

Ст. н. с. д-р Мария Гарвалова

ИГРОВО МОДЕЛИРАНЕ НА ТЪРГОВЕТЕ В ИНТЕРНЕТ

Представени са резултати от анализи на една от най-успешните форми на електронна търговия, печелеща все по-голяма популярност - търговете в Интернет, и формализирано описание на най-разпространените и най-често използваните за емпирични изследвания модели. Натрупаният изследователски опит показва, че методите, базирани на игрови подходи, са ефективни за формиране стратегията при участие в Интернет-търгове, но изследователите се сблъскват с липсата на ясни методически правила, формиращи критерия на ефективност на участниците.

Взимайки предвид специфичните проблеми на неопределеността на икономическото обкръжение и използвайки представеното формализирано описание на търг в Интернет, прилагаме принципа на най-добрия гарантиран резултат при обмен на информация в търгове с фиксиран порядък на взимане на решение. Целта е да се представят методи, улесняващи прагматичното взимане на решения в тази област.

JEL: L 86

Търговете в Интернет се разпространяват от 1993 г. и в последно време организирането им бързо се разширява. Анализите за използването на глобалната мрежа за провеждане на търгове, на това какво и как се търгува показват, че в много аспекти те са извън традиционните представи в икономиката, съдържат елементи на бартерна икономика и асиметрични пазарни сделки. Тези нови институции на електронна търговия повдигат интересни въпроси за икономическата теория на търговете, свързани с: предвиждане на видовете и обема на стоките, които ще се продават на търгове; изследване на подбудителните мотиви за участие, които в крайна сметка определят вариращите структури на стойностите на търговете; идентифициране на оптималното участие на потребителите в търговете, организирани в мрежата. Историческите аналогии внушават, че в Интернет те ще се развиват по същия начин, както повечето услуги, качеството и използването ще нарастват, същевременно механизмите ще стават по-прости и в крайна сметка ще се реализира нарастващ общ доход.¹

Анализите на данните, представящи и описващи обема на сделките, механизмите на използваните търгове, видовете търгувани стоки и бизнес-моделите, използвани в различните сайтове в Интернет, съдържат

¹ *Trueman, B., M. H. F. Wong.* Back to Basics: Forecasting the Revenues of Internet Firms. 2000, SSRN WP 1934; *Hutter, M.* The Commercialization of the Internet, WP1235; *Bajari, P., A. Hortascu.* Winner's Curse, Reserve Prices and Endogenous Entry: Empirical Insights from eBay Auctions. Stanford University WP, 2000.

нееднопосочни резултати. Повечето модели на механизми на Интернет-търговете се базират на следното предположение: ако е зададен някакъв механизъм на търга, съществува и еквивалентен механизъм, който дава на продавача и на залагащите възможност да реализират очакваната от зададения механизъм изгода.

Стратегическите разлики при правилата на търговете рефлектират върху резултатите от тях. Данните показват, че голяма част от залозите се правят в късен етап на вторични търгове и правилата за приключване на търговете на вторични цени варират. Тези резултати вероятно не могат да се свържат с общите свойства на стойността на продавания обект или с ирационално поведение на потребителите. Причините по-скоро се дължат на факта, че съществува вероятност залогът, направен в последния момент, да даде позитивни резултати, тъй като създава възможност на залагащите тайно да се договорят и да избягнат реалната ситуация на залагане при търгове с фиксирано крайно време. Нещо повече, може да се забележи, че по-опитните, залагащи в повечето сайтове, дават закъснял залог по-често, отколкото го правят по-неопитните, докато тенденцията е в обратната посока в малка част от сайтовете. Констатира се също, че по-късни залози се правят и в зависимост от вида на търгуваната стока - например по-често се прави късен залог за антики, отколкото за компютри.² Експерименти показват, че друга причина, която играе значителна роля за участие с късни залози със стратегически цели, е свързана с правилата на търга. Установена е независимост в скалата при разпределението във времето на последните залози, във форма, поразително подобна на ефекта на мъртвата точка. Механизмите на някои Интернет-търгове имат допълнителното инициативно предимство, предлагайки еднакъв залог във всички сайтове, което улеснява потребителите да изберат оптималната си стратегия независимо от залозите на другите играчи в определен сайт.³

Трудно е да се обхване и разбере напълно въздействието на глобалната мрежа при организирането на локални търгове. В действителност при отсъствието на формални механизми за справяне с информационните проблеми понякога възникват сложни и поне интуитивно нежелани за потребителите ситуации. Например някои доставчици предлагат по-високи цени на неинформираните потребители и по-ниски на информираните. Участващите в търга потребители оценяват като малък шанса си за реализиране на някаква изгода, а фирмите, които го организират, допускат голяма вероятност за загуба. Едновременно съществуват възможности и рискове. Малко са аргументите за реална оценка на едните или другите.

² David, P. The Internet and the Economics of Network Technology Evolution. NBER Working Paper N W5632.

³ Вж. Lucking-Reiley, D. „Auctions on the Internet: What's Being Auctioned, and How? - Journal of Industrial Economics, Vol. 48, September 2000. N 3; Easley, R., R. Tendrio. Bidding Strategies in Internet Yankee Auctions. University of Notre Dame WP, 2000.

Анализите показват, че повечето фирми и индивиди се страхуват от съпътстващите рискове или от това, което възприемат като риск. Те варират според характеристиките на различните Интернет-сайтове. Все повече обаче фирмите и индивидите възприемат схващането, че структурата на доходите от търговете е част от осезаемата пазарна динамика на свободната икономика в Интернет, в която действат рационални икономически решения.⁴

Обемът на теоретичните изследванията на различни аспекти на провежданите в Интернет търгове нараства паралелно с увеличаване на значението на Интернет-икономиката. Общопризнато е, че търговете в глобалната мрежа се характеризират с обстоятелството, че са в по-голяма степен зависими от това, което в икономическата теория е прието да се нарича външно обкръжение. Полезността, която потребителят реализира чрез мрежата, е в силна зависимост от количеството и решенията на другите потребители. Позитивното външно обкръжение е резултат от факта, че глобалната мрежа е полезна, тъй като създава възможност да се обхванат по-голям брой потребители. Негативното външно обкръжение се определя от поведенчески мотиви, опасенията на повечето потребители, че няма да могат да оптимизират в достатъчна степен залозите си, така че да достигнат най-желаните резултати. След като се вземе решение за участие, конкурентните стратегии генерират доходи, които са със силно позитивно асиметрично разпределение, наподобяващо "Парето-разпределение".⁵

Признаването на тези реалности води през последните години до интензивно използване на постановките на теорията на игрите за намиране на оптимални стратегии за участие в Интернет-търговете. Правени са и емпирични изследвания, почиващи на игрови подходи.

Разработваните игрови модели се базират на следните стилизирани факти: резултатите от търговете в мрежата са силно стохастични; броят на залагащите сигнализира размера на икономическия ефект; механизмите на търга приспособяват различни инженерно-икономически търговски измерения (те могат да бъдат еквивалентното поле на честота, пиковите стойности, договорните региони, специфичното разпределение на ресурсите според качество на услугите и т.н.); потребителите се определят като имащи ясна априорна оценка за качеството на услугите; механизмите на търговете гарантират гъвкавост в равнищата на изискваната минимална и максимална информация.⁶

Следвайки основни постановки от теорията на игрите и спецификата на Интернет-търговете, в повечето изследвания се оценява като полезно

⁴ *Noe, Th., G. Parker.* Winner Take All: Competition, Strategy, and the Structure of Returns in the Internet Economy, WP 7362.

⁵ *Pinker, E., A. Seidman, Y. Vakrat.* Using Transaction Data for the Design of Sequential, Multi-unit, Online Auctions. Simon Business School WP, September 2001.

⁶ *Shenker, S.* Making greed work in networks: A game-theoretic analysis of switch service disciplines. - ACM Comput. Commun. Review, 1996, 26 (2), 19-43.

моделите да отразяват два основни аспекта, които водят до "равновесие на Наш" - реализацията, при която се дефинира процесът на генериране на съобщенията и правила за разпределение, съобразени с мотивите, подбуждащи потребителите да участват в търга.⁷ Поради невъзможността да се определи неговият мащаб при обкръжаващата обстановка на мрежата се проектира процес, при който: а) разменените послания са толкова малко, колкото е възможно, докато при все това се предава достатъчно информация, което да позволи да се извърши разположението на ресурсите на участващите в търга и да се определи цената, без априорно да се знае пазарното търсене; б) намалява се размерът на изчисления в центъра.

Формализираното описание на това, което обикновено се разбира като търг в Интернет, може да се обобщи в следния вид:

При зададено количество ресурси Q и множество от участници $W = \{1, \dots, I\}$ търгът е механизъм, състоящ се от: 1) играчи, правещи залози (предлагачи цени), т.е. деклариращи дяловете от общия ресурс и цените, които биха желали да платят за тях; 2) доставчика, разпределящ дяловете на ресурса на играчите въз основа на техните залози.

Залогът на играча е $s_i = (q_i, p_i) \in S_i = [0, Q \times (0, \infty)]$, което означава, че той би желал да закупи количество q_i при цена на единица p_i . Стратегията на поведението на играчите се описва с профила на залозите $\mathbf{s} = (s_1, \dots, s_I)$. Следвайки стандартните обозначения от теорията на игрите, нека $\mathbf{s}_i = (s_1, \dots, s_{i-1}, s_{i+1}, \dots, s_I)$, т.е. профилът на залога на опонентите на играча i , се получава от \mathbf{s} чрез зачертаване на s_i . Когато се набляга на зависимостта на залога на отделния играч s_i от тези на останалите участници, профилът \mathbf{s} се записва като $(s_i; \varepsilon_i)$. Разпределителното правило A се определя по следния начин:

$$(1) \quad \begin{aligned} A: S &\longrightarrow S \\ s^* (q, p) &\longrightarrow A(s) = (a(s), c(s)), \end{aligned}$$

$$\text{където } S = \prod_{i \in I} S_i.$$

i -тия ред на $A(\mathbf{s})$, $A_i(\mathbf{s}) = (a_i(\mathbf{s}), c_i(\mathbf{s}))$ изразява решението на играча i : той получава количество $a_i(\mathbf{s})$, за което плаща $c_i(\mathbf{s})$; p е цената на единица и c е общата стойност.

Разпределително правило A е възможно, ако $\forall \mathbf{s}$,

$$(2) \quad \sum_{i \in I} a_i(s) \leq Q$$

и

⁷ Williams, S. R. Realization and Nash implementation: Two aspects of mechanism design. - *Econometrica*, January 1986, 51(1), 139-151.

$$\forall_i \in I$$

$$a_i(s) \leq q_i,$$

$$c_i(s) \leq p_i q_i$$

Горното описание е специалният случай на игра, където $a_w(s) = Q$ за играча $w \in I$ и $a_i(s) = 0, \forall_i \neq w$, т.е. продажбата на единичен неделим обект. За този случай теорията е добре разработена.⁸

Затруднения възникват, когато разпределенията са за произволни дялове от цялото разполагаемо количество ресурси, или при еквивалентния проблем, когато общият ресурс се търгува като отделни малки единици, всяка от които се разглежда като неразделим обект. При практическо изпълнение на такива търговете процесът на залагане за всеки индивидуален играч в голяма степен може да резултира в свръхразходи. И по-важно, тъй като участващите ще разчитат на дискретно множество от залози, аналитичните предвиждания на доходите могат да доведат до значителни заблуди, защото са чувствителни към частния избор на множеството от залози.

Натрупаният емпиричен опит е показал, че методите, базирани на игрови подходи, са ефективни за формиране стратегията при участие в Интернет-търгове, но изследователите се сблъскват с липсата на ясни методически правила, формиращ критерия на ефективност на участниците.

Взимайки предвид специфичните проблеми на неопределеността на икономическото обкръжение и използвайки представеното формализирано описание на търг в Интернет, прилагаме принципа на най-добрия гарантиран резултат при обмен на информация в търгове с фиксиран порядък на взимане на решение. За частни случаи този принцип е ясно формулиран в теоретични разработки в областта на теорията на игрите.⁹ Идеята му се състои в това, че всеки играч може да въздейства на останалите, взимащи решение след него, съобщавайки им някаква информация. По принцип прилагането му може да бъде ограничено за някои конкретни механизми на организиране на търгове в Интернет, но при повечето търгове може да има активен характер. Решенията на участниците в търга се основават на следното формализирано описание:

Предполага се, че определен участник в търга избира спектър на стратегия $s = (s_1, \dots, s_l) \in S_1$ - или правило за поведение, състоящо се във формулиране на вектора $s_1 = (s_1, y_{12}, \dots, y_{1n})$, включващ информацията, която ще се получи за (s_2, \dots, s_n) . С това той реализира първия си ход. Факторът, свързан

⁸ Вж. Roth, A., A. Ockenfels. Last Minute Bidding and the Rules for Ending Second-Price Auctions: Theory and Evidence from a Natural Experiment on the Internet. NBER Working Paper N W7729, June 2000.

⁹ Fudenberg, D., J. Tirole. Game Theory. MIT Press, 1991.

с неопределеността, се разглежда като "игра с природата" или един от играчите като, разбира се, взимат се предвид специфичните реакции на промените в информацията.

Информацията на определен участник в търга за поведението на останалите след избора на стратегията \mathbf{s} се характеризира със задаване на множеството $E(\mathbf{s})$ на ситуациите $\mathbf{s} = \{s_1, \dots, s_n\}$, в които може да се окаже играта в резултат от избора на играча w_i . Множеството $E(\mathbf{s})$ дава обобщено гарантирано описание на последиците от избора на s_i и може да отчита всички сведения за интересите и взаимоотношенията на играчите, които има разглежданият играч. Естествено описанието на $E(\mathbf{s})$ е основният проблем и може да се уточни само при конкретизация на информираността на разглеждания играч за играта и правилата на поведение (в частност, доверието към информацията) на другите играчи в зависимост от обстановката, в която попадат. Огромното многообразие от възможни правила прави почти невъзможно определянето на $E(\mathbf{s})$, ако не се конкретизира достатъчно задачата. Ясно е обаче, че колкото по-детайлна информация се привлича, толкова по-сложно ще е описанието на $E(\mathbf{s})$ и от определен момент нататък тази сложност ще стане препятствие за получаване на конкретни препоръки. Затова на практика се налага правилата на поведение да се описват грубо, но със стремеж към максимална достоверност.

Сложността на определяне множеството $E(\mathbf{s})$ е естествен аргумент за разглеждане на игри с малък брой играчи. По-големите игри очевидно трябва да се свеждат към тях по пътя на фиктивно обединяване на играчите в малък брой коалиции, като на практика е невъзможно да се формулира достатъчно ясен критерий за ефективност на коалицията. Стремежът е това фиктивно обединяване да се прави с цел запазване на гарантирания резултат, така че $E(\mathbf{s})$ да не се намалява прекалено.¹⁰

След като множеството $E(\mathbf{s})$ при една или друга конкретизация на условията се описва, "принципът на най-добрия гарантиран резултат" се изразява във вид на стремеж за реализиране на

$$(3) \quad \sup_{s_1 \in S_1} \inf_{s \in E(s_1)} f_1(s_1, \dots, s_n)$$

При такава формулировка общият "принцип на най-добрия гарантиран резултат" (3) се отличава от традиционно използвания "принцип на максимина" само по това, че отчита връзките, зададени с множеството $E(\mathbf{s})$. Това обстоятелство обаче в много случаи е прекалено важно. Ясно е, че недостатъчно точните сведения за поведението на другите участници в търга, т.е. много обемно $E(\mathbf{s})$, превръща (3) в максимин. Възможността за радикално

¹⁰ Myerson, R.B. Optimal auction design. - Mathematics of Operations Research, February 1981, 6(1).

намаляване на $E(\mathbf{s})$ добре се вижда при игра със забранени ситуации. Ако опериращата страна (y -ят играч) трябва да предприеме хода k , като към този момент вече ще са определени стратегиите $\mathbf{s}_1, \dots, \mathbf{s}_{k-1}$ на w -я играч и той, освен собствената информация, ще получи съобщение за $y_{1k}, \dots, y_{k-1,k}$. При тези условия съществува обективно множество $E(\mathbf{s}_1, \dots, \mathbf{s}_k)$, състоящо се от възможни ситуации x след фиксирането на \mathbf{s}_k . В сила е затвореност на играта $E(\mathbf{s}_1, \dots, \mathbf{s}_k) \neq \emptyset$. При това положение най-добрият гарантиран резултат на w -я участник е

$$(4) \quad \sup_{s_k \in S_k} \inf_{s \in E(s_1, \dots, s_k)} f_1(s_1, \dots, s_k).$$

Субективното описание на гарантирано множество от възможни ситуации може да се направи само на основата на тази информация, с която разполага w -ят участник в търга, т.е. $(y_{1k}, \dots, y_{k-1,k})$, и собствената информация за възможни \mathbf{s}_i при $i < k-1$. Като се има предвид фактът, че тази информация в преобладаващия брой случаи е непълна, съответното множество може да се означава с:

$$(5) \quad E(\mathbf{s}_1, \dots, \mathbf{s}_{k-1}, y_{1k}, \dots, y_{k-1,k}) = E(\mathbf{s}_k).$$

За това е достатъчно да се въведат няколко фиктивни играча вместо един (но с един и същи критерий \mathbf{s}), така че всеки да взема решение само един път за един компонент на вектора. Тогава най-добрият гарантиран резултат, основан на субективна оценка, очевидно е равен на:

$$(6) \quad \sup_{s_k \in S_k} \inf_{s \in E_k(s_k)} f(s_1, \dots, s_k).$$

Фиксирайки сега порядъка на ходовете на всички играчи в съответствие с порядъка на предаване и получаване на информацията, може да се определи рационалното поведение на w -я играч като съвкупност от решенията (4) или (6) за всички тези номера на фиктивни играчи, които заменят разглеждания w -ти играч.

При това, разбира се, величината (6) не надвишава величината (4). Тази величина е обективно гарантиран резултат, ако w -ят участник в търга не греши в своята оценка, т.е. ако:

$$(7) \quad E_k(\mathbf{s}_k) \supset E(\mathbf{s}_1, \dots, \mathbf{s}_k).$$

Тези резултати дават възможност да се направи заключението, че гъвкавото използване на (4) позволява да се отрази общият случай на формиране на стратегията за участие в търговете, организирани в Интернет, като решението за формиране на вектора \mathbf{s}_i се взема постепенно, със степента на уточняване на информацията за обстановката.

12.VI.2001 г.