

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

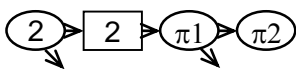
студент: гр.651004

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

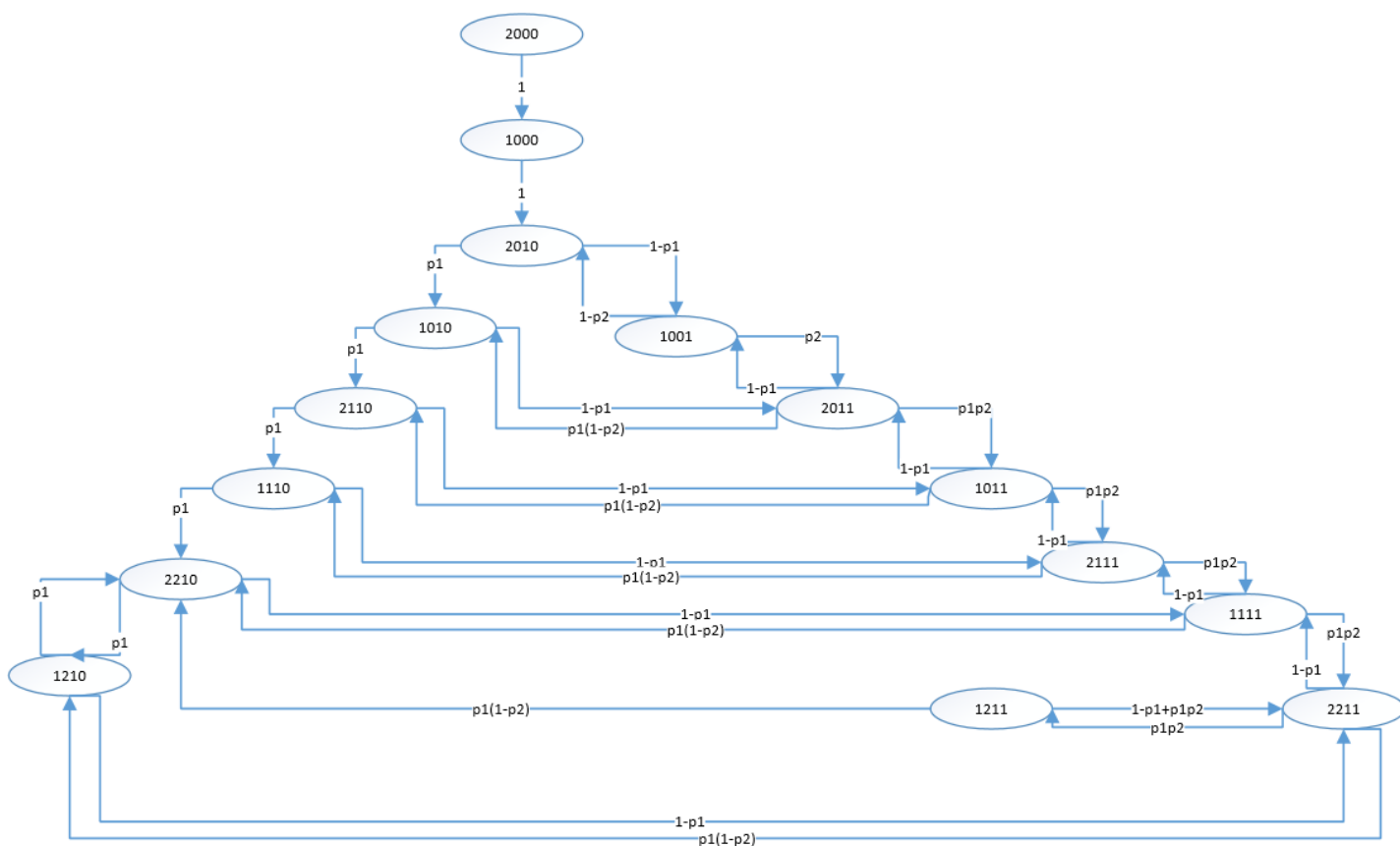
$j = \{0, 1, 2\}$  – кол-во заявок в очереди

$t_1 = \{0, 1\}$  – 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.

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

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.

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

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

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

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

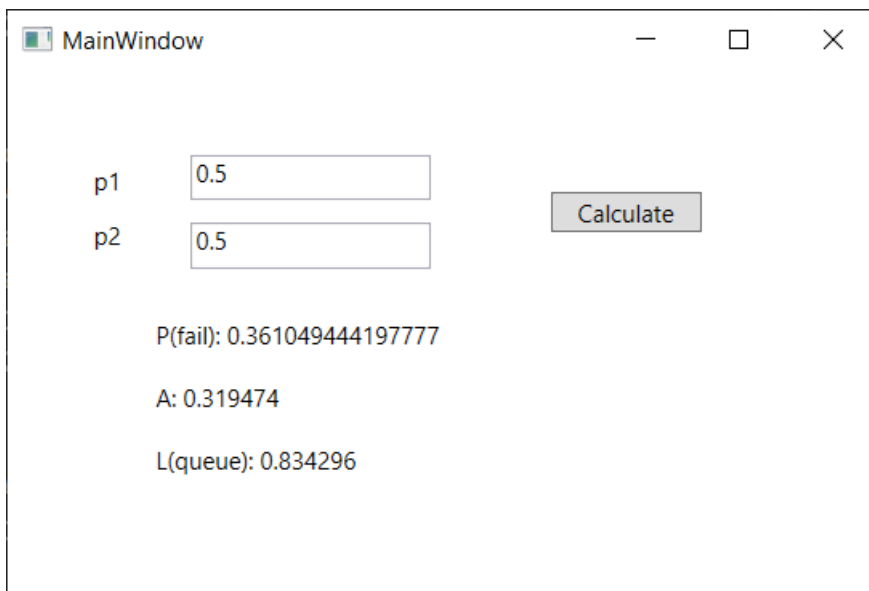
$$P_{\text{channel\_fail}} := \frac{[(1 - P_{\text{source\_fail}}) \cdot p2 \cdot (1 - p1) \cdot (P2011 + P1011 + P2111 + P1111 + P2211 + P1211)]}{[(1 - p1) \cdot (P2010 + P1010 + P2110 + P1110 + P2210 + P1210 + P2011 + P1011 + P2111 + P1111 + P2211 + P1211)]} = 0.2777778$$

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

## 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 ( $\rho$ ,  $\rho_1$ ,  $\rho_2$ ). Если  $\rho$  не задано, то входной поток – регулярный (с указанным в обозначении источника числом тактов между заявками).

Результат работы программы:



The screenshot shows a window titled "MainWindow" with a standard Windows title bar (minimize, maximize, close buttons). Inside the window, there are two input fields labeled "p1" and "p2", both containing the value "0.5". To the right of these fields is a button labeled "Calculate". Below the input fields, the following results are displayed:

- $P(\text{fail}): 0.361049444197777$
- $A: 0.319474$
- $L(\text{queue}): 0.834296$

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  $\rho_1$ ,  $\rho_2$ .