

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Вятский государственный университет»
(ФГБОУ ВПО «ВятГУ»)
Факультет автоматики и вычислительной техники
Кафедра электронных вычислительных машин

Лабораторной работе №1 по дисциплине
«Системы массового обслуживания и марковские процессы»

Выполнил студент группы ИВТм-21 _____/Шурупов М.А./
Проверил доцент кафедры ЭВМ _____/Исупов К.С./

Исходные данные

Таблица 1 - Интенсивности поступления потоков обслуживаемых процессов

№ варианта	№ потока	Интенсивность потока	№ потока	Интенсивность потока	№ потока	Интенсивность потока	№ потока	Интенсивность потока	№ потока	Интенсивность потока
		[1/с]		[1/с]		[1/с]		[1/с]		[1/с]
7	7	0,20	14	0,40	10	0,05	19	0,05	1	0,20

Таблица 2 - Параметры обслуживаемых процессов.

№ процесса	Среднее количество вычислительных операций, выполняемых при обслуживании процесса [Мфлоп]	Среднее число операций обращения к файлам данных при обслуживании процесса (N i j)										
		Номера файлов, к которым выполняется обращение										
		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	
7	700	20	-	-	10	-	-	2	-	4	-	
14	400	10	-	30	14	-	-	4	-	6	-	
10	1000	-	30	-	-	-	20	6	-	8	-	
19	900	-	80	-	30	-	-	8	-	-	4	
1	100	20	10	-	-	-	-	4	2	-	-	

Таблица 3 - Интенсивности поступления потоков обслуживаемых процессов

№ файлов данных	Объем данных, передаваемых при выполнении одной операции обращения к файлу данных V FI [Мбайт]	Средний объем данных, передаваемых при выполнении одной операции ввода/вывода G FI [Кбайт]
F1	0,5	5
F2	1,0	8
F3	1,0	15
F4	1,5	6
F5	1,5	14
F6	2,0	18
F7	2,5	10
F8	3,0	15
F9	4,0	20
F10	0,5	5

Таблица 4 - Характеристики накопителей внешней памяти.

№ файла данных	Среднее время выполнения одной операции ввода/вывода данных [мкс/ оп.]	
	Тип накопителя ВЗУ, на котором размещены файлы данных	
	НМД 1	НМД 2
F1	1,0	-
F2	-	0,10
F3	2,0	-
F4	-	0,05
F5	3,0	-
F6	-	0,06
F7	2,5	-
F8	-	0,13
F9	2,5	-
F10	-	0,12

Ход работы

Модель M1

При обслуживании в однопроцессорной системе M независимых потоков процессов с примерно одинаковой сложностью обслуживания и при использовании в качестве дисциплины планировании дисциплины FIFO (First In First Out) время ожидания любого процесса из M потоков процессов примерно одинаково и определяется по выражению (1)

$$\omega = \sum_{i=1}^M \frac{\lambda_i \vartheta_i (1 + v_i^2)}{2(1 - R)} \quad (1)$$

где M - количество процессов, поступающих на обслуживание в систему,

$$R = (\rho_1 + \rho_2 + \rho_3 + \dots + \rho_m)$$

ρ_i - коэффициент загрузки ресурсов системы i - ым процессом.

Значение ρ_i определяется по выражению (2)

$$\rho_i = \lambda_i \vartheta_i \quad (2)$$

где λ_i - интенсивность i - потока процессов на обслуживание в систему,

$$\vartheta = (\vartheta_1, \vartheta_2, \vartheta_3, \dots, \vartheta_k)/k ,$$

ϑ_k - длительность обслуживания процесса k -ом ресурсе системы.

Длительность обслуживания процесса в k -ом ресурсе системы определяется по выражению 3

$$\vartheta_{pi} = \Theta_i / V_p \quad (3)$$

где

V_p –производительность процессора, Θ_i – количество вычислительных операций, выполняемых при обслуживании процесса в системе,

Время обслуживания одного обрушения к j -му файлу i -м процессом представлено в таблице 5.

Таблица 5 - Время обслуживания одного процессора.

№	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
7	0,00205	-	-	0,00013	-	-	0,00128	-	0,00205	-
14	0,00102	-	0,00410	0,00018	-	-	0,00256	-	0,00307	-
10	-	0,00038	-	-	-	0,00014	0,00384	-	0,00410	-
19	-	0,00102	-	0,00038	-	-	0,000512	-	-	0,00005
1	0,00205	0,00013	-	-	-	-	0,00256	0,00005	-	-

Время обслуживания i -го процесса каждым ВЗУ (НДМ) представлены в таблице 6.

Таблица 6 - Время обслуживания i -го процесса каждым ВЗУ.

№	НДМ1	НДМ2
7	0,005376	0,000128
14	0,010752	0,000179
10	0,007936	0,000521
19	0,005120	0,001457
1	0,004608	0,000181

Следующие расчёты приведены при производительности процессора

$$V_{\Pi} = 10^5$$

. Результаты расчёта максимальной длительности обслуживания i -го процесса представлены в таблице 7. Результаты расчета коэффициента загрузки $[\rho]$ ресурсов системы каждым процессом представлены в таблице 8.

Таблица 7 - Максимальная длительность обслуживания i -го процесса.

№	7	14	10	19	1
V	0,01238	0,01475	0,01794	0,01412	0,00561

Таблица 8 - Коэффициент загрузки ресурсов системы.

№	7	14	10	19	1
ρ	0,00248	0,00590	0,00090	0,00071	0,00112

Время ожидания процессами в очереди и время их пребывания в СМО проставлены в таблице 9.

Таблица 9 - Время ожидания в очереди и пребывания в СМО.

	ω , сек	u , сек
$v_i = 0$	0.00561	0,07040
$v_i = 1$	0,01120	0,07600

Графики зависимости времени ожидания и времени обслуживания представлены на рисунках 1 и 2, соответственно.

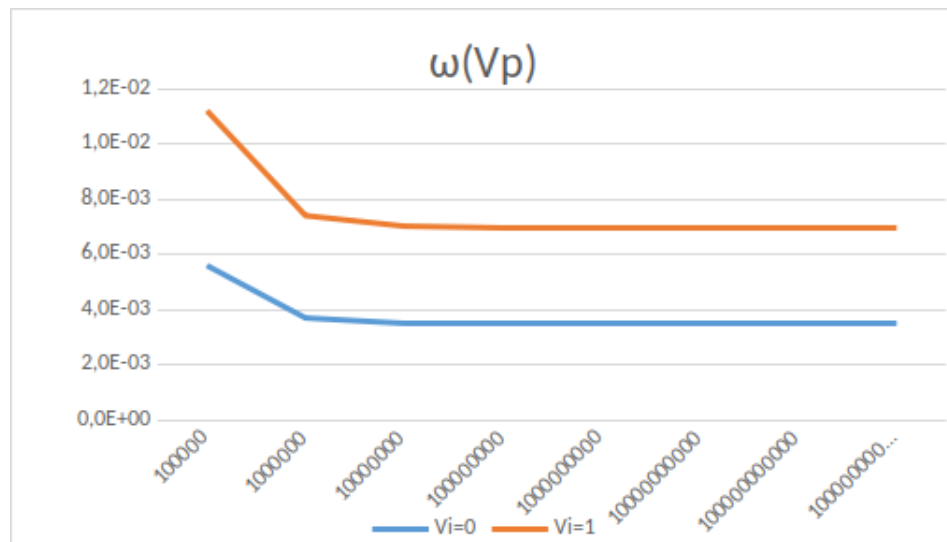


Рисунок 1 - график зависимости $\omega(V_p)$

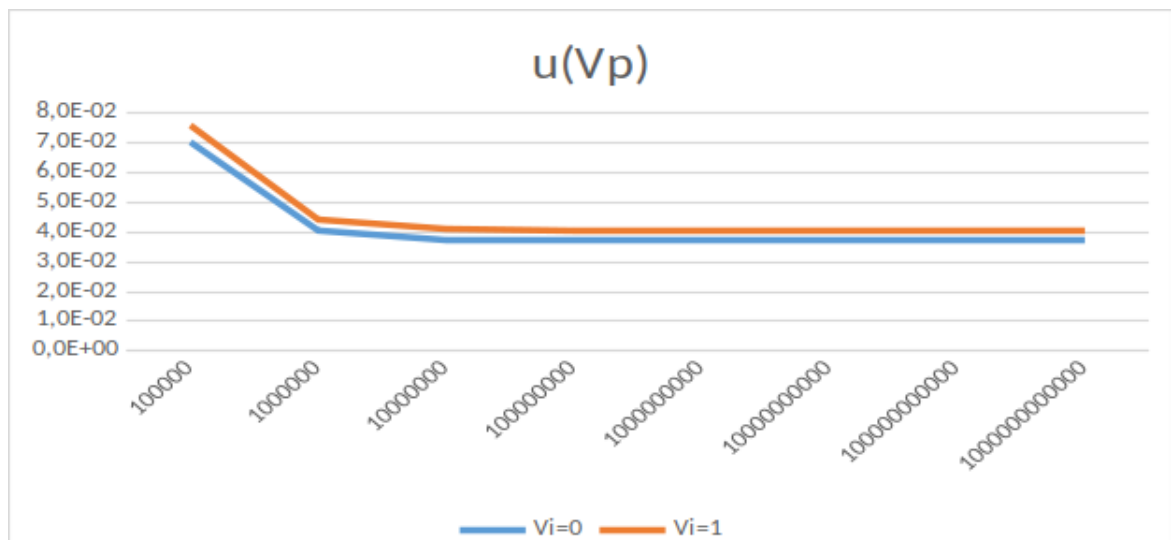


Рисунок 2 - график зависимости $u(V_p)$

В качестве более точной математической модели исследуемой однопроцессорной системы предлагается рассмотреть трехкомпонентную стохастическую сеть одноканальных СМО с беспriorитетной дисциплиной FIFO обслуживания очереди процессов. В этом случае каждая из СМО сети моделирует соответствующий ресурс системы – процессор, ВЗУ1 и ВЗУ2.

Для полного определения этой модели необходимо знать вероятности переходов процессов между СМО сети при их обслуживании в системе.

В качестве модели процесса организации обслуживания процессов в стохастической сети СМО предлагается модель, показанная на рисунке 3, в виде графа Маркова.

В этом случае вероятности переходов процессов для обслуживания между СМО сети определяются по выражению (4):

$$p_{i,j} = \frac{N_{i,j}}{\sum_{i=1}^k N_{j,i}} \quad (4)$$

где

$N_{i,j}$ – количество переходов процесса из состояния обслуживания в i – ресурсе системы в состояние обслуживания процесса в j ресурсе,

$\sum_{i=1}^k N_{j,i}$ – количество переходов процесса из состояния обслуживания в других ресурсах системы в состояние обслуживания в j ресурсе,

k – количество состояний моделируемой системы.

В результате определения значений ρ_{ij} строится аналитическая модель обслуживания процессов в системе, представляемой системой линейных уравнений. Определяются интенсивности λ_i поступления процессов на обслуживания в каждый модуль системы.

На рисунке 3 представлена трёхкомпонентная стохастическая сеть одноканальной СМО.

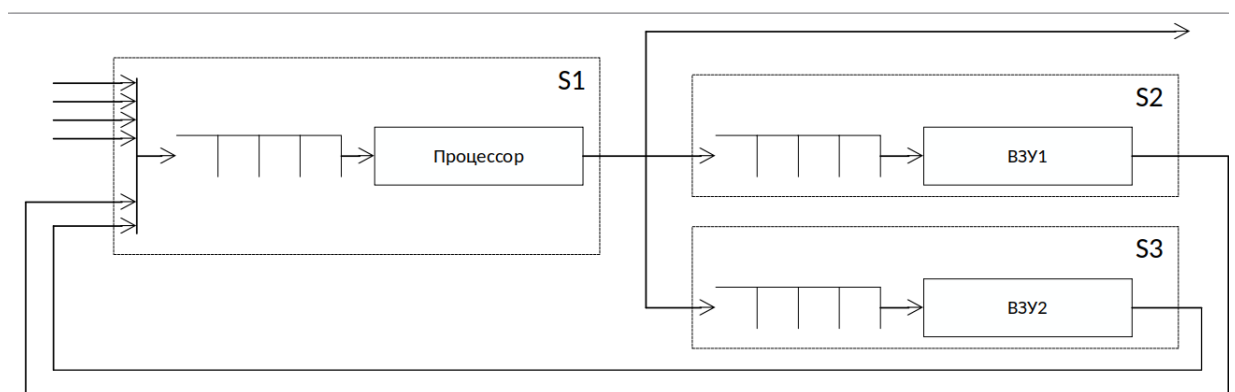


Рисунок 3 - Трёхкомпонентная стохастическая сеть одноканальной СМО

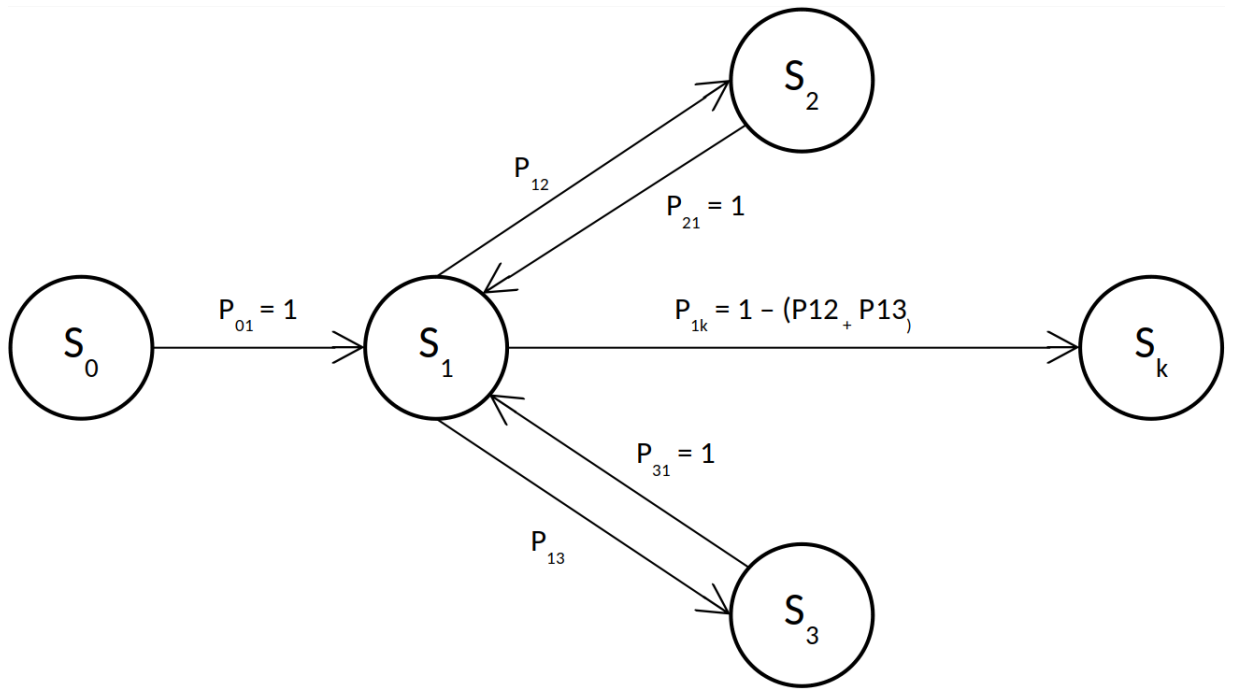


Рисунок 4 - Модель организации обслуживания процессов

В результате решения системы уравнений определяются интенсивности поступления процессов λ_i на обслуживание в каждый из ресурсов системы – интенсивность поступления процессов на обслуживание в процессор, ВЗУ1 и ВЗУ2.

Определение значений интенсивностей λ_i дает возможность выполнить более точное построение графиков зависимостей времени ожидания ω и времени обслуживания u от варьируемых параметров ϑ_i для бесприоритетной дисциплины FIFO обслуживания процессов.

Матрица переходов:

$$P = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & P_{12} & P_{13} & P_{1k} \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Система уравнений:

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

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

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

$$\lambda_k = \lambda_1 * P_{1k} = \lambda_1 * (1 - (P_{12} + P_{13}))$$

$$\lambda_2 = \frac{\lambda_0 * P_{12}}{1 - (P_{12} + P_{13})}$$

$$\lambda_3 = \frac{\lambda_0 * P_{13}}{1 - (P_{12} + P_{13})}$$

$$\lambda_k = \frac{\lambda_0 * 1}{1 - (P_{12} + P_{13})}$$

$$\lambda_k = \lambda_1 * P_{1k} = \lambda_0$$

Матрицы переходных вероятностей

$$P(7) = \begin{bmatrix} 0 & 0,70270 & 0,27027 & 0,02703 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$P(14) = \begin{bmatrix} 0 & 0,76923 & 0,21528 & 0,01538 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$P(10) = \begin{bmatrix} 0 & 0,21538 & 0,76923 & 0,01538 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$P(19) = \begin{bmatrix} 0 & 0,06504 & 0,92683 & 0,00813 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$P(1) = \begin{bmatrix} 0 & 0,64865 & 0,32432 & 0,02703 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Интенсивности входных потоков заявок (обращений к файлу) для СМО

$$P(7) = (7,4 \quad 5,2 \quad 2 \quad 0,2)$$

$$P(14) = (26 \quad 20 \quad 5,6 \quad 0,4)$$

$$P(10) = (26 \quad 5,6 \quad 20 \quad 0,05)$$

$$P(19) = (6,15 \quad 0,4 \quad 5,7 \quad 0,05)$$

$$P(1) = (7,4 \quad 4,8 \quad 2,4 \quad 0,2)$$

Определение длительностей обслуживания каждой СМО. Это максимальная длительность обслуживания заявки конкретной СМО. Пусть $V_{\Pi} = 10^5$ Результаты представлены в таблице 10.

Таблица 10 - Длительность обслуживания каждой СМО.

№ процесса	$\max V[\text{СМО1}], \text{ с}$	$\max V[\text{СМО2}], \text{ с}$	$\max V[\text{СМО3}], \text{ с}$
7	0,00700	0,005376	0,000128
14	0,00400	0,010752	0,000179
10	0,01000	0,007936	0,000521
19	0,00900	0,005120	0,001457
1	0,00100	0,004608	0,000181

Определяем загрузку канала. Результаты представлены в таблице 11

Таблица 11 - Загрузка каналов.

№ процесса	СМО1	СМО2	СМО3
7	0,5180	0,02796	0,00026
14	0,10400	0,21504	0,00100
10	0,26000	0,04444	0,01041
19	0,05535	0,00205	0,00831
1	0,00740	0,02212	0,00043

Нестационарные режимы отсутствуют. Определяем длительности ожидания в очереди при коэффициенте вариации $v_i = 1$. Результаты представлены в таблице 12

Таблица 12 - Длительность ожидания в очереди.

№ процесса	$\omega[\text{СМО1}]$	$\omega[\text{СМО2}]$	$\omega[\text{СМО3}]$
7	0,00035897	0,000151920606	3,2815E-08
14	0,00041184	0,00233724	1,800932E-07
10	0,002574	0,000356521	5,427007E-06
19	0,00049317	1,059973E-05	1,2120425E-05
1	7,326E-06	0,000103029	7,895706245E-08

Графики зависимости при производительности процессора $V_{\Pi} = 10^5 - 10^{12}$.

График зависимости времени ожидания процессов для обслуживания в системе представлен на рисунке 6. График зависимости обслуживания процессов в системе представлен на рисунке ??.

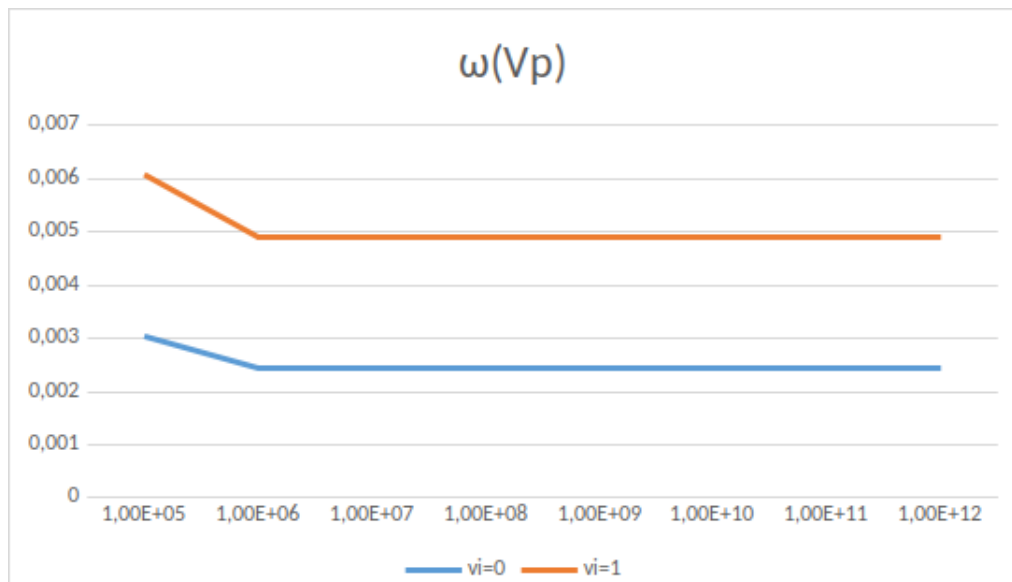


Рисунок 5 - График зависимости $\omega(V_p)$ при $v_i = 0$ (нижняя) и $v_i = 1$ (верхняя)

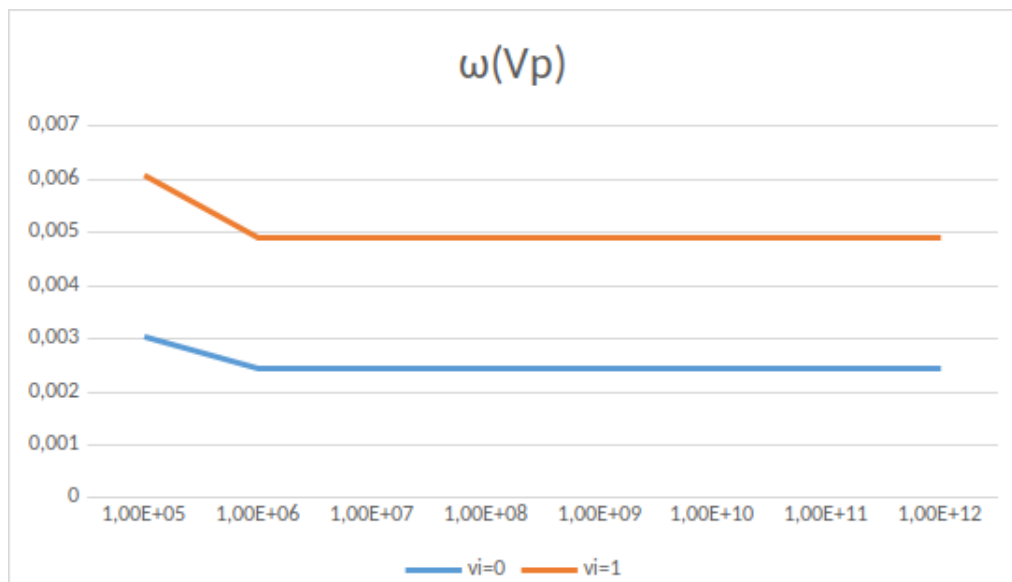


Рисунок 6 - График зависимости $u(V_p)$ при $v_i = 0$ (нижняя) и $v_i = 1$ (верхняя)

Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы были произведены оценка и исследование дисциплин обслуживания потоков процессов при планировании их исполнения на основе беспriorитетных дисциплин обслуживания.

В первом задании была рассмотрена модель «чёрный ящик», которая позволяет лишь приблизительно оценить производительность работы системы и времена ожидания и обслуживания процесса в системе. Во втором задании «чёрный ящик» «раскрывается», что даёт возможность более точно рассчитать параметры системы, включая не только общую интенсивность процессов, но и интенсивность распределения процессов внутри системы между подсистемами с учетом вероятностей переходов. Данные аспекты объясняют различия между графиками в первом и втором случаях: в первом случае время ожидания и обслуживания являются достаточно значительными, а во втором случае времена уже значительно сокращаются и составляют порядка микро- и наносекунд.

Графики времени обслуживания показывают, что, начиная с некоторого значения производительности процессора, дальнейшее ее увеличение не дает выигрыша во времени: для первого и второго задания стационарный режим начинается со значения 10^6 .