

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра программного обеспечения информационных технологий

Дисциплина: Системный анализ и машинное моделирование

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 3  
ПОСТРОЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ АНАЛИТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ  
ДИСКРЕТНО-СТОХАСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МАССОВОГО  
ОБСЛУЖИВАНИЯ

Вариант 11

Выполнил

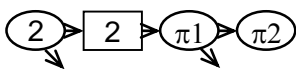
студент: гр.651004

Овчелупов М.Ю.

Проверил:

Мельник Н. И.

## Задание 1



В соответствии с заданным вариантом построить граф состояний Р-схемы. Смысл кодировки состояний раскрыть (время до выдачи заявки, число заявок в накопителе и т.д.).

$t_0 = \{1, 2\}$  – такты до выдачи заявки

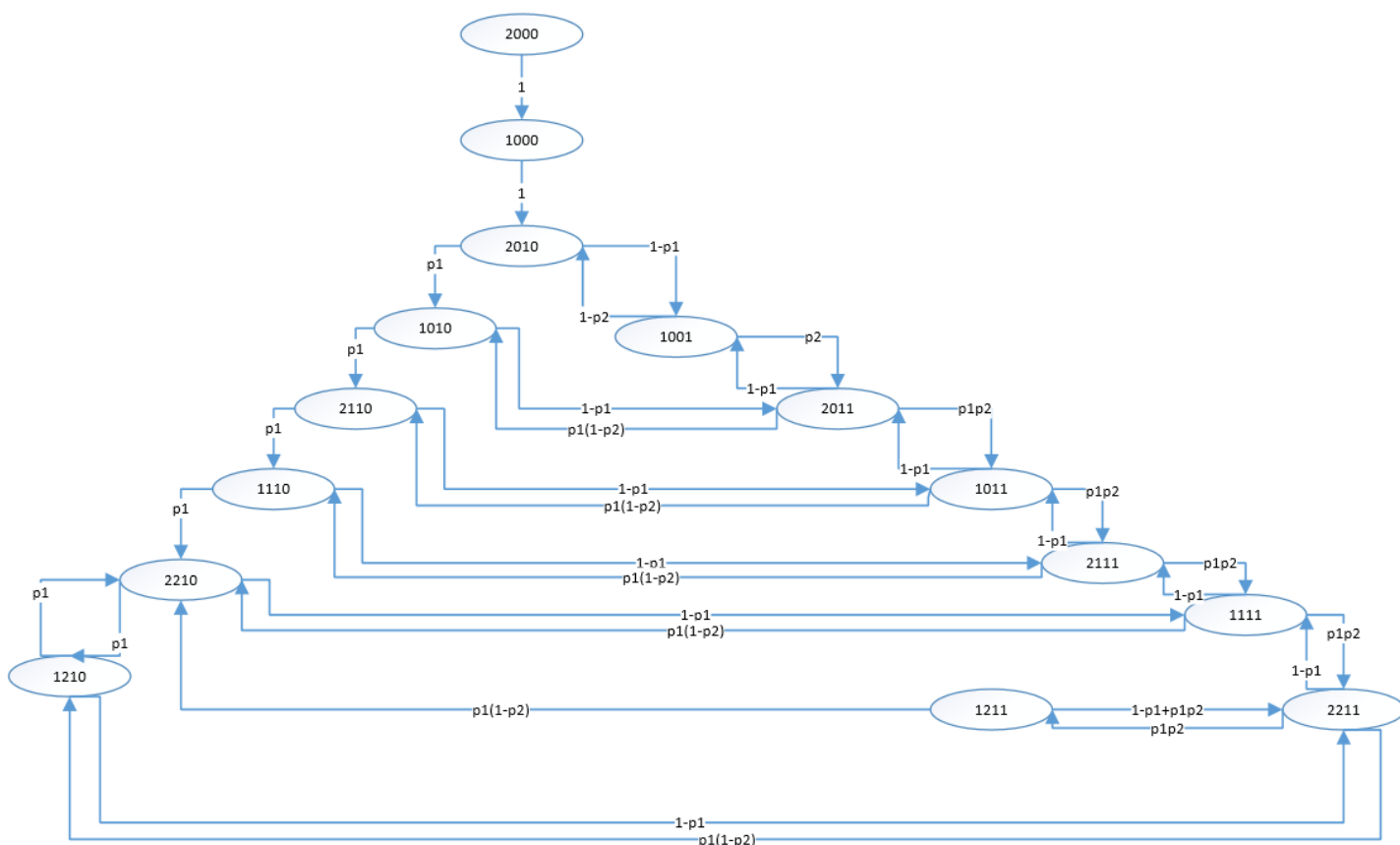
$j = \{0, 1, 2\}$  – кол-во заявок в очереди

$t_1 = \{0, 1\}$  – кол-во заявок в канале №1

$t_2 = \{0, 1\}$  – кол-во заявок в канале №2

Общий вид кодировки состояния системы:

$\{t_0, j, t_1, t_2\}$



По графу построить аналитическую модель и, решив ее, определить вероятности состояний. Рассчитать следующие теоретические значения: Ротк – вероятность отказа, Лоч – средняя длина очереди, А – абсолютная пропускная способность.

$$\begin{aligned}
P_{2000} &= 0 \\
P_{1000} &= 0 \\
P_{2010} &= P_{1000} + (1 - p_2) \cdot P_{1001} \\
P_{1010} &= p_1 \cdot P_{2010} + p_1 \cdot (1 - p_2) \cdot P_{2011} \\
P_{2110} &= p_1 \cdot P_{1010} + p_1 \cdot (1 - p_2) \cdot P_{1011} \\
P_{1110} &= p_1 \cdot P_{2110} + p_1 \cdot (1 - p_2) \cdot P_{2111} \\
P_{2210} &= p_1 \cdot P_{1110} + p_1 \cdot (1 - p_2) \cdot P_{1111} + p_1 \cdot P_{1210} + p_1 \cdot (1 - p_2) \cdot P_{1211} \\
P_{1210} &= p_1 \cdot P_{2210} + p_1 \cdot (1 - p_2) \cdot P_{2211} \\
P_{1001} &= (1 - p_1) \cdot P_{2010} + (1 - p_1) \cdot P_{2011} \\
P_{2011} &= P_{1001} \cdot p_2 + (1 - p_1) \cdot P_{1011} + P_{1010} \cdot (1 - p_1) \\
P_{1011} &= P_{2011} \cdot p_2 \cdot p_1 + (1 - p_1) \cdot P_{2111} + P_{2110} \cdot (1 - p_1) \\
P_{2111} &= P_{1011} \cdot p_2 \cdot p_1 + (1 - p_1) \cdot P_{1111} + P_{1110} \cdot (1 - p_1) \\
P_{1111} &= P_{2111} \cdot p_2 \cdot p_1 + (1 - p_1) \cdot P_{2211} + P_{2210} \cdot (1 - p_1) \\
P_{2211} &= P_{1111} \cdot p_2 \cdot p_1 + [1 - p_1 \cdot (1 - p_2)] \cdot P_{1211} + P_{1210} \cdot (1 - p_1) \\
P_{2000} + P_{1000} + P_{2010} + P_{1010} + P_{2110} + P_{1110} + P_{2210} + P_{1210} + P_{1001} + P_{2011} + P_{1011} + P_{2111} + P_{1111} + P_{2211} + P_{1211} &= 1
\end{aligned}$$

Решив систему уравнений при  $p_1=0.5$  и  $p_2=0.5$ , получили следующие вероятности состояний:

$$P_{2000}=0$$

$$P_{1000}=0$$

$$P_{2010}=0.041666666$$

$$P_{1010}=0.052083333$$

$$P_{2110}=0.0546875$$

$$P_{1110}=0.055338541$$

$$P_{2210}=0.092534722$$

$$P_{1210}=0.064800347$$

$$P_{1001}=0.083333333$$

$$P_{2011}=0.125$$

$$P_{1011}=0.114583333$$

$$P_{2111}=0.111979166$$

$$P_{1111}=0.111328125$$

$$P_{2211}=0.074131944$$

$$P_{1211}=0.018532986$$

Исходя из полученных данных, рассчитаем теоретические значения: Ротк – вероятность отказа, L – средняя длина очереди, А – абсолютная пропускная способность.

$$\text{input\_intensity} := 0.5$$

$$\underline{\underline{A}} := (P1001 + P2011 + P1011 + P2111 + P1111 + P2211 + P1211) \cdot (1 - p2) = 0.3194444$$

$$\underline{\underline{L}} := (P2110 + P1110 + P1111 + P2111) + 2(P1210 + P2210 + P2211 + P1211) = 0.8333333$$

$$P_{\text{source\_fail}} := \frac{[(P1211 + P1210) \cdot (p1)]}{(P1000 + P1010 + P1110 + P1210 + P1001 + P1011 + P1111 + P1211)} = 0.0833333$$

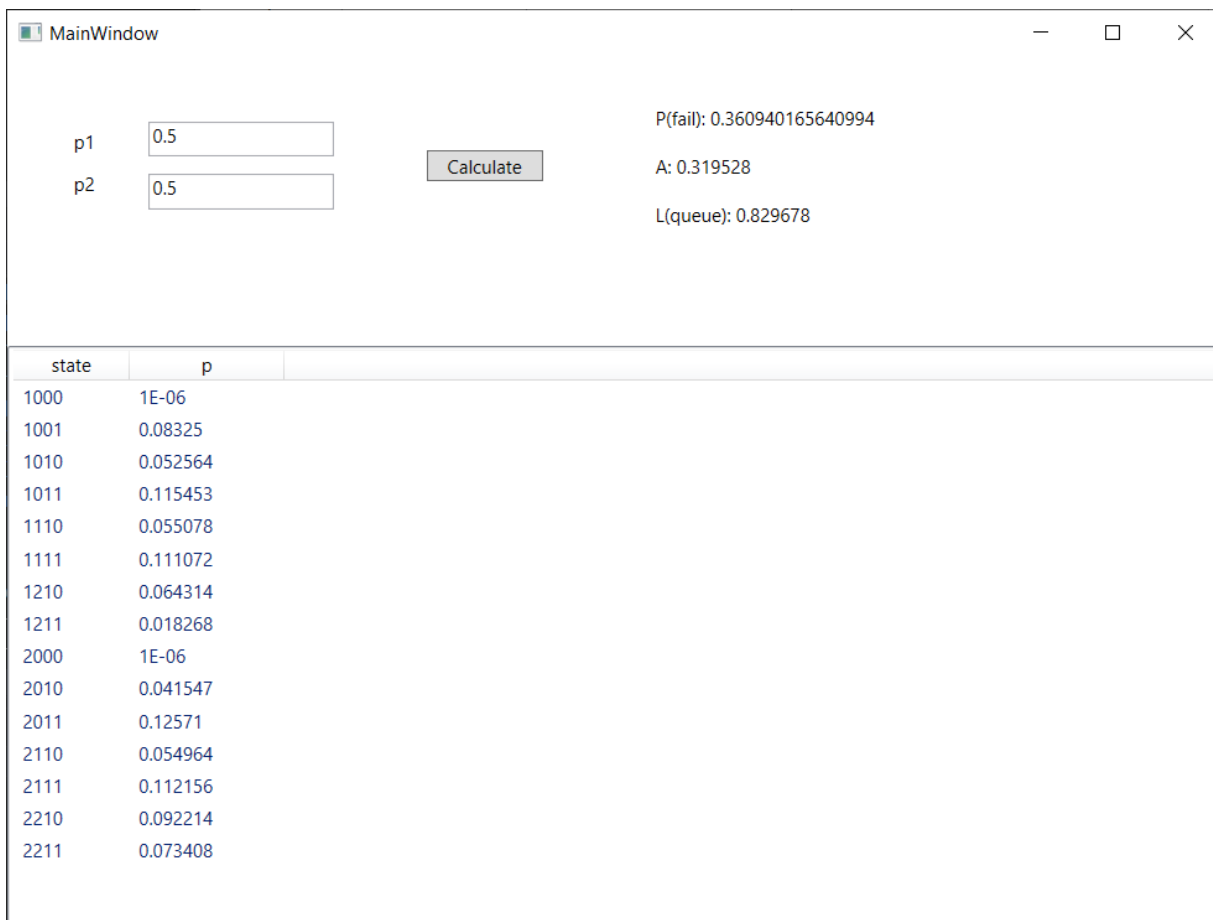
$$P_{\text{channel\_fail}} := \frac{[(1 - P_{\text{source\_fail}}) \cdot p2 \cdot (1 - p1) \cdot (P2011 + P1011 + P2111 + P1111 + P2211 + P1211)]}{[(1 - p1) \cdot (P2010 + P1010 + P2110 + P1110 + P2210 + P1210 + P2011 + P1011 + P2111 + P1111 + P2211 + P1211)]} = 0.2777778$$

$$P := (P_{\text{source\_fail}} + P_{\text{channel\_fail}}) = 0.3611111$$

## Задание 2

Для СМО из задания 1 построить имитационную модель и исследовать ее (разработать алгоритм и написать имитирующую программу, предусматривающую сбор и статистическую обработку данных для получения оценок заданных характеристик СМО). Распределение интервалов времени между заявками во входном потоке и интервалов времени обслуживания – геометрическое с соответствующим параметром ( $\rho$ ,  $p_1$ ,  $p_2$ ). Если  $\rho$  не задано, то входной поток – регулярный (с указанным в обозначении источника числом тактов между заявками).

Результат работы программы:



MainWindow

p1:

p2:

P(fail): 0.360940165640994

A: 0.319528

L(queue): 0.829678

state	p
1000	1E-06
1001	0.08325
1010	0.052564
1011	0.115453
1110	0.055078
1111	0.111072
1210	0.064314
1211	0.018268
2000	1E-06
2010	0.041547
2011	0.12571
2110	0.054964
2111	0.112156
2210	0.092214
2211	0.073408

Вывод:

В ходе лабораторной работы была аналитически смоделирована дискретно-стохастическая СМО и разработана программа, имитирующая поведение данной СМО. Построенная модель позволяет статистически подсчитать характеристики СМО. Статистическое значение искомой характеристики оказывается близким к теоретически рассчитанному. Значит, имитационная модель построена верно. Было также замечено, что на выходные данные влияют параметры СМО, такие как  $p_1$ ,  $p_2$ .