

**Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический
университет**

**ИССЛЕДОВАНИЕ МНОГОКАНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ
МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ОТКАЗАМИ**

Методические указания
к выполнению лабораторной работы
для студентов, обучающихся по
направлению **6.050101 “Компьютерные
науки”**
очной и заочной форм обучения

**Севастополь
2014**

УДК 004.94

Методические указания для студентов направления 6.050101 – “Компьютерные науки” всех форм обучения / Разраб. Ю.В. Коваленко, В.Ю. Карлусов. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2014. – 10 с.

Цель методических указаний: обеспечить качественное усвоение теоретических положений дисциплины для наиболее полного овладения математическим и вычислительным аппаратами, приёмами имитационного моделирования, применяемыми в организации и оценки эффективности управления.

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры Информационных систем, протокол № 1 от 29 августа 2014 г.

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний.

Рецензент: Кожаяев Е.А., кандидат технических наук, доцент кафедры КВТ.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Цель работы	4
2. Теоретическое положение	4
3. Порядок работы	9
4. Контрольные вопросы	9
5. Содержание отчёта	10

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Изучение приемов расчёта многоканальных СМО.
2. Углубленное знакомство с построением имитационных моделей в среде Matlab Simulink с использованием механизма подсистем (Subsystem).
3. Исследование влияния параметров интенсивностей входного потока и закона обслуживания на поведение СМО.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. Основные расчётные выражения

Система массового обслуживания называется многоканальной, если в её составе включены более одного механизма обслуживания.

В нашей лабораторной работе мы рассмотрим многоканальную СМО с отказами.

Для СМО данного типа характерно следующее:

- система содержит n обслуживающих каналов;
- на вход системы поступает простейший (пуассоновский) поток заявок, интенсивность которого равна λ заявок в единицу времени;
- длительность обслуживания по каждому каналу подчиняется пуассоновскому распределению с параметром μ ;
- дисциплина обслуживания – в порядке поступления (FIFO);
- если заявка, поступает на вход системы, а все n каналов обслуживания заняты, то она отвергается (пропускается);
- если заявка поступает в систему, и имеется в наличии хотя бы один свободный канал, то она принимается на обслуживание.

Физически существующие многоканальные СМО часто описываются такой математической моделью.

Рассмотрим многоканальную СМО с отказами. Пусть значение вероятности P_0 характеризует пребывание системы в режиме ожидания, свободной от заявок и готовой к обслуживанию пришедшей заявки, значение вероятностей P_i , $i = 1, \dots, n - 1$ – состояния СМО, в которых имеются незанятые каналы, и возможно обслуживание. Значение вероятности P_n – определяет состояние занятости, когда пришедшая заявка не может поступить на обслуживание и отвергается.

Заметим, что последовательность отвергнутых заявок представляет собой поток Эрланга.

Для многоканальной СМО определению подлежат следующие параметры.

$$P_0 = \frac{1}{1 + \rho + \frac{\rho^2}{2} + \dots + \frac{\rho^n}{n!}} \quad (1)$$

– вероятность полного отсутствия заявок в системе (система свободна) где $\rho = \lambda / \mu$ – величина, называемая приведённой интенсивностью. Когда все обслуживающие каналы будут заняты, это приведёт к отказу.

$$P_{\text{отк}} = P_n = P_0 \frac{\rho^n}{n!}, \quad (2)$$

– вероятность отказа (пропуска заявки). Поскольку приём заявки на обслуживание событие противоположное отказу, то

$$P_{\text{обсл}} = 1 - P_{\text{отк}} \quad (3)$$

– вероятность обслуживания (она же, в рамках данного типа СМО, имеет содержательный смысл относительной пропускной способности или доли обслуживаемых заявок). С её помощью находится

$$q = \lambda P_{\text{обсл}} \quad (4)$$

– абсолютная пропускная способность СМО и среднее число занятых каналов.

$$K_{\text{зан}} = \rho P_{\text{обсл}}. \quad (5)$$

Формулы (1) – (5) позволяют получить характеристики СМО в установившемся режиме, основываясь на двух параметрах λ и μ , связанных с законами распределения средних времён поступления и обслуживания потока заявок, и числом каналов обслуживания m , входящих в её состав.

2.2. Имитационная модель

Многоканальная система массового обслуживания с отказами может рассматриваться как линейка (ряд) одноканальных СМО с отказами, находящейся под управлением системы распределения. В функции указанной СМО входят:

- отказ поступившей заявке в обслуживании, когда все каналы заняты;
- определение первого (по порядковому номеру) свободного канала;
- постановки заявки в первый встреченный свободный канал на обслуживание.

Сюда же могут быть отнесены операции подсчёта обслуженных и пропущенных заявок, хотя последнее представляет скорее исследовательский интерес, а также организация цикла моделирования.

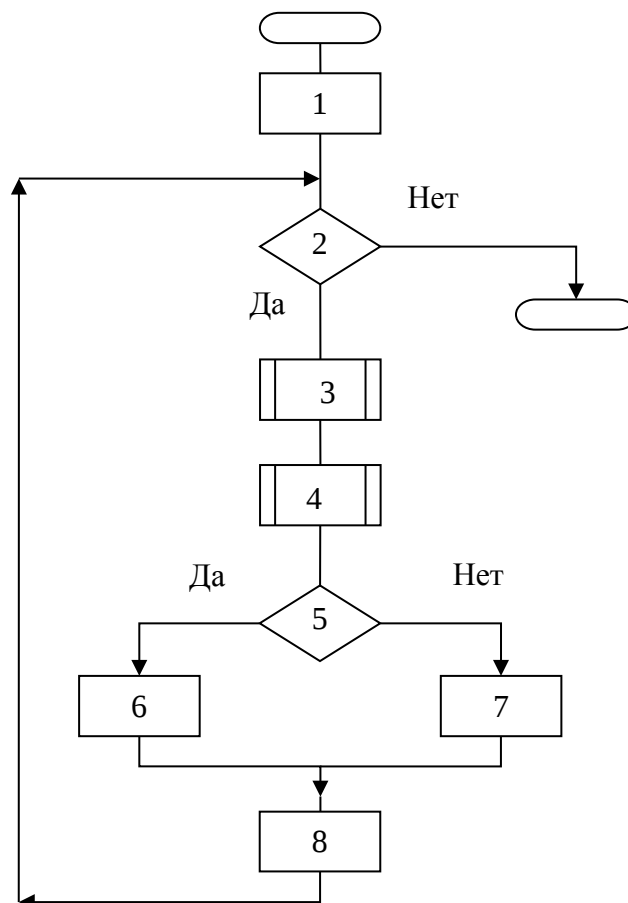


Рисунок 1 – Схема алгоритма управления каналами

Эвристический алгоритм управляющей распределительной системы показан на рисунке 1. В качестве исходных данных для работы алгоритма примем значения интенсивностей λ и μ , а также число испытаний i_{max} .

Блок 1 – вводит значение λ , μ и число испытаний i_{max} , задаёт начальные значения общего времени моделирования $T_{МОД} = 0$ и счётчика числа испытаний $i = 0$.

Блоки 2 и 8 – управляют циклом моделирования: блок 2 – реализует условие окончания $i \leq i_{max}$, а блок 8 осуществляет счёт испытаний: $i = i + 1$.

Блок 3 – процедура, которая генерирует интервал времени t_{next} , прошедший с момента поступления предыдущей заявки и квант времени t_{serv} , необходимый для её обслуживания.

Блок 4 – процедура поиска свободных каналов по порядку номера. Анализирует статусы каналов: “свободен” или “занят”. Возвращает один из номеров каналов обслуживания либо число, символизирующее неудачу поиска.

Блок 5 – Определяет статус СМО в целом “свободна” или “занята”. Статусу “свободна” соответствует выход “да”, статусу “занята” – выход “нет”.

Блок 6 – ведёт подсчёт числа обслуженных заявок.

Блок 7 – ведёт подсчёт числа пропущенных (отвергнутых) заявок.

Рассмотрим процесс построения имитационной модели СМО с отказами для числа каналов, равного четырём, в среде MatLab Simulink. Блок схема самой модели представлена на рисунке В.1.

Библиотечный блок **Library: Connection/Subsystem** позволяет структурировать модель. При воздействии на какой либо блок **Subsystem** двойным щелчком ЛКМ, открывается поле конструктора для выбранного блока (смотри рисунки В.2 и В.3), после чего блок может быть наполнен “модельным” содержанием. В частности, блоки **CanLock** и **Can**, моделирующие систему управления и канал обслуживания, соответственно, имеют показанное на рисунках В.2 и В.3 содержание.

Блок (подсистема) **Can**, отвечающий за моделирования канала обслуживания, был построен следующим образом.

В поле конструктора MatLab Simulink был перенесён и открыт блок **Subsystem**, куда была скопирована функциональная часть, моделирующая одиночную одноканальную СМО с отказами, из модели, представленной на рисунке В.1. (Сравните содержимое рисунков В.3 и В.1). Были добавлены в необходимом количестве (и, впоследствии, переименованы) блоки входа **Connection/In1** и выхода **Connection/Out1**, для связи с внешней частью модели. Таких входов и выходов по паре. На входе блока – значения t_{next} и t_{serv} , а на выходе – пара сигналов, идентифицирующих состояние канала обслуживания: **Obslug** и **Propusk** (“свободен” и “занят”)

Блок управления доступом к каналу обслуживания **CanLock** (рисунок В.3) реализует прохождения сигналов, соответствующих t_{next} и t_{serv} на вход канала обслуживания **Can**. Конструкция **Library: NonLinear/Relational Operator** сигналов при совпадении номера канала (**In_#_Chan**) с номером свободного канала (**In_#_Svo_Ch**) вырабатывает

единицу, которая воздействует на управляющий вход блоков **Library: NonLinear /Switch** и пропускает входные сигналы со входа на выход подсистемы **CanLock**. Логика работы блока **Switch** рассмотрена нами в предыдущей лабораторной работе. Номера каналов задаются жёстко с помощью генератора константы **Library: Sources/Constant** (рисунок В.1).

Для того, чтобы определить, какие каналы свободны, а какие заняты обслуживанием, применён блок **Library: NonLinear /Combinatorial Logic**. Этот блок выполняет над вектором входных значений заданную в окне параметров блока булеву функцию. Для нашего случая **Combinatorial Logic** возвращает номер первого по порядку нумерации свободного канала. Таблица истинности функции выглядит так:

x_1	x_2	x_3	x_4	$f(\text{№ свободного канала})$
0	0	0	0	1
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	2
1	0	0	1	2
1	0	1	0	2
1	0	1	1	2
1	1	0	0	3
1	1	0	1	3
1	1	1	0	4
1	1	1	1	5

Для функции **Combinatorial Logic** задаётся только столбец её значений, комбинации переменных подразумеваются. Пятёрка в таблице задана потому, что она не совпадает ни с одним из номеров каналов. Её появление означает что все каналы заняты. Особенности работы блока **Combinatorial Logic** состоят в том, что на его входе должен быть вектор значений.

Сборка нескольких скалярных значений в один вектор осуществляется блоком **Library: Connection/Mux**, имеющим единственный параметр – число входов. Порядковый номер элемента в векторе определяется номером входа **Mux**. Поскольку сам по себе элемент **Mux** малоинформативен, его графическое изображение “ужимают” манипуляторами.

Для подсчёта текущего числа занятых каналов используется блок `Library: Linear /Sum`, настроенный на четыре входа и имеющий на схеме B.1 обозначение `N_Zan_Kanalov`.

Остальные элементы схемы B.1 известны читателю, логика их использования и предназначение очевидны из приведённого изображения модели.

3. ПОРЯДОК РАБОТЫ

1. Для заданного преподавателем варианта в Приложении А произведите вычисление теоретических параметров величин (1) – (5) для .

2. Соберите имитационную модель адаптируя схемы, приведённые в приложении В, рисунки B.1 – B.3 для заданного числа каналов n . Настройте параметры схемы в соответствии с заданным вариантом λ , и μ .

3. На вкладке меню `Simulations / Parameters` задайте значения полей `Stop Time`, в поле `Type` установите значение `Fixed-step`, а в поле рядом `discrete (no continuous states)`.

В поле `Stop Time` установите числа из ряда 10, 50, 100, 200, 500 и 1000.

4. По результатам моделирования рассчитайте оценки вероятностей обслуживания и пропуска заявки, интенсивности поступления заявок для различных значений поля `Stop Time`.

5. Рассчитайте на основании полученных оценок показатели (4) и (5).

6. При помощи блока `scope` построить «скришоты» после каждого блока имитационной модели.

7. Оформить отчёт, защитить результаты выполнения лабораторной работы.

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Поясните физический смысл понятия интенсивности входного потока.

2. Пояснить физический смысл понятия интенсивности обслуживания.

3. Каковы размерность интенсивности и величины обратной ей?

4. Какие допущения положены в основание многоканальной модели СМО с отказами?

5. Что такое "установившийся режим" в СМО?

6. Каковы единицы измерения интенсивности потока?

7. Изобразить графы типа "размножение-гибель", соответствующие данному типу СМО.

8. Какой вид имеют уравнения Колмогорова в "установившемся режиме"?
9. Каков физический смысл понятия "приведенная интенсивность"?
10. Как, по Вашему мнению, изменятся характеристики СМО при введении дополнительного числа каналов
11. Приведите примеры n -канальных СМО как в быту, так и в вычислительной технике.
12. Что включает в себя понятие n -канальная СМО??

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вентцель Е.С. Исследование операций [Текст]: / Е.С. Вентцель. – М.: Наука, 1980. – 208 с.
2. Гнеденко Б.В. Введение в теорию массового обслуживания [Текст]: / Б.В. Гнеденко, М.Н. Коваленко. – М.: Наука, 1986. – 400 с.
3. Гулятьев А.К. : MatLab 5.2: имитационное моделирование в среде Windows [Текст]: / А.К. Гулятьев СПб.: КОРОНА принт, 1999. – 288 с.
4. Деордица Ю.Ф. Исследование операций в планировании управления [Текст]: / Ю.Ф. Деордица, Ю.М., Нефедов. - Киев: Вища школа, 1991. – 196 с.
5. Зайченко Ю.П. Исследование операций [Текст]: учебное пособие. / Ю.П. Зайченко. – Киев: Вища школа, 1975. – 320 с.
6. Лазарев Ю.Ф. MatLab 5.x. [Текст]: / Ю.Ф. Лазарев. – К.: Издательская группа BHV, 2000. – 384 с.
7. Розенберг В.Я. Что такое теория массового обслуживания [Текст]: / В.Я. Розенберг, А.И. Прохоров. - М.: Советское радио, 1982. – 200 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

ВАРИАНТЫ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО
ИССЛЕДОВАНИЮ ГЕНЕРАТОРОВ СЛУЧАЙНЫХ ВРЕМЕННЫХ
ИНТЕРВАЛОВ И СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ,
ПОСТРОЕННЫХ С ИХ ПРИМЕНЕНИЕМ

№	λ	μ	n	№	λ	μ	n	№	λ	μ	n	№	λ	μ	n
0	0.352	0.44	2	25	0.307	0.31	3	50	0.136	0.17	2	75	7.12	7.2	3
1	0.900	0.91	3	26	0.88	1.1	2	51	0.326	0.33	3	76	3.04	3.8	2
2	0.288	0.36	2	27	1.48	1.5	3	52	0.411	0.50	2	77	9.43	9.6	3
3	0.7821	0.79	3	28	1.12	1.4	2	53	0.653	0.66	3	78	3.44	4.3	2
4	0.168	0.21	2	29	1.78	1.8	3	54	65.6	0.82	2	79	1.86	1.9	3
5	0.603	0.61	3	30	2.72	3.4	2	55	0.971	0.98	3	80	7.52	9.4	2
6	0.304	0.38	2	31	2.17	2.2	3	56	0.333	0.42	2	81	3.46	3.5	3
7	0.742	0.75	3	32	7.28	9.1	2	57	0.633	0.64	3	82	4.96	6.2	2
8	0.88	0.11	2	33	7.22	7.3	3	58	0.183	0.23	2	83	7.02	7.1	3
9	0.791	0.80	3	34	6.48	8.1	2	59	0.583	0.59	3	84	4.16	5.2	2
10	0.367	0.46	2	35	9.4	9.5	3	60	0.781	0.99	2	85	4.06	4.1	3
11	0.128	0.13	3	36	4.08	5.1	2	61	0.762	0.77	3	86	4.24	5.3	2
12	0.623	0.78	2	37	1.85	1.9	3	62	0.511	0.64	2	87	2.07	2.1	3
13	0.0891	0.09	3	38	2.16	2.7	2	63	0.445	0.45	3	88	1.36	1.7	2
14	0.321	0.40	2	39	7.62	7.7	3	64	0.473	0.60	2	89	6.23	6.3	3
15	0.681	0.70	3	40	3.76	4.7	2	65	0.147	0.15	3	90	3.84	4.8	2
16	0.231	0.29	2	41	7.91	8.0	3	66	0.564	0.71	2	91	7.82	7.9	3
17	0.573	0.58	3	42	6.24	7.8	2	67	0.276	0.28	3	92	4.64	5.8	2
18	0.674	0.86	2	43	8.11	8.2	3	68	0.191	0.24	2	93	2.37	2.4	3
19	0.673	0.68	3	44	4.1	5.0	2	69	0.742	0.75	3	94	5.3	6.5	2
20	0.748	0.95	2	45	9.61	9.7	3	70	9.6	0.12	2	95	4.45	4.5	3
21	0.207	0.21	3	46	6.95	8.7	2	71	0.177	0.18	3	96	0.64	8.3	2
22	0.576	0.82	2	47	3.56	3.6	3	72	0.483	0.61	2	97	6.03	6.1	3
23	0.465	0.47	3	48	3.91	4.9	2	73	0.474	0.48	3	98	2.1	2.5	2
24	0.128	0.16	2	49	3.66	3.7	3	74	1.84	2.3	2	99	8.81	8.9	3

M/M/1/1

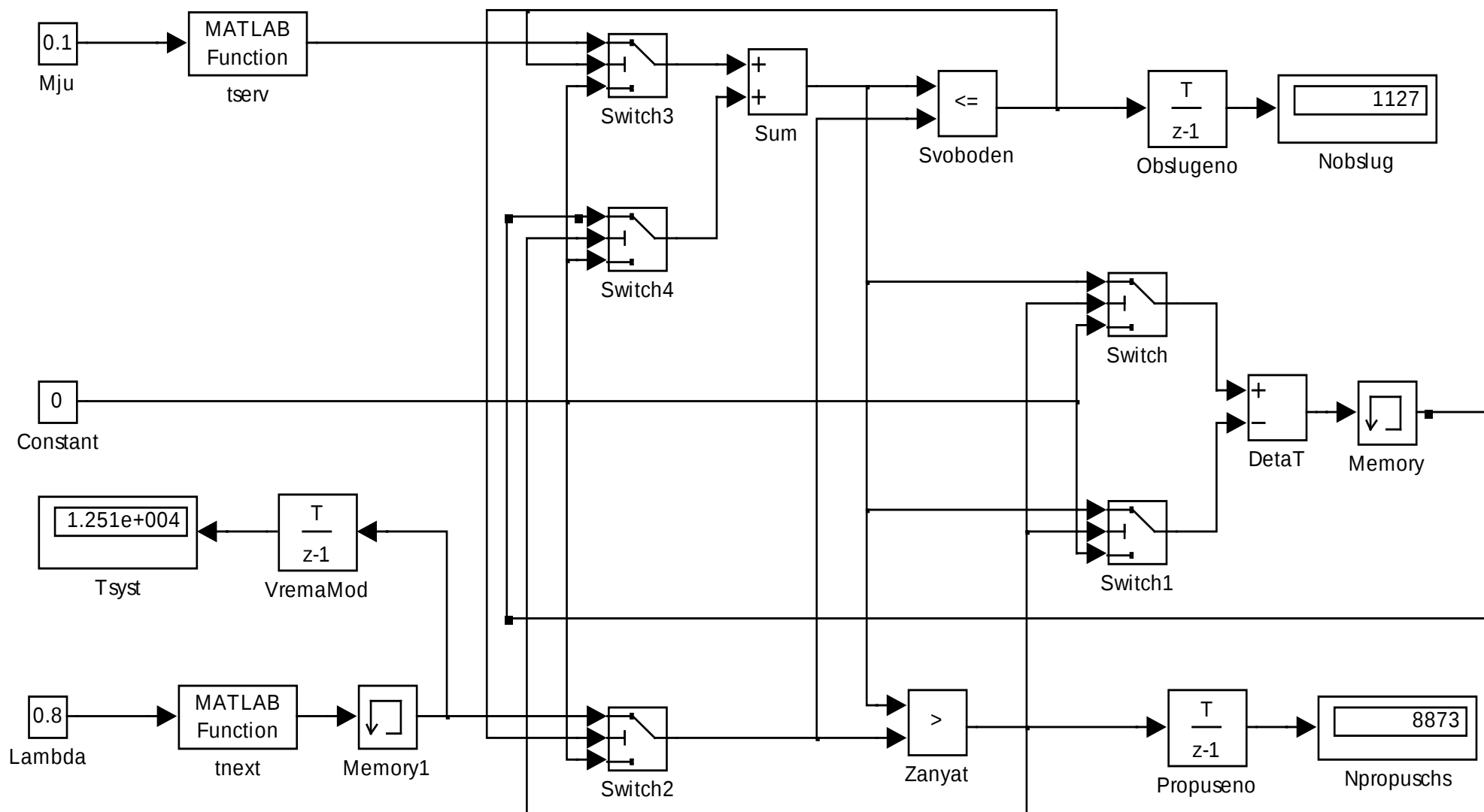


Рисунок Б.1 – Функциональная схема имитационной модели

ПРИЛОЖЕНИЕ В

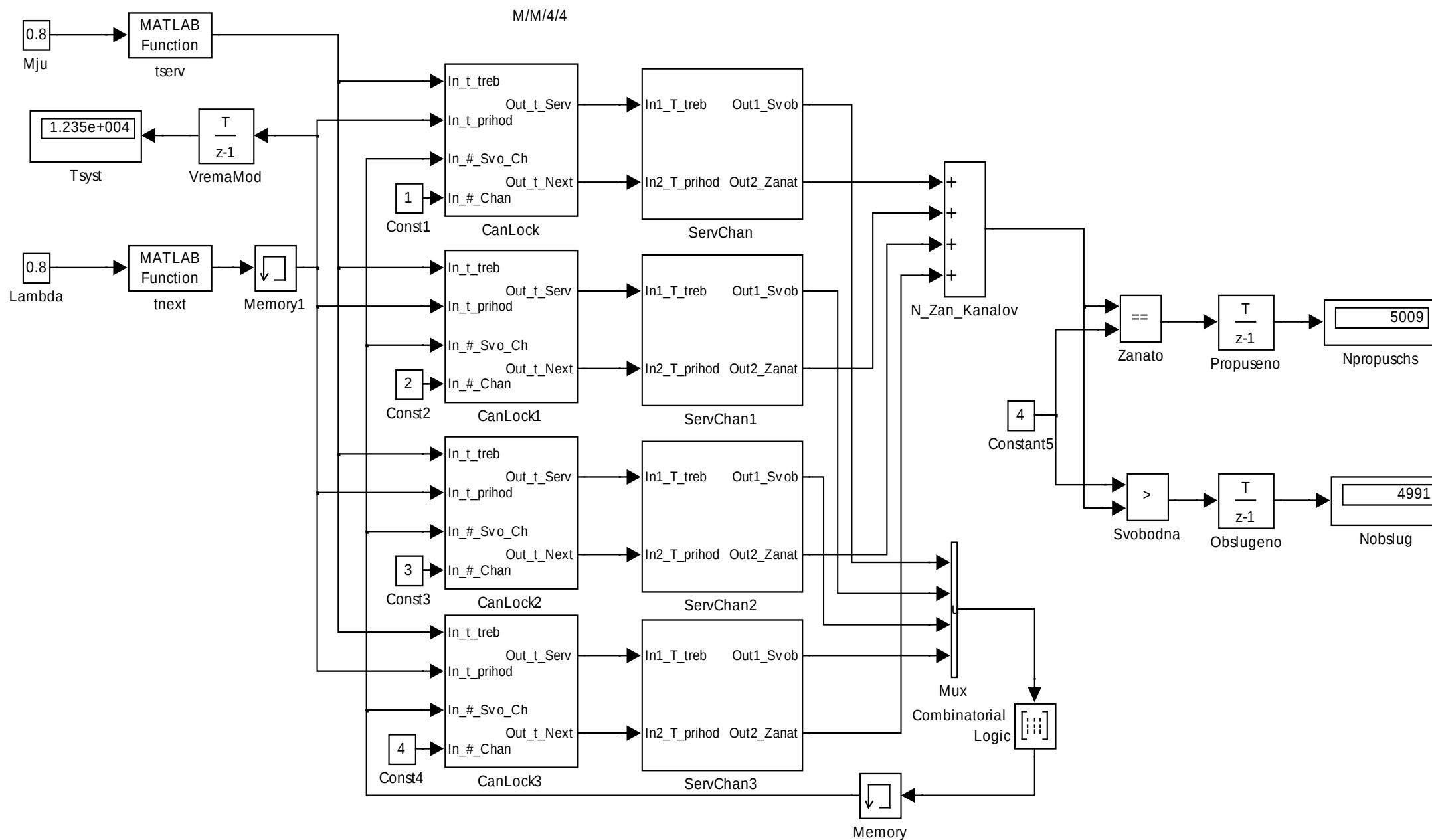


Рисунок В.1 – Функциональная схема имитационной модели многоканальной СМО с отказами

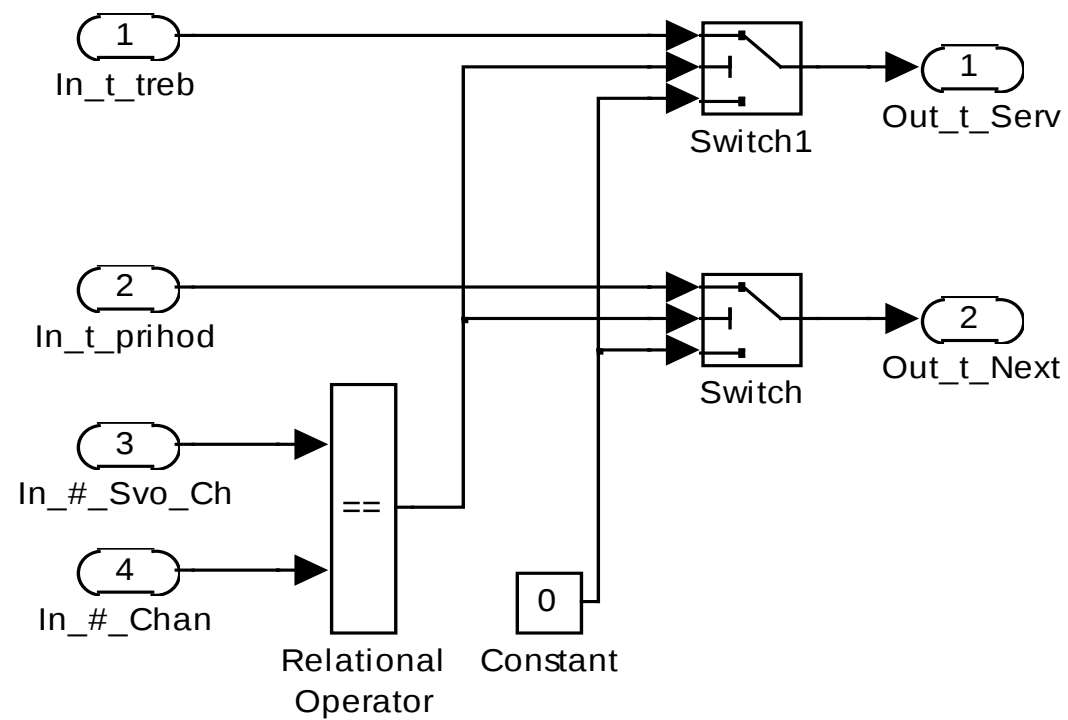


Рисунок В.2 – Логика управления каналом обслуживания

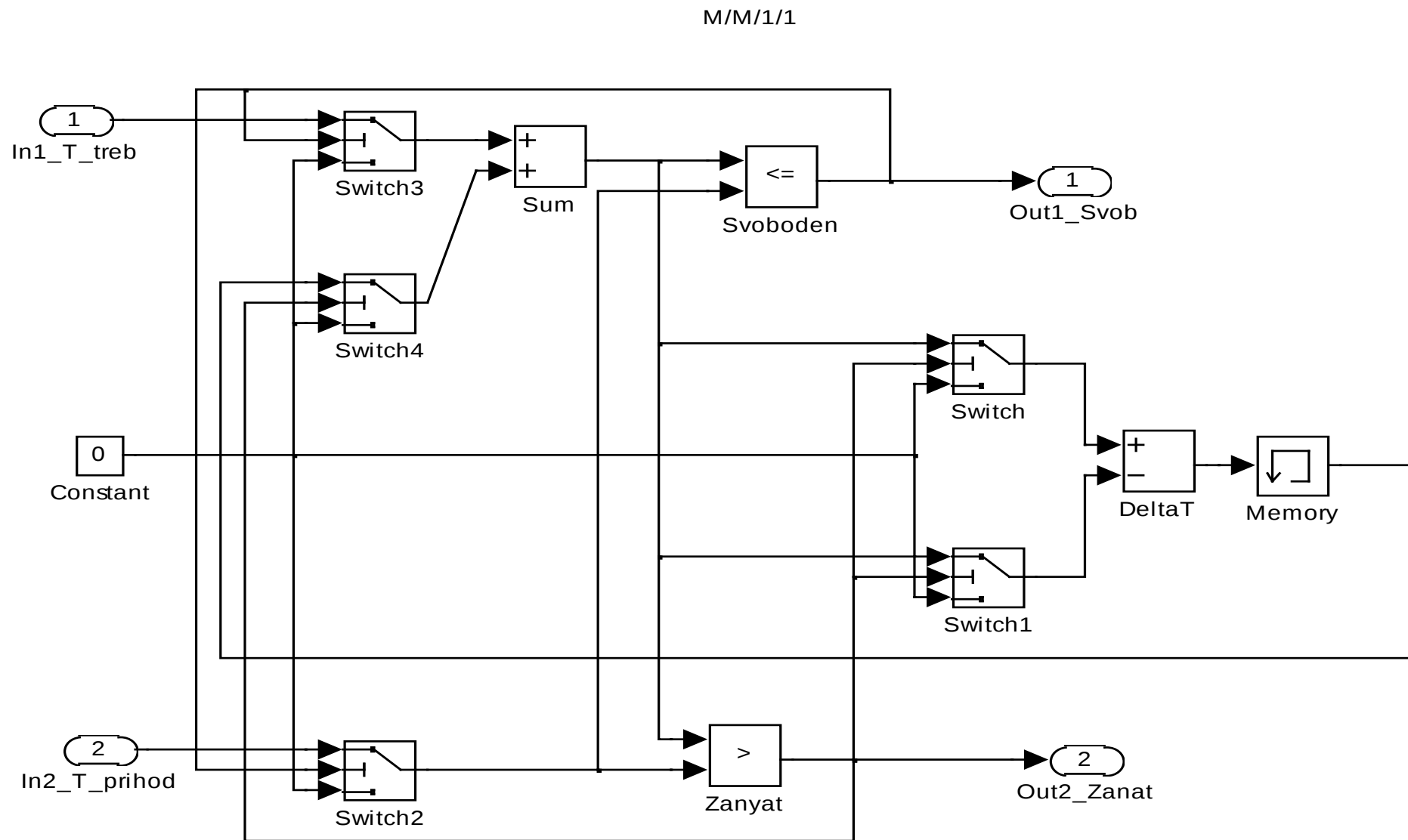


Рисунок В.3 – Функциональная часть одноканальной СМО с отказами, оформленная в виде подсистемы

Заказ № _____ от “ _____ ” _____ 20 ____ . Тираж _____ 25 _____ экз.

Изд-во СевГУ