

МЕТОДИ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

УДК 35.073.53

О. С. МЕЛЬНИКОВ,

кандидат економічних наук, доцент кафедри економічної кібернетики та маркетингового менеджменту НТУ “Харківський політехнічний інститут”

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ ДОЦІЛЬНОСТІ ПРОВЕДЕННЯ КОНКУРСНИХ ТОРГІВ ПРИ ЗДІЙСНЕННІ ДЕРЖАВНИХ ЗАКУПІВЕЛЬ

Проаналізовано переваги та недоліки застосування тендерних процедур у сфері державних закупівель. Запропоновано економіко-математичну модель оцінки доцільності проведення конкурсних торгів при здійсненні державних закупівель.

Ключові слова: державні закупівлі, конкурсні торги, аукціони, організаційні механізми, економічна ефективність, статистичні методи.

Advantages and drawbacks of the application of tender procedures to the sphere of state's purchases are analyzed. An economic-mathematical model of assessment of the expediency of a competitive tender at the realization of state's purchases is proposed.

Keywords: state's purchases, competitive tender, auctions, organizational mechanisms, economic efficiency, statistical methods.

Державні закупівлі є невід’ємною й істотною частиною сучасної економіки. Обсяг держзакупівель у країнах Європейського Союзу становить 13,5% сукупного ВВП країн-учасниць, або близько 1 трлн. євро щороку в грошовому еквіваленті¹. В Україні у 2010 р. їх обсяг склав 335 млрд. грн.².

Для проведення державних закупівель в Україні, як і в інших країнах світу, широко використовуються конкурсні механізми, тобто тендерні процедури. Метою їх застосування є економія державних коштів за рахунок зменшення закупівельних цін у результаті залучення якомога ширшого кола постачальників. Опосередкованими перевагами проведення конкурсних торгів є забезпечення прозорості цього процесу, розвиток конкурентного середовища в економіці, запобігання корупційним діям і зловживанням і т. д. Але їх організація вимагає від замовника торгів і підприємств-учасників значних витрат коштів і часу. Очевидно, що при порівняно невеликих обсягах державних закупівель³ витрати на проведення тендерних процедур можуть знівелювати користь від зниження закупівельних цін. Законодавство в Україні та інших країнах прописує необхідність їх проведення лише в тих випадках, коли обсяг закупівель перевищує певний вартісний рівень, встановлення якого вимагає належного обґрунтування. Викликає інтерес питання, за яких саме умов у проведенні тендерних процедур є економічний сенс.

¹ Див.: Bovis C. H. EU Public Procurement Law. Cheltenham. “Edward Elgar Publishing”, 2007, 488 p.

² Див.: “Український тиждень” (<http://www.tyzhden.ua/News/20837>).

³ У законодавстві США для таких закупівель використовується термін “мікрозакупівлі”, у законодавстві ЄС – “суброзмірні закупівлі”.

Відповідь на нього вимагає розробки економіко-математичної моделі доцільності організації конкурсних торгів, що і є метою даної статті.

Розглянемо коротко сферу застосування конкурсних процедур в Україні та інших країнах. Правила проведення державних закупівель в Україні регулюються відповідним законом ⁴, ст. 2 якого встановлює обов'язкове використання механізму конкурсних торгів при проведенні “закупівель товарів, робіт і послуг, які повністю або частково здійснюються за рахунок державних коштів, за умови, що вартість предмета закупівлі товару (товарів), послуги (послуг) дорівнює або перевищує 100 тис. грн., а робіт – 300 тис. грн.” ⁵. Доцільно порівняти ці норми із законодавчими стандартами розвинутих країн світу. У США виконання державних закупівель регламентується “Положенням про федеральні закупівлі” (Federal Acquisition Regulation – FAR) ⁶, яке встановлює цілу низку вартісних меж, перевищення яких поступово ускладнює процедуру закупівлі. Найчастіше застосовуються “порог мікрозакупівель” (micropurchase threshold) і “порог спрощених закупівель” (simplified acquisition threshold). Порог мікрозакупівель становить 3 тис. дол.; ця категорія не вимагає від замовника ані публікацій про закупівлю, ані обґрунтувань вибору постачальника. Закупівлі від 3 тис. до 100 тис. дол. можуть відбуватися за спрощеною процедурою; у цьому випадку організація конкурсних торгів не є обов'язковою, але замовник повинен довести, що ціна закупівлі є розумною та справедливою. У ряді випадків (наприклад, коли закупівлі повторюються на регулярній основі) порог спрощених закупівель може бути збільшений до 5 млн. дол., а в ситуаціях, пов'язаних з національною безпекою, військовими операціями чи ліквідацією наслідків аварій і стихійних лих, – до 11 млн. дол. У країнах ЄС державні закупівлі регулюються цілою низкою міжурядових угод та законодавчих актів Європейської Комісії ⁷. Одним з основоположних принципів здійснення державних закупівель в ЄС, разом з прозорістю та недискримінацією учасників, є так званий принцип “de minimis”, згідно з яким використання складних, витратних і досить бюрократичних процедур не доречно при вирішенні простих завдань. У сфері державних закупівель цей принцип встановлює вартісні порогові значення, в межах яких для проведення закупівель не потрібні конкурсні процедури (табл. 1).

Таблиця 1

Порогові значення “de minimis” при здійсненні державних закупівель у країнах ЄС

| Категорія закупівель | Порог (тис. євро) | Відповідна директива ЄС |
|--|-------------------|--------------------------------|
| Товари, послуги, проектування при замовленні центральними державними установами..... | 125 | 2004/18/ЄС, ст. 7(a), 67(1)(a) |
| Товари, послуги, проектування при замовленні іншими державними установами..... | 193 | 2004/18/ЄС, ст. 7(b), 67(1)(b) |

⁴ Див.: Закон України “Про здійснення державних закупівель” № 2289-VI від 1 червня 2010 р. (<http://www.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi>).

⁵ За деякими винятками, встановленими ст. 2.3 цього закону. Окремими законами визначаються особливості закупівель комунальних, поштових та освітніх послуг, нафти, електроенергії, природного газу та деяких інших товарів і послуг.

⁶ Див.: Federal Acquisition Regulation (<http://www.acquisition.gov/far>).

⁷ Див.: European Commission: Public Procurement (http://www.ec.europa.eu/internal_market/publicprocurement/index_en.htm).

| | | |
|--|------|--|
| Послуги, що субсидуються державою більш як на 50%..... | 193 | 2004/18/ЕС, ст. 8(b) |
| Комунальні послуги..... | 387 | 2004/17/ЕС, ст. 16(a), 61 |
| Будівництво лікарень, шкіл, стадіонів та інших цивільних споруд..... | 4845 | 2004/17/ЕС, ст. 16(b); 2004/18/ЕС, ст. 7(c), 8(a) |
| Концесії на цивільне будівництво та інші громадські роботи..... | 4845 | 2004/18/ЕС, ст. 56, 63(1) |

Таким чином, значення “de minimis”, що встановлюються українським законодавством, на порядок нижчі, ніж відповідні європейські та американські норми. Це може свідчити про надмірну бюрократизацію процесу державних закупівель в Україні. Хоча ВВП в Україні значно менший, ніж у США та країнах ЄС, але це ще не означає, що рівень витрат на проведення тендерних процедур також є пропорційно меншим. Враховуючи величезний обсяг і суспільне значення державних закупівель в Україні, потрібне економічне обґрунтування доцільності використання конкурсних процедур.

Застосування будь-якої процедури є економічно доцільним, коли очікуваний вигравш перевищує витрати на її реалізацію. Розглянемо спочатку джерела економії коштів від організації конкурсних торгів. Вони виникають за рахунок залучення до участі у процесі закупівель широкого кола постачальників. Конкуренція між ними надає замовнику потенціальну можливість отримати об’єкт закупівлі за кращою ціною, але грошова оцінка цього ефекту не є очевидною. По-перше, необхідно обрати базу для порівняння. Логічно вважати, що за відсутності торгів переважна більшість закупівель здійснюватиметься за середньоринковими цінами. По-друге, слід урахувати стратегічні інтереси постачальників, які полягають у максимізації власного прибутку і можуть призвести до завищення цінових пропозицій порівняно з прийнятними для них мінімальними цінами. Нарешті, треба окреслити значення очікуваного цінового ефекту від участі в торгах декількох постачальників і вибору замовником найкращої пропозиції.

Для оцінки цього ефекту розглянемо таку математичну модель. Звернімось до випадку, коли вибір об’єкта закупівлі здійснюється виключно за ціновим критерієм. Припустимо, що на ринку існує M потенціальних постачальників товарів (робіт, послуг), що закуповуються. Мінімальну ціну, за якою i -й постачальник погоджується реалізувати товар замовнику торгів, позначимо як p_i ($i = 1, \dots, M$) і надалі називатимемо резервованою ціною. Якщо такі ціни збігаються в усіх існуючих постачальників, то тендерна процедура не потрібна. Отже, проведення закупівель за конкурсним механізмом доцільне лише тоді, коли існує певне варіювання цін у різних постачальників. Якби ці значення були відомі замовнику торгів, то, очевидно, оптимальним було б обрати постачальника з мінімальною ціною. Але, як правило, замовнику не відомі ані справжні резервовані ціни учасників, ані їх особистості (тобто які саме постачальники візьмуть участь у торгах). Тому, з його точки зору, значення p_i слід вважати випадковими величинами. Припустимо, що резервовані ціни різних постачальників є незалежними, однаково розподіленими, випадковими величинами з функцією розподілу $F_p(x) = P(p_i \leq x)$, де $P(A)$ позначає ймовірність події A (це припущення є типовим для економічної теорії аукціонів⁸).

⁸ Див.: Vickrey W. Counter Speculation, Auctions, and Competitive Sealed Tenders. “Journal of Finance Economics” № 16, 1961, p. 8–37.

Якби вибір постачальника здійснювався на ринку довільним чином, тоді очікувана ціна закупівлі \bar{p}_m (m – від market) дорівнювала б математичному сподіванню випадкової величини p_i :

$$\bar{p}_m = M[p_i] = \int_0^{\infty} x dF_p(x). \quad (1)$$

Вибір постачальника за тендерною процедурою надає замовнику можливість обрати з пропозицій, що надійшли, найкращу, тобто з найменшою ціною. Взаємозв'язок між резервованими цінами постачальників та їх тендерними пропозиціями залежить від схеми проведення торгів і є досить складним питанням, яке було предметом інтенсивних досліджень економічної теорії і теорії ігор протягом останніх 50 років⁹.

Наведемо стислий огляд отриманих теоретично результатів, важливих для подальшого викладу матеріалу. За чинним законодавством, конкурсні торги в Україні реалізуються за схемою реверсивного аукціону найкращої ціни із закритими пропозиціями. У світовій практиці державних закупівель також широко використовуються класичні “англійські” аукціони на зниження ціни з відкритими пропозиціями учасників. Саме в такому форматі проводяться електронні торги, впровадження яких в Україні очікується найближчим часом¹⁰. На такому аукціоні торги зупиняються, коли залишається лише один учасник. Для цього можливо необхідно запропонувати нижчу ціну, ніж у передостаннього учасника аукціону. Для учасників має сенс залишатися в торгах, доки поточна ціна перевищує резервованій рівень. Тому, якщо знехтувати дискретністю цінових кроків, ціна закупівлі дорівнюватиме другій знизу серед резервованих цін учасників аукціону. У. Вікрі помітив, що в інший спосіб той самий результат можна отримати на аукціоні із закритими пропозиціями, якщо контракт з переможцем буде укладений за другою за величиною з наданих пропозицій¹¹. Він довів також, що, згідно з такою схемою, найкращою (домінуючою) для учасників буде “відверта” стратегія, тобто подання пропозиції на рівні власної резервованої ціни. На аукціонах найкращої ціни із закритими пропозиціями (переможець отримує контракт за ціною, що дорівнює його пропозиції) “відверта” стратегія, вочевидь, не може бути оптимальною, бо призводить до нульового виграшу їх учасників. Отже, пропозиції перевищуватимуть резервовані ціни. Найважливішим результатом теорії аукціонів є так звана теорема про еквівалентність доходу, яка встановлює, що (за певних технічних припущень) очікуваний результат замовника в усіх зазначених типах аукціонів буде однаковим¹². Спираючись на ці два результати, доходимо висновку, що для оцінки ціни закупівлі необхідно знайти розподіл другої знизу резервованої ціни учасників торгів.

⁹ Див.: Klemperer P. Auctions: Theory and Practice (The Toulouse Lectures in Economics). Princeton University Press, 2004, 256 p. (<http://www.paulklempere.org/index.htm>). Тут можна ознайомитися з докладним оглядом основних результатів економічної теорії аукціонів.

¹⁰ Див.: Проект закону про внесення змін до Закону України “Про здійснення державних закупівель” (щодо впровадження процедури “електронний реверсивний аукціон”) № 8633 від 6 червня 2011 р. (http://www.rada.gov.ua/pls/zweb_n/webproc4_1?pf3511=40598).

¹¹ Див.: Vickrey W. Знач. праця. Пізніше така схема організації торгів дістала назву “аукціон Вікрі”.

¹² Див.: Riley J., Samuelson W. Optimal Auctions. “American Economic Review” № 71, 1981, p. 381–392; Myerson R. Optimal Auction Design. “Mathematics of Operations Research”, Vol. 6 (1), 1981, p. 58–73. Доведення базується на пошуку рівноваги Баеса – Неша у відповідній грі серед учасників торгів.

З теорії ймовірностей відомо¹³, що щільність розподілу k -ї порядкової статистики $y_{k:n}$ вектора $y = (y_1, \dots, y_n)$ незалежних однаково розподілених випадкових величин задається формулою

$$f_{k:n}(x) = \frac{n!}{[k-1]![n-k]!} [F(x)]^{k-1} [1-F(x)]^{n-k} f(x), \quad (2)$$

де $F(x)$ і $f(x)$ – відповідно, закон та щільність розподілу компонент вектора y .

Виходячи із зроблених раніше припущень, за участі в торгах n учасників ціна закупівлі p_t (t – від tender) буде другою порядковою статистикою вектора (p_1, \dots, p_n) . Отже, за формулою (2) її щільність розподілу становитиме:

$$f_{p_t}(x; n) = n[n-1]F_p(x)[1-F_p(x)]^{n-2} f_p(x), \quad (3)$$

а очікувана ціна закупівлі дорівнюватиме:

$$\bar{p}_t(n) = M[p_t] = \int_0^{\infty} z f_{p_t}(z; n) dz. \quad (4)$$

Для деяких популярних в економетриці розподілів (рівномірного, експоненціального, екстремальних значень) інтеграл у формулі (4) обчислюється аналітично. В інших випадках (зокрема, для нормального розподілу) розрахунки можна здійснити з використанням стандартних чисельних методів.

На рис. 1 зображено щільність розподілу ціни закупівлі для стандартного рівномірного $U(0; 1)$ та нормального $N(\mu = 1/2; \sigma = 1/6)$ розподілів¹⁴ резервованих цін окремих постачальників. У першому з цих випадків $F_p(x) = x$, $f_p(x) = 1$, і безпосередня підстановка цих функцій у формулу (3) веде до висновку про те, що ціна закупівлі матиме β -розподіл з параметрами: $\alpha = 2$; $\beta = n - 1$. Для нормального закону щільність розподілу ціни закупівлі неможливо отримати в аналітичній формі, але чисельні розрахунки не становлять труднощів. Як видно з графіків, збільшення кількості учасників торгів зміщує щільність розподілу ціни закупівлі вліво, в область більш низьких цін.

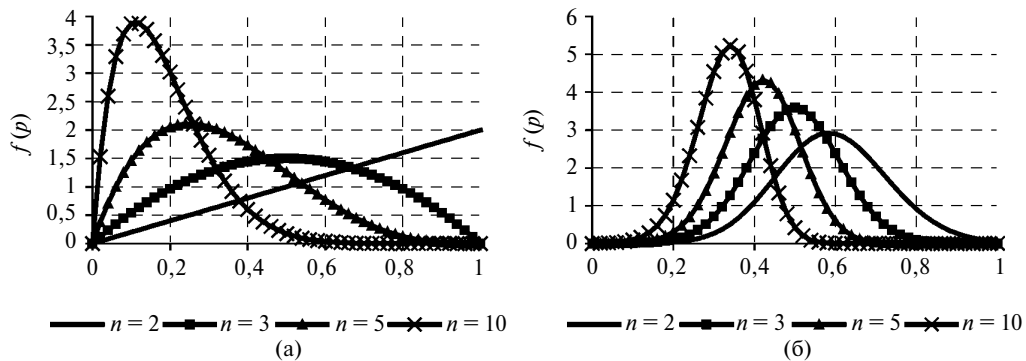


Рис. 1. Щільність розподілу ціни закупівлі для рівномірного (а) $U(0; 1)$ і нормального (б) $N(1/2; 1/6)$ розподілів цін окремих постачальників залежно від кількості учасників торгів

На рис. 2 наведено залежність очікуваної ціни закупівлі від кількості учасників торгів для рівномірного $U(0; 1)$ і нормального $N(1/2; \sigma)$ розподілів резервованих цін при $\sigma = 1/6$ і $\sigma = 1/10$. В усіх випадках збільшення кількості постачаль-

¹³ Див.: Weisstein E. Order Statistic. New York (<http://www.mathworld.wolfram.com/OrderStatistic.html>).

¹⁴ Параметри розподілу обрано таким чином, щоб за правилом “трьох сигм” основна його маса була зосереджена на одиничному інтервалі.

ників приводить до зниження очікуваної ціни закупівлі, але швидкість цього процесу безпосередньо залежить від дисперсії резервованих цін. Рівномірний розподіл має найбільшу дисперсію ¹⁵, і, відповідно, очікувана ціна закупівлі в цьому випадку виявляється найбільш чутливою до кількості учасників торгів. Також варто зазначити, що граничний ефект від залучення додаткового учасника зменшується із збільшенням їх загальної кількості.

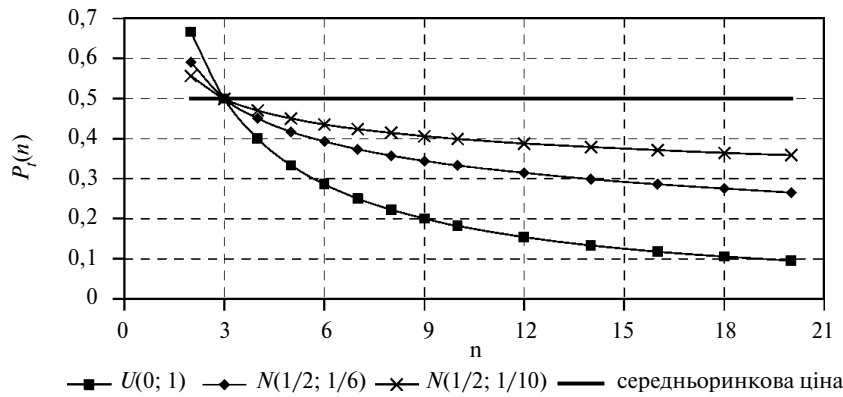


Рис. 2. Математичне сподівання ціни закупівлі при використанні тендерних процедур залежно від кількості учасників торгів

Очікуваний ціновий вигравш замовника торгів унаслідок застосування тендерних процедур Δp дорівнюватиме різниці між величинами \bar{p}_m і $\bar{p}_t(n)$:

$$\Delta p(n) = \bar{p}_m - \bar{p}_t(n). \quad (5)$$

Щоб отримати повний вигравш, очікувану цінову різницю (5) слід помножити на обсяг закупівлі ¹⁶.

Далі розглянемо витрати, пов'язані з проведенням тендерних процедур. Витрати замовника торгів складаються з таких елементів:

- підготовка тендерної документації;
- підготовка та розміщення оголошення про проведення конкурсних торгів;
- час, який члени комітету з конкурсних торгів витратили на розгляд пропозицій, що надійшли;
- підготовка протоколів розкриття та оцінки тендерних пропозицій;
- надання відповідей і роз'яснень учасникам торгів;
- можливі витрати на проведення повторних торгів та ін.

Учасники торгів несуть витрати, які головним чином пов'язані з підготовкою та поданням тендерних заявок. Також конкурсні торги часто передбачають тендерне забезпечення у формі грошового внеску, який свідчить про серйозність намірів учасників. Хоча він і повертається учасникові, проте слід враховувати часову вартість коштів, наданих як тендерне забезпечення. Позначимо загальний обсяг витрат замовника як F , а в розрахунку на одного учасника – як v .

Можливими є два підходи до оцінки доцільності проведення торгів. З точки зору замовника, торги мають сенс, коли:

¹⁵ Для випадкової величини із стандартним рівномірним розподілом дисперсія дорівнює $1/12$.

¹⁶ Зауважимо, що розрахунки за формулою (5) потребують лише обчислення інтегралу (4). Тому модель досить легко узагальнити на випадок довільного розподілу резервованих цін постачальників. Якщо заданий сумісний розподіл таких цін – $F(p_1, \dots, p_n)$, то інтеграл (4) можна вичислити без отримання щільності розподілу ціни закупівлі в явному вигляді з використанням методу Монте-Карло.

$$qM[\Delta p(n)] > F, \quad (6)$$

де оператор математичного сподівання береться за кількістю учасників торгів, яку в більшості випадків теж слід вважати випадковою величиною¹⁷. Але при цьому витрати учасників торгів не враховуються. Слід зауважити, що вони певною мірою компенсуються лише переможцю торгів. Із суспільної точки зору, доцільно взяти до уваги витрати і замовника торгів, і їх учасників. Умова доцільності проведення торгів у цьому разі матиме такий вигляд:

$$qM[\Delta p(n)] > F + vM[n]. \quad (7)$$

Як свідчить формула (7), повні витрати на проведення торгів зростають лінійно із збільшенням кількості їх учасників, тоді як додатковий вигравш від залучення більшого числа постачальників поступово зменшується. Тому існує оптимальна, із суспільної точки зору, кількість учасників торгів.

Запропонована модель дає можливість проводити чисельні експерименти, за допомогою яких можна визначити очікуваний економічний ефект від застосування тендерних процедур у кожному конкретному випадку. Проілюструємо схему розрахунків на прикладі, коли ціни окремих постачальників рівномірно розподілені на інтервалі $[a; b]$. Функція розподілу для рівномірної випадкової величини має вигляд:

$$F_p(x) = \frac{x-a}{b-a}, \quad (8)$$

а її математичне очікування (відповідно, і середньоринкова ціна) становить:

$$\bar{p}_m = \frac{a+b}{2} = a + \frac{1}{2}[b-a]. \quad (9)$$

Очікувану ціну закупівлі легко обчислити за формулами (3) і (4), скориставшись правилом інтегрування частинами. Після спрощень отримаємо:

$$\bar{p}_t(n) = a + \frac{2}{n+1}[b-a]. \quad (10)$$

З порівняння формул (9) і (10) випливає, що для отримання на торгах закупівельної ціни на середньоринковому рівні в них повинні взяти участь троє постачальників, що саме по собі становить інтерес. За даними Міністерства економічного розвитку і торгівлі України, у 2008 р. середня їх кількість під час проведення конкурентних процедур склала 2,9 учасника на один оголошений тендер¹⁸, що в рамках зроблених припущень свідчить про сумнівну ефективність сектору державних закупівель навіть без урахування витрат на проведення тендерів.

Відповідно до формули (5), очікуваний ціновий вигравш замовника торгів становитиме:

$$\Delta p(n) = a + \frac{b-a}{2} - \left[a + \frac{2[b-a]}{n+1} \right] = \frac{n-3}{2[n+1]}[b-a]. \quad (11)$$

Розглянемо питання про граничні обсяги закупівель, які виправдовують використання тендерних процедур за критерієм (6). Вважатимемо, що $n > 3$, а кількість учасників торгів заздалегідь відома замовнику. Тоді, згідно з формулою (6), повинна виконуватися нерівність

¹⁷ На нашу думку, при обчисленні цього математичного сподівання слід використовувати емпіричний розподіл кількості учасників торгів для конкретного ринку. Оскільки детальну статистику цього показника отримати досить важко, подальші розрахунки зроблено з припущенням, що кількість учасників є фіксованою.

¹⁸ Див.: Звіт щодо функціонування системи державних закупівель за 2008 рік (http://www.me.gov.ua/control/uk/publish/printable_article?art_id=132528).

$$q > \frac{F}{\Delta p(n)} = \frac{2F[n+1]}{[n-3][b-a]}. \quad (12)$$

Щоб оцінити потрібні обсяги закупівель не в абсолютних, а у вартісних одиницях, помножимо обидві частини формули (12) на середньоринкову ціну \bar{p}_m :

$$Q = q\bar{p}_m > \frac{[n+1]F[b+a]}{[n-3][b-a]} = \frac{2F[n+1]}{V_R[n-3]}, \quad (13)$$

де $V_R = \frac{b-a}{[a+b]/2}$ – коефіцієнт осциляції розподілу резервованих цін.

За критерієм (7) аналогічно отримуємо:

$$Q > \frac{2[F+vn]}{V_R} \frac{[n+1]}{[n-3]}. \quad (14)$$

Для кількісних розрахунків за цими формулами необхідно провести оцінку параметрів F , v та V_R . Коефіцієнт осциляції цін залежить від конкретного ринку. Пряме обчислення витрат замовника (F) та учасників (v) вимагає занадто багатьох припущень, але оцінку цих величин можна здійснити за непрямими ознаками.

В Україні існує досить жвавий ринок консалтингових послуг з підготовки тендерної документації для замовників та учасників торгів. Логічно вважати, що ціни на ці послуги певною мірою відображають витрати організацій на самостійну підготовку необхідних документів. На час написання даної статті ціна на повний цикл інформаційного супроводу конкурсної процедури для замовників торгів становила майже 10 тис. грн., а для учасників – близько 2000 грн.¹⁹ Підставивши ці значення у формули (13) і (14), можна отримати граничні обсяги закупівель за критеріями (6) і (7). Результати таких розрахунків зведено в табл. 2.

Таблиця 2

Розрахункові граничні обсяги закупівель за рівномірного розподілу резервованих цін залежно від очікуваної кількості учасників торгів (n) та коефіцієнта осциляції розподілу резервованих цін (V_R)*

(тис. грн.)

| $V_R \backslash n$ | 4 | 5 | 6 |
|--------------------|-----------|----------|----------|
| 0,5 | 200/360 | 120/240 | 93/205 |
| 0,4 | 250/450 | 150/300 | 117/257 |
| 0,2 | 500/900 | 300/600 | 233/513 |
| 0,1 | 1000/1800 | 600/1200 | 467/1027 |

* Елементи таблиці представлено у вигляді x/u де x – граничне значення за критерієм (6), а u – за критерієм (7).

пущень щодо розподілу резервованих цін постачальників. Розрахунки здійснювалися (при використаних раніше значеннях параметрів) за формулою

$$E = \Delta p(n)q - F - vn. \quad (15)$$

¹⁹ Ціни наведено станом на 29.04.2012 р. (<http://www.tender-consult.at.ua>).

Для рівномірного розподілу вираз для E можна отримати в явному вигляді на основі формули (11); для нормального – розрахунки було виконано чисельно.

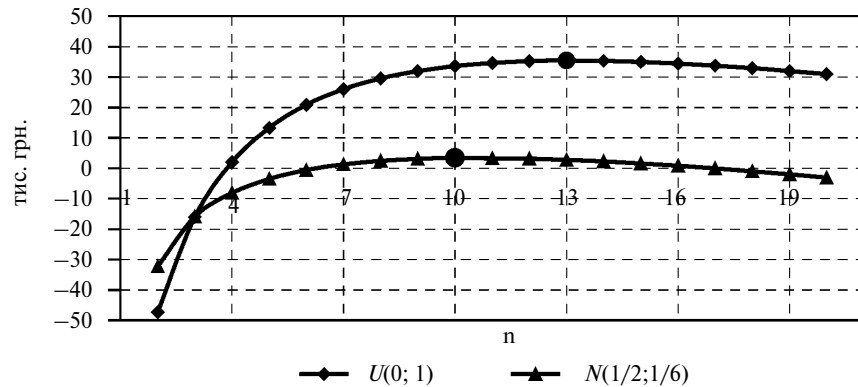


Рис. 3. Економічний ефект від застосування тендерних процедур залежно від кількості учасників торгів за різних розподілів цін окремих постачальників

Параметри: $F = 10000$ грн.; $v = 2000$ грн.; $q = 200000$.

Щоб оцінити робастність формул (13) і (14) до припущень щодо форми розподілу резервованих цін постачальників, розглянемо приклад. Оберемо як об’єкт закупівлі бензин марки А-95. На цьому ринку в Україні присутні 44 постачальники. Емпіричну щільність розподілу цін на бензин А-95 показано на рис. 3, а його чисельні характеристики – в табл. 3²⁰.

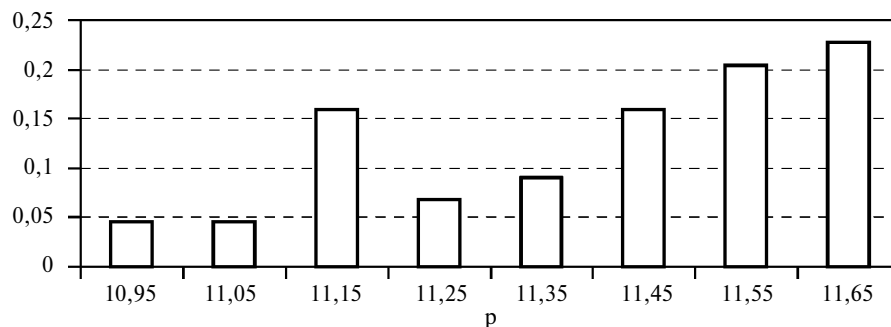


Рис. 4. Емпірична щільність розподілу цін на бензин марки А-95

Таблиця 3

Чисельні характеристики розподілу цін на бензин марки А-95

| Характеристика | Значення |
|--|----------|
| Мінімум, p_{\min} | 10,90 |
| Максимум, p_{\max} | 11,65 |
| Середнє значення, \bar{p}_m | 11,37 |
| Розмах, R | 0,75 |
| Коефіцієнт осциляції, V_R | 0,066 |
| Середньоквадратичне відхилення, σ | 0,226 |
| Кількість спостережень, M | 44 |

Візуально гістограма на рис. 4 не схожа на жоден з відомих аналітичних розподілів. Тому для оцінки очікуваної ціни закупівлі доцільно використати метод Монте-Карло²¹. Імітаційні експерименти було проведено в такий спосіб. За допо-

²⁰ Ціни наведено станом на 28.04.2012 р. (<http://www.biz.liga.net/tek/oil/a-95.htm>).

²¹ Див.: J u d K. Numerical Methods in Economics. London, “The MIT Press”, 1998, p. 285–308.

могою генератора псевдовипадкових величин обираємо 4 учасників тендерів за схемою без повторень, а як ціну закупівлі – другу найкращу ціну учасників. За результатами великої кількості імітаційних експериментів можна отримати емпіричний розподіл ціни закупівлі та розрахувати його статистичні характеристики. 500 таких експериментів за описаною схемою дають такі результати:

– очікувана ціна закупівлі для 4 учасників $\bar{p}_i(4)$ дорівнює 11,3041; стандартне відхилення – 0,1742; 95-процентний довірчий інтервал для очікуваної ціни закупівлі – [10,9628; 11,6455];

– очікуваний ціновий вигравш замовника торгів $\Delta \bar{p}(4)$ – 0,06859 грн./л;

– критичний обсяг закупівель в абсолютних одиницях за критеріями (6) і (7) при $F = 10000$ грн. і $v = 2000$ грн. – відповідно, 145880 л і 262439 л;

– критичний обсяг закупівель у вартісних одиницях за тих самих припущень становить, відповідно, 1658 тис. грн. і 2985 тис. грн.

Водночас розрахунки за формулами (13) і (14) дають такі критичні обсяги закупівель: 1516 тис. грн. і 2729 тис. грн., з відносною похибкою для істинних значень близько 8%. Таким чином, формули (13) і (14) можна використовувати для приблизної оцінки критичного обсягу закупівель.

На основі розглянутої моделі можна зробити такі висновки.

1. Економічний вигравш від проведення торгів безпосередньо пов'язаний із ступенем варіювання цін на конкретному ринку. За незначної дисперсії цінових пропозицій окремих постачальників використання тендерів приносить суттєвий вигравш замовнику лише при дуже великих обсягах державного замовлення. Тому доцільно встановлювати значення “de minimis” більш диференційовано, з огляду на специфіку конкретної галузі економіки.

2. Для створення на торгах конкурентного середовища з очікуваною ціною закупівлі на середньоринковому рівні необхідна участь у них щонайменше 3 постачальників. Основна частка вигравшу від зниження закупівельних цін реалізується за участі 3–6 постачальників. Витрати кошти на залучення більшої кількості учасників недоцільно.

3. За реалістичних значень вартісних параметрів проведення торгів дає помітний ефект, якщо вартість закупівель суттєво перевищує норми “de minimis”, встановлені в українському законодавстві.

Урахування цих положень у законодавстві сприятиме підвищенню ефективності функціонування системи державних закупівель в Україні.

Стаття надійшла до редакції 3 березня 2012 р.
