

## Моделирование работы регистратуры поликлиники

*Селиверстова Ксения Алексеевна*

*Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема*

*студент*

*Балясникова Любовь Дмитриевна*

*Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема*

*Студент*

*Лучанинов Дмитрий Васильевич*

*Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема*

*старший преподаватель кафедры информационных систем, математики и правовой информатики*

### Аннотация

В данной статье рассмотрен процесс имитационного моделирования работы травматологической 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 в случае добавления одного окна регистратуры.

**Ключевые слова:** имитационное моделирование, GPSS, травматологическая регистратура, эффективность системы

## Modeling the work of the polyclinic registry

*Seliverstova Ksenia Alekseevna*

*Sholom-Aleichem Priamursky State University*

*student*

*Balyasnikova Lyubov Dmitrievna*

*Sholom-Aleichem Priamursky State University*

*Student*

*Luchaninov Dmitry Vasilyevich*

*Sholom-Aleichem Priamursky State University*

*Senior Lecturer*

### Abstract

In this article, the process of simulation modeling of the work of the traumatological registry of a city polyclinic is considered, using the example of

Birobidzhan. As a result of modeling using the GPSS language, results were obtained on the possible optimization of the process of servicing visitors. As a result of the study, it was found that with current parameters, the system's efficiency will be increased in the case of adding one registry window.

**Keywords:** simulation, GPSS, traumatology registry, system efficiency

### **Введение**

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.

Актуальность проблемы исследования связана с тем, что, имитационное моделирование широко используется на различных этапах жизненного цикла сложной системы: при проектировании – для осуществления параметрического и структурного синтеза, проведения многовариантного анализа; при вводе в действие – для поиска «узких» мест; при эксплуатации – для прогнозирования эффекта от возможных модернизаций состава и структуры сложной системы.

Объектом исследования является работы терапевтической регистратуры поликлиники областной больницы в городе Биробиджан.

Предмет исследования – моделирование работы терапевтической регистратуры поликлиники областной больницы в городе Биробиджан с целью повышения ее эффективности.

Задачи исследования:

- проанализировать работу терапевтической регистратуры в поликлинике областной больницы;
- составить математическую модель работы регистратуры;
- с помощью языка имитационного моделирования GPSS реализовать модель работы регистратуры.

Методы исследования:

- изучение научно-технической литературы;
- проектирование имитационной модели работы регистратуры поликлиники;
- реализация имитационной модели работы регистратуры на языке GPSS.

## 1 Теоретическая часть

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)».

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.

В данной работе также рассматривается имитационное моделирование терапевтической регистратуры областной поликлиники в городе Биробиджан.

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:

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

## 2 Практическая часть

Травматологическая регистратура поликлиники представляет собой одноканальную СМО без отказов. Клиенты появляются возле регистратуры через каждые  $4 \pm 2$  минуты, время обслуживания одного клиента составляет  $7 \pm 4$  мин. необходимо определить характеристики очереди клиентов при условии, что обслуживает одно окно (см. рис. 1).

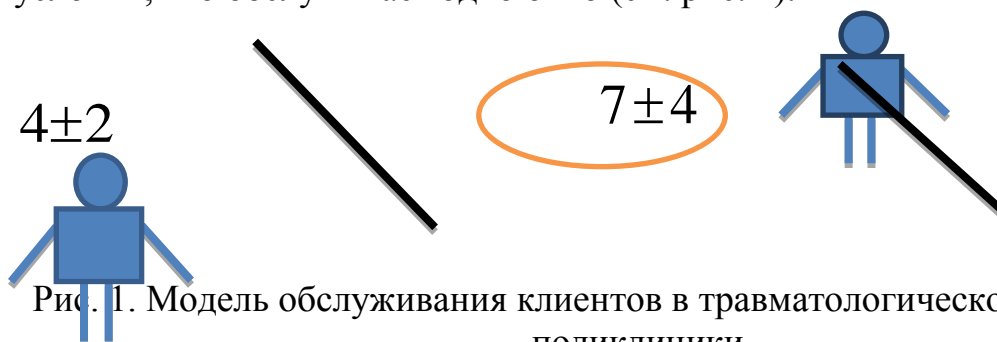


Рис. 1. Модель обслуживания клиентов в травматологической регистратуре поликлиники

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 1;
20 GENERATE 4, 2
30 QUEUE 1
40 ENTER REG;
50 DEPART 1;
60 ADVANCE 7, 4;
70 LEAVE REG;
80 TERMINATE
90 GENERATE 720;
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	180		0	0					
	2	QUEUE	180		79	0					
	3	ENTER	101		0	0					
	4	DEPART	101		0	0					
	5	ADVANCE	101		1	0					
	6	LEAVE	100		0	0					
	7	TERMINATE	100		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		79	79	180	1	39.665	158.661	159.547	0		
STORAGE		CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
REG		1	0	0	1	101	1	0.993	0.993	0	79
FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE				
102	0	720.408	102	5	6						
182	0	722.832	182	0	1						
183	0	1440.000	183	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 одноканальной системы массового обслуживания, в которой число каналов равно емкости памяти.

Этот показатель имеет тот экономический смысл, что выражает, насколько полно используется ресурс памяти, или, – в нашей модели, – насколько полностью загружены работник регистратуры. Коэффициент загрузки получился 0,993. Это значит, что работник почти 100% времени занят непосредственным обслуживанием клиента, и это непосредственно влияет на время и качество обслуживания. Попробуем увеличить количество окон до двух (Рис. 4).

```

Untitled Model 2
10 REG STORAGE 2;
20 GENERATE 4,2
30 QUEUE 1
40 ENTER REG;
50 DEPART 1;
60 ADVANCE 7,4;
70 LEAVE REG;
80 TERMINATE
90 GENERATE 720;
100 TERMINATE 1
    
```

Рис. 4. Реализация имитационного моделирования на GPSS

NAME	VALUE
REG	10000.000

LABEL	LOC	BLOCK	TYPE	ENTRY	COUNT	CURRENT	COUNT	RETRY
	1	GENERATE		181		0	0	
	2	QUEUE		181		1	0	
	3	ENTER		180		0	0	
	4	DEPART		180		0	0	
	5	ADVANCE		180		2	0	
	6	LEAVE		178		0	0	
	7	TERMINATE		178		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	3	1	181	83	0.314	1.248	2.305	0

STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
REG	2	0	0	2	180	1	1.753	0.876	0	1

FEC	XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
183	0		722.409	183	0	1		
180	0		722.706	180	5	6		
181	0		724.866	181	5	6		
184	0		1440.000	184	0	8		

Рис. 5. Отчёт по исследованию

При увеличении окон до 2 загруженность становится равной 0,876 (данные на рис. 5). Данный показатель говорит об улучшении условий труда работника при устойчивой эффективности работы. Согласно стандарту труда данное значение показателя все же немного превышает норму, поэтому попробуем увеличить количество окон до трех. На рис. 6 показан код, реализующий данный эксперимент.

```

10 REG STORAGE 3;
20 GENERATE 4,2
30 QUEUE 1
40 ENTER REG;
50 DEPART 1;
60 ADVANCE 7,4;
70 LEAVE REG;
80 TERMINATE
90 GENERATE 720;
100 TERMINATE 1;
    
```

Рис. 6. Реализация имитационного моделирования на GPSS

NAME	VALUE
REG	10000.000

LABEL	LOC	BLOCK	TYPE	ENTRY	COUNT	CURRENT	COUNT	RETRY
	1	GENERATE		180		0	0	
	2	QUEUE		180		1	0	
	3	ENTER		179		0	0	
	4	DEPART		179		0	0	
	5	ADVANCE		179		3	0	
	6	LEAVE		176		0	0	
	7	TERMINATE		176		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	1	180	174	0.004	0.015	0.449	0

STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE. C.	UTIL.	RETRY	DELAY
REG	3	0	0	3	179	1	1.717	0.572	0	1

FEC	XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
178	0		720.723	178	5	6		
180	0		723.774	180	5	6		
179	0		724.168	179	5	6		
182	0		725.010	182	0	1		

Рис. 7. Отчёт по исследованию

Значение показателя загруженности (0,572) (данные на рис. 7) говорит о незначительном изменении эффективности при увеличении простоя окна, что экономически невыгодно. Следовательно, самым оптимальным вариантом является установка двух окон.

Проведенное исследование не исчерпывает всех возможностей по оптимизации работы травматологической регистратуры. Дальнейшие исследования могут касаться оптимизации непосредственной работы

системы, что невозможно воспроизвести в условиях конкретной компьютерной модели и относится к деятельности менеджмента организации.

### **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. Издательство Юго-Западный государственный университет (Курск), 2016. № 3 (20). С. 37-49.
2. Волк М.А., Гридель Р.Н., Саранча С.Н., Гавриш Д.А. Алгоритмическая модель процесса распределенной имитации для технологии анализа распределенных имитационных моделей // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2013. Т. 6. № 2 (66). С. 32-36. 4.
3. Зуев В.А., Гайдуков А.Д. Использование имитационного моделирования на языке GPSS WORLD для выбора необходимых ресурсов станции метро «Бауманская» // Механизация строительства. 2016. Т. 77. № 6. С. 49-53.
4. Томашевский В.Н., Нехай В.В. Средства имитационного моделирования для обучения, базирующиеся на языке GPSS // Технические науки и технологии. 2015. № 2 (2). С. 101-105.