

АУДИТОРУ О РАБОТЕ НА КОМПЬЮТЕРЕ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ТАБЛИЦ “MICROSOFT EXCEL”

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ КОММЕРЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Чернов В.А., к.э.н., доцент

Нижегородский коммерческий институт

Имитационный анализ позволяет предпринимателю изучать финансово-хозяйственные процессы на основе экономико-математических моделей, имитирующих деятельность той или иной организации. Это позволяет руководству прогнозировать работу фирмы и видеть результаты прогнозов при смене исходных данных, факторов, образующих ту или иную стратегию, анализировать, выявлять оптимальные из альтернативных производственно-коммерческих решений в тактическом и стратегическом аспектах. Используя имитационную модель, предприниматель незамедлительно получает ответ на вопрос “что будет, если...”, относящийся к будущему.

Имитационный анализ по представленной далее модели может производиться в промышленных и торговых предприятиях. В промышленных предприятиях в составе имитируемого процесса рассматривают комплектующие, сырьё для производства, или оба компонента; а в торговых — закупаемые оптом товары.

Следует иметь в виду, что модель, построенная для какого-либо периода для определённого предприятия, может не соответствовать реальным процессам другого периода и, тем более другого предприятия. Изменение условий применения имитационной модели требует её адаптации к новым условиям, т. е. соответствующего изменения или подбора параметров. Модель требует адаптации также и с изменением жизненного цикла анализируемого продукта. Поэтому она относится к адаптивным.

Жизненный цикл устаревающих и новых модификаций изделий может не оказывать заметного влияния на точность имитации коммерческих процессов, если в основе модели рассматривается усреднённый вариант между устаревшими и современными модификациями. В расчёте по усреднённой модификации спад в жизненном цикле устаревающих конструкций компенсируется стадией роста новых модификаций. Таким образом, обеспечивается развитие спроса по прямой или близко к прямой (рис. 1). Этим обеспечивается применимость модели без существенных изменений в адаптации в условиях циклического спроса на обновляющиеся конструкции изделий, если линия спроса по усреднённой модификации не имеет тенденции к росту или снижению. Наличие таких тенденций, конечно, потребует и соответствующих адаптаций.

Как было сказано ранее, метод имитационного моделирования применяется для изучения процессов, протекающих во времени под воздействием тех или иных случайных факторов. Поэтому при исследовании различных систем посредством этого метода существенное внимание уделяют случайным факторам. В качестве математических схем, формализующих действия этих

факторов, используются случайные события, случайные величины и случайные процессы.

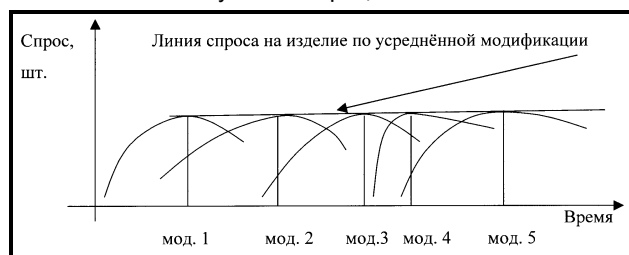


Рис. 1. Циклические изменения спроса по модификациям изделий

По определению выдающегося французского учёного XIX в., математика, статистика, экономиста-математика, философа, историка О. Курно: “События, возникающие при встрече или комбинации явлений, принадлежащих независимым рядам, получившимся в порядке причинности, мы называем явлениями случайными или результатами случая”¹.

Определение случайности, относящееся и к событиям, и к величинам, и к процессам сформулируем следующим образом. Случайными называют такие явления, соотносить которые с их общей основой не представляется возможным.

Математическое моделирование природы случайных явлений сводится к выработке и преобразованию случайных чисел. Чтобы отразить максимально возможное разнообразие случаев в имитируемом процессе количество случайных чисел колеблется в широких пределах. Оно может исчисляться тысячами и миллионами чисел и более. Это связано с тем, что количество используемых случайных чисел прямо пропорционально числу проведённых экспериментов. А чем больше экспериментов, тем точнее прогноз. Данное логическое заключение можно представить посредством его формализации. Например, если при повторении эксперимента n раз результат E произойдёт k раз, то отношение k/n будет частотой появления E , и вероятность результата E может быть определено выражением:

$$P(E) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{k}{n}$$

при условии существования данного предела. То есть при бесконечном увеличении значения n частота k/n будет асимптотически стремиться к вероятности результата E , чем и объясняется повышение точности моделируемого прогноза.

Таким образом, при исследовании систем методом имитационного моделирования существенное количество операций расходуется на действия со случайными числами. Поэтому наличие простых и экономных способов формирования последовательности случайных чисел во многом определяет возможность и целесообразность использования имитационной модели. Поэтому при моделировании выбирают такой способ выработки случайных чисел, который требует меньше затрат и обеспечивает простоту и удобство дальнейших преобразований.

¹ Курно. О. Основы теории шансов и вероятностей. Пер. с французского. — М.: Наука, 1970. — С. 85–86.

Основными задачами, обеспечивающими построение модели на основе случайных чисел, считаются следующие:

- по исходным, сравнительно простым характеристикам того или иного процесса нужно указать вероятности, процентную частоту тех или иных, порой весьма сложных, событий;
- оценить те или иные случайные величины относительно указанных вероятностей поведения процесса, разделить интервал случайных чисел на подинтервалы так, чтобы подинтервалы случайных чисел были распределены соответственно уровням вероятностей имитируемых событий.

Основным принципом моделирования систем, содержащих стохастические или вероятностные элементы, является разыгрывание выборок по методу Монте-Карло. Термин «Монте-Карло» введён в работе фон Неймана и Улана в конце 40-х годов XX в., когда они применили этот метод к решению некоторых задач экранирования ядерных излучений. Этот математический метод пережил своё второе рождение, когда был применён в закрытых работах по ядерной технике, которые велись под кодовым названием «Монте-Карло» в Лос-Аламосе. Применение метода оказалось настолько успешным, что он получил распространение и в других областях науки и техники, так что в последствии для многих специалистов термин «метод Монте-Карло» стал ассоциироваться с термином «имитационное моделирование». Хотя наибольшую пользу выборочный метод Монте-Карло приносит при моделировании вероятностных ситуаций, он приложим также и к некоторым задачам, совсем не имеющим аналитического решения.

В методе Монте-Карло, данные о моделируемых событиях вырабатываются искусственно путём использования некоторого генератора случайных чисел в сочетании с интегральной функцией распределения вероятностей для исследуемого процесса. В качестве генератора может использоваться таблица, колесо рулетки, подпрограмма ЭВМ или другой источник нормально распределяемых случайных чисел.

Наиболее приемлемыми с точки зрения высказанных ранее требований обычно считают совокупность случайных чисел с равномерным распределением в интервале (0,1). **Равномерным** называют такое распределение, при котором каждое из чисел избранного интервала имеет одинаковую вероятность появления. Для этого удобнее всего использовать генератор случайных чисел ПЭВМ. Причём числа единичного интервала умножают на 100, если интервал распределяется относительно процентной частоты от 0 до 99, как в примере, имитирующем работу фирмы по комплектации, сборке и реализации ПЭВМ и отдельных комплектующих.

Подлежащее разыгрыванию распределение вероятностей может быть основано на эмпирических данных, выявленных в результате ретроспективного анализа, проведённого эксперимента, либо может представлять собой известное теоретическое распределение.

Случайные числа используются для получения дискретного ряда случайных переменных, имитирующего результаты, которых можно было бы ожидать в соответствии с разыгрываемым вероятностным распределением. К **дискретным** относятся такие случайные величины, которые принадлежат конечному или счётному множеству значений. **Непрерывные случайные величины** могут принадлежать континууму значений. Например, при моделировании работы банка с одним кассиром интервал времени между приходами посетителей является не-

прерывной случайной величиной, а число посетителей, обслуженных за первый час работы банка, — дискретной.

Искусственную выборку из совокупности величин, описываемой некоторой функцией распределения вероятностей, получают в следующем порядке:

1. Строят график или таблицу функции распределения на основе ряда чисел, отражающего исследуемые события или процессы (не следует отождествлять названный ряд с рядом случайных чисел). При этом по оси абсцисс (x) откладываются значения случайной переменной событий, а по оси ординат (y) — значения вероятностей.
2. Выбирают случайное число (СЧ) с помощью генератора случайных чисел в пределах от 0 до 1 (с требуемым числом разрядов).
3. С помощью пересечения случайных чисел от оси ординат с кривой распределения вероятностей и, затем, осью абсцисс определяют выборочное значение x .

Повторяя определённое количество раз выбор переменных событий в зависимости от соответствующей функции распределения случайного числа определить все выборочные значения для каждого события.

Общий смысл этого метода проиллюстрируем на примере обработки эмпирических данных, в котором в каждые 10 минут число требований клиентов соответствует распределению:

Чтобы провести мысленный эксперимент для 5 п

Число клиентов	Вероятность	Кумулятивная вероятность
0	0,2	0,2
1	0,25	0,45
2	0,3	0,75
3	0,15	0,9
4	0,1	1

ериодов времени построим график распределения кумулятивной вероятности (рис. 2). Затем выбираем пять случайных генерированных чисел, каждое из которых используем для определения числа клиентов, ожидающих обслуживания в данный период времени. Таким образом, получим результаты реализации за 5 дней, смоделированные по методу Монте-Карло:

Период времени	Случайные числа (СЧ)	Число требований
1	0,38	1
2	0,01	0
3	0,41	1
4	0,81	3
5	0,32	1

Рассмотрев ещё несколько выборок, нетрудно убедиться, что каждое из значений исследуемой величины в процессе данного эксперимента будет появляться с относительной частотой, приближённой к реальным коммерческим процессам, зависящим от подобных случайных факторов.

В изложенном примере использованы дискретные значения вероятностей. Если распределение вероятностей непрерывное, способ применения метода остаётся без изменений, но кривая распределения будет не ступенчатой, а плавной (рис. 3).

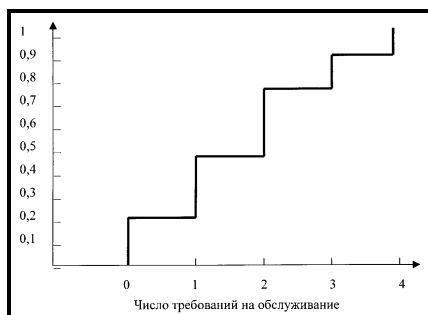


Рис. 2. Распределение кумулятивных вероятностей количества требований клиентов

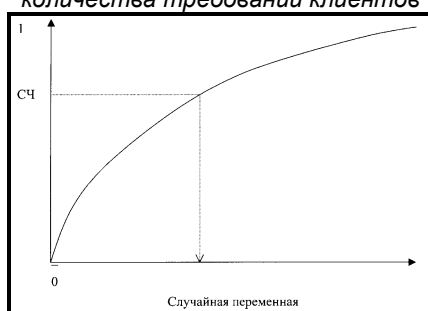


Рис. 3. Метод Монте-Карло при непрерывном распределении

Задачей, иллюстрирующей метод Монте-Карло, считается классическая задача о пьяном прохожем, которую называют ещё задачей о случайном блуждании. Она заключается в том, что “случайно блуждающий”, начиная путь от угла улицы, обладает равными вероятностями того, что, достигнув очередного перекрёстка, он пойдёт на север, юг, восток или запад. В задаче определяют, какова вероятность того, что, пройдя 10 кварталов, пьяный окажется не далее двух кварталов от места, где он начал безадресную прогулку.

Используя основной принцип метода Монте-Карло, — построение имитационной модели на основе ряда случайных чисел, разбитого на интервалы, которые соответствуют определённым значениям вероятностей изучаемых событий или процессов, можно моделировать одновременно несколько процессов, взаимосвязанных между собой, то есть — строить модель, объединяющую в себе несколько имитационных моделей, которые являются частями общей модели. Таким образом, формируется **имитационная система**, которая представляет собой совокупность моделей, имитирующую изучаемые процессы. Имитационная система может содержать и другие методы, связанные с имитационной моделью.

Построим имитационную систему исходя из следующих данных. Предприятие занимается закупкой комплектующих элементов для компьютерной техники, их комплектованием по заявкам покупателей, сборкой и реализацией готовых к эксплуатации ПЭВМ. Моделировать работу такой фирмы можно по отдельным элементам сборки.

Построение модели начнём с описания спроса на микропроцессоры. Величина спроса за какой-либо конкретный день непредсказуема, хотя в результате систематического наблюдения за спросом и реализацией компьютерной техники и её комплектующих выявлено, что ежедневно спрос на микропроцессоры для ПЭВМ колеблется в среднем от 0 до 7 шт. Вероятность или частота реализации того или иного количества процессоров за

день выражается в процентах. Она определяется по результатам сложившихся тенденций эмпирическим путём. Суммарная величина процентной частоты должна равняться 100 %. По данным рассматриваемого предприятия процентная частота (вероятность) дневного спроса по количеству изделий представлена в табл. 1.

Чтобы смоделировать сказанное, используем случайные числа от 0 до 99. Причём условимся первые 7 % этих чисел считать соответствующими нулевому спросу. Следующие 10 % этих чисел будут отображать спрос на 1 микропроцессор. Спрос на 2 и 3 процессора соответственно представлен последующими 15 и 25 % и т. д. до 7 шт., которым соответствуют 4 % случайных чисел в выбранном интервале. Всё это отразим в табл. 1 таким образом, что любое случайное число от 0 до 6 укажет на нулевой спрос, от 7 до 16 — на спрос, равный 1 микропроцессору и т.д. Полученные значения о спросе на определённом прогнозируемом отрезке времени будут соответствовать исходному процентному распределению однодневных размеров спроса.

Таблица 1

ВЫБОР СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ для моделирования спроса на микропроцессоры

Ежедневный спрос (количество процессоров), шт.	Процентная частота (вероятности) реализации, %	Случайные числа
0	7	0 + 6
1	10	7 + 16
2	15	17 + 31
3	25	32 + 56
4	22	57 + 78
5	9	79 + 87
6	8	88 + 95
7	4	96 + 99

Модель, имитирующая работу с микропроцессами для данного предприятия, отражена в табл. 2, где спрос установлен по соответствующим случайным числам, которые распределены по интервалам относительно вероятностей реализации в табл. 1. Заранее оговоримся, что модель, представленная в табл. 2, составляет лишь часть общей модели, которая будет рассмотрена далее.

В имитируемом процессе фирма рассчитывает на поставку товаров в среднем через 7 дней. При преждевременном истощении запасов поставки будут производиться в более ранний период.

При избытке комплектующих завоз производится в более поздний период. Запасы на начало периода работы модели известны и равны 22 шт. Размер запасов проверяется в начале каждого дня.

Если он становится меньше максимального спроса за три дня, размещаются новые заказы. Максимальный однодневный спрос составляет 7 изделий (табл. 1), а завоз новой партии возможен не ранее 3 дней с момента оформления заказа. Поэтому максимальный трёхдневный спрос в данном случае составляет 21 изделие. То есть, величина запасов, гарантирующих бесперебойную работу на период обеспечения новыми поставками равна максимальному трёхдневному спросу (3x7).

Размер заказа на новую партию в этой модели определяется как разность между средним количеством продаж за 10 дней изделий (неделя плюс три дня для доставки изделия) и начальным остатком изделий на день заказа. До получения текущего заказа другие заказы не размещаются.

Размер запасов на начало каждого последующего дня равен величине запасов на начало предыдущего дня плюс поступления и минус реализация. Цена одного процессора составляет 195 д. е.

Выручка от реализации определяется произведением проданного количества товаров на их цену. В затраты на подготовку товара входят расходы по доставке, комплектации, сборке ПЭВМ.

Неудовлетворённый спрос возникает по причине дефицита. Он равен сумме превышения спроса над величиной проданных или имеющихся в наличии товаров. В данной ситуации неудовлетворённый спрос за 14 дней составил 1 изделие. Потери от него произошли в 10-й день и равны 55,714 д. е. (гр. 8 и гр. 11 табл. 2).

При организации заказов и поставок по выше приведённой схеме дефицит и, следовательно, неудовлетворённый спрос могут иметь место лишь, когда дневной спрос в течение 2–3 дней достигает максимального количества (7 изделий), что может происходить редко. Вероятные потери от столь низкой вероятности дефицита не существенны для данного предприятия. Увеличение остатков комплектующих способно привести к не менее существенным потерям от затоваривания. Поэтому увеличение уровня запасов не целесообразно. То есть представленная модель отражает достаточно рациональную организацию работы фирмы.

Имеющие место во 2-й и 13-й дни убытки (-1,957 и -2,357 д. е. (гр. 13 табл. 2)) связаны с тем, что товары в эти дни не продавались, следовательно, отсутствовала выручка, а затраты производились в связи с размещением заказов.

Таблица 2

**ВЫБОР СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ
для моделирования спроса на мониторы**

Ежедневный спрос (количество процессоров), шт.	Процентная частота (вероятность) реализации, %	Случайные числа
0	50	0 + 49
1	43	50 + 92
2	5	93 + 97
3	2	99 + 99

Общая сумма прибыли составила 3013 д. е. Она может изменяться в зависимости от изменения факторов (исходных данных) — запасов товаров, размещённых и полученных заказов, сроков поставки, цены изделия, затрат на подготовку заказа и, полученных вследствие неудовлетворённого спроса. Данная модель позволяет видеть и оценивать результат от таких изменений. Спрос на другие комплектующие в той или иной степени зависит от количества проданных микропроцессоров. Так, в результате длительных наблюдений эмпирически установлено, что спрос на мониторы изменяется пропорционально количеству микропроцессоров, так как для работы компьютера необходимы оба элемента. Однако количество реализуемых мониторов практически уступает количеству процессоров.

Это связано с тем, что часть покупателей, имеющих компьютеры, до определённого времени предпочитают приобретать лишь процессоры для замены устаревших моделей, оставляя монитор прежним. Этим и объясняется то, что спрос на мониторы составляет лишь часть от спроса на микропроцессоры плюс часть спроса, не связанного с приобретением процессоров. Спрос на мониторы, не связанный со спросом на процессоры, назовём случайным спросом.

Таблица 3

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОТ РЕАЛИЗАЦИИ МИКРОПРОЦЕССОРОВ

тыс. руб.

День	Случайные числа	Запасы на начало периода, шт.	Размещённые заказы, шт.	Полученные заказы, шт.	Спрос, шт.	Продано, шт.	Неудовлетворённый спрос, шт. гр.6-гр.7	Выручка от реализации	Затраты		Всего затрат, гр.10+ гр.11	Прибыль гр.9-гр.12
									на подготовку товара	вследствие дефицита		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	50	22	0	0	3	3	0	585	409.5	0	409.5	175.5
2	5	19	20	0	0	0	0	0	1,957.0	0	1,957.0	-1,957.0
3	36	19	0	0	3	3	0	585	409.5	0	409.5	175.5
4	33	16	0	0	3	3	0	585	409.5	0	409.5	175.5
5	34	13	0	20	3	3	0	585	409.5	0	409.5	175.5
6	96	30	0	0	7	7	0	1365	955.5	0	955.5	409.5
7	98	23	0	0	7	7	0	1365	955.5	0	955.5	409.5
8	97	16	23	0	7	7	0	1365	957.8	0	957.8	407.2
9	87	9	0	0	5	5	0	975	682.5	0	682.5	292.5
10	81	4	0	0	5	4	1	696	487.5	55.7	543.2	153.2
11	18	0	0	23	2	2	0	390	273	0	273	117
12	94	21	0	0	6	6	0	1,170	819	0	819	351
13	2	15	24	0	0	0	0	0	2,357	0	2,357	-2,357
14	54	15	0	0	3	3	0	585	409.5	0	409.5	175.5
Итого		-	66	43	54	53	1	10,251	7,183	56	7,238	3013

Таблица 4

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОТ РЕАЛИЗАЦИИ МОНИТОРОВ

тыс. руб.

День	Случайные числа	Запасы на начало	Размещённые	Полученные за-	Спрос, шт.	Продано,	Неудовлетворённый	Выручка от	Затраты	Всего затрат, гр.10+	Прибыль, гр.9-
------	-----------------	------------------	-------------	----------------	------------	----------	-------------------	------------	---------	----------------------	----------------

	числа	периода, шт.	заказы, шт.	казы, шт.		шт.	спрос, шт. гр.6-гр.7	реализации	на подготовку товара	вследствие дефицита	гр.11	гр.12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	38	20	0	0	2	2	0	565.5	339.3	0	339.3	226.2
2	13	18	11	0	0	0	0	0	2.2	0	2.2	-2.2
3	34	18	0	0	2	2	0	565.5	339.3	0	339.3	226.2
4	15	16	0	0	2	2	0	565.5	339.3	0	339.3	226.2
5	25	14	0	11	2	2	0	565.5	339.3	0	339.3	226.2
6	88	23	0	0	6	6	0	1,609.5	965.7	0	965.7	643.8
7	51	17	0	0	6	6	0	1,609.5	965.7	0	965.7	643.8
8	66	12	17	0	6	6	0	1,609.5	969.1	0	969.1	640.4
9	44	6	0	0	3	3	0	942.5	565.5	0	565.5	377.0
10	71	3	0	0	4	3	1	838.9	503.4	118.1	621.4	217.5
11	39	0	0	17	1	1	0	377	226.2	0	226.2	150.8
12	21	16	0	0	4	4	0	1,131	678.6	0	678.6	452.4
13	12	12	17	0	0	0	0	0	3.4	0	3.4	-3.4
14	58	12	0	0	3	3	0	855.5	513.3	0	513.3	342.2
Итого		-	45	28	40	39	1	11,235	6,750	118	6,868	4,367

При моделировании работы фирмы с мониторами условимся, что 65 % спроса на них напрямую зависит от спроса на микропроцессоры (гр. 6 табл. 2). Остальные 10 % случайного спроса зададим по отдельным значениям случайных чисел, соответствующих установленным значениям вероятностей (процентной частоте) реализации мониторов (табл. 3). Причём, случайный спрос на мониторы по имеющимся данным не превышает 3 изделий в день. Для отражения этих соотношений в имитирующей модели (табл. 4) установим соответствующую зависимость между указанными параметрами суммированием 10-процентного случайного спроса с 65-процентным спросом, зависимым от количества проданных микропроцессоров (гр. 6 табл. 4).

Цена одного монитора составляет 290 д. е. Для сокращения расходов по доставке комплектующих необходимо чтобы дни размещения и получения заказов на мониторы совпадали с соответствующими днями заказов на процессоры, что наблюдается в табл. 4. Чтобы обеспечить бесперебойную продажу, размер заказа на мониторы следует определять вычитанием запаса мониторов на начало дня, в котором сделан заказ, из количества среднего спроса на мониторы за 10 дней (табл. 4). Если средний спрос за 10 дней превышает начальный запас, то заказ нецелесообразен, так как в этом случае наблюдается затоваривание. Остальные расчёты производят подобно расчётам при моделировании спроса на микропроцессоры (табл. 2).

Потери от неудовлетворённого спроса на мониторы составили 118,071 д. е. (гр. 11 табл. 4) Убытки, связанные с затратами по доставке и отсутствием продаж во 2-й и 13 дни, равны 2,159 и 3,379 д. е. (гр. 13 табл. 4).

Меньшим спросом, чем микропроцессор и монитор пользуется звуковая карта. Это связано с тем, что в работе многих офисных компьютерных программ не требуется звук. Поэтому распределение частоты покупки и случайных чисел для того или иного количе-

ства звуковых карт выглядит следующим образом (табл. 5). Цена звуковой карты составляет 37 д. е.

Таблица 5

ВЫБОР СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ для моделирования спроса на звуковые карты

Ежедневный спрос (количество процессоров), шт.	Процентная частота (вероятность) реализации, %	Случайные числа
0	24	0 + 23
1	30	24 + 53
2	23	54 + 76
3	15	77 + 91
4	5	92 + 96
5	3	97 + 99

Дни размещения и поступления заказов в моделировании работы со звуковыми картами также должны совпадать с соответствующими датами для микропроцессора и монитора. При этом текущие запасы и партия заказа также должны обеспечивать бесперебойную работу предприятия, т. е. размер размещения заказов следует исчислять как разность между средним спросом на звуковые карты за 10 дней и остатком изделий на начало даты размещения заказа (табл. 6).

Если средний спрос за 10 дней превышает начальный запас, имеет место затоваривание. Размещение заказа в этом случае нецелесообразно.

Остальные расчёты производят подобно расчётам при моделировании спроса на микропроцессоры (табл. 2).

Из-за отсутствия продаж при наличии расходов по обеспечению поставок в 8-й день работы предприятия допущен убыток в размере 0,9 д. е.

Суммарная величина убытков во 2-й, 8-й и 13-й дни по трём комплектующим для ПЭВМ составили

$$1,957+2,357+2,159+3,379+0,9=10,752 \text{ д. е.}$$

Таблица 6

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОТ РЕАЛИЗАЦИИ ЗВУКОВЫХ КАРТ

День	Случайные числа	Запасы на начало периода, шт.	Размещённые заказы, шт.	Полученные заказы, шт.	Спрос, шт.	Продано, шт.	Неудовлетворённый спрос, шт. гр.6-гр.7	Выручка от реализации, д. е.	Затраты		Всего затрат, д. е. гр.10+ гр.11	Прибыль, д. е. гр.9- гр.12
									на подготовку товара, д. е.	вследствие дефицита, д. е.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	40	8	8	0	1	1	0	37	26.7	0	26.7	10.3

День	Случайные числа	Запасы на начало периода, шт.	Размещённые заказы, шт.	Полученные заказы, шт.	Спрос, шт.	Продано, шт.	Неудовлетворённый спрос, шт. гр.6-гр.7	Выручка от реализации, д. е.	Затраты		Всего затрат, д. е. гр.10+ гр.11	Прибыль, д. е. гр.9-гр.12
									на подготовку товара, д. е.	вследствие дефицита, д. е.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
3	43	7	0	0	1	1	0	37	25.9	0	25.9	11.1
4	54	6	0	0	2	2	0	74	51.8	0	51.8	22.2
5	23	4	0	8	1	1	0	37	25.9	0	25.9	11.1
6	72	11	0	0	2	2	0	74	51.8	0	51.8	22.2
7	75	9	0	0	2	2	0	74	51.8	0	51.8	22.2
8	8	7	9	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	-0.9
9	71	7	0	0	2	2	0	74	51.8	0	51.8	22.2
10	80	5	0	0	3	3	0	111	77.7	0	77.7	33.3
11	50	2	0	9	1	1	0	37	25.9	0	25.9	11.1
12	96	10	0	0	4	4	0	148	103.6	0	103.6	44.4
13	51	6	10	0	1	1	0	37	26.9	0	26.9	10.1
14	72	5	0	0	2	2	0	74	51.8	0	51.8	22.2
Итого		-	27	17	22	22	0	814	572	0	572	242

Во 2-й, 8-й и 13-й дни затраты, сконцентрированные на обеспечение поставок при отсутствии дневной выручки, хотя и приводят к убыткам в эти дни, но гарантируют бесперебойную продажу товаров и получение прибыли в последующие дни, в которых возобновляется спрос. Поэтому все допущенные дневные убытки компенсируются прибылью, полученной в течение всего моделируемого периода.

В представленной модели результаты работы с микропроцессорами, мониторами и звуковыми картами будут изменяться одновременно при изменении любого из воздействующих факторов в таблицах, включенных в имитационную модель.

Для автоматизации имитирования указанных процессов операции таблиц 2, 4, 6 подлежат программированию в приложении "Microsoft Excel" в системной взаимосвязи этих таблиц в рамках единой программы с таблицами 1, 3, 5 (прилож. 1 — 11). В этой программе случайные числа должны быть заданы внутри таблиц в виде функции, встроенной в приложение "Microsoft Excel" (рис. П.2 прилож.2). Это позволяет менять до бесконечности набор случайных чисел последовательными движениями курсора "мышь" и таким образом наблюдать за имитацией коммерческих процессов и их результатами по всем комплектующим во всех таблицах программы имитационного моделирования.

Замена любых исходных параметров в этой программе (цена изделия, запасы, сроки и объёмы поставок заказов, состояние спроса, уровень затрат) автоматически изменит финансовый результат, отражающий прогнозируемое значение, а также потери от неудовлетворённого спроса (при их наличии).

Все представленные в данной модели таблицы рассчитаны в "Excel" и могут служить образцом оформления компьютерной программы, выполняемой в электронных таблицах. При программировании нужно, чтобы затраты в таблицах "Excel" были введены в соотношении к объёму продаж и поставок. Данные последующих таблиц должны быть заданы ссылками на данные предшествующих таблиц в соответствующих соотношениях, что обеспечит их автоматическое пропорциональное изменение при изменении используемых входных данных — факторов (рис. П.5.2; П.9; П.10.1; П.11).

Запасы на начало первого дня моделируемого периода (гр. 3 в табл. 2, 4, 6) заполняют по исходным данным прошлого месяца. Первые три дня размещения заказов (гр. 4 табл. 4, 6) тоже заполняют по исходным данным

прошлого месяца, поскольку период поставки в данной модели принят равным три дня и до получения текущего заказа другие заказы не размещаются. Алгоритм размещения в первые три дня заказов на микропроцессоры показан на рис. П.4.1; П.4.2; П.4.3 прилож. 4. Для четвёртого дня алгоритм размещения заказов на микропроцессоры отражён на рис. П.4.4 прилож. 4.

Для программирования процессов в остальных ячейках таблиц однократная запись алгоритма предыдущего дня переносится в ячейки последующих дней операцией "продление" по рассматриваемой графе, т.е. с соответствующим смещением данных в строках.

Моделирование работы предприятия по другим комплектующим производится аналогично представленным моделям. Если при моделировании комплектующие разделить по модификациям и моделирование производить по каждой из модификаций, то имитирование будет точнее, результаты его надёжнее, но процесс расчёта при этом станет более трудоёмким.

Процесс сборки и реализации компьютеров можно также производить не по отдельным комплектующим, а в целом по моделям компьютера с комплектацией, пользующейся наибольшим спросом (усреднённой). При этом нужно учитывать, что результат от сборки и реализации ПЭВМ отличающихся комплектаций будет получен с некоторыми отклонениями от средних данных. Важно чтобы значения допускаемых отклонений в такой модели не превышали пределы, позволяющие принимать обоснованные решения. В противном случае нужно детализировать модификации компьютеров в имитационных моделях.

Приложение 1

Выбор случайных чисел для моделирования спроса на микропроцессоры

Ежедневный спрос (количество процессоров), шт.	0	1	2	3	4	5	6	7
Процентная частота (вероятность) реализации, %	7	10	15	25	22	9	8	4
Случайные числа	0:6	7:16	17:31	32:56	57:78	79:87	88:95	96:99
Этапы расчёта	6	16	31	56	78	87	95	99

Рис. П.1. Распределение случайных чисел для микропроцессоров

Приложение 2

Имитационное моделирование результатов от реализации микропроцессоров

День	Случайные числа	Запасы на начало периода, шт.	Размещённые заказы, шт.	Полученные заказы, шт.	Спрос, шт.	Произв. шт.	Начало нового заказа, шт.	Выручка от реализации заказа, д.е.	Издержки на подготовку заказа, д.е.	Всего затрат, д.е.	Прибыль, д.е.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	37	22	0	3	3	0	885.000	409,2	0	409,2	178,6
3	10	19	0	1	1	0	195.000	137,743	0	137,743	67,257
4	42	19	0	3	3	0	885.000	409,500	0	409,500	178,500
5	54	15	0	4	4	0	780.000	546	0	546	234
6	5	19	0	3	3	0	780.000	546	0	546	234
7	21	19	0	2	2	0	390.000	273	0	273	117
8	9	17	0	4	4	0	780.000	546	0	546	234
9	77	13	0	12	4	4	780.000	546	0	546	234
10	54	21	0	3	3	0	885.000	409,2	0,000	409,200	178,500
11	49	15	0	3	3	0	885.000	409,2	0,000	409,200	178,500
12	31	19	0	4	4	0	885.000	409,2	0	409,2	178,6
13	81	19	0	3	3	0	885.000	409,2	0	409,2	178,6
14	42	5	0	13	3	3	885.000	409,2	0	409,2	178,6
15	42	5	0	37	44	44	885.000	409,2	0	409,2	178,6

Рис. П.2. Алгоритм функции "Случайные числа"

Приложение 3

Имитационное моделирование результатов от реализации микропроцессоров

День	Случайные числа	Запасы на начало периода, шт.	Размещённые заказы, шт.	Полученные заказы, шт.	Спрос, шт.	Произв. шт.	Начало нового заказа, шт.	Выручка от реализации заказа, д.е.	Издержки на подготовку заказа, д.е.	Всего затрат, д.е.	Прибыль, д.е.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	37	22	0	3	3	0	885.000	409,2	0	409,2	178,6
3	10	19	0	1	1	0	195.000	137,743	0	137,743	67,257
4	42	19	0	3	3	0	885.000	409,500	0	409,500	178,500
5	54	15	0	4	4	0	780.000	546	0	546	234
6	5	19	0	3	3	0	780.000	546	0	546	234
7	21	19	0	2	2	0	390.000	273	0	273	117
8	9	17	0	4	4	0	780.000	546	0	546	234
9	77	13	0	12	4	4	780.000	546	0	546	234
10	54	21	0	3	3	0	885.000	409,2	0,000	409,200	178,500
11	49	15	0	3	3	0	885.000	409,2	0,000	409,200	178,500
12	31	19	0	4	4	0	885.000	409,2	0	409,2	178,6
13	81	19	0	3	3	0	885.000	409,2	0	409,2	178,6
14	42	5	0	13	3	3	885.000	409,2	0	409,2	178,6
15	42	5	0	37	44	44	885.000	409,2	0	409,2	178,6

Рис. П.3. Алгоритм определения запасов

Приложение 4

Имитационное моделирование результатов

День	Случайные числа	Запасы на начало периода, шт.	Размещённые заказы, шт.	Полученные заказы, шт.	Спрос, шт.	Произв. шт.
1	2	3	4	5	6	7
2	37	22	0	3	3	0
3	10	19	0	1	1	0
4	42	19	0	3	3	0
5	54	15	0	4	4	0
6	5	19	0	3	3	0
7	21	19	0	2	2	0
8	9	17	0	4	4	0
9	77	13	0	12	4	4
10	54	21	0	3	3	0
11	49	15	0	3	3	0
12	31	19	0	4	4	0
13	81	19	0	3	3	0
14	42	5	0	13	3	3
15	42	5	0	37	44	44

Рис. П.4.1. Алгоритм размещения заказов на микропроцессоры для первого дня

Имитационное моделирование результатов

День	Случайные числа	Запасы на начало периода, шт.	Размещённые заказы, шт.	Полученные заказы, шт.	Спрос, шт.	Произв. шт.
1	2	3	4	5	6	7
2	37	22	0	3	3	0
3	10	19	0	1	1	0
4	42	19	0	3	3	0
5	54	15	0	4	4	0
6	5	19	0	3	3	0
7	21	19	0	2	2	0
8	9	17	0	4	4	0
9	77	13	0	12	4	4
10	54	21	0	3	3	0
11	49	15	0	3	3	0
12	31	19	0	4	4	0
13	81	19	0	3	3	0
14	42	5	0	13	3	3
15	42	5	0	37	44	44

Рис. П.4.2. Алгоритм размещения заказов на микропроцессоры для второго дня

Имитационное моделирование результатов

День	Случайные числа	Запасы на начало периода, шт.	Размещённые заказы, шт.	Полученные заказы, шт.	Спрос, шт.	Произв. шт.
1	2	3	4	5	6	7
2	37	22	0	3	3	0
3	10	19	0	1	1	0
4	42	19	0	3	3	0
5	54	15	0	4	4	0
6	5	19	0	3	3	0
7	21	19	0	2	2	0
8	9	17	0	4	4	0
9	77	13	0	12	4	4
10	54	21	0	3	3	0
11	49	15	0	3	3	0
12	31	19	0	4	4	0
13	81	19	0	3	3	0
14	42	5	0	13	3	3
15	42	5	0	37	44	44

Рис. П.4.3. Алгоритм размещения заказов на микропроцессоры для третьего дня

Excel formula: $=\text{ЕСЛИ}((D9+D8+D7)>0;0;\text{ЕСЛИ}(C10<F\$25;F\$27-C10;0))$

День	Случайные числа	Запасы на начало периода, шт.	Размещённые заказы, шт.	Полученные заказы, шт.	Спрос, шт.	Процент реализации
1	2	3	4	5	6	
1	37	22	0	0	3	
2	10	19	12	0	1	
3	42	18	0	0	3	
4	64	15	0	0	4	

Рис. П.4.4. Алгоритм размещения заказов на микропроцессоры для четвёртого дня

Приложение 5

Excel formula: $=\text{ЕСЛИ}(D7+D8+D9)>0;D7;0$

День	Случайные числа	Запасы на начало периода, шт.	Размещённые заказы, шт.	Полученные заказы, шт.	Спрос, шт.	Процент реализации
1	2	3	4	5	6	
1	37	22	0	0	3	
2	10	19	12	0	1	
3	42	18	0	0	3	
4	64	15	0	0	4	

Рис. П.5.1. Алгоритм получения заказов

Excel formula: $=\text{ЕСЛИ}(0<B7;0;0)+\text{ЕСЛИ}(\text{Лист1}!B512<B7;1;0)+\text{ЕСЛИ}(\text{Лист1}!C\$12<B7;1;0)+\text{ЕСЛИ}(\text{Лист1}!D512<B7;1;0)+\text{ЕСЛИ}(\text{Лист1}!E\$12<B7;1;0)+\text{ЕСЛИ}(\text{Лист1}!F512<B7;1;0)+\text{ЕСЛИ}(\text{Лист1}!G\$12<B7;1;0)+\text{ЕСЛИ}(\text{Лист1}!H\$12<B7;1;0)$

День	Случайные числа	Запасы на начало периода, шт.	Размещённые заказы, шт.	Полученные заказы, шт.	Спрос, шт.	Процент реализации
1	2	3	4	5	6	
1	37	22	0	0	3	
2	10	19	12	0	1	
3	42	18	0	0	3	
4	64	15	0	0	4	

Рис. П.5.2. Алгоритм моделирования спроса на микропроцессоры

Приложение 6

Excel formula: $=\text{ЕСЛИ}(F7<(C7+E7);F7;C7)$

Случайные числа	Запасы на начало периода, шт.	Размещённые заказы, шт.	Полученные заказы, шт.	Спрос, шт.	Продано, шт.	Неудовлетворённый спрос, шт. гр.6-гр.7
2	3	4	5	6	7	8
37	22	0	0	3	3	0
10	19	12	0	1	1	0
42	18	0	0	3	3	0
64	15	0	0	4	4	0
64	11	0	12	4	4	0
5	19	12	0	0	0	0

Рис. П.6. Алгоритм моделирования количества продаж

Приложение 7

Excel formula: $=G7*F\$23$

День	Случайные числа	Запасы на начало периода, шт.	Размещённые заказы, шт.	Полученные заказы, шт.	Спрос, шт.	Продано, шт.	Неудовлетворённый спрос, шт. гр.6-гр.7	Выручка от реализации, д.е.	Выручка на подготовку заказа, д.е.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	37	22	0	0	3	3	0	585,000	409,5
2	10	19	12	0	1	1	0	195,000	137,74
3	42	18	0	0	3	3	0	585,000	409,50
4	64	15	0	0	4	4	0	780,000	546
5	64	11	0	12	4	4	0	780,000	546
6	5	19	12	0	0	0	0	390,000	1,2
7	21	19	0	0	2	2	0	390,000	273
8	60	17	0	0	4	4	0	780,000	546
9	77	13	0	12	4	4	0	780,000	546
10	54	21	0	0	3	3	0	585,000	409,5
11	48	18	13	0	3	3	0	585,000	410,8
12	81	15	0	0	5	5	0	975,000	682,5
13	81	10	0	0	5	5	0	975,000	682,5
14	43	5	0	13	3	3	0	585,000	409,5
Итого	-	-	37	37	44	44	0	8580	6010

Рис. П.7. Алгоритм определения выручки от реализации изделия.

Приложение 8

Excel formula: $=C9+D6$

А	В	С
1		
2	Выбор случайных чисел для моделирования спроса на мониторы	
3		
4		
5	Ежедневный спрос (количество процессоров), шт.	0 1
6	Процентная частота (вероятность) реализации, %	50 43
7	Случайные числа	0÷49 50÷92
8		
9	Этапы расчёта	49 92
10		

Рис. П.8. Распределение случайных чисел для мониторов

Приложение 9

Рис. П.9. Алгоритм размещения заказов на мониторы

Приложение 10

Рис. П.10.1 Алгоритм моделирования спроса на мониторы

Рис. П.10.2. Распределение случайных чисел для звуковых карт

Приложение 11

Рис. П.11. Алгоритм моделирования спроса на звуковые карты

Адрес для связи:
603016, г. Нижний Новгород,
ул. Лескова, д. 10, кв. 6