

## Моделирование работы регистратуры поликлиники

*Сизинцева Анастасия Александровна*

*Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема*

*студент*

*Лучанинов Дмитрий Васильевич*

*Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема*

*старший преподаватель кафедры информационных систем, математики и методик преподаваний*

### Аннотация

В данной статье рассмотрен процесс имитационного моделирования работы регистратуры городской поликлиники на примере г.Биробиджана. В результате моделирования с помощью языка GPSS получены результаты по возможной оптимизации процесса обслуживания посетителей. В результате исследования было выяснено, что при текущих параметрах эффективность системы будет увеличена на 22% в случае удаления одного окна регистратуры.

**Ключевые слова:** имитационное моделирование, GPSS, регистратура, обслуживание посетителей.

## Simulation of polyclinics' registry work

*Sizintceva Anastasia Aleksandrovna*

*Sholom-Aleichem Priamursky State University*

*student*

*Luchaninov Dmitry Vasilyevich*

*Sholom-Aleichem Priamursky State University*

*Senior lecturer of the Department of Information Systems, Mathematics and training methodic*

### Abstract

In this article, the process of town polyclinic registry work simulation modeling on the example of Birobidzhan is considered. As a result of modeling using the GPSS language, results were obtained on servicing visitors process possible optimization. As a result of the study, it was found that, with current parameters, the efficiency of the system would be increased by 22 percent if one registry window was deleted.

**Keywords:** simulation, GPSS, registry, visitor service.

Данная работа посвящена изучению средств GPSS, которые позволяют проанализировать работу, а также результаты деятельности любой организации. Она позволяет спрогнозировать результаты деятельности создаваемой организации, дает анализ рентабельности данного проекта. Также позволяет проанализировать устойчивость модели при корректировке вносимых данных. Все это поможет избежать бесполезных затрат на реализацию не перспективных проектов, дают возможность выбрать оптимальный вариант работы системы массового обслуживания в зависимости от количества имеющихся каналов на входе и каналов обслуживания. GPSS представляет собой систему моделирования общего назначения, которая доступна в бесплатном лицензионном варианте.

Целью данной работы является создание программы на языке GPSS, обеспечивающей ввод информации, ее обработку, реализацию алгоритма имитации процесса и выдачу необходимой информации.

В 2016 году А.В.Хмелевская вместе со своими студентами решила выявить показатель качества обслуживания с точки зрения количества принятых заявок в единицу времени, в ходе которого производится анализ и оптимизация работы служб приёмной комиссии ЮЗГУ. Об этом была написана статья «Исследование потоков заявок, поступающих в приёмную комиссию ЮЗГУ (Юго-Западный государственный университет)» [1].

Также была реализована имитационная модель работоспособности таможен Еврейской автономной области на языке GPSS. Студентка приамурского государственного университета Прохорова Н.Ю. разработала имитационную модель работы таможенного контроля в ЕАО на языке GPSS и провела имитационный эксперимент [2].

В данной работе также рассматривается имитационное моделирование, но только объектом этого является регистратура поликлиники в городе Биробиджан.

Теория массового обслуживания – область прикладной математики, занимающаяся анализом процессов в системах производства, обслуживания, в которых однородные события повторяются многократно. Такие системы носят название системы массового обслуживания (СМО), и в качестве примера могут выступать предприятия бытового обслуживания; системы приема, переработки и передачи информации и др.

Каждая СМО состоит из определенного числа обслуживающих единиц (приборов, устройств, пунктов), которые называются каналами обслуживания. По числу каналов СМО подразделяют на одноканальные и многоканальные. Заявки поступают в СМО обычно не регулярно, а случайно, образуя так называемый случайный поток заявок (требований).

Предметом теории массового обслуживания является установление зависимостей между характером потока заявок, числом каналов обслуживания, производительностью отдельного канала и эффективным обслуживанием с целью нахождения наилучших путей управления этими процессами.

СМО делят на два основных типа: СМО с отказами и СМО с ожиданием (очередью). В СМО с отказами заявка, поступившая в момент, когда все каналы заняты, получает отказ, покидает СМО и в дальнейшем процессе обслуживания не участвует. В СМО с ожиданием заявка, пришедшая в момент, когда все каналы заняты, не уходит, а становится в очередь на обслуживание.

СМО с ожиданием подразделяются на разные виды в зависимости от того, как организована очередь: с ограниченной или неограниченной длиной очереди, с ограниченным временем ожидания и др. Приведём пример задачи. На вход СМО поступает пуассоновский поток заявок с интенсивностью  $\lambda$ , а интенсивность каждого канала составляет  $\mu$ . Максимально возможное число мест в очереди ограничено величиной  $m$ .

Вероятность отказа в обслуживании наступает, когда все  $n$  каналов и все  $m$  мест в очереди заняты:  $P_{отк} P_{n=m} = \frac{p^{n+m}}{n^m \cdot n!} \cdot p_0$

Среднее число заявок, находящихся в очереди, будет равно:

$$L_{оч} = \frac{p^{n+1}}{n \cdot n!} \cdot \frac{1 - \left(\frac{p}{n}\right)^m \cdot \left(m + 1 - m \cdot \frac{p}{n}\right)}{\left(1 - \frac{p}{n}\right)^2} \cdot p_0, \text{ если } \frac{p}{n} \neq 1, \text{ иначе}$$

$$L_{оч} = \frac{p^{n+1}}{n \cdot n!} \cdot \frac{m \cdot (m + 1)}{2} \cdot p_0.$$

Среднее время ожидания в очереди:  $T_{оч} = \frac{L_{оч}}{\lambda}$ .

Среднее время пребывания заявки в системе:

$$T_{СМО} = \frac{L_{СМО}}{\lambda} = \frac{L_{оч} + L_{обс}}{\lambda}.$$

Пример. В регистратуру поликлиники в среднем за час приходит 36 человека, но если в очереди уже находится 4 человека, вновь пришедшие клиенты не встают в очередь. Среднее время обслуживания клиента составляет 5 мин, а всего окон для обслуживания 4. Дать характеристику СМО.

Решение

Пусть  $\lambda = 36 \text{ чел/час}$ ;  $\overline{t_{обс}} = 5 \text{ мин}$ ;  $m = 4$ ;  $n = 4$ .

Определяем интенсивность нагрузки:  $p = \frac{\lambda}{\mu} = \lambda \cdot \overline{t_{обс}} = 36 \cdot \frac{5}{60} = 3$ .

Определим долю времени простоя регистратуры:

$$p_0 = \left[ \sum_{k=0}^4 \frac{3^k}{k!} + \frac{3^{4+1}}{4!(4-3)} \cdot \left( 1 - \left( \frac{3}{4} \right)^4 \right) \right]^{-1} = 0.02$$

Вероятность отказа в обслуживании:  $p_{отк} = 3_{4+4} = \frac{3^{4+4}}{4^4 \cdot 2!} \cdot 0,02 = 0,25$ .

Относительная пропускная способность:  $Q = 1 - p_{отк} = 1 - 0,25 = 0,75$

Абсолютная пропускная способность:  $A = \lambda \cdot Q = 32 \cdot 0,75 = 24 \text{ чел/ч}$ .

Среднее число человек в очереди:

$$L_{оч} = \frac{3^{4+1}}{4 \cdot 4!} \cdot \frac{1 - \left( \frac{3}{4} \right)^4 \cdot \left( 4 + 1 - 4 \cdot \frac{3}{4} \right)}{\left( 1 - \frac{3}{4} \right)^2} \cdot 0,02 = 1,1 \text{ чел},$$

Среднее число заявок, находящихся в обслуживании:

$$L_{обс} = p \cdot Q = 3 \cdot 0,75 = 2,25 \text{ чел}$$

Среднее время ожидания в очереди:  $T_{оч} = \frac{1,1}{32} = 12,3 \text{ мин}$

Среднее время пребывания автомобиля на мойке:

$$T_{СМО} = \frac{1,1 + 2,25}{32} = 37,6 \text{ мин}.$$

Регистратура поликлиники представляет собой многоканальную СМО без отказов. Клиенты появляются возле регистратуры через каждые  $3 \pm 2$  минуты, время обслуживания одного клиента составляет  $8 \pm 2$  мин. необходимо определить характеристики очереди клиентов при условии, что обслуживает четыре окна (см. рис. 1).

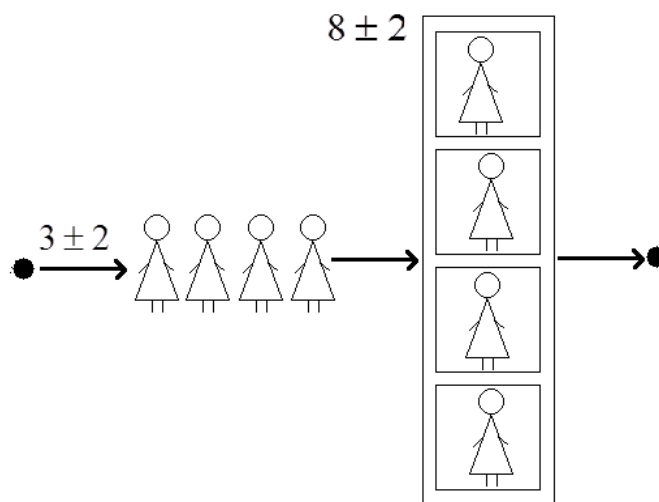


Рис. 1. Модель обслуживания клиентов в регистратуре поликлиники

Скамью можно изобразить в модели памятью ёмкостью четыре единицы, в которой каждый транзакт будет занимать одну единицу. Модель имеет следующий вид (см. рис. 2):

```

10 REG STORAGE 4;
20 GENERATE 3,2
30 QUEUE 1
40 ENTER REG;
50 DEPART 1;
60 ADVANCE 8,2
70 LEAVE REG;
80 TERMINATE
90 GENERATE 690;
100 TERMINATE 1|

```

Рис.2 Реализация имитационного моделирования на GPSS

Когда в памяти REG заняты все четыре единицы, то приходящие из блока GENERATE транзакты не могут войти в блок ENTER, и ожидают освобождения памяти, как клиенты ожидают освобождения одного из четырёх мест. Отчёт по исследованию показан на рис.3.

NAME		VALUE								
REG			10000.000							
LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT	COUNT	RETRY				
	1	GENERATE	228	0	0					
	2	QUEUE	228	0	0					
	3	ENTER	228	0	0					
	4	DEPART	228	0	0					
	5	ADVANCE	228	3	0					
	6	LEAVE	225	0	0					
	7	TERMINATE	225	0	0					
	8	GENERATE	1	0	0					
	9	TERMINATE	1	0	0					
QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY		
1	1	0	228	214	0.015	0.045	0.725	0		
STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
REG	4	1	0	4	228	1	2.623	0.656	0	0
FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE			
227	0	690.472	227	5	6					
230	0	693.471	230	0	1					
228	0	695.024	228	5	6					
229	0	696.223	229	5	6					
231	0	1380.000	231	0	8					

Рис. 3. Отчёт по исследованию

Содержимое статистики по памяти STORAGE можно понять из перевода заголовков столбцов таблицы, если при этом учитывать пояснения, приведенные выше для статистики по очередям. Заголовки основных столбцов переводятся так:

STORAGE – память  
CAP – емкость  
MIN – минимум  
MAX – максимум  
ENTRIES – входы  
AVE.C – среднее содержимое  
UTIL – использование.

Отдельно требуется пояснить только заголовок UTIL. Под этим заголовком выводится коэффициент использования памяти. В отличие от коэффициента использования устройства он представляет собой не долю времени, в течение которой память была занята, а среднее содержимое памяти, деленное на емкость. Этот коэффициент также получается нормированным, то есть его значение всегда варьируется в пределах от 0 до 1. С математической точки зрения (с точки зрения теории массового обслуживания) это есть не что иное, как коэффициент загрузки многоканальной системы массового обслуживания, в которой число каналов равно емкости памяти. Если выражаться точнее, это даже не коэффициент загрузки, а статистическая оценка стационарного значения коэффициента загрузки. Этот показатель имеет тот экономический смысл, что выражает, насколько полно используется ресурс памяти, или, – в нашей модели, – насколько полностью загружены работники регистратуры. Коэффициент загрузки получился 0,656. Это значит, что любой из четырех работников в среднем 65% времени занят непосредственным обслуживанием клиента, а это значит, что эффективность обслуживания низкая.

Для того, чтобы проверить как можно изменить эффективность, было уменьшено количество окон, на одно окно. После изменений модель приняла следующий вид (см. рис. 4.):

```
10 REG STORAGE 3;  
20 GENERATE 3,2  
30 QUEUE 1  
40 ENTER REG;  
50 DEPART 1;  
60 ADVANCE 8,2  
70 LEAVE REG;  
80 TERMINATE  
90 GENERATE 690;  
100 TERMINATE 1
```

Рис. 4 Оптимизация моделирования

Отчёт по данному исследованию продемонстрирован на рис.5.

Thursday, November 23, 2017 21:56:32

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	690.000	9	0	1

NAME	VALUE
REG	10000.000

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT	COUNT	RETRY
	1	GENERATE	229	0	0	0
	2	QUEUE	229	0	0	0
	3	ENTER	229	0	0	0
	4	DEPART	229	0	0	0
	5	ADVANCE	229	3	0	0
	6	LEAVE	226	0	0	0
	7	TERMINATE	226	0	0	0
	8	GENERATE	1	0	0	0
	9	TERMINATE	1	0	0	0

QUEUE	MAX CONT.	ENTRY	ENTRY (0)	AVE. CONT.	AVE. TIME	AVE. (-0)	RETRY	
1	3	0	229	117	0.402	1.211	2.477	0

STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE. C.	UTIL.	RETRY	DELAY
REG	3	0	0	3	229	1	2.636	0.879	0	0

FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
231	0	692.928	231	0	1		
229	0	694.577	229	5	6		
228	0	695.332	228	5	6		
230	0	697.985	230	5	6		
232	0	1380.000	232	0	8		

Рис. 5 Отчёт по оптимизированному исследованию

После того как было уменьшено число окон коэффициент загрузки получился 0,879. Это значит, что любой из четырех работников в среднем 87% времени занят непосредственным обслуживанием клиента, а это значит, что эффективность обслуживания улучшилась.

В данной работе были изучены средства GPSS, которые позволяют проанализировать работу, а также результаты деятельности любой организации. Подробно был рассмотрен пример многоканальной СМО без отказов на примере регистратуры поликлиники. Результаты исследования можно использовать для оптимизации работы регистратуры в поликлинике.

### Библиографический список

1. Хмелевская А.В., Коптев Д.С., Шевцов А.Н., Щитов А.Н. Исследование потоков заявок, поступающих в приёмную комиссию ЮЗГУ// Известия Юго-западного государственного университета. серия: управление,

---

вычислительная техника, информатика, медицинское приборостроение.  
2016. № 3 (20). С. 37-49.

2. Прохорова Н.Ю., Лучанинов Д.В. Реализация имитационной модели работоспособности таможи в Еврейской автономной области на языке GPSS // Постулат. 2016. № 12 (14). С. 61.