

других порядков проще всего воспользоваться функцией сортировки SORT и отобразить необходимый элемент по индексу.

Набранная подобным образом статистика может быть обработана далее автоматически. Численные характеристики порядковых статистик могут быть получены при помощи встроенных функций MEAN, STDDEV, KURTOSIS. Функция распределения может быть показана графически при помощи функции HISTOGRAM. Предусмотрена даже возможность непараметрической оценки плотности распределения при помощи функции KSDENSITY с использованием Гауссовского и других фильтров.

Таким образом, программная среда Matlab – это достаточно мощный и удобный инструмент для непараметрической оценки характеристик порядковых статистик для эмпирических распределений произвольной сложности.

Литература:

1. Train, K. Discrete Choice Models with Simulations / K.Train [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://eml.berkeley.edu/books/choice2.html>.
2. Klemperer P. Auctions: Theory and Practice (The Toulouse Lectures in Economics) / P.Klemperer. – Princeton University Press, 2004. – 256p.
3. Weisstein, E. Order Statistic / E.Weisstein [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.mathworld.wolfram.com/OrderStatistic.html>
4. Fishman, G. S. Monte Carlo: Concepts, Algorithms, and Applications / George S. Fishman. – New York: Springer, 1995. – 698p.

УДК 658.727

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕНДЕРНЫХ ПРОЦЕДУР

МЕЛЬНИКОВ О.С., доцент

Харьковский политехнический институт,

г. Харьков, Украина

Ключевые слова: тендерные процедуры, государственные закупки, прогнозирование, имитационное моделирование.

Реферат: в работе предложена методика прогнозирования результатов проведения тендерных процедур при закупке товаров, работ и услуг с помощью средств имитационного моделирования.

Тендерные процедуры, известные также как конкурсные торги или реверсивные аукционы, получили широкое распространение в мире как средство осуществления крупномасштабных закупок товаров, работ и услуг. Наиболее распространено применение таких процедур в закупочной деятельности государства и муниципальных органов власти; собственно говоря, в большинстве стран мира использование тендерных процедур при проведении государственных закупок является обязательным и строго регламентируется международным и национальным законодательством.

В коммерческой деятельности частных предприятий тендеры используются гораздо реже. По-видимому, наиболее распространено их применение для поиска подрядчика на выполнение работ, не являющихся основной компетенцией фирмы-заказчика.

Основным плюсом проведения тендерных процедур является снижение закупочных цен, вызванное конкуренцией между участниками торгов. В то же время проведение тендеров сопряжено с существенными материальными и временными затратами. Поэтому важно иметь возможность для объективного сопоставления ожидаемого выигрыша от применения тендерных процедур с затратами на их реализацию.

Реализация такого прогнозирования является достаточно сложной задачей из-за неопределенностей в количестве потенциальных поставщиков, их цен поставки, а также

особенностей стратегического поведения участников торгов. Наиболее распространенным является теоретико-игровой подход к моделированию торгов, при котором их ожидаемый результат формализуется как равновесие Байеса-Нэша в возникающей игре n лиц [1]. В работе автора [2] на базе этого подхода была предложена методика для прогнозирования результатов проведения тендерных процедур.

Вкратце, суть методики состоит в следующем. Пусть в торгах принимают участие N поставщиков закупаемых товаров или работ. Будем называть минимальную цену, по которой поставщик согласен реализовать товар (выполнить работу) его резервированной ценой. Обозначим резервированную цену i -го поставщика через v_i , $i = 1, \dots, N$. Будем считать, что резервированные цены разных поставщиков находятся в интервале $[l, h]$ и являются независимыми одинаково распределенными случайными величинами с гладкой функцией распределения $F(x) = \mathbf{P}\{v_i \leq x\}$ ($F(l) = 0, F(h) = 1$). Обозначим дополнение к этой функции через $G(x) = 1 - F(x) = \mathbf{P}\{v_i > x\}$, а плотность распределения через $f(x) = F'(x) = -G'(x)$.

Стратегией i -го участника торгов является его ценовое предложение b_i , которое он сообщит заказчику. Ценовое предложение участника должно быть одновременно оптимальным с точки зрения максимизации его ожидаемого выигрыша и равновесным в том смысле, что никому из участников не должно быть выгодно изменить его в одностороннем порядке (т.е. равновесным по Байесу-Нэшу). В работе [2] показано, что этим условиям удовлетворяет функция ценового предложения следующего вида:

$$b(v) = \frac{\int_h^v x dG^{n-1}(x)}{G^{n-1}(v)}. \quad (1)$$

Тогда результатом торгов (т.е. ожидаемой закупочной ценой) будет ценовое предложение участника с минимальной резервированной ценой:

$$\bar{p} = M[b(v^*)] = \int_l^h b(v) f_*(v) dv, \quad (2)$$

где

$$v^* = \min(v_1, \dots, v_n), \quad (3)$$

$$F_*(x) = \mathbf{P}\{v^* \leq x\} = 1 - \mathbf{P}\{v^* > x\} = 1 - \prod_{i=1}^n \mathbf{P}\{v_i > x\} = 1 - G^n(x) \quad (4)$$

$$f_*(x) = \frac{dF_*(x)}{dx} = nG^{n-1}(x)f(x) = -\frac{dG^n(x)}{dx} \quad (5)$$

Аналитическое вычисление ожидаемой закупочной цены по формулам (1) – (5) возможно только для простейших модельных распределений, например, для равномерного [3]. Более важным является, однако, тот факт, что реальное распределение резервированных цен на практике неизвестно. Чаще всего в распоряжении исследователя есть информация по ценовым предложениям отдельных поставщиков, которые в совокупности формируют некоторое эмпирическое распределение. Часто эмпирические распределения цен плохо параметризуются модельными распределениями и в любом случае параметризация распределения сопряжена с потерями информации. В таких случаях для оценки закупочных цен целесообразно использовать средства имитационного моделирования.

Проведение имитационного эксперимента упрощается за счет представления формулы (1) в несколько ином виде. Предположим для определенности, что победителем в торгах окажется первый участник (этого всегда можно добиться простой перенумерацией участников) i обозначим через $v_{(2)}$ наименьшую среди резервированных цен оставшихся $N-1$ участников торгов, т.е. $v_{(2)} = \min\{v_2, \dots, v_n\}$. Согласно сделанным предположениям, закон распределения этой случайной величины будет задаваться формулой

$$F_{(2)}(x) = P\{v_{(2)} \leq x\} = 1 - P\{v_{(2)} > x\} = 1 - P\{v_2 > x, \dots, v_n > x\} = 1 - G^n \quad (6)$$

Для победы в торгах первого участника необходимо, чтобы $v_{(2)}$ превышало его собственную резервированную цену v . Условное распределение случайной величины $v_{(2)}$ при этом условии будет задаваться формулой

$$\begin{aligned} F_{(2)}(x | v_{(2)} > v) &= P\{v_{(2)} \leq x | v_{(2)} > v\} = \frac{P\{v_{(2)} \leq x, v_{(2)} > v\}}{P\{v_{(2)} > v\}} = \\ &= \frac{P\{v_{(2)} \leq x\}I\{x > v\}}{1 - F_{(2)}(v)} = \frac{F_{(2)}(x)I\{x > v\}}{G^{n-1}(v)}, \end{aligned} \quad (7)$$

где $I\{A\}$ – индикатор события A .

Найдем условное математическое ожидание величины $v_{(2)}$ при условии $v_{(2)} > v$:

$$\begin{aligned} M[v_{(2)} | v_{(2)} > v] &= \int_v^h x dF_{(2)}(x | x > v) dx = \int_v^h x d \frac{F_{(2)}(x, x > v)I\{x > v\}}{G^{n-1}(v)} \\ &= \int_v^h x \frac{dF_{(2)}(x)}{G^{n-1}(v)} = \frac{1}{G^{n-1}(v)} \int_v^h x d(1 - G^{n-1}(x)) = \frac{\int_v^h x dG^{n-1}(x)}{G^{n-1}(v)}. \end{aligned} \quad (8)$$

Последняя формула полностью совпадает с равновесной функцией ценового предложения. Таким образом,

$$b(v) = M[v_{(2)} | v_{(2)} > v]. \quad (9)$$

Формула (9) дает очень простую интерпретацию стратегий участников торгов: оптимально предоставить ценовое предложение на уровне резервированной цены, следующей за минимальной. Но тогда ожидаемая закупочная цена будет равно просто второй снизу по величине из резервированных цен участников торгов.

Такая интерпретация существенно упрощает прогнозирование закупочной цены при помощи имитационного эксперимента. Пусть эмпирическое распределение цен задано вектором (p_1, \dots, p_m) ценовых предложений отдельных поставщиков. Участие в торгах n из этих m поставщиков моделируется случайной выборкой n элементов из этого вектора без повторов, а оценкой результата торгов будет вторая порядковая статистика сформированной выборки. Повторив этот эксперимент достаточное количество раз, можно оценить не только математическое ожидание закупочной цены, но и моменты более высоких порядков, а также, при необходимости, кривую распределения закупочных цен в целом.

Применение предложенной методики полезно не только для прогнозирования результатов конкретных торгов. В частности, с ее помощью можно оценить экономический эффект и общую целесообразность применения тендерных процедур в сфере государственных закупок по заданным номенклатурным позициям.

Литература:

1. Klemperer P. Auctions: Theory and Practice (The Toulouse Lectures in Economics) / P.Klemperer. – Princeton University Press, 2004. – 256p.
2. Мельников О.С. Оптимізація процедур проведення конкурсних торгів в сфері державних закупівель / О.С.Мельников // Ефективність державного управління: Зб.наук.праць. – Львів: ЛРІДУ НАДУ, 2012. – Вип.30. – С. 422-430.
3. Мельников О.С. Оптимизация стартовой цены конкурсных торгов в условиях интервальной неопределенности / О.С.Мельников // Математические методы в технике и технологиях. ММТТ-

25. – Сб. трудов XXV Междунар. науч. конф.: в 10 т. Т.10. – Саратов: СГТУ им. Ю.А.Гагарина, 2012. С.171-174.

УДК 004.413.4

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ОСТАТКОВ СРЕДСТВ НА СЧЕТАХ
ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ ДО ВОСТРЕБОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ОДНОГО ИЗ
БЕЛОРУССКИХ БАНКОВ)**

МОЦУК Д.А., ДЕЖУРКО Л.Ф.

Белорусский государственный экономический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

Ключевые слова: риски ликвидности и процентный риск, ликвидная позиция, детерминированный временной ряд, метод наименьших квадратов, остатки средств физических лиц, счета до востребования.

Реферат. Настоящая публикация рассматривает некоторые вопросы эконометрического моделирования и прогнозирования временных рядов остатков на счетах до востребования физических лиц, результаты которых применяются в управлении ликвидной позицией коммерческих банков.

Управление ликвидностью в банке предполагает расчет ликвидной позиции с целью определения максимального уровня фондирования кредитных операций, а также определения потребности в финансовых ресурсах на межбанковском рынке.

Расчёт ликвидной позиции представляет собой построение динамического баланса на основе статистических методов и моделей, а также прогнозных данных структурных подразделений банка. В частности, применяется прогнозирование минимального размера остатков на текущих расчётных счетах и депозитах до востребования юридических и физических лиц на основе моделей временных рядов в качестве альтернативы использования условно-постоянного остатка средств на текущих счетах юридических и физических лиц. Преимущество применения таких подходов по сравнению с использованием условно-постоянного остатка заключается в возможности более гибкого и точного управления активами и пассивами банка с точки зрения минимизации процентного риска и риска ликвидности и повышения доходности проводимых активных операций.

Актуальность рассматриваемой проблемы повышается в условиях вступления в силу с 11 ноября 2015 г. Декрета Президента № 7 «О привлечении денежных средств во вклады (депозиты)», предполагающего разделение всех вкладов населения на отзывные и безотзывные. Совершенно очевидно, что отзывные вклады будут классифицироваться как средства до востребования.

Рассмотрим пример эконометрического моделирования среднемесячных остатков средств на счетах до востребования физических лиц на примере одного из системообразующих банков РБ. Заметим, что данные, выбранные для демонстрации процесса моделирования, носят лишь условный характер, однако в целом выбранный ряд характеризует поведение реального ряда (см. Рисунок 1). Данное допущение в рамках настоящей статьи связано с наличием в такой информации элементов коммерческой и банковской тайны.

Как видно по графическому изображению ряда, для него явно характерна сезонность. Тренд явно не прослеживается, однако можно предположить, что визуальное отсутствие тренда связано со сдвигами (спадами) в периоды резкой девальвации белорусского рубля: в условиях обострения девальвационных ожиданий в начале 2009 и 2011 гг. население начинало массово отзывать рублёвые депозиты с целью последующего конвертирования средств в иностранную валюту.

Следуя предположениям о том, что анализируемый ряд детерминированный с компонентами тренда, сезонности и сдвига средствами пакета прикладных программ Eviews