

## Моделирование систем массового обслуживания в Excel

Простейшие системы массового обслуживания можно моделировать без использования специализированных средств, достаточно лишь использование стандартных средств работы с данными или даже на обычной бумаге. Для моделирования будем формировать цепь событий, обозначающих моменты поступления и моменты начала и завершения обслуживания. Например, построим модель СМО в Excel для следующей задачи.

Покупатели приходят в среднем по 10 человек в час. Средняя длительность обслуживания покупателя составляет 5 минут. Есть основания предполагать, что процесс поступления и обслуживания простейший (пуассоновский), т.е. длительность интервалов между поступлениями и длительность обслуживания подчиняются экспоненциальному закону распределения. Требуется определить основные характеристики работы системы массового обслуживания. Время моделирования ограничить временем обслуживания 100 посетителей.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Моделирование одноканальной системы покупатель-продавец									
2	Параметры СМО									
3	$\lambda =$	10 чел./час		средняя интенсивность поступления покупателей						
4	$1/\mu =$	5 минут		среднее время обслуживания одного покупателя						
5	$n =$	1		количество каналов						
6										
7										
8	<div>Для получения интервалов поступления по экспоненциальному закону необходимо случайные числа от 0 до 1</div> <div>Аналогично для интервалов обслуживания</div> <div>Получение интервалов между поступлениями по экспоненциальному закону. Так как интенсивность поступления <math>\lambda</math> указана в часах, то мы получаем длительность интервала также в часах. Переводим часы в минуты с помощью <math>60 \cdot \lambda</math></div> <div>Отсчитываем такие интервалы от времени прибытия предыдущего посетителя <math>= F_9</math> (первая) <math>= F_{10} + F_9</math> (вторая ячейка)</div> <div>Время начала обслуживания самого первого посетителя <math>= F_9</math> (время поступления) Обслуживание следующих посетителей начинается после завершения предыдущих <math>= E \cdot \text{СПИ}(F_{10} &gt; 19; F_{10}, 19)</math></div> <div><math>= \text{ОКРУГЛ}(\text{LN}(-5854 \cdot \text{LN}(C9)); 1)</math> Длительность обслуживания покупателей как случайное число по экспоненциальному закону распределения. (в минутах, т.к. среднее время обслуживания задано в минутах)</div> <div><math>= F_9 + H_9</math> Время окончания обслуживания покупателей отсчитывая время длительности обслуживания от начала обслуживания каждого</div> <div>Время в получасе между поступил обслужи <math>= F_9 - F_9</math> Время в разницу и оконч обслужи</div>									
9	Покупатель	ГСЧ для тпос	ГСЧ для тобс	тпос (час)	тпос (мин)	t пос кумулятив	тнач	t обсл	t окон	время в системе
10	1	0.0642415	0.44792	0.274510644	16.5	16.5	16.5	4	20.5	4
11	2	0.1787469	0.190771	0.172178438	10.3	26.8	26.8	8.3	35.1	8.3
12	3	0.6777856	0.845119	0.03889243	2.3	29.1	35.1	0.8	35.9	6.8
13	4	0.1388287	0.949736	0.197451448	11.8	40.9	40.9	0.3	41.2	0.3
14	5	0.9239174	0.784173	0.007913265	0.5	41.4	41.4	1.2	42.6	1.2
15	6	0.4365673	0.282632	0.082881278	5	46.4	46.4	6.3	52.7	6.3
16	7	0.6772057	0.941527	0.038978017	2.3	48.7	52.7	0.3	53	4.3
17	8	0.9725333	0.522904	0.002785092	0.2	48.9	53	3.2	56.2	7.3
18	9	0.4759056	0.541704	0.074253569	4.5	53.4	56.2	3.1	59.3	5.9
19	10	0.9749443	0.385449	0.002537493	0.2	53.6	59.3	4.8	64.1	10.5
20	11	0.4185003	0.086947	0.087107762	5.2	58.8	64.1	12.2	76.3	17.5
21	12	0.8612018	0.984863	0.01494264	0.9	59.7	76.3	0.1	76.4	16.7
21	13	0.9271218	0.681845	0.007567033	0.5	60.2	76.4	1.9	78.3	18.1

[illegible]



### **Задание 1**

Постройте модель СМО для указанной выше задачи и определите основные характеристики системы массового обслуживания.

### **Задание 2**

Для построенной в предыдущем задании модели:

- а)** определите интенсивность обслуживания, при которой среднее время в очереди будет меньше 5 минут;
- б)** определите максимальную интенсивность поступления, при которой средняя длина очереди будет меньше 3 человек;
- в)** определите основные характеристики системы массового обслуживания для случая, когда время моделирования ограничено прохождением 1000 посетителей;
- г)** определите основные характеристики системы массового обслуживания для случая, когда время моделирования ограничено строго 10 часами.

### **Задание 3**

Постройте модель двухканальной СМО в Excel для условий той же задачи.