

Реализация имитационной модели работоспособности таможни в Еврейской автономной области на языке GPSS

Прохорова Наталья Юрьевна

*Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема
Студент*

Лучанинов Дмитрий Васильевич

*Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема
старший преподаватель кафедры информационных систем, математики и
методик обучения*

Аннотация

Данная статья посвящена изучению средств GPSS, позволяющих проанализировать работу, результаты деятельности любой организации, даже еще не созданной, что очень важно. Это 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 СМО в зависимости от количества имеющихся каналов на входе и каналов обслуживания. GPSS представляет собой систему моделирования общего назначения, которая доступна в бесплатном лицензионном варианте.

Ключевые слова: язык GPSS, имитационная модель, поток событий, система массового обслуживания, имитационной эксперимент.

The implementation of a simulation model of efficiency of customs in the Jewish Autonomous Region in the language GPSS

Prokhorova Natalya Yurievna

*Sholom-Aleichem Priamursky State University
Student*

Luchaninov Dmitry Vasilyevich

*Sholom-Aleichem Priamursky State University
Senior lecturer of the Department of Information Systems, Mathematics and
teaching methods*

Abstract

This article is devoted to the study of GPSS tools to analyze the work of the results of any organization, even not yet established, it is very important. This makes it possible to predict the performance of the newly established organization, provides

cost-benefit analysis of the project. It also allows you to analyze the sustainability of the model when the data is correct. All this will help to avoid unnecessary costs for the implementation of promising projects do not make it possible to select the optimum variant of operation SMO depending on the number of available channels at the input and service channels. GPSS is a general-purpose modeling system, which is available in the free license version.

Keywords: the language of GPSS, simulation model, the flow of events, queuing system, simulation experiment.

Целью данной исследовательской 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 [1].

Объектом исследования являются характеристики работы таможи в Еврейской автономной области.

В.Т.Аверьянов, С.В. Польшко [2] рассматривали имитационную модель системы массового обслуживания (СМО), которая представляет собой алгоритм, отражающий ее поведение, то есть отражающий изменения состояния СМО во времени при заданных потоках заявок, поступающих на входы системы. Такие исследователи как М.А.Волк, Р.Н.Гридель, С.Н.Саранча, Д.А. Гавриш [3] в своей статье рассмотрели алгоритмическая модель процесса распределенной имитации, основанную на программном представлении распределенных имитационных моделей. В.А.Зуев и А.Д.Гайдуков [4] описали подходы к созданию имитационной модели функционирования станции метро «Бауманская» (кроме платформ, загрузки, разгрузки и движения поездов) и показали структуру модели. В.Н.Томашевский и В.В.Нехай [5] провели анализ средств имитационного моделирования, базирующихся на языке GPSS, показали достоинства и недостатки языка GPSS и целесообразность его использования для обучения и быстрого построения имитационных моделей. В статье рассматриваются проблемы масштабирования веб-сервисов, способы моделирования работы WEB-серверов на языке GPSS исследователем М.М.Хваталиным [6]. Р.И.Баженов и Д.К.Лопатин показали моделирование экономических процессов средствами GPSS [7]. Зарубежные ученые Т.Clemen [8], H.Lorek, M.Sonnenschein [9] также используют в своих исследованиях имитационные модели.

Задача заключается в разработке имитационной модели работы таможенного контроля в ЕАО на языке GPSS и проведении имитационного

эксперимента. Уточним, что таможенный контроль работает с 10 ч. до 18 ч. и имеет две кассы.

Важное значение имеет дисциплина обслуживания, т.е. порядок обслуживания поступивших заявок. Обслуживание заявки может быть организовано по принципу «первая пришла – первая обслужена», «последняя пришла – первая обслужена» или обслуживание с приоритетом [5].

Последовательность однородных событий называется потоком событий. Чаще всего входящий поток требований описывается функцией распределение вероятностей Пуассона [5]:

$$P(r) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^r}{r!},$$

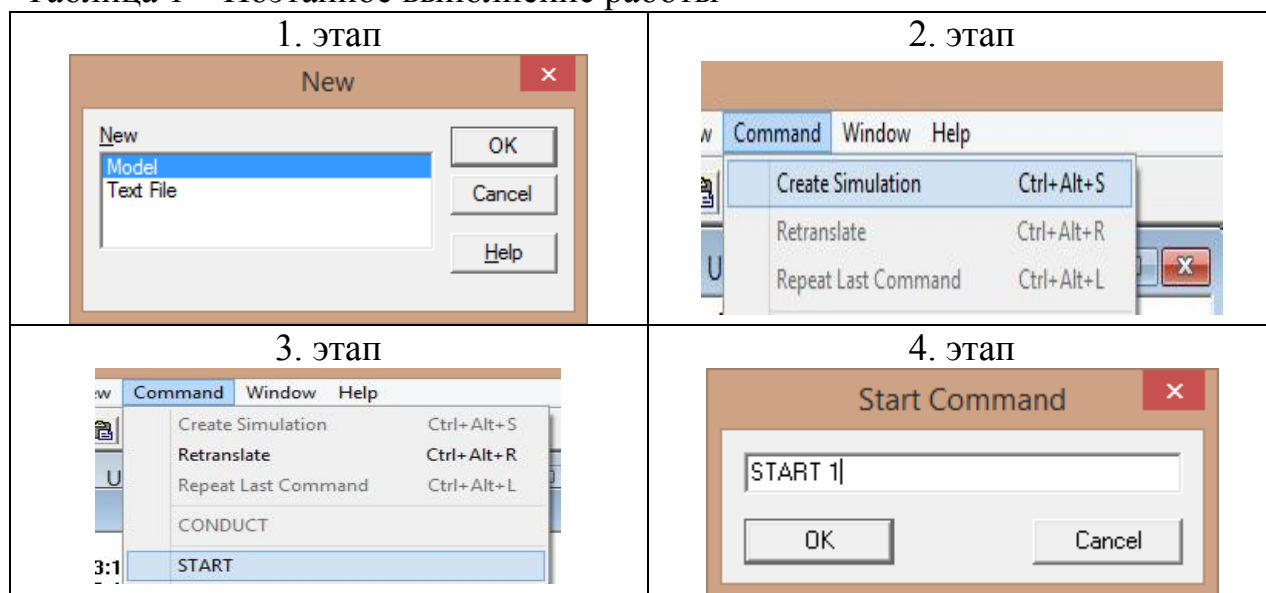
где, r – число требований, поступивших в систему массового обслуживания за единицу времени;

$P(r)$ – вероятность того, что в систему массового обслуживания за единицу времени поступило r требований;

λ – интенсивность потока требований.

Первое, что необходимо сделать для решения задачи – это запустить программу и создать новый проект, далее выбрать model (модель), затем выбрать команду create simulation (создать имитацию), после чего нажать start command (начать команду), данные действия указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Поэтапное выполнение работы



Создадим имитационную модель работы таможенного контроля в ЕАО по 8 часовому рабочему дню при наличии двух касс обслуживания (рис.1).

```

Kass VARIABLE 2 ;количество касс
INITIAL X$Cikl,1 ;переменная цикла

GENERATE (Poisson(90,30)) ;генерация потока(сек.)
ASSIGN 1,1 ;сравним очередь 1
ASSIGN 2,2 ;и очередь 2
;цикл проверки
LabB TEST G Q*1,Q*2,LabD1 ;если 1 > 2, то
ASSIGN 1,P2 ;запомним в 1 номер 2
LabD1 SAVEVALUE Cikl+,1 ;увеличим счётчик цикла
TEST E X$Cikl,V$Kass,LabD2 ;если цикл достигнут
SAVEVALUE Cikl,1 ;сделать счётчик = 1
LabD2 ASSIGN 2+,1 ;перейти к следующей очереди
TEST NE X$Cikl,1,LabO ;если не конец цикла
TRANSFER ,LabB ;перейти в начало цикла

LabO QUEUE *1 ;занять нужную очередь
SEIZE *1 ;занять нужную кассу
DEPART *1 ;освободить нужную очередь
ADVANCE (Exponential(1,0,80)) ;имитация обслуживания
RELEASE *1 ;освободить нужную кассу
TERMINATE ;уничтожить

GENERATE 28800 ;сегмент таймера
TERMINATE 1 ;
START 8 ;на 8 часов
    
```

Рис. 1. Имитационная модель работы таможенного контроля в ЕАО

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.6.1
Saturday, December 17, 2016 20:35:10

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	230400.000	19	2	0

NAME	VALUE
CIKL	10001.000
KASS	10000.000
LABB	4.000
LABD1	6.000
LABD2	9.000
LABO	12.000

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT	COUNT	RETRY
	1	GENERATE	7691	0	0	0
	2	ASSIGN	7691	0	0	0
	3	ASSIGN	7691	0	0	0
LABB	4	TEST	7691	0	0	0
	5	ASSIGN	3850	0	0	0
LABD1	6	SAVEVALUE	7691	0	0	0
	7	TEST	7691	0	0	0
	8	SAVEVALUE	7691	0	0	0
LABD2	9	ASSIGN	7691	0	0	0
	10	TEST	7691	0	0	0
	11	TRANSFER	0	0	0	0
LABO	12	QUEUE	7691	1970	0	0
	13	SEIZE	5721	0	0	0
	14	DEPART	5721	0	0	0
	15	ADVANCE	5721	2	0	0
	16	RELEASE	5719	0	0	0
	17	TERMINATE	5719	0	0	0
	18	GENERATE	8	0	0	0
	19	TERMINATE	8	0	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
1	2855	1.000	80.677	1	5689	0	0	0	986
2	2866	0.999	80.333	1	5767	0	0	0	984

QUEUE	MAX CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
1	988	986	3841	4	504.176	30242.697	30274.224
2	987	984	3850	1	503.678	30142.195	30150.026

SAVEVALUE	RETRY	VALUE
CIKL	0	1.000

FEC XN	PRI	BDI	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
7700	0	230406.000	7700	0	1		
5689	0	230425.023	5689	15	16	1	1.000
						2	3.000
5767	0	230523.170	5767	15	16	1	2.000
						2	3.000
7701	0	259200.000	7701	0	18		

Рис. 2. Характеристики таможенного контроля

Затем создаем имитацию (рис. 3) для получения характеристик (рис. 2).

```

12/17/16 20:35:10 Model Translation Begun.
12/17/16 20:35:10 Ready.
12/17/16 20:35:10 Simulation in Progress.
12/17/16 20:35:10 The Simulation has ended. Clock is 230400.000000.
12/17/16 20:35:10 Reporting in Untitled Model 1.6.1 - REPORT Window.
    
```

Рис. 3. Создание имитации

В результате исследования были получены следующие данные (табл.2):

Таблица 2 – Результат исследования

Характеристика	Расшифровка характеристики	Числовые данные
Start time	Время начала	0.000
End time	Время завершения	230400.000
Facility util	Коэффициент использования канала	1 – 1.000 2 – 0.999
Facility ave.time	Среднее время в канале	1 – 80.677 2 – 80.333
Queue ave.time	Среднее время в очереди	1 – 30242.697 2 – 30142.195

Проведем имитационный эксперимент, а именно увеличим время работы таможенного контроля в ЕАО. Предположим, что рабочий день будет составлять не 8 часов, а 10. Наличие касс обслуживания останется прежним (рис.4). Посмотрим изменения характеристик (рис.5).

```

Kass    VARIABLE 2      ;колво касс
        INITIAL X$Cikl,1      ;переменная цикла

        GENERATE (Poisson(90,30))      ;генерация потока(сек.)
        ASSIGN 1,1      ;сравним очередь 1
        ASSIGN 2,2      ;и очередь 2
        ;цикл проверки
LabB    TEST G Q*1,Q*2,LabD1      ;если 1 > 2, то
        ASSIGN 1,P2      ;запомним в 1 номер 2
LabD1   SAVEVALUE Cikl+,1      ;увеличим счётчик цикла
        TEST E X$Cikl,V$Kass,LabD2      ;если цикл достигнут
        SAVEVALUE Cikl,1      ;сделать счётчик = 1
LabD2   ASSIGN 2+,1      ;перейти к следующей очереди
        TEST NE X$Cikl,1,LabO      ;если не конец цикла
        TRANSFER ,LabB      ;перейти в начало цикла

LabO    QUEUE *1      ;занять нужную очередь
        SEIZE *1      ;занять нужную кассу
        DEPART *1      ;освободить нужную очередь
        ADVANCE (Exponential(1,0,80)) ;имитация обслуживания
        RELEASE *1      ;освободить нужную кассу
        TERMINATE      ;уничтожить

        GENERATE 36000      ;сегмент таймера
        TERMINATE 1      ;
        START 10      ;на 10 часов
    
```

Рис. 4. Имитационная модель при 10 часах работы

Untitled Model 1.8.1 - REPORT									
GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.8.1									
Saturday, December 17, 2016 21:15:59									
	START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES				
	0.000	360000.000	19	2	0				
FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
1	4442	1.000	81.030	1	8924	0	0	0	1553
2	4468	1.000	80.536	1	8908	0	0	0	1553
QUEUE	MAX CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY		
1	1554	1553	5995	4	777.348	46679.771	46710.937	0	
2	1553	1553	6021	1	776.846	46448.217	46455.932	0	

Рис. 5. Изменения характеристик таможенного контроля

Во втором имитационном эксперименте увеличим количество обслуживающих касс до 7, а время оставим первоначальное, т.е. 8 рабочих часов (рис. 6) и посмотрим, как изменятся характеристики в этом случае (рис.7).

```

Kass VARIABLE 7 ;колво касс
INITIAL X$Cikl,1 ;переменная цикла

GENERATE (Poisson(90,30)) ;генерация потока
ASSIGN 1,1 ;сравним очередь 1
ASSIGN 2,2 ;и очередь 2
;цикл проверки
LabB TEST G Q*1,Q*2,LabD1 ; если 1 > 2, то
ASSIGN 1,P2 ;запомним в 1 номер 2
LabD1 SAVEVALUE Cikl+,1 ;увеличим счётчик цикла
TEST E X$Cikl,V$Kass,LabD2 ;если цикл достигнут
SAVEVALUE Cikl,1 ;сделать счётчик = 1
LabD2 ASSIGN 2+,1 ;перейти к следующей очереди
TEST NE X$Cikl,1,LabO ;если не конец цикла
TRANSFER ,LabB ;перейти в начало цикла

LabO QUEUE *1 ;занять нужную очередь
SEIZE *1 ;занять нужную кассу
DEPART *1 ;освободить нужную очередь
ADVANCE (Exponential(1,0,80)) ;имитация обслуживания
RELEASE *1 ;освободить нужную кассу
TERMINATE ;уничтожить

GENERATE 28000 ;сегмент таймера
TERMINATE 1
START 8 ;на 8 часов

```

Рис. 6. Имитационная модель при 7 обслуживающих кассах

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.7.1										
Saturday, December 17, 2016 22:08:07										
START TIME		END TIME		BLOCKS	FACILITIES	STORAGES				
0.000		224000.000		19	6	0				
FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY	
1	2682	0.966	80.666	1	7474	0	0	0	1	
2	2409	0.872	81.073	1	7485	0	0	0	0	
3	1669	0.591	79.376	1	7486	0	0	0	1	
4	624	0.222	79.643	1	7484	0	0	0	1	
5	87	0.030	76.744	1	0	0	0	0	0	
6	6	0.002	56.050	1	0	0	0	0	0	

QUEUE	MAX CONT.	ENTRY	ENTRY (0)	AVE. CONT.	AVE. TIME	AVE. (-0)	RETRY	
1	1	1	2683	603	0.766	63.934	82.469	0
2	1	0	2409	789	0.583	54.228	80.640	0
3	1	1	1670	880	0.279	37.363	78.983	0
4	1	1	625	418	0.073	26.192	79.081	0
5	1	0	87	67	0.006	15.700	68.295	0
6	1	0	6	5	0.000	8.263	49.576	0
7	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0

Рис. 7. Изменения характеристик при увеличении касс

Для проведения исследования устойчивости модели, я создала имитационную модель работы таможенного контроля в ЕАО и провела имитационные эксперименты при помощи изменения рабочего времени и увеличения количества обслуживающих касс. Как менялись характеристики в течении экспериментов приведено ниже в сравнительной таблице (табл.3).

Таблица 3 – Результаты всех исследований

Расшифровка характеристики	Числовые данные (2кассы,8часов)	Числовые данные 1эксперимент (2кассы,10часов)	Числовые данные 2эксперимент (7касс,8часов)
Время начала	0.000	0.000	0.000
Время завершения	230400.000	360000.000	224000.000
Коэффициент использования канала	1 – 1.000	1 – 1.000	1 – 0.966
	2 – 0.999	2 – 1.000	2 – 0.872
			3 – 0.591
			4 – 0.222
			5 – 0.030
			6 – 0.002
Среднее время в канале	1 – 80.677	1 – 81.030	1 – 80.666
	2 – 80.333	2 – 80.536	2 – 81.073
			3 – 79.376
			4 – 79.643
			5 – 76.744
			6 – 56.050
Среднее время очереди	1 – 30242.697	1 – 46679.771	1 – 63.934
	2 – 30142.195	2 – 46448.217	2 – 54.228
			3 – 37.363
			4 – 26.192
			5 – 15.700
			6 – 8.263
			7 – 0.000

Подводя итоги, можно сказать, что модель является не оптимальной, так как, система показывает, что можно увеличить работоспособность. Результаты, полученные при каждом сеансе моделирования оказались близкими по своим значениям, кроме результатов среднего времени в очереди.

Библиографический список

1. Имитационное моделирование. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.manastart.ru/mast-382.html> (дата обращения 6.12.2016).
2. Аверьянов В.Т., Полынько С.В. Имитационное моделирование системы массового обслуживания на языке GPSS WORLD // Научно-аналитический журнал "Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России". 2010. Т. 7. № 3. С. 37-44.
3. 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. 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.
5. 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.
6. Хваталин М.М. Моделирование работы web-сервера на языке GPSS // APRIORI. Серия: Естественные и технические науки. 2015. № 6. С. 46.
7. Баженов Р.И., Лопатин Д.К. Об имитационном моделировании экономических процессов средствами специализированной программной среды // Молодой ученый. 2014. № 4. С. 88-92.
8. Clemen T. The use of scale information for integrating simulation models into environmental information systems // Ecological Modelling. 1998. Т. 108. № 1-3. С. 107-113.
9. Lorek H., Sonnenschein M. Object-oriented support for modelling and simulation of individual-oriented ecological models // Ecological Modelling. 1998. Т. 108. № 1-3. С. 77-96.