

Суходоева Алла Алексеевна

канд. техн. наук, доцент

ФГКВООУ ВО «Пермский военный
институт внутренних войск МВД России»

г. Пермь, Пермский край

***Аннотация:** в данной статье представлено знание основ имитационного моделирования, позволяющее студентам глубже понять суть явлений и процессов, происходящих в различных областях деятельности человека, а также стимулирует процесс поиска новых решений. Автором продемонстрирован конкретный пример с использованием компьютерной программы GPSS World.*

***Ключевые слова:** системы массового обслуживания, реальный объект-модель, вычислительный эксперимент, случайные величины.*

При подготовке студентов в высших учебных заведениях необходимо использовать системный подход к обучению, к развитию у них умений и навыков, к формированию общекультурных и профессиональных компетенций. Для этого нужно дать не только определенный набор знаний и информации, но и вооружить их техническими средствами, которые помогли бы разобраться в сложных хитросплетениях реального мира. Независимо от того, в какой сфере деятельности будет востребован специалист, ему необходимо знать основы имитационного моделирования.

Имитационное моделирование – раздел прикладной математики, занимающийся анализом процессов в системах производства, обслуживания, управления, в которых однородные события повторяются многократно, например, на предприятиях массового обслуживания; в системах приема, переработки и передачи информации; автоматических линиях производства, то есть любых областях жизнедеятельности человека. А это значит, что, используя, одинаковые подходы можно имитировать и исторические события, и социальные, экономические, финансовые процессы, и природные явления, и изменения в биологических попу-

ляциях, – все, что меняется с течением времени. В каждом случае модель имитирует реальную жизнь и позволяет проводить широкий набор экспериментов без влияния на реальные объекты.

Особенностью имитационного моделирования является то, что модель позволяет воспроизводить моделируемые объекты с сохранением их логической структуры и с сохранением последовательности чередования во времени событий, происходящих в системе, т. е. динамики взаимодействий.

Следует отметить еще одно преимущество имитационного моделирования, – это отсутствие сложного математического аппарата, что особенно актуально для студентов гуманитарных специальностей. При моделировании процессов не обязательно преобразовывать математическую модель в специальную систему уравнений относительно искомых величин, достаточно рассмотреть сами явления, описываемые математической моделью, с сохранением их логической структуры, последовательности чередования во времени, а иногда и физического содержания. Затем, используя стандартные инструменты математической статистики, нужно обработать полученный статистический материал, выявить влияние случайных факторов.

Процесс имитации – это проведение вычислительных экспериментов с моделями, которые представлены в качестве некоторого набора компьютерных программ, выполненных, например, в пакете GPSS World. Сравнение характеристик (конструкций, управлений) моделируемого объекта осуществляется путем вариантных просчетов. Особую роль имеет возможность многократного воспроизведения моделируемых процессов с последующей их статистической обработкой, позволяющая учитывать случайные внешние воздействия на изучаемый объект. На основе набираемой в ходе компьютерных экспериментов статистики делаются выводы в пользу того или иного варианта функционирования, или конструкции реального объекта, или сущности явления. Овладеть языком моделирования GPSS не составит большого труда, если включить его в курс информационных технологий.

Применение метода имитационного моделирования можно продемонстрировать на примере работы конкретного супермаркета розничной торговли, который состоит из девяти отделов в зоне самообслуживания и четырех касс на выходе, где покупатель также может приобрести определенный товар.

Допустим, что необходимо определить минимальное количество обслуживающего персонала, которое обеспечивает требуемое качество сервиса или минимальное время нахождения около касс.

Рассматривается модель как многоканальная СМО с двумя фазами обслуживания. Для определения мощности кассового узла продуктового супермаркета розничной торговли необходимо выявить такие экономико-организационные показатели, как нагрузка товарооборота для каждого продуктового отдела в отдельности, пропускная способность двух зон самообслуживания и зоны расчетного узла, среднее время пребывания покупателей в супермаркете.

В качестве входных параметров модели используются статистические данные, которые могут быть собраны студентами в результате нескольких дней наблюдений: интенсивность входящего потока покупателей в течение дня в разные отделы магазина; время, требуемое для обхода покупателем конкретного отдела; относительная частота распределения единиц покупок, сделанных одним покупателем в каждом из отделов; средняя цена за одну единицу покупки.

При помощи модели, созданной на языке имитационного моделирования GPSS, были проведены многократные испытания для одного рабочего дня продуктового супермаркета. Изменяя количество кассовых аппаратов, можно определить характеристики качества функционирования СМО в зоне расчетного узла при работе 2, 3, 4, 5 касс обслуживания. Расчеты параметров процесса обслуживания покупателей могут быть представлены в виде таблиц (таблицы 1, 2), а могут в виде графиков (рис.1, 2).

Таблица 1

Расчеты параметров процесса обслуживания покупателей
в кассовом узле с пятью кассовыми аппаратами

<i>Номер кассы</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>количество обслуженных покупателей (чел.)</i>	372	236	116	52	20
<i>загруженность кассы в %</i>	77,8	50,1	25,7	12,9	3,9

<i>среднее время обслуживания 1-го человека (сек.)</i>	90	91	95	107	85
<i>максимальная длина очереди (чел.)</i>	2	1	1	1	1
<i>покупатели, не стоявшие в очереди (чел.)</i>	102	96	56	28	12
<i>среднее время ожидания в очереди 1 чел. (сек.)</i>	69	70	77	82	82
<i>количество обслуженных покупателей (чел.)</i>	796				
<i>прибыль (руб.)</i>	114032				
<i>необходимое количество корзинок (шт.)</i>	48				
<i>проданный товар (шт.)</i>	7362				

Таблица 2

Расчеты параметров процесса обслуживания покупателей
с четырьмя кассовыми аппаратами

<i>Номер кассы</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>количество обслуженных покупателей (чел.)</i>	356	247	137	64	–
<i>загруженность кассы в %</i>	76,1	54,7	30,1	14,6	–
<i>среднее время обслуживания 1-го чел. (сек.)</i>	92	95	94	98	–
<i>максимальная длина очереди (чел.)</i>	3	3	3	2	–
<i>покупатели, не стоявшие в очереди (чел.)</i>	103	84	52	33	–
<i>среднее время ожидания в очереди 1 чел. (сек.)</i>	81	81	80	92	–
<i>количество обслуженных покупателей (чел.)</i>	804				
<i>прибыль (руб.)</i>	111290				
<i>необходимое количество корзинок (шт.)</i>	50				
<i>проданный товар (шт.)</i>	7580				

Исходя из исследования, можно сделать вывод что, на комфортное обслуживание покупателей не повлияет уменьшения одной кассы обслуживания, а только приведет к экономии на заработной плате одного кассира. Следовательно, будет целенаправленно сократить одного контролера кассира.

На рис. 1 показана гистограмма времени нахождения одного покупателя в магазине. По оси абсцисс интервалы времени с шагом 60 секунд, по оси ординат – относительная частота времени пребывания покупателей в зоне самообслуживания.

Можно увидеть среднее время нахождения покупателя в супермаркете, которое составляет 482,050 секунды, стандартное отклонение – 272,167 секунды, а также то, что максимальное число покупателей находились в зоне самообслуживания в течение 6 минут.

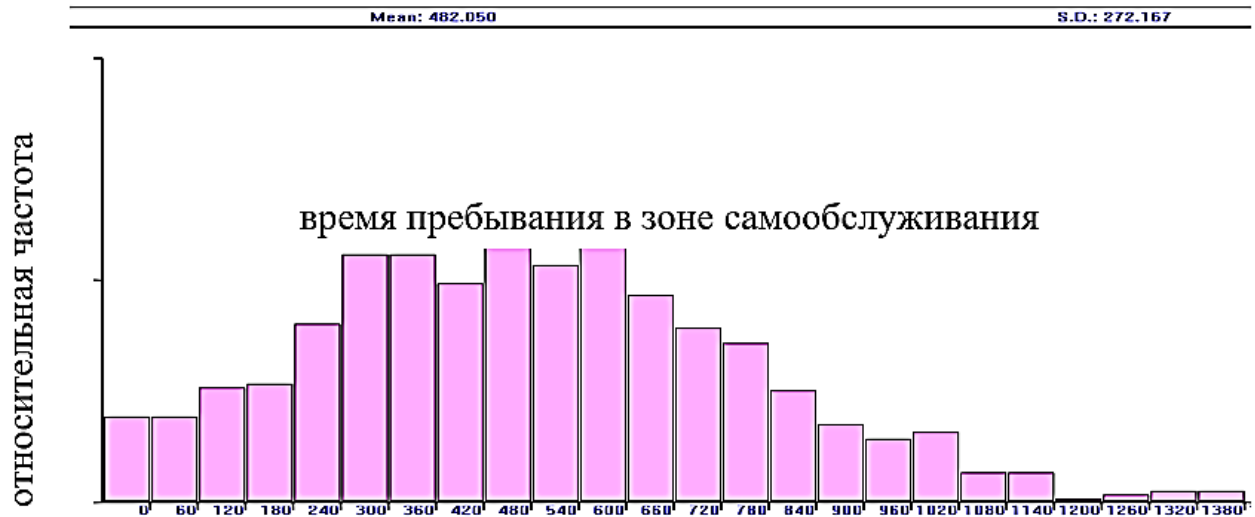


Рис. 1. Гистограмма времени нахождения покупателя в супермаркете

На рис. 2 показана гистограмма распределения числа покупок одним покупателем в супермаркете при модели, состоящей из трех касс.

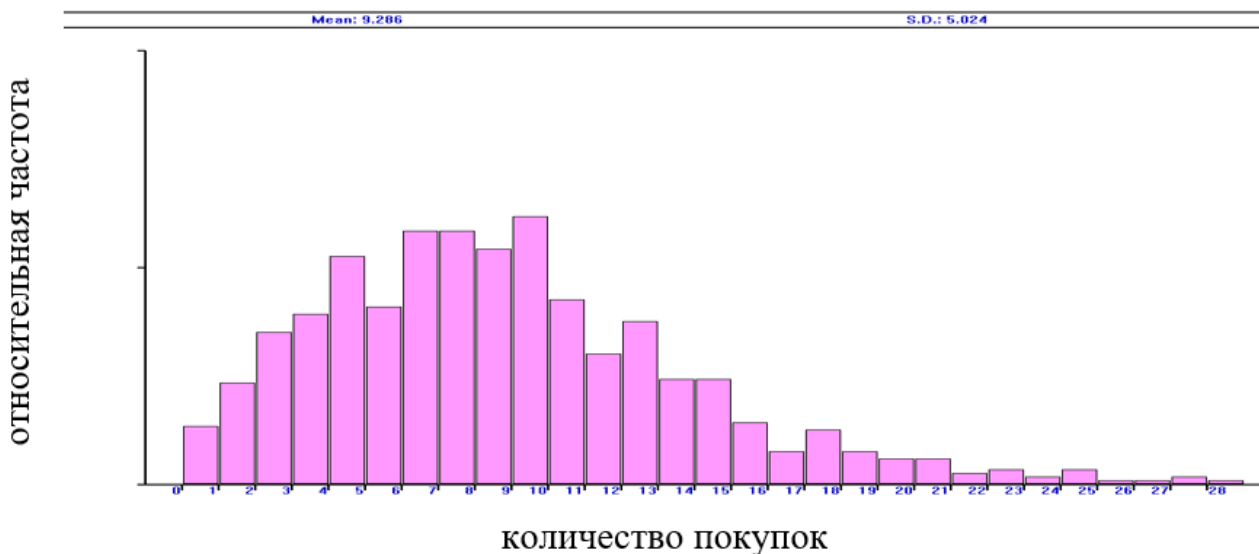


Рис. 2. Гистограмма числа покупок

По оси абсцисс количество покупок в штуках, по оси ординат – относительная частота величины покупки, сделанной одним покупателем.

Можно увидеть среднее число покупок одного покупателя, которое составляет 9,286 штук, стандартное отклонение – 5,024 штуки, а также то, что максимальное число покупателей сделали 10 единиц покупок.

Хотя данная задача и может показаться простой, схожие проблемы возникают во многих областях, где задействованы людские и технические ресурсы.

Оплата времени работы квалифицированного работника и времени использования сложной техники составляет немалую долю расходов компаний. Определение оптимального графика использования ресурсов, позволяющего системе эффективно выполнять поставленные задачи, позволяет снизить расходы, а значит увеличить прибыль.

Преимущество имитации состоит в том, что она позволяет студенту видеть и «разыгрывать» на ней реальные процессы и ситуации, что приводит к более глубокому пониманию проблемы и стимулирует процесс поиска новых решений. Имитационное моделирование можно использовать для изучения новых ситуаций, относительно которых или не известно ничего, или известно очень мало. Таким образом, имитация может служить для предварительной проверки новых стратегий и правил принятия решений перед проведением экспериментов на реальной системе.

Список литературы

1. Бражник А.Н. Имитационное моделирование: возможности GPSS WORLD. – СПб.: Реноме, 2006. – 439 с.
2. Кудрявцев Е.М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем. – М.: ДМК Пресс, 2003. – 320 с.
3. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. – М.: Высш. шк., 2001. – 343 с.