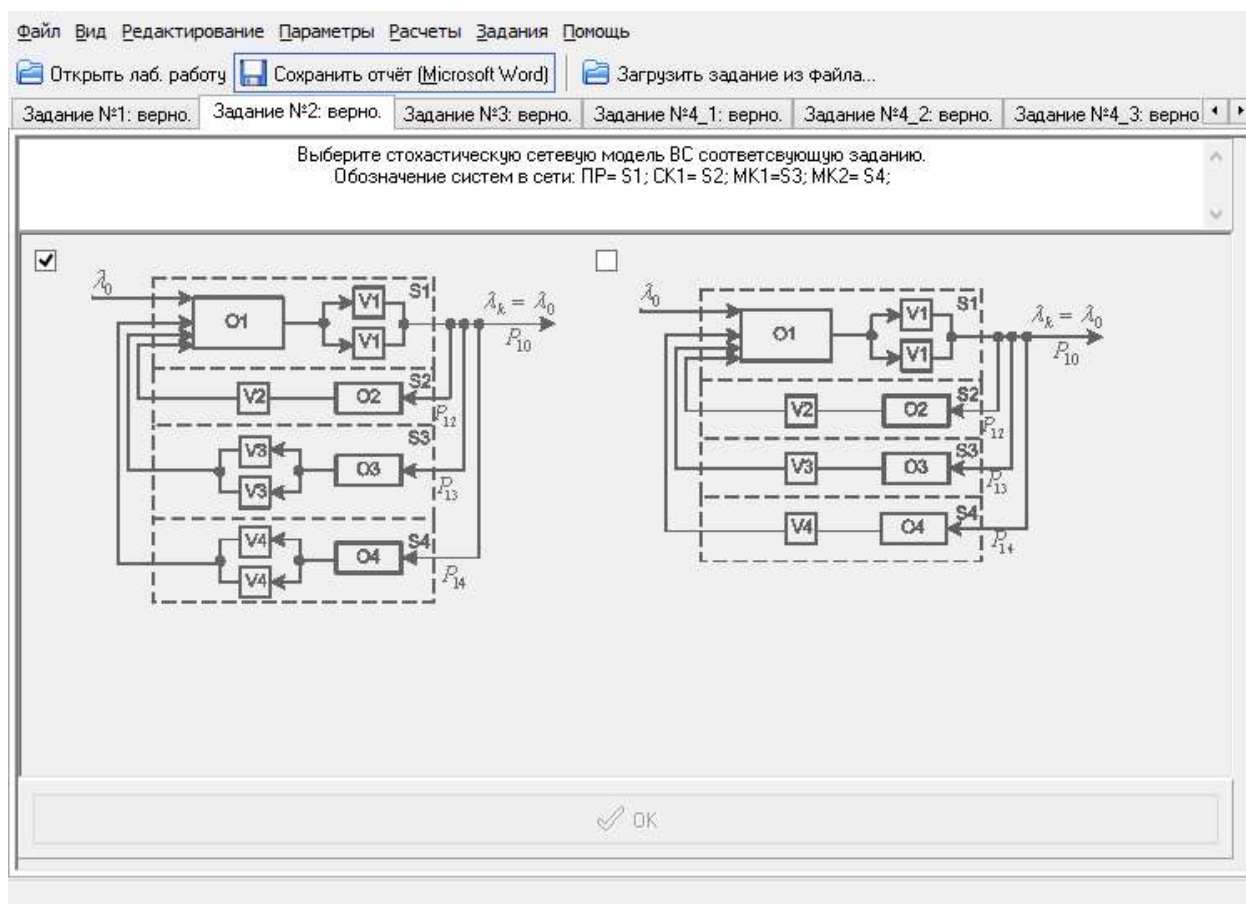


Рисунок 2 – Задание №2

### Задание:

Выберите стохастическую сетевую модель ВС, соответствующую заданию.  
Обозначение систем в сети: ПР= S1; СК1= S2; МК1=S3; МК2= S4;

### Решение:

Правильная сетевая модель представлена в первом варианте ответа.

### Задание №3

Экранная форма задания 3 представлена на рисунке 3.

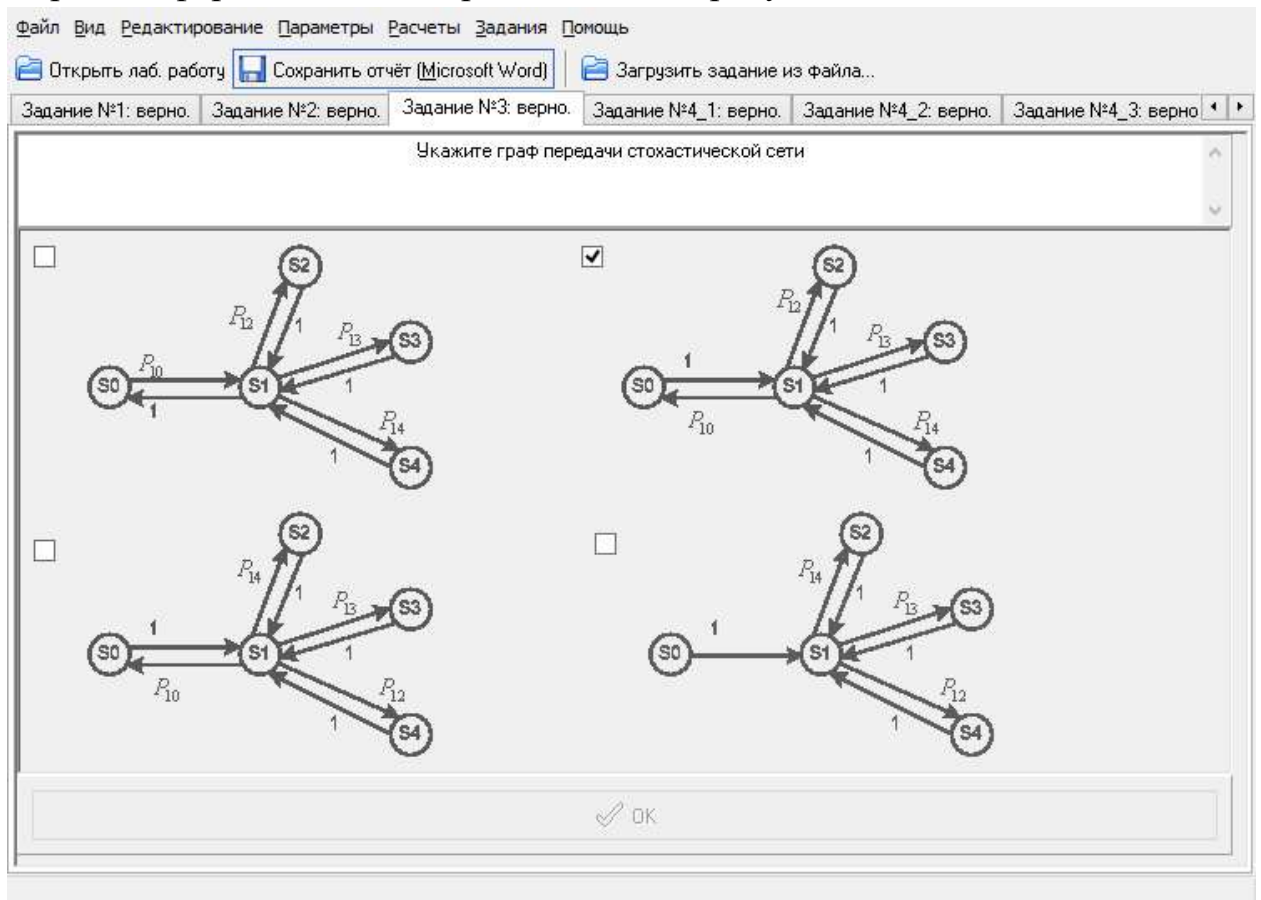


Рисунок 3 – Задание №3

### Задание

Укажите граф передачи стохастической сети

### Решение

Правильный граф передачи стохастической сети представлен во втором варианте ответа

### Задание №4

Рассчитать интенсивности входных потоков заявок для S1.

Интенсивность источника заявок [Лямда]  $\lambda = 0.1$  (1/с).

Вероятности передач:

$$P[1,0]=0,27$$

$$P[1,2]=0,23$$

$$P[1,3]=0,27$$

$$P[1,4]=0,23$$

Среднее время обслуживания одной заявки единицей оборудования:

$$V[\Pi P]=0,43$$

$$V[B3Y] \text{ для СК1}=0,2$$

$$V[UBB] \text{ для МК1}=0,67$$

$$V[UBB] \text{ для МК2}=0,55$$

Все значения округлять до 4х значащих разрядов

### Решение

$$P = \begin{matrix} & \begin{matrix} S_0 & S_1 & S_2 & S_3 & S_4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} S_0 \\ S_1 \\ S_2 \\ S_3 \\ S_4 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ P_{10} & 0 & P_{12} & P_{13} & P_{14} \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$\begin{cases} \lambda_0 = P_{00} * \lambda_0 + P_{10} * \lambda_1 + P_{20} * \lambda_2 + P_{30} * \lambda_3 + P_{40} * \lambda_4 + P_{50} * \lambda_5; \\ \lambda_1 = P_{01} * \lambda_0 + P_{11} * \lambda_1 + P_{21} * \lambda_2 + P_{31} * \lambda_3 + P_{41} * \lambda_4 + P_{51} * \lambda_5 \\ \lambda_2 = P_{02} * \lambda_0 + P_{12} * \lambda_1 + P_{22} * \lambda_2 + P_{32} * \lambda_3 + P_{42} * \lambda_4 + P_{52} * \lambda_5 \\ \lambda_3 = P_{03} * \lambda_0 + P_{13} * \lambda_1 + P_{23} * \lambda_2 + P_{33} * \lambda_3 + P_{43} * \lambda_4 + P_{53} * \lambda_5 \\ \lambda_4 = P_{04} * \lambda_0 + P_{14} * \lambda_1 + P_{24} * \lambda_2 + P_{34} * \lambda_3 + P_{44} * \lambda_4 + P_{54} * \lambda_5 \end{cases}$$

$$\lambda_0 = P_{10} * \lambda_1$$

$$\lambda_1 = \lambda_0 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5$$

$$\lambda_2 = P_{12} * \lambda_1$$

$$\lambda_3 = P_{13} * \lambda_1$$

$$\lambda_4 = P_{14} * \lambda_1$$

$$\lambda_1 = \frac{\lambda_0}{P_{10}} = \frac{0,1}{0,27} = 0,3704$$

### Задание №5

Рассчитать интенсивности входных потоков заявок для S2.

### Решение

$$\lambda_2 = \lambda_1 * P_{12} = 0.37037 * 0.23 = 0.0852$$

### Задание №6

Рассчитать интенсивности входных потоков заявок для S3.

### Решение

$$\lambda_3 = \lambda_1 * P_{13} = 0.37037 * 0.27 = 0.1$$

### **Задание №7**

Рассчитать интенсивности входных потоков заявок для S4.

#### **Решение**

$$\lambda_4 = \lambda_1 * P_{14} = 0.37037 * 0.23 = 0.085185$$

### **Задание №8**

Рассчитать коэффициент передачи [Альфа] для S1.

#### **Решение**

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

$$\alpha_1 = \frac{\lambda_1}{\lambda_0} = \frac{0.37037}{0,1} = 3.7037$$

### **Задание №9**

Рассчитать коэффициент передачи [Альфа] для S2.

#### **Решение**

$$\alpha_2 = \frac{\lambda_2}{\lambda_0} = \frac{0.085185}{0,1} = 0.85185$$

### **Задание №10**

Рассчитать коэффициент передачи [Альфа] для S3.

#### **Решение**

$$\alpha_3 = \frac{\lambda_3}{\lambda_0} = \frac{0,1}{0,1} = 1$$

### **Задание №11**

Рассчитать коэффициент передачи [Альфа] для S4.

#### **Решение**

$$\alpha_4 = \frac{\lambda_4}{\lambda_0} = \frac{0.085185}{0,1} = 0.85185$$

### Задание №12

Проверить условия существования стационарного режима в стохастической сети.

#### Решение

$$\lambda_0 < \min \left\{ \frac{K_i}{\alpha_i * V_i} \right\}$$

$$\lambda_0 < \min \left\{ \frac{2}{3.7037 * 0.43}; \frac{1}{0.85185 * 0.2}; \frac{2}{1 * 0.67}; \frac{2}{0.85185 * 0.55} \right\}$$

$$\lambda_0 < \min \{1.2558152093; 5.86957797734; 2.98507462687; 4.26878398352\}$$

Стационарный режим существует.

### Задание №13

Рассчитать загрузки одноканальных СМО/средние числа занятых каналов многоканальных СМО

Рассчитать коэффициент [Бэта] для S1.

#### Решение

$$\beta_j = \lambda_j * V_j$$

$$\beta_1 = 0.37037 * 0.43 = 0.1592591$$

### Задание №14

Рассчитать загрузки одноканальных СМО/средние числа занятых каналов многоканальных СМО

Рассчитать коэффициент [Бэта] для S2.

#### Решение

$$\beta_2 = 0.1 * 0.2 = 0.017037$$

### Задание №15

Рассчитать загрузки одноканальных СМО/средние числа занятых каналов многоканальных СМО

Рассчитать коэффициент [Бэта] для S3.

### Решение

$$\beta_3 = 0,1 * 0,67 = 0.067$$

### Задание №16

Рассчитать загрузки одноканальных СМО/средние числа занятых каналов многоканальных СМО

Рассчитать коэффициент [Бэта] для S3.

### Решение

$$\beta_4 = 0.085185 * 0,55 = 0.04685175$$

### Задание №17

Рассчитать вероятность простоя [Пи] для S1.

### Решение

Для одноканальной СМО:  $\Pi_{0j} = 1 - \rho_j$

Для многоканальной СМО:

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

где  $\rho_j = \lambda_j * (V_j / K_j)$

$$\Pi_{01} = [0.1592591^2 / ( 2 * (1 - 0.1592591/2) ) + 1.1592591 ]^{-1} = 0.852487272139$$

### Задание №18

Рассчитать вероятность простоя [Пи] для S2.

### Решение

$$\Pi_{02} = 1 - 0.017037 = 0.982963$$

### Задание №19

Рассчитать вероятность простоя [Пи] для S3.

### Решение

$$\Pi_{03} = [0.067^2 / ( 2 * (1 - 0.067/2) ) + 1.067 ]^{-1} = 0.935171746493$$

### Задание №20

Рассчитать вероятность простоя [Пи] для S4.



### **Решение**

$$\Pi_{03} = [0.04685175^2 / (2 * (1 - 0.04685175/2)) + 1.04685175]^{-1} = 0.954220670842$$

### **Задание №21**

Рассчитать вероятность простоя [Пи] для сети в целом

### **Решение**

$$\Pi_{\text{общ}} = \Pi_{01} * \Pi_{02} * \Pi_{03} * \Pi_{04} * \Pi_{05}$$

$$\Pi_{\text{общ}} = 0.852487 * 0.98296 * 0.9351717 * 0.95422 = 0.747765$$

### **Задание №22**

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

### **Решение**

$$L_j = (\beta_j^{K_j+1} / (K_j! * K_j * (1 - \beta_j / K_j)^2)) * \Pi_{0j}$$

$$L1 = (0.1592591^3 / (4 * (1 - 0.1592591/2)^2)) * 0.852487 = 0.001016$$

### **Задание №23**

Рассчитать среднее число заявок, ожидающих обслуживания [L] для S2

### **Решение**

$$L2 = (0.017037^2 / (1 - 0.017037)^2) * 0.982963 = 0.000295$$

### **Задание №24**

Рассчитать среднее число заявок, ожидающих обслуживания [L] для S3

### **Решение**

$$L3 = (0.067^3 / (4 * (1 - 0.067/2)^2)) * 0.93517 = 0.00007528$$

### **Задание №25**

Рассчитать среднее число заявок, ожидающих обслуживания [L] для S4

### **Решение**

$$L4 = (0.04685^3 / (4 * (1 - 0.04685/2)^2)) * 0.9542 = 0.0000257$$

### **Задание №26**

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

### **Решение**

$$m_j = L_j + \beta_j$$

$$m_1 = 0.001016 + 0.1593 = 0.1602791$$

### **Задание №27**

Рассчитать среднее число заявок, пребывающих [m] в S2.

### **Решение**

$$m_2 = 0.000295 + 0.017037 = 0.017337$$

### **Задание №28**

Рассчитать среднее число заявок, пребывающих [m] в S3.

### **Решение**

$$m_3 = 0,00008 + 0.067 = 0.06708$$

### **Задание №29**

Рассчитать среднее число заявок, пребывающих [m] в S4.

### **Решение**

$$m_4 = 0,000026 + 0.04685 = 0.04688175$$

### **Задание №30**

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

### **Решение**

$$W_j = L_j / \lambda_j$$

$$W_1 = 0.001016 / 0.37037 = 0.002754$$

### **Задание №31**

Рассчитать среднее время ожидания заявки в очереди [W] S2.

### **Решение**

$$W_2 = 0.000295 / 0.085185 = 0.0035217$$

### **Задание №32**

Рассчитать среднее время ожидания заявки в очереди [W] S3.

### **Решение**

$$W_3 = 0.00008 / 0,1 = 0.0008$$

### **Задание №33**

Рассчитать среднее время ожидания заявки в очереди [W] S4.

### **Решение**

$$W_4 = 0.00003 / 0.085185 = 0.000352$$

### **Задание №34**

Рассчитать время пребывания заявки в [U] S1.

### **Решение**

$$U_j = m_j / \lambda_j$$

$$U_1 = 0.1602791 / 0.37037 = 0.432756$$

### **Задание №35**

Рассчитать время пребывания заявки в [U] S2.

### **Решение**

$$U_1 = 0.017337 / 0.085185 = 0.20355696$$

### **Задание №36**

Рассчитать время пребывания заявки в [U] S3.

### **Решение**

$$U_1 = 0.06708 / 0,1 = 0.6708$$

### **Задание №37**

Рассчитать время пребывания заявки в [U] S4.

### **Решение**

$$U_1 = 0.04688 / 0.085185 = 0.55033$$

### **Задание №38**

Рассчитать среднее число заявок, ожидающих обслуживания в сети.

### Решение

$$L = \sum_{j=1}^n L_j$$

$$L = 0.001016 + 0.000295 + 0.00008 + 0.00003 = 0.00143$$

### Задание №39

Рассчитать среднее число заявок, пребывающих в сети.

### Решение

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

$$m = 0.1602791 + 0.017337 + 0.06708 + 0.04688175 = 0.29158$$

### Задание №40

Рассчитать среднее время ожидания заявки в сети.

### Решение

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

$$W = 3.7037 * 0.002754 + 1 * 0.0008 + 0.85185 * 0.0089 + 0.85185 * 0.00035 = 0.0143$$

### Задание №41

Рассчитать среднее время пребывания заявки в сети.

### Решение

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

$$U = 3.7037 * 0.432756 + 0.85185 * 0.20355696 + 1 * 0.6708 + 0.85185 * 0.55033 = 2.9158$$

## 2 Вывод

Таблица 1 – Проектирование сети с изменением параметров

№ п/п	Структура сети				П	L	m	W	U	$\Delta U$ , %
	ПР	СК1	МК1	МК2						
1	2	3	2	2	0.747748	0.00141	0.29158	0.0141	2.9158	0
2	3	3	2	2	0.747995	0.00043	0.29060	0.0043	2.9060	0.34
3	1	3	2	2	0.737444	0.03057	0.32074	0.3057	3.2074	-1.10
4	2	3	2	3	0.747755	0.00139	0.29156	0.0139	2.9156	~0
5	2	3	3	2	0.747767	0.00134	0.29151	0.0134	2.9151	~0
6	2	3	3	3	0.747773	0.00131	0.29148	0.0131	2.9148	~0
7	2	3	1	3	0.746018	0.00612	0.29629	0.0612	2.9629	-1.6
8	2	3	3	1	0.746926	0.00362	0.29378	0.0362	2.9378	-0.75
9	2	3	1	2	0.746012	0.00615	0.29632	0.0615	2.9632	-1.6
10	2	3	2	1	0.746908	0.00369	0.29386	0.0369	2.9386	-0.78
11	2	3	1	1	0.745173	0.00843	0.29860	0.0843	2.9859	-2.4

В таблице 1 приведены численные значения характеристик сети при изменении параметров ВС.

Так как селекторный канал позволяет в один момент времени обратиться к одному ВЗУ, то он рассматривается как одноканальное СМО. Добавление новых устройств никак не повлияет на производительность.

Добавление 3-го процессора в ВС принесло несущественный прирост по сравнению с затратами, время пребывания заявки уменьшилось на 0.3%, но если оставить в системе только один процессор, то время ожидания обслуживания заявки возрастет в 21 раз, а среднее время пребывания заявки на 1.1%, поэтому оптимальным вариантом будет являться 2 процессора в системе.

Добавление нового ВЗУ в мультиплексные каналы 1 и 2 приносит незначительное изменение производительности, соответственно затраты на добавление нового ВЗУ не обоснованы. В тоже время если сократить количество ВЗУ в мультиплексных каналах (до 3 ВЗУ суммарно), то производительность незначительно упадет (не более, чем на 1.6%), что позволит уменьшить стоимость ВС.

Таким образом наиболее оптимальной является система с двумя процессорами, трех ВЗУ в селекторном канале, два ВЗУ в первом мультиплексном канале и одним ВЗУ во втором мультиплексном канале.