

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

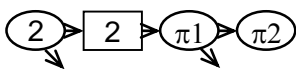
студент: гр.651004

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

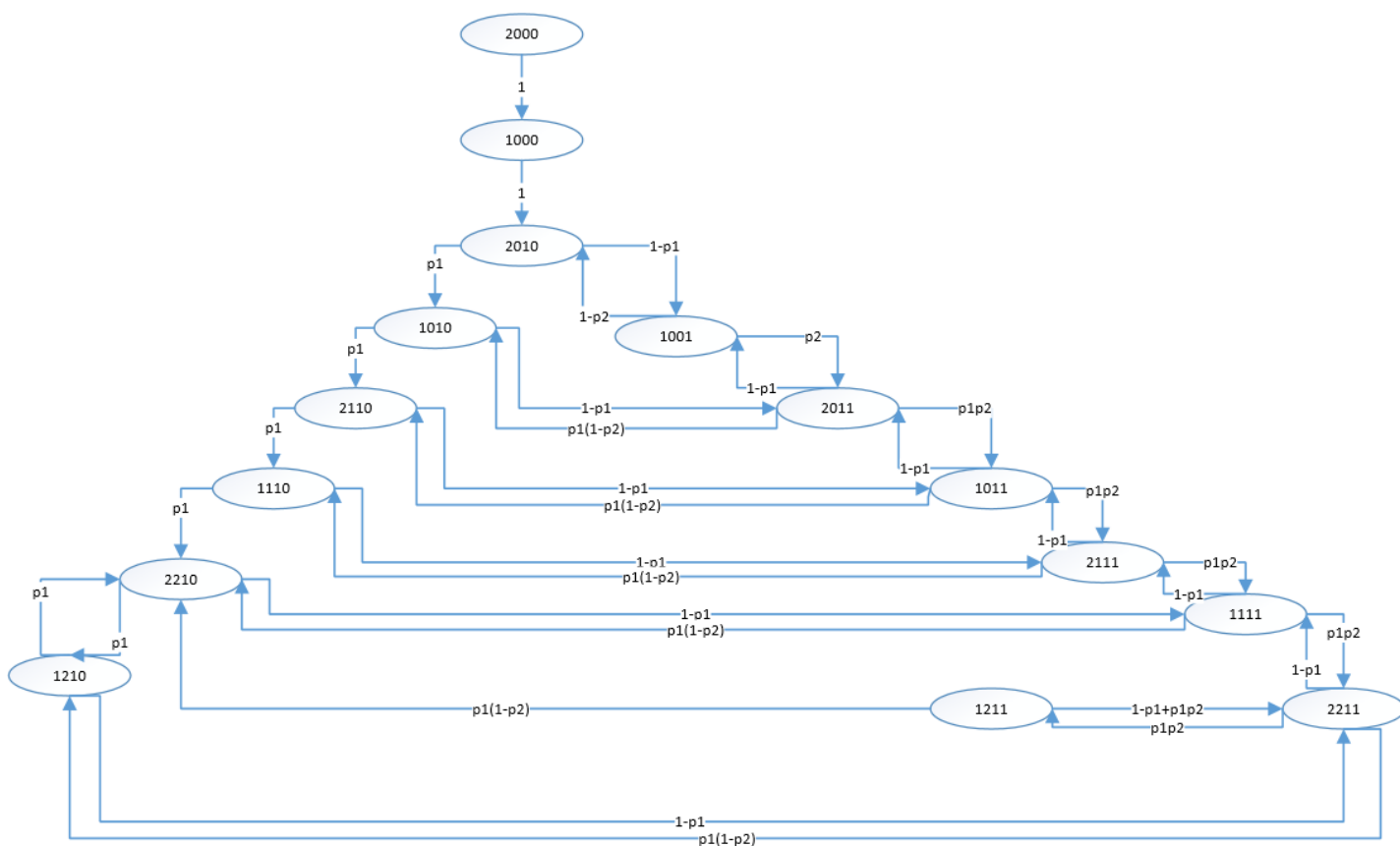
$j = \{0, 1, 2\}$  – кол-во заявок в очереди

$t_1 = \{0, 1\}$  – 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:  $P_{отк}$  – вероятность отказа,  $L$  – средняя длина очереди,  $A$  – абсолютная пропускная способность.

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

$$\underset{AAA}{A} := (P_{1001} + P_{2011} + P_{1011} + P_{2111} + P_{1111} + P_{2211} + P_{1211}) \cdot (1 - p_2) = 0.3194444$$

$$\underset{AA}{L} := (P_{2110} + P_{1110} + P_{1111} + P_{2111}) + 2(P_{1210} + P_{2210} + P_{2211} + P_{1211}) = 0.8333333$$

$$P_{channel} := p_2 \cdot (1 - p_1) \cdot (P_{2011} + P_{1011} + P_{2111} + P_{1111} + P_{2211} + P_{1211}) = 0.1388889$$

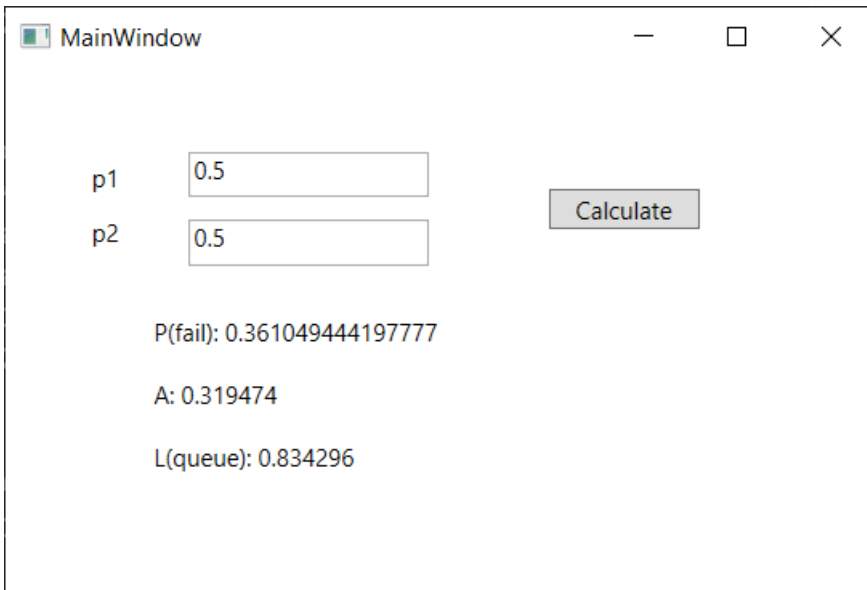
$$P_{source} := (P_{1211} + P_{1210}) \cdot (p_1) = 0.0416667$$

$$P := \frac{(P_{channel} + P_{source})}{(P_{1000} + P_{1010} + P_{1110} + P_{1210} + P_{1001} + P_{1011} + P_{1111} + P_{1211})} = 0.3611111$$

## 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:



MainWindow

p1 0.5

p2 0.5

Calculate

P(fail): 0.361049444197777

A: 0.319474

L(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  $\rho_1$ ,  $\rho_2$ .