

5. Имитационное моделирование торгов и конкурсных механизмов

Торги за приобретение прав на собственность или за преимущества при предоставлении услуг являются важным видом действий на финансовом рынке. Под аукционом понимается продажа и покупка товаров и услуг на публичных конкурентных торгах, в процессе которых устанавливается их конечная цена.

Наиболее распространенные типы аукционов представлены на рис. 5.1. Предложения на предметы торгов могут одновременно поступают от продавца и покупателя (двухсторонний аукцион), в противном случае аукцион является односторонним. Если все участники знают о предложениях друг друга, то речь идет об открытом формате предложения. При закрытом формате предложений претенденты не знают о предложении оппонентов. Цена на предмет аукциона может изменяться по двум схемам: увеличение на шаг лота (если начальная цена занижена), снижение на шаг лота (начальная цена завышена). Кроме того, аукционы различаются по объекту поиска: покупателей товара, поставщиков товара (обратный аукцион) (рис.5.2). Кроме перечисленных характеристик аукционы отличаются продолжительностью (время проведения фиксировано, либо нет), политикой установления цены предмета аукциона (самое высокое предложение, второе самое высокое предложение и т.д.) и др.



Рис. 5.1 – Классификация видов аукционов

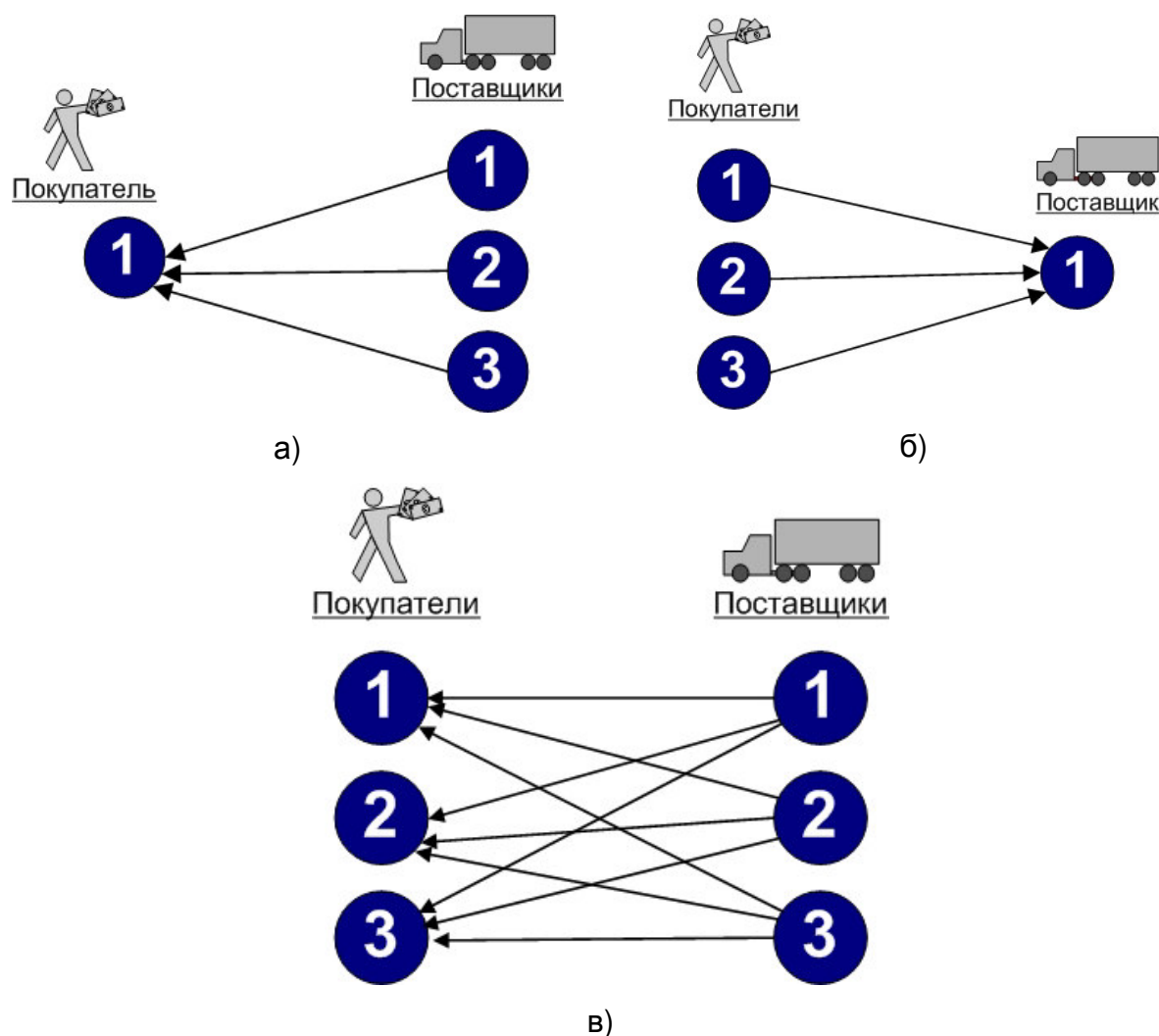


Рис. 5.2– Типы аукционов: а) Обратный; б) Обычный; в) Двойной

Также аукцион может быть электронным, т.е. проводиться с помощью сети Интернет в режиме онлайн. Среди наиболее распространенных аукционов можно назвать www.ebay.com (рис.5.3), www.molotok.ru, www.auction.ru и др.

Участники аукциона могут иметь различные стратегии поведения: истинного предложения (ориентация на личную оценку), случайного предложения (личные оценки генерируются случайным образом), Каплан (ожидание последнего момента для предложения) и т.д. Особым случаем является сговор претендентов, когда конкурентоспособные предложения отправляет лишь один член образовавшейся группы.

В качестве характеристик аукционов могут быть рассмотрены такие показатели как число шагов, время установления победителя, а также эффективность установленной цены, которая вычисляется по формуле

$$\text{Эффективность} = \frac{\text{Личная оценка победителя} - \text{Установленная цена аукциона}}{\text{Личная оценка победителя}}$$



Рис.5.3 – Аукцион ebay

Существует теория аукционов [17], рассматривающая аналитическое решение отдельных задач: распределения ресурсов, оценка характеристик и т.д. Использование метода имитационного моделирования при исследовании аукционов обусловлено следующими факторами:

1. Возрастает сложность торгов. Множество различных правил проведения аукционов приводят к тому, что описать их в аналитической форме не представляется возможным. Появление данных правил вызвано стремлением организаторов предотвратить сговор участников и отказ от своих предложений, получить максимальную прибыль и т.д.
2. Возможность исследовать поведение участников с predetermined strategies. Это реализуется с помощью специальных подпрограмм, имитирующих претендентов аукциона.
3. Полученное программное обеспечение может быть применено в целях обучения методикам проведения аукциона, в качестве тренажеров.

Среди подобных программ можно назвать Имитрейд (C++) [18], JASA (Java) [19], работу Steighlitz [20] и др.

Далее будет рассмотрена технология моделирования аукционов с помощью пакета Excel.

5.1 Обратный аукцион

Рассматриваемый аукцион имеет следующие характеристики (похожий аукцион проводится с целью поставки товаров для государственных и муниципальных нужд [21] и отличается способом расчета шага, величина которого может уменьшаться при отсутствии согласных претендентов):

- торги начинаются с определенной стартовой цены C ;
- процесс торгов состоит из шагов, на каждом из которых участники выражают либо нет согласие с предложенной ценой;
- на каждом последующем шаге стоимость предмета аукциона уменьшается на величину, равную $d\%$ начальной цены (шаг лота составляет $d \cdot C$);
- в случае отсутствия претендентов на текущем шаге аукцион считается оконченным.

Участники аукциона имеют личные оценки O предмета торгов. В том случае, если объявленная цена шага превышает их оценку, то претенденты выражают согласие, а в противном случае – нет. Предположим, что личные оценки имеют нормальное распределение с параметрами: среднее значение M , среднее квадратическое отклонение σ .

На рис.5.4 представлено моделирование данного аукциона со следующими входными данными: $C=1000$ руб.; $d=3\%$; $M=920$ руб.; $\sigma=10$ руб. Значения личных оценок генерируются следующим образом

C10=\$C\$7+\$C\$8*((СЛЧИС()+СЛЧИС()+СЛЧИС()+СЛЧИС()+СЛЧИС()+СЛЧИС()+СЛЧИС()+СЛЧИС()+СЛЧИС()+СЛЧИС()+СЛЧИС()+СЛЧИС()+СЛЧИС()+СЛЧИС()+СЛЧИС()+СЛЧИС()+СЛЧИС()+СЛЧИС()+СЛЧИС()+СЛЧИС())-6).

Цена аукциона на первом шаге равна стартовой, а, начиная со второго, рассчитывается путем уменьшения предыдущей на шаг лота (в том случае, если аукцион не был завершен)

C16=ЕСЛИ(I15="Нет";C15-\$C\$5*\$C\$4;"-").

Поведение каждого участника строится в случае объявления новой цены по следующему схеме

D15=ЕСЛИ(C15<>"-";ЕСЛИ(\$C\$10<=C15;"Да";"Нет");"-").

Наконец, в последнем столбце определяется, окончен ли аукцион, путем вычисления количества согласных с предложенной ценой участников

I15=ЕСЛИ(С15<>"-";ЕСЛИ(СЧЁТЕСЛИ(D15:H15;"Да")>0;"Нет";"Да");"-").

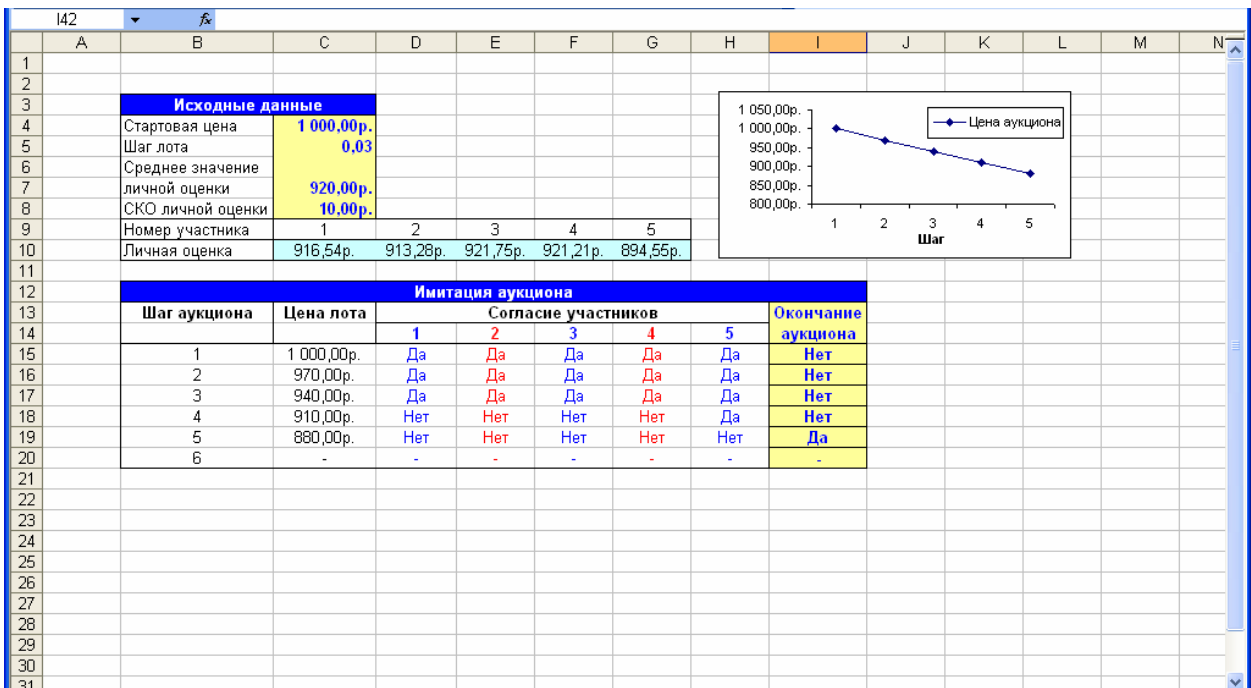


Рис. 5.4 – Имитация обратного аукциона, проводимого с целью поиска поставщиков

Задачи

1. Выполните моделирование, считая, что вероятность выражения согласия участника с предложенной ценой равна P ($P=0,9$), т.е. независимо от личной оценки претендент может передумать, занять выжидательную позицию и т.д.
2. Рассмотрите следующий случай сговора участников (назовем его «создание группой иллюзии участия»). Пусть претенденты с номерами 1,2,3 вступили в сговор таким образом, что фактически принимать участие в аукционе будет лишь участник с номером 1. Остальным необходимо лишь выразить согласие на первом шаге. Для этого личная оценка участников под номерами 2 и 3 приравнивается к стартовой цене. Генерирование личной оценки участника под номером 1 не изменяется.
3. Рассмотрите еще один случай сговора участников (назовем его «создание группой иллюзии конкуренции»). Здесь состав и функции участников группы такой же, как и в предыдущем задании. Пусть личные оценки участников с номерами 1,4,5 распределены равномерно на интервале $[920;950]$. Тогда

личная оценка участников под номерами 2 и 3 генерируется случайным образом так, чтобы $O_1 < O_2$; $O_1 < O_3$, например, из интервала [951;1000].

4. Добавьте еще одного участника, который выражает согласие с предложенной ценой в том случае, если она выше его личной оценки и нет других согласных претендентов (т.е. ждет наступления последнего момента).
5. Проведите 10 экспериментов и рассчитайте следующие величины:
 - среднее число шагов аукциона;
 - среднее значение установленной цены предмета аукциона.

5.2 Голландский аукцион

Этот аукцион получил свое название, поскольку используется при продаже тюльпанов в Голландии (данный механизм также применяется при продаже рыбы, табака, сельскохозяйственных продуктов и поддерживается в аукционе eBay). Его основные правила:

- торги начинаются с определенной стартовой цены C , которая является завышенной;
- процесс торгов состоит из шагов, на каждом из которых участники выражают либо нет согласие с предложенной ценой;
- на каждом последующем шаге стоимость предмета аукциона уменьшается на величину, равную d % начальной цены;
- в случае отсутствия претендентов на текущем шаге аукцион считается оконченным.

Как и в предыдущем аукционе, участники имеют личные оценки O предмета торгов. Претенденты выражают согласие в том случае, если объявленная цена ниже их оценки. Предположим, что личные оценки имеют нормальное распределение с параметрами: среднее значение M , среднее квадратическое отклонение σ .

На рис.5.5 представлено моделирование данного аукциона со следующими входными данными: $C = 1000$ руб.; $d = 3\%$; $M = 920$ руб.; $\sigma = 10$ руб.

Можно увидеть, что число претендентов на четвертом шаге равно четырем. На практике из них в качестве победителя выбирается тот, кто выразил согласие первым.

Генерация личных оценок и расчет объявленной цены лота здесь выполняется так же, как и в предыдущей задаче.

Поведение участников определяется следующим выражением

$$D15=\text{ЕСЛИ}(C15<>"-";\text{ЕСЛИ}(\$C\$10\geq C15;"Да";"Нет");"-").$$

А условие окончания аукциона можно записать таким образом

$$I15=\text{ЕСЛИ}(C15<>"-";\text{ЕСЛИ}(\text{СЧЁТЕСЛИ}(D15:H15;"Да")>0;"Да";"Нет");"-").$$

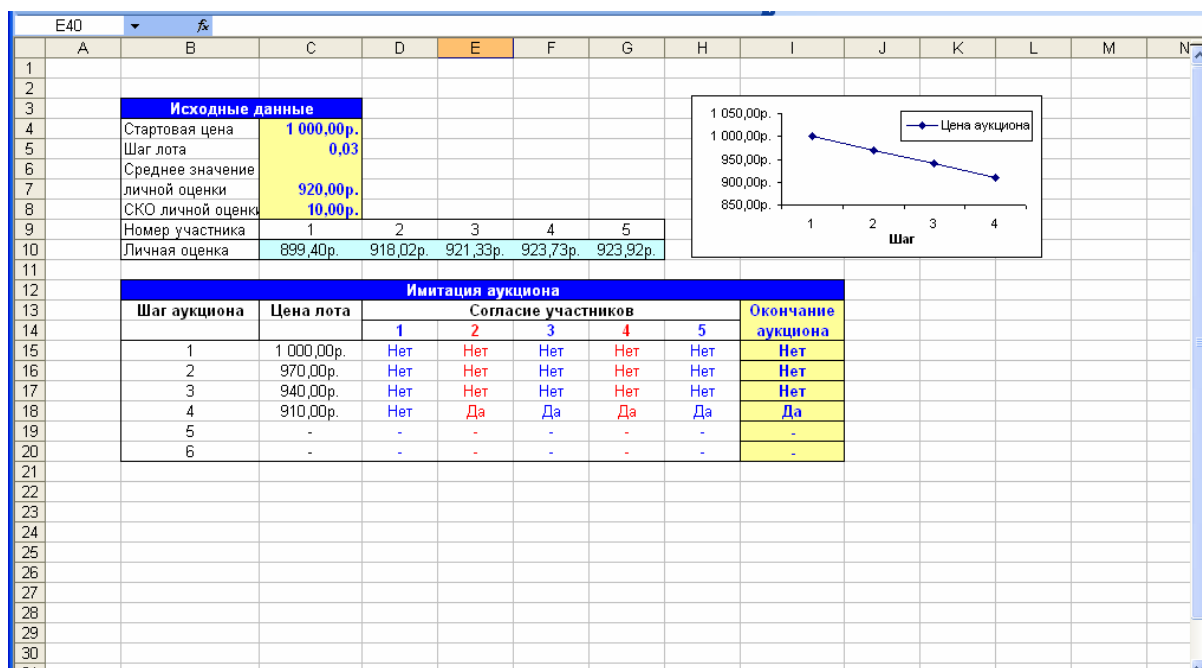


Рис. 5.5 – Моделирование Голландского аукциона

Задачи

1. Выполните моделирование, считая, что вероятность выражения согласия участника с предложенной ценой равна P ($P=0,95$), т.е. независимо от личной оценки претендент может передумать, занять выжидательную позицию и т.д.
2. Рассмотрите случай сговора участников, называемый «создание группой иллюзии участия» (см. обратный аукцион вторую задачу). В сговор вступили претенденты с номерами 1,2,4 таким образом, что фактически принимать участие в аукционе будет лишь участник с номером 2.
3. Рассмотрите случай сговора участников, называемый «создание группой иллюзии конкуренции» (см. обратный аукцион третью задачу). Состав и функции участников группы такой же, как и в предыдущем задании, а личные оценки участников с номерами 2,3,5 распределены равномерно на интервале [910;945].

4. Включите еще одного участника и установите его личную оценку таким образом, чтобы это было максимальное значение, при котором он всегда будет победителем.
5. Рассчитайте эффективность установленной цены предмета аукциона.
6. Проведите 10 экспериментов и рассчитайте следующие величины:
 - среднее число шагов аукциона;
 - среднее значение установленной цены предмета аукциона.

5.3 Английский аукцион

Английский тип аукциона часто используется при продаже антикварных изделий, предметов искусства и т.д. (например, аукционными домами Sotheby's, Christie's и Phillips). При таком аукционе назначается некоторая минимальная цена C , после чего поступают заявки участников, которые не должны быть ниже C .

Участники с личными оценками O отправляют заявку в том случае, если текущее максимальное предложение ниже их оценки. Предположим, что за рассматриваемый период появилось N желающих приобрести предмет аукциона. Их личные оценки имеют нормальное распределение с параметрами: среднее значение M , среднее квадратическое отклонение σ . Время между поступлениями двух претендентов является случайной величиной с показательным законом распределения и средним значением CT .

Моделирование Английского аукциона представлено на рис.5.6. При этом были использованы следующие входные данные: $N=5$; $C=900$ руб.; $M=970$ руб.; $\sigma=10$ руб.; $CT=20$ мин.

Генерация личных оценок здесь выполняется так же, как и в предыдущей задаче. Время поступления первой заявки рассчитывается по формуле

$$C15 = \$C\$10 - \$C\$9 * \text{LN}(\text{СЛЧИ}(\text{С})).$$

Далее, моменты поступления заявок определяются выражением

$$C16 = C15 - \$C\$9 * \text{LN}(\text{СЛЧИ}(\text{С})).$$

Поведение участников, выражающееся в отправке заявки либо нет, строится по следующей схеме

$$E15 = \text{ЕСЛИ}(D15 \geq C4; "Да"; "Нет")$$

$$E16 = \text{ЕСЛИ}(D16 \geq \$C\$4; \text{ЕСЛИ}(D16 > F15; "Да"; "Нет"); "Нет")$$

Т.е. для согласия первого претендента необходимо, чтобы его личная оценка была выше минимальной цены, а заявки остальных участников

сравниваются с текущим максимальным предложением, которое в свою очередь рассчитывается следующим образом

$$F15 = \text{ЕСЛИ}(D15 \geq \$C\$4; D15; 0)$$

$$F16 = \text{ЕСЛИ}(\text{И}(D16 \geq \$C\$4; D16 > F15); D16; F15).$$

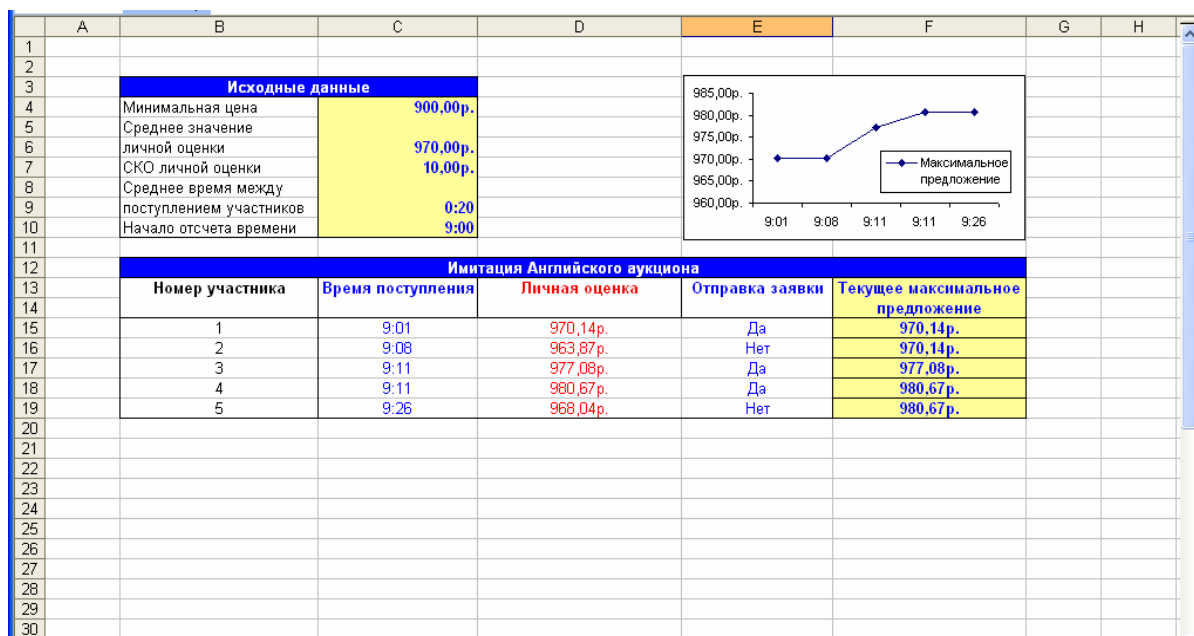


Рис. 5.6 – Моделирование Английского аукциона

Рассмотренный случай является наиболее простым, поскольку заявки участников равны личным оценкам и поэтому отправляются лишь один раз. В более сложных вариантах участники начинают торги с минимальной цены, после чего, оценив ситуацию, отправляют более высокие предложения (но не выше их личной оценки).

Задачи

1. Рассмотрите ситуацию, когда в аукционе принимает участие два конкурирующих претендента (согласные с минимальной ценой). Первая отправленная заявка участника равна минимальной цене C . Затем другой претендент отправляет свою заявку, которая равна сумме текущего максимального предложения и случайного приращения, равномерно распределенного на интервале $[a; b]$ (если полученное значение не выше его личной оценки) и т.д. Примите следующие исходные данные: $C = 900$ руб., $M = 980$ руб.; $\sigma = 10$ руб.; $CT = 20$ мин.; $a = 15$; $b = 25$.

Решение

Моделирование представлено на рис.5.7. Генерирование личных оценок и времени поступления здесь выполнено тем же способом, как и на рис.5.6. Размер первой отправленной заявки равен минимальной цене, а начиная со второй рассчитывается по формулам

E18=ЕСЛИ(E17<>"-";ЕСЛИ((E17+(15+D18*(25-15)))<=C12;E17+(15+D18*(25-15));"-");"-")

E19=ЕСЛИ(E18<>"-";ЕСЛИ((E18+(15+D19*(25-15)))<=C11;E18+(15+D19*(25-15));"-");"-")

и т.д.

Текущее максимальное предложение равно размеру последней отправленной заявки.

F17=ЕСЛИ(E17<>"-";E17;0).

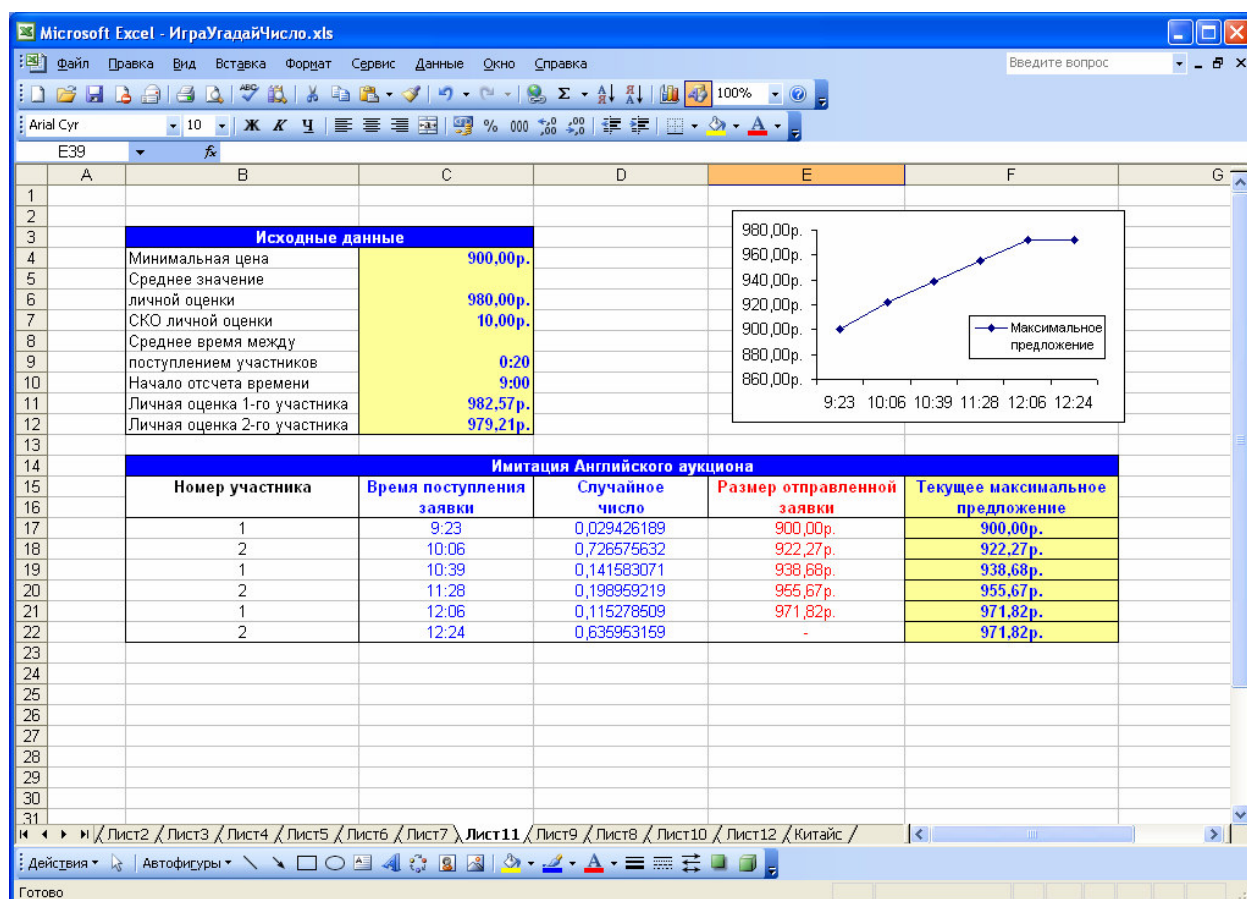


Рис. 5.7 – Имитация Английского аукциона при участии двух конкурирующих претендентов

- Пусть третий участник не располагает данными о ценности предмета аукциона и поэтому полагается на мнение первого претендента: если первый участник отправляет заявку, то третий тоже отправляет ее размером на 10 руб. больше, в противном случае игнорирует торги.

3. Выполните моделирование, считая, что вероятность выражения согласия участника с предложенной ценой равна P ($P=0,92$), т.е. независимо от личной оценки претендент может передумать, занять выжидательную позицию и т.д.
4. Выполните моделирование, если условием окончания аукциона является поступление предложения превышающего или равного CM_{\max} ($CM_{\max}=980$ руб.). Определите, будет ли закончен аукцион при поступлении 10 участников.
5. Рассмотрите случай, когда личные оценки участников (предположим, что они принадлежат к некоторым двум группам) генерируются с различными параметрами распределения. Пусть личные оценки участников с номерами 1,2,5 распределены равномерно на интервале $[960;985]$, а остальных – на интервале $[900;920]$.
6. Включите еще одного участника и установите его личную оценку таким образом, чтобы это было минимальное значение, при котором он всегда будет победителем.
7. Проведите 10 экспериментов и рассчитайте следующие величины:
 - среднее значение предложения победителя;
 - среднее время проведения аукциона.

5.4 Аукционы Vickery и FPSB

В аукционах Vickery и FPSB используется закрытый формат проведения, т.е. участники не знают о предложениях оппонентов (так что, ситуаций, когда участник при отправке заявок опираться на оценки других претендентов, возникнуть не может). В конце аукциона поступившие заявки сравниваются, и выигрывает участник с наивысшим предложением. Отличие между аукционами Vickery и FPSB заключается в том, что победитель в аукционе FPSB (First Price Sealed Bid – закрытый аукцион первой цены) платит заявленную сумму (используется, если ожидается небольшое количество участников, например, при заключении контрактов на выполнение строительных работ), а в Vickery – вторую по величине самую большую сумму (что стимулирует заявлять свою реальную оценку, а не заниженную).

Задачи

1. Выполните моделирование аукционов Vickery и FPSB используя следующие исходные данные: число участников $K=5$; личные оценки имеют

нормальное распределение с параметрами: среднее значение $M = 950$ руб.; среднее квадратическое отклонение $\sigma = 20$. Сравните полученные цены сделок.

2. Рассмотрите случай, когда вероятность отправки заявки каждым из участников равна 0,9 (например, эта величина может характеризовать степень заинтересованности в данном товаре).
3. Проведите 10 экспериментов и рассчитайте следующие величины:
 - среднее значение установленной цены предмета аукциона;
 - среднее квадратическое отклонение установленной цены предмета аукциона.

5.5 Японский аукцион

В отличие от Английского аукциона, рассмотренного выше, в Японском аукционе торги начинаются с заниженной цены C , которая постепенно увеличивается на величину шага, равного $d\%$ начальной цены.

Участники с личными оценками O выражают согласие в том случае, если объявленная цена ниже их оценки. Предположим, что личные оценки имеют нормальное распределение с параметрами: среднее значение M , среднее квадратическое отклонение σ . Аукцион заканчивается при отсутствии участников, согласных с ценой, предложенной на текущем шаге.

Моделирование Японского аукциона представлено на рис.5.8. При этом были использованы следующие входные данные: $C = 900$ руб.; $d = 3\%$; $M = 970$ руб.; $\sigma = 10$ руб.

Генерация личных оценок здесь выполняется так же, как и в предыдущей задаче. Цена лота, начиная со второго шага, вычисляется по формуле

$$C16 = \text{ЕСЛИ}(I15 = \text{"Нет"}; C15 + \$C\$5 * \$C\$4; "-").$$

Поведение претендентов моделируется также как и в Голландском аукционе

$$D15 = \text{ЕСЛИ}(C15 < "-"; \text{ЕСЛИ}(\$C\$10 \geq C15; \text{"Да"}; \text{"Нет"}); "-").$$

Наконец, запишем условие окончания торгов

$$I15 = \text{ЕСЛИ}(C15 < "-"; \text{ЕСЛИ}(\text{СЧЁТЕСЛИ}(D15:H15; \text{"Да"}) > 0; \text{"Нет"}; \text{"Да"}); "-").$$

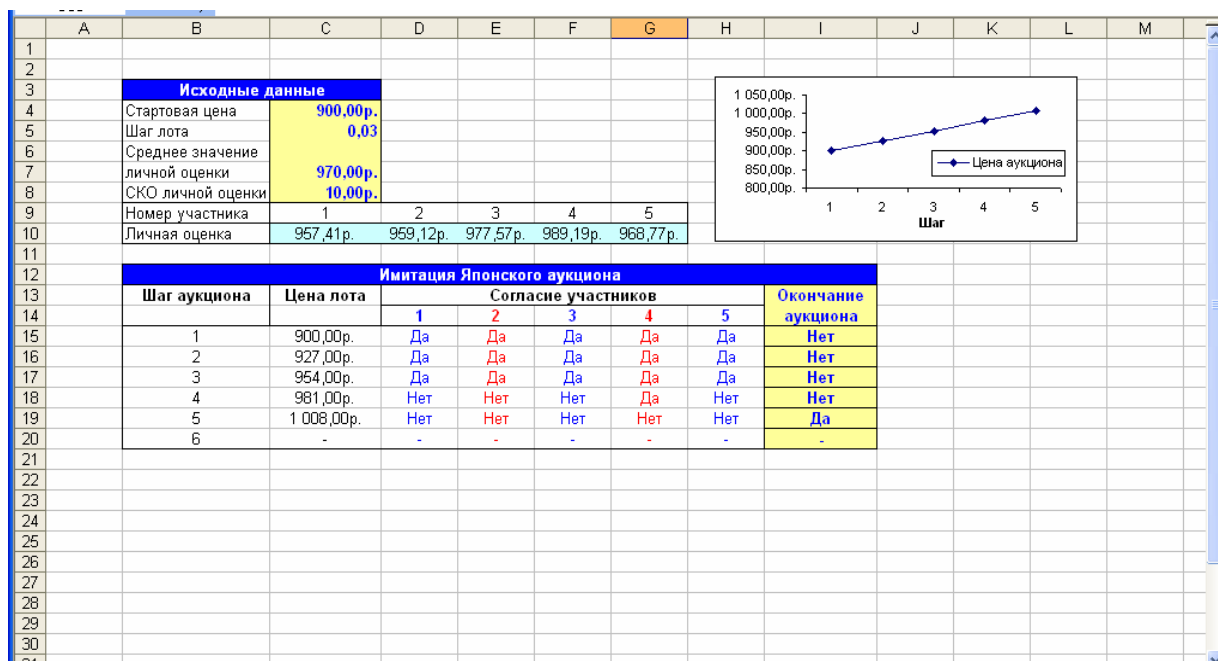


Рис. 5.8 - Моделирование Японского аукциона

Задачи

1. Выполните моделирование Японского аукциона, считая, что вероятность выражения согласия участника с предложенной ценой равна P ($P=0,85$), т.е. независимо от личной оценки претендент может передумать, занять выжидательную позицию и т.д.
2. Рассмотрите случай сговора участников, называемый «создание группой иллюзии участия» (см. голландский аукцион вторую задачу). В сговор вступили претенденты с номерами 2,3,4 таким образом, что фактически принимать участие в аукционе будет лишь участник с номером 3.
3. Рассмотрите случай сговора участников, называемый «создание группой иллюзии конкуренции» (см. голландский аукцион третью задачу). Состав и функции участников группы такой же, как и в первом задании, а личные оценки участников с номерами 1,3,5 распределены равномерно на интервале [960;985].
4. Определите эффективность установленной цены предмета аукциона.
5. Включите еще одного участника и установите его личную оценку таким образом, чтобы это было минимальное значение, при котором он всегда будет победителем. С какой оценкой участник всегда будет в проигрыше?
6. Проведите 10 экспериментов и рассчитайте следующие величины:
 - среднее число шагов аукциона;
 - среднее значение установленной цены предмета аукциона.

5.6 Аукцион с резервированной ценой

В аукционе с резервированной ценой продавец назначает минимальную цену, по которой он готов продать товар, однако покупатели не знают о ней. Длительность такого аукциона фиксирована (в это время участники могут отправлять свои заявки). Для того чтобы состоялась сделка по окончании торгов максимальное предложение должно превышать или быть равным назначенной цене продавца. Если самые высокие предложения отправило два участника, то из них выигрывает самый ранний (такой механизм продажи используется в eBay).

Таким образом, отличие от Английского аукциона заключается в том, что после завершения торгов участник с максимальным предложением может не заключить сделку, если его заявка ниже оценки продавца.

Выполним имитацию следующим образом (рис.5.9) (не будем рассматривать поступление каждой отдельной заявки, как это было выполнено в Английском аукционе). Предположим, что за рассматриваемый период в аукционе участвовало четыре претендента, которые желали приобрести пять различных товаров. Личные оценки участников, желающих приобрести товары, являются случайными величинами с равномерным законом распределения, параметры которых приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Границы интервалов личных оценок участников

Номер товара	Нижняя граница интервала, руб.	Верхняя граница интервала, руб.
1	900	950
2	1000	1500
3	500	600
4	2000	2300
5	10000	15000

Моделирование личных оценок выполняется согласно способу генерирования случайной величины с равномерным законом распределения, например, для первого товара

$$E8=900+СЛЧИС()*(950-900).$$

Установленные продавцом минимальные цены составляют 945, 1500, 560, 2250, 13000 руб. для 1-5 товаров соответственно. Предположим, что стартовая цена здесь не предусматривается.

Итак, представленный процесс моделирования включает этапы: определение максимального предложения по данному товару и проверка, удовлетворяет ли эта заявка условию продавца, например, для первого товара

D18=ЕСЛИ(МАКС(E8:H8)>=I8;"Да";"Нет").

H40												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1												
2												
3												
4			Исходные данные						Оценка продавца			
			Заявки участников									
5			Номер товара \ Номер участника	1	2	3	4					
6												
7												
8				1	935,06р.	949,23р.	904,46р.	937,68р.		945,00р.		
9				2	1 185,26р.	1 465,71р.	1 388,39р.	1 058,65р.	1 500,00р.			
10			3	589,49р.	527,77р.	506,23р.	566,01р.	560,00р.				
11			4	2 252,17р.	2 299,25р.	2 042,29р.	2 001,46р.	2 250,00р.				
12			5	10 368,79р.	12 300,05р.	14 210,72р.	13 831,23р.	13 000,00р.				
13												
14			Имитация аукциона с резервированной ценой									
15			Номер товара	Нахождение покупателя								
16												
17												
18			1	Да								
19			2	Нет								
20			3	Да								
21			4	Да								
22			5	Да								
23			6	Да								
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												

Рис.5.9 – Моделирование аукциона с резервированной ценой

Задачи

1. Рассмотрите процесс продажи одного товара. Считая, что время между соседними двумя покупателями является случайной величиной с показательным законом распределения (среднее значение $CT=30$ мин.) определите время отправки заявки последним участником.
2. Выполните моделирование, считая, что вероятность выражения согласия участника с предложенной ценой (независимо от размера его личной оценки) равна P ($P=0,94$).
3. При какой оценке первого товара продавцом (независимо от сгенерированного значения личной оценки участников): а) победитель точно будет найден, б) победитель найден не будет?
4. Пусть появился еще один претендент, желающий приобрести первый товар, с личной оценкой 945 руб. Рассчитайте вероятность того, что он станет

победителем (для этого сначала проведите 10 экспериментов, и определите, в скольких из них данный участник выиграл).

5. Проведите 10 экспериментов и рассчитайте следующие величины:

- вероятность того, что победитель не будет найден (по каждому товару);
- среднее значение установленной цены предметов аукциона.

5.7 Аукцион с фиксированной ценой

В аукционе фиксированной цены продавец назначает определенную цену C и первый участник, который с ней согласился, выигрывает. Данный механизм часто используется, а его опция предложения называется "Buy It Now".

Время отправки заявки претендентом является случайной величиной с показательным законом распределения (среднее значение равно CT). Каждый участник располагает своей личной оценкой O . Предположим, что эта величина имеет нормальное распределение с параметрами: среднее значение M , среднее квадратическое отклонение σ . Аукцион заканчивается при поступлении первой заявки, личная оценка которой превышает или равна назначенной продавцом цене.

На рис.5.10 представлено моделирование аукциона с фиксированной ценой. При этом были использованы следующие входные данные: $C = 972$ руб.; $M = 970$ руб.; $\sigma = 10$ руб., $CT = 20$ мин., время начала аукциона – 9:00, число предполагаемых участников равно пяти.

Генерация личных оценок и времени поступления здесь выполняется так же, как и при имитации английского аукциона.

Условие окончания аукциона (отправки заявки) можно записать следующим образом

E16=ЕСЛИ(D16="-";"-";ЕСЛИ(D16>=\$C\$4;"Да";"Нет")).

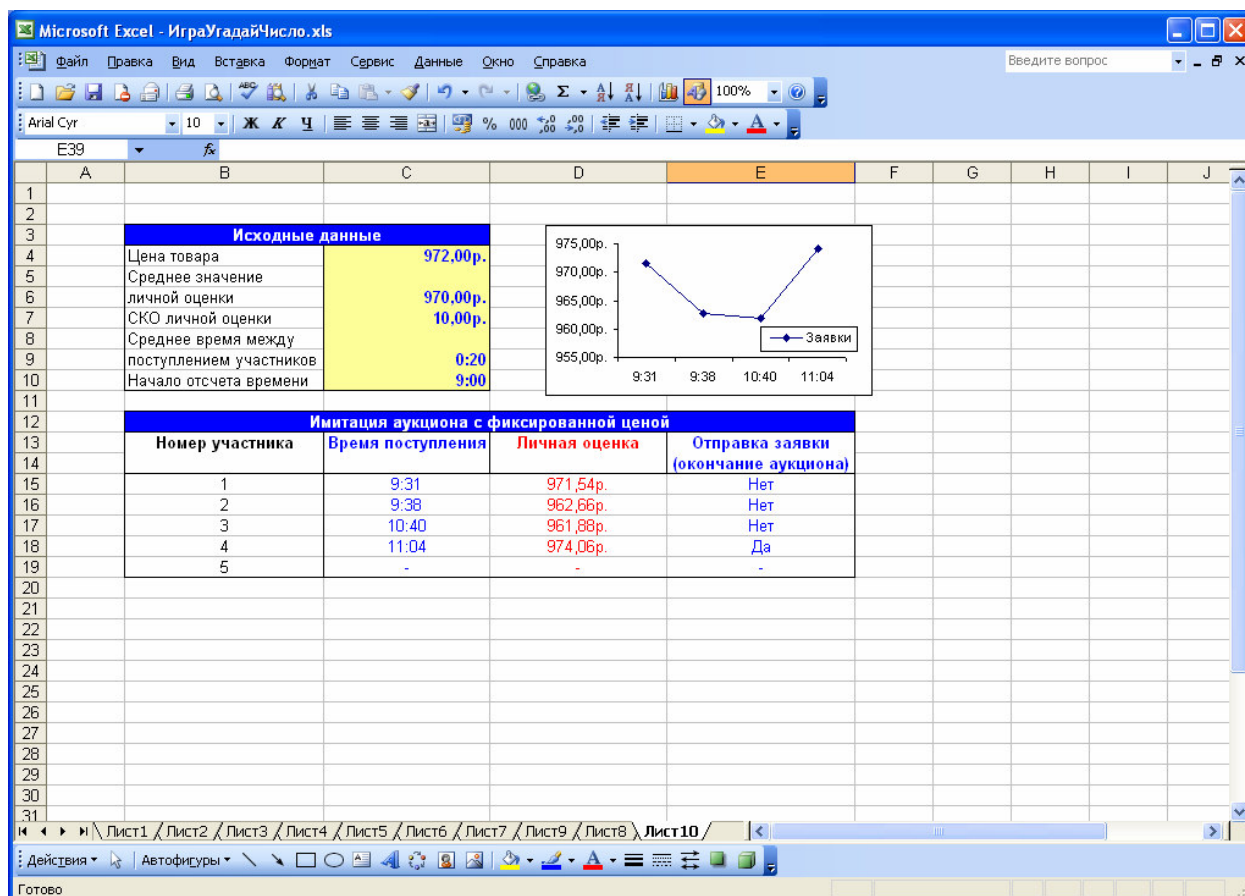


Рис. 5.10 – Моделирование аукциона с фиксированной ценой

Задачи

- Пусть с вероятностью PO_{mk} победитель может отказаться от заключения сделки. Как будет выглядеть процесс моделирования с учетом данного события, если $PO_{mk}=0,9$?
- Выполните моделирование, считая, что вероятность выражения согласия участника с предложенной ценой (независимо от размера его личной оценки) равна P ($P=0,95$).
- Измените программу, предполагая, что в том случае, если в течение 1 часа не поступило никаких новых заявок, то аукцион считается оконченным.
- Если новый участник (кроме тех пяти, которые предусмотрены в задаче) прибыл на аукцион в 10:00 и имеет личную оценку, равную 972, то может ли он в данной ситуации стать победителем?
- Проведите 10 экспериментов и рассчитайте следующие величины:
 - вероятность того, что победитель не будет найден;
 - среднее значение времени проведения аукциона (для тех реализаций, в которых был найден победитель).

5.8 Китайский аукцион

В основе Китайского аукциона лежит лотерея. Участники покупают билеты (количество не ограничено), которые дают шанс выиграть какой-либо предмет, после чего помещают их в корзину (или другой какой-либо контейнер), стоящую перед желаемым товаром. В заключение аукциона из корзины извлекается какой-либо билет и победителем становится его владелец.

В самом простом виде моделирование можно представить следующим образом (рис.5.10). Пусть число предметов аукциона равно двум, а количество участников - трем. Каждый из участников для розыгрыша первого товара приобрел по одному билету, а для получения второго товара первый, второй и третий претендент купили один, два и ноль билетов соответственно.

Извлечение билета из корзины является случайным событием. Вероятность участника стать победителем зависит от количества приобретенных билетов и рассчитывается по формуле

$$P = \frac{\text{Число билетов участника}}{\text{Общее число билетов}}.$$

Поэтому для установления победителя необходимо выполнить моделирование полной группы событий

G8=ЕСЛИ(F8<1/3;1;ЕСЛИ(F8<2/3;2;3))

G9=ЕСЛИ(F9<1/3;1;2).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1												
2												
3												
4		Имитация Китайского аукциона										
5		Число купленных билетов										
6		Номер товара	Номер участника			Случайное число	Номер участника, ставшего победителем					
7			1	2	3							
8		1	1	1	1	0,49836524	2					
9		2	1	2	0	0,165473924	1					
10												
11												
12												
13												
14												
15												

Рис. 5.10 – Моделирование Китайского аукциона

Задачи

1. Стоимость одного лотерейного билета равна C , а цена предметов аукциона составляет Z_1 и Z_2 для первого и второго товаров соответственно.

Рассчитайте прибыль и убыток каждого из участников и организатора аукциона, если $C = 500$ руб., $Z_1 = 1000$ руб.; $Z_2 = 900$ руб.

2. Выполните моделирование, включив в аукцион еще один товар, по которому первый, второй третий участник купили 3, 2, 2 билета соответственно.
3. Пусть второй участник предложил свой билет для продажи третьему. Если рассматривается аукцион по первому товару, то какое решение лучше принять третьему претенденту: купить билет у второго участника или приобрести новый билет у организаторов торгов?
4. Рассмотрите случай появления на аукционе еще одного участника, желающего приобрести второй товар и купившего 2 билета.
5. Проведите 10 экспериментов и рассчитайте следующие величины:
 - число экспериментов, в которых победителем второго товара стал первый участник;
 - среднее значение прибыли (убытков) каждого из участников (взяв данные из первой задачи).

5.9 Конкурсное распределение средств

Конкурсы, так же как и аукционы, и могут быть использованы для покупки (продажи) товаров и услуг. Однако если в аукционах критерием отбора является только цена, то в конкурсах могут рассматриваться различные характеристики: время выполнения работ, качественные показатели и т.д. В механизмах финансирования инвестиционных программ одной из таких характеристик, учитываемых при распределении средств, является ожидаемый эффект E_i в случае финансирования i -го направления в полном объеме S_i , который представляет собой оценку экспертов [22]. Зная значение данной величины, можно рассчитать эффективность финансирования i -го направления

$$q_i = \frac{E_i}{S_i}.$$

Итак, предположим, что K участников подали свои заявки на финансирование, содержащие следующую информацию: необходимый объем средств S_i для реализации своей программы; эффективность q_i . Общий размер распределяемых средств T - случайная величина, равномерно распределенная на интервале $[a; b]$. В первую очередь эти средства предоставляются участникам с

наибольшим значением эффективности. Таким образом, заявка участника может быть не удовлетворена либо удовлетворена полностью или частично (т.е. победителей может быть несколько).

На рис. 5.11 представлено моделирование подобного механизма. При этом были использованы следующие исходные данные: $K=5$; $S_1=45000$; $S_2=30000$; $S_3=20000$; $S_4=43000$; $S_5=38000$ руб.; $q_1=0,95$; $q_2=0,93$; $q_3=0,92$; $q_4=0,9$; $q_5=0,85$ (данные в таблице упорядочены по уменьшению эффективности); $a=70000$ руб.; $b=100000$ руб.

Для каждой заявки рассчитывается размер выданных средств

$$F7=\text{ЕСЛИ}(C7\leq \$E\$9;C7;\$E\$9) \text{ (для первой заявки)}$$

$$F8=\text{ЕСЛИ}(C8\leq \$E\$9-G7;C8;\$E\$9-G7) \text{ (для второй заявки)}.$$

Механизм определения размера финансирования участников с номерами 3-5 аналогичен вычислению данной величины для второй заявки.

В последнем столбце приведена общая распределенная сумма. Она рассчитывается суммированием средств выделенных каждому участнику

$$G7=F7,$$

$$G8=F8+G7,$$

$$G9=F9+G8 \text{ и т.д.}$$

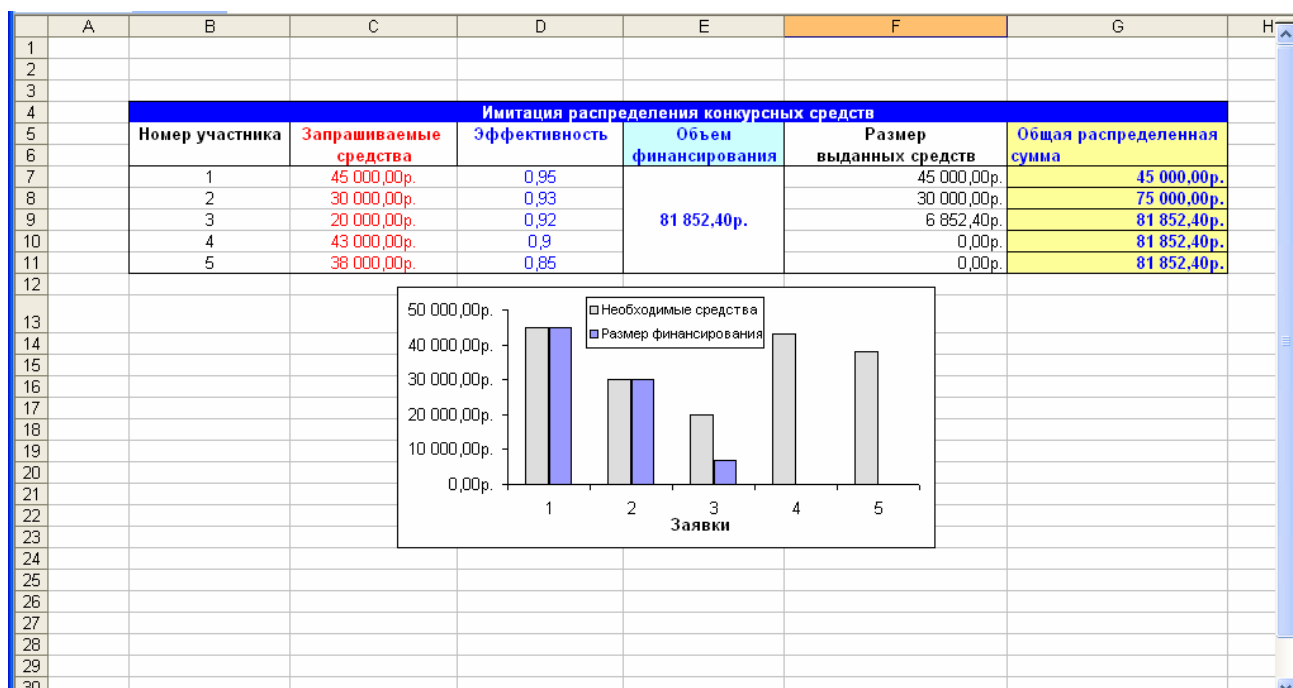


Рис. 5.11– Моделирование распределения средств

1. Выполните моделирование для случая, когда заявки участников частично не удовлетворяются (т.е. им предоставляются либо все запрашиваемые средства, либо ничего).
2. Пусть все участники получают минимальный объем финансирования, равный S_2 . Механизм распределения оставшейся части остается без изменения. Выполните моделирование, если $S_2=1000$ руб.
3. Предположите, что объем финансирования – случайная величина с нормальным законом распределения со следующими параметрами: среднее значение $M=80000$ руб.; среднее квадратическое отклонение $\sigma=1000$ руб.
4. После реализации программ участникам, получившим денежные средства, ставится отметка: «+», если эффективность больше или равна заявленной; «-» - если эффективность оказалась ниже заявленной. Рассмотрите моделирование данного события, если вероятность того, что эффективность окажется меньше объявленной, для всех участников одинакова и равна PM ($PM=0,2$).
6. Проведите 10 экспериментов и рассчитайте следующие величины:
 - среднее число участников, получивших финансирование;
 - среднее значение размера финансирования третьей заявки.