

УДК 004.021

Технические науки

Котляр Ілля Сергійович

магістрант кафедри

автоматизованих систем обробки інформації і управління

Національного технічного університету України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Котляр Илья Сергеевич

магистрант кафедры

автоматизированных систем обработки информации и управления

Национального технического университета Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Kotliar Illia

Undergraduate of the Department of

Computer-Aided Management And Data Processing Systems

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Попенко Володимир Дмитрович

кандидат технічних наук, доцент кафедри

автоматизованих систем обробки інформації і управління

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Попенко Владимир Дмитриевич

кандидат технических наук, доцент кафедры

автоматизированных систем обработки информации и управления

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Popenko Volodymyr

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of
Computer-Aided Management And Data Processing Systems
National Technical University of Ukraine
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*

**СТОХАСТИЧНИЙ ВІДБІР РЕКЛАМНИХ ОГЛОШЕНЬ В АУКЦІОНІ
РЕАЛЬНОГО ЧАСУ
СТОХАСТИЧЕСКИЙ ОТБОР РЕКЛАМНЫХ ОБЪЯВЛЕНИЙ В
АУКЦИОНЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ
STOCHASTIC SELECTION OF ADVERTISEMENTS IN REAL TIME
BIDDING**

***Анотація.** Інтернет – середовище, що стрімко розвивається. У цифровому середовищі розповсюдження реклами товаром є контент, послугою є доступ до аудиторії, який продають рекламодавцям. Рекламна бізнес-модель – найбільш прибуткова і є фінансовою основою для більшості інтернет-ресурсів. Тому актуальним є аналіз ефективності різних моделей аукціонів у рамках технології купівлі рекламних місць і продажу рекламних оголошень *Real-time bidding (RTB)*.*

***Ключові слова:** Інтернет реклама, аукціон другої ціни, *real-time bidding*.*

***Аннотация.** Интернет – стремительно развивающаяся среда. В цифровой среде распространения рекламы товаром является контент, услугой является доступ к аудитории, который продают рекламодателям. Рекламная бизнес-модель – наиболее прибыльная и является финансовой основой для большинства интернет-ресурсов. Поэтому актуальным*

является анализ эффективности различных моделей аукционов в рамках технологии покупки рекламных мест и продажи рекламных объявлений Real-time bidding (RTB).

Ключевые слова: Интернет реклама, аукцион второй цены, real-time bidding.

Summary. The Internet is a rapidly evolving environment. In a digital advertising distribution environment, the product is content, the service is access to an audience which is sold to advertisers. An advertising business model is the most profitable and is financial basis for most Internet resources. Therefore, the actual analysis of the effectiveness of different auction models as part of the technology for buying advertising placements and selling real-time bidding (RTB) ads.

Key words: Online advertising, second-rate auction, real-time bidding.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика Real-time bidding (RTB) є порівняно новою, неусталеною і такою, що стрімко розвивається. Для цілей даної роботи були враховані алгоритми роботи таких систем RTB як DoubleClick by Google, SmartyAds Demand-Side Platform (DSP) та AppNexus DSP, які є провідними в галузі RTB та являються прямими конкурентами платформі A4G DSP, базуючись на даних якої і було проведено аналіз запропонованого рішення. У публікаціях загальної теорії ігор[6], ймовірності, аукціонів[1-4] та існуючих рішень відбору рекламних оголошень в провідних компаніях[5] недостатньо розглянуті питання стратегій відбору рекламних оголошень у системах RTB, де за секунду відбувається величезна кількість аукціонів.

Вступ. Природньо, що з поширенням Інтернету, повсюдно створюються і активно застосовуються різні методи просування товарів і послуг у мережі.

Бізнес не стоїть на місці, і зараз кожна поважаюча себе компанія має свій сайт або, як мінімум, свою сторінку в соціальних мережах. Іншими словами, так чи інакше, створює своє відображення в Інтернеті. Але мало створити сайт, потрібно ще заохотити цільову аудиторію до таких дій як покупки (якщо це сайт інтернет-магазину), лайки, перегляди, репости і коментарі (якщо це сайт інформаційного ресурсу), перехід за реферальним посиланням (якщо цей сайт використовується як рекламний майданчик) тощо.

У традиційному варіанті рекламодавець має особисто домовлятися про розміщення реклами з власниками популярних сайтів. Цей процес дуже довготривалий та неефективний, оскільки, навіть, якщо рекламодавець розміщує рекламу на сайті, який відповідає його тематиці, кількість людей, які побачать рекламу, обмежена та не всі вони будуть зацікавлені в продукті чи послугі, які пропонуються.

Виклад основного матеріалу. Сьогодні існує альтернативний варіант публікації реклами – Real Time Bidding (торги у реальному часі). На відміну від традиційної схеми продажу «гарантованих контрактів», коли рекламодавець отримує певну кількість показів за фіксованою вартістю в необхідний період з гарантованим позиціонуванням і форматами розміщення на медійному ресурсі, при використанні RTB купується кожен конкретний показ, не прив'язаний до місця розміщення, з урахуванням даних про користувача, що дозволяє показувати рекламу тільки зацікавленим користувачам [4].

Технологія торгів у реальному часі дозволяє, за допомогою встановлення ціни в автоматичному режимі за принципом, як правило, аукціону другої ціни (аукціон Вікрі), де учасник, який вказав найбільшу ставку, платить другу, за зменшенням, ціну [8], підтримувати баланс інтересів між власниками сайтів або мобільних додатків чи ігор, які хочуть отримати

якомога більший дохід з показу реклами та рекламодавців, які хочуть отримати максимальний прибуток від реклами. Основними учасниками системи торгів у реальному часі є SSP або платформа пропозиції – для власників рекламних місць та DSP або платформа попиту, яка допомагає рекламодавцям вибирати найбільш привабливі пропозиції.

Торги відбуваються наступним чином. У момент, коли користувач заходить на сайт, підключений до RTB, сайт за допомогою SSP миттєво повідомляє систему про готовність показати рекламу. Також він передає свої технічні характеристики (формат доступного рекламного місця, адреса сторінки і т. п.) і анонімні дані про користувача, які дозволяють віднести користувача до певної соціально-демографічної групи, визначити його інтереси і навіть рівень доходу.

Отримавши ці дані, RTB-система передає їх учасникам аукціону. DSP-системи, проаналізувавши отриману інформацію, визначають претендентів на показ, спираючись на вимоги рекламодавців, зазначені при розміщенні реклами, і дані про користувача. Після того, як ставки зроблені, RTB-система вибирає переможця, який отримує право показати свою рекламу.

Постає питання, як системі DSP обирати потрібне оголошення? Проводиться внутрішній аукціон, але як і у всіх аукціонах виграє той, хто запропонує найбільшу ціну. На перший погляд використання класичного алгоритму аукціону другої ціни є логічним та очевидним, однак, у розрізі торгів у реальному часі (Real Time Bidding), де за одну секунду можуть проводитися тисячі аукціонів, виникає питання про монополію одного користувача. Можливий випадок, коли один користувач вказує ціну, яка значно перевищує ціну інших користувачів при необмеженому, на певному проміжку часу, бюджеті, і один користувач буде скуповувати всі рекламні місця, у той час як реклама інших користувачів не буде показана. Це може

призвести до втрати усіх користувачів, оскільки вони просто відмовляться брати участь у таких аукціонах, а той, який вказував найбільшу ціну, згодом почне платити мінімальну ціну.

Таким чином, необхідно зробити так, щоб усі користувачі, незалежно від ціни, яку вони вказали, мали хоч якусь можливість купувати рекламні місця. Рішенням такої проблеми може бути залежність ймовірності виграшу від ціни, яку вказує користувач, але необхідно враховувати, що при такому підході платформа може отримати менший прибуток. Натомість, такий аукціон ніколи не буде монополізований.

Для порівняння стратегії аукціону з випадковістю виграшу та стратегії, де завжди виграє той, у кого найбільша ціна, скористаємось формулою приведення до поточного моменту часу надходжень грошових платежів через однаковий проміжок часу (ануїтет): $P = R * \frac{1-(1+d)^{-n}}{d}$, де d – процентна ставка для певного періоду, n – кількість періодів, R – періодична виплата.

Платформа попиту зацікавлена продати рекламні місця за якнайбільшу суму. Нехай R_{max} – сума доходу за місяць від аукціону по найбільшій ціні.

$R_{max} = \sum_{j=1}^N b_j^{max}$, $b_j^{max} = \max_i b_i * k$, де b_i – ставка i -того гравця, k – комісія, яку визначає платформа, N – кількість проведених аукціонів з виграшом по найбільшій ціні. Тоді формула підрахунку вартості ануїтету, для даного випадку, буде мати наступний вигляд: $P_{max} = R_{max} \frac{1-(1+i)^{-n}}{i}$ [7].

Нехай R_{rand} – сума доходу за тиждень від аукціону по випадковій ціні.
 $R_{rand} = \sum_{j=1}^{N''} b_j^{rand}$, $N'' \gg N$, N'' – кількість проведених аукціонів з випадковістю виграшу, $b_j^{rand} = b_i * \frac{b_i}{\sum_{i=1}^K b_i} * k$ [6], де K – кількість учасників аукціону, k – коефіцієнт, який визначає платформа. При тривалому використанні такого аукціону його можна розглядати як безкінечну

геометричну прогресію. Для випадку з необмеженим часом аукціону скористаємося формулою безкінечної геометричної прогресії: $P = \frac{R}{1-r}$ [9], де $r = \frac{1}{1+d}$. Тоді отримуємо наступний вираз ануїтету: $P_{rand} = R_{rand} * \frac{1+d}{d}$.

Для системи RTB якщо «максимальний» аукціон монополізується швидко, то вигіднішим є «випадковий» аукціон, а якщо «максимальний» аукціон протримається достатньо довго без монополізації, то вигіднішим є він.

Скільки періодів має протриматись аукціон з найбільшою ціною, щоб бути вигіднішим ніж аукціон з випадковою ціною, без монополізації процесів покупцем з найбільшою ставкою, який, протягом достатньо великого часу, або таємно домовиться з іншими покупцями, або витіснить їх, купуючи одноосібно всі рекламні місця, щоб бути вигіднішим ніж аукціон з випадковою ціною? Для відповіді на це запитання запишемо умову більшої вигідності «випадкового» аукціону в формі нерівності:

$$R_{rand} \frac{(1+d)}{d} > R_{max} \frac{1 - (1+d)^{-n}}{d} \text{ та перетворимо цей вираз так, щоб}$$
$$\text{отримати } n: \frac{(1+d)R_{rand}}{R_{max}} > 1 - (1+d)^{-n} \Rightarrow 1 - \frac{(1+d)R_{rand}}{R_{max}} < (1+d)^{-n} \Rightarrow$$
$$\frac{R_{max}}{R_{max} - (1+d)R_{rand}} > (1+d)^n \Rightarrow \ln\left(\frac{R_{max}}{R_{max} - (1+d)R_{rand}}\right) > n \ln(1+d) \Rightarrow n <$$
$$\frac{\ln\left(\frac{R_{max}}{R_{max} - (1+d)R_{rand}}\right)}{\ln(1+d)}.$$

Дані для аналізу взяті зі звітності компанії A4G. Платформа A4G DSP досить відома на ринку RTB, тому що має якісний трафік та розширений функціонал для фільтрації запитів та підбору аудиторії (є конкурентоспроможною). Для аналізу було обрано один з найпоширеніших розмірів оголошення – 300x250. У таблиці 1 наведені данні аналізу, де b – ціна за 1000 показів оголошень (CPM) та p – ймовірність виграшу в аукціоні.

Дані з платформи для аналізу

<i>i</i>	1	2	3	4	5	6	7
<i>b_i</i>	1.55	2.00	0.35	0.5	0.35	1.55	1.5
<i>p_i</i>	0.1987	0.2565	0.0449	0.064	0.0449	0.1987	0.1923

За місяць при такій ціні CPM зроблено приблизно 10 000 000 показів. Оскільки CPM – це ціна за 1000 показів і платформа у даному випадку мала 10 000 000, при підрахунку прибутку необхідно помножити його на 10 000.

Математичне очікування для аукціону з ймовірністю перемоги має наступний вигляд: $M(x) = \sum_{i=1}^n b_i p_i$.

$$M(x) = (1.55 * 0.1987 + 2 * 0.2565 + 0.35 * 0.0449 + 0.5 * 0.064 + 0.35 * 0.0449 + 1.55 * 0.1987 + 1.5 * 0.1923) * 10000 = 14808,5$$

$$R_{rand} = 14808,5 * 25\% \approx 3702$$

$$R_{max} = 2 * 10000 * 25\% = 5000$$

У даному випадку 25% – комісія платформи, яку ми намагаємось максимізувати. Підставимо дані в отриману нерівність (при місячній процентній ставці для дисконтування $d = 2\%$):

$$\frac{\ln\left(\frac{5000}{5000 - (1 + 0.02) * 3702}\right)}{\ln(1 + 0.02)} = \frac{\ln\left(\frac{5000}{1223.96}\right)}{\ln(1.02)} = \frac{1.4073}{0.0198} = 71 \text{ міс.} \approx 6 \text{ р.}$$

Таким чином, аукціону за найбільшою ціною необхідно протриматись близько 6 років, щоб бути вигіднішим за аукціон з випадковою ціною. Якщо він монополізується раніше, то з самого початку перевагу треба надавати «випадковому» аукціону.

Висновок. Узагальнюючи проведений аналіз, можна підсумувати, що запропонований метод покращення вибору оголошень є достатньо ефективним, оскільки він підтримує довгострокову роботу з користувачем, на відміну від існуючого, за даною вибіркою статистики. За підрахунками, додавання випадковості, в залежності від вказаної ціни, при виборі оголошення принесе значно більше прибутку, оскільки за даними відділу бізнес-розвитку платформи, якщо користувач не отримує очікуваного результату, то він покидає платформу протягом трьох місяців, а як ми бачимо, щоб платформі DSP заробити більше за традиційною моделлю необхідно приблизно шість років, щоб усі користувачі, або, принаймні, декілька тих, хто вказував найбільші ціни, зберігали встановлену ціну і працювали у стабільному режимі.

Література

1. Benjamin Edelman, Michael Ostrovsky, and Michael Schwarz: «Internet Advertising and the Generalized Second-Price Auction: Selling Billions of Dollars Worth of Keywords». *American Economic Review* 97(1). 2007. P. 242-259. DOI 10.1257/aer.97.1.242.
2. Савватеев А. Аукцион второй цены: доказательство теоремы Викри. Московский физико-технический институт. URL: <https://ru.coursera.org/lecture/gametheory/auksion-vtoroi-tsieny-dokazatielstvo-tieoriemy-vikri-PKVzZ>.
3. Основи RTB від компанії between exchange. URL: <http://rtb-media.ru/wiki-auction/>.
4. Основні поняття та опис загальноприйнятої архітектури RTB: URL: <https://habr.com/ru/post/169267/>.

5. Загальний опис принципів відбору рекламних оголошень в Яндекс.
URL: <https://habr.com/ru/company/yandex/blog/246399/>.
6. Фінін Г. С. Методи розв'язання ігрових задач. (Рекомендовано МОН як підручник для студентів ВНЗ). К.: КНУБА. 2014 С. 36. 188 с.
7. Банковское дело: Учебник для вузов. // Под ред. Г. Белоглазовой, Л. Кроливецкой. 2-е изд. СПб.: Питер. 2010. С. 240. 400 с.
8. Vickrey, William. Counterspeculation, Auctions, and Competitive Sealed Tenders // The Journal of Finance. 1961. Vol. 16, № 1. P. 8-37. DOI: 10.1111/j.1540-6261.1961.tb02789.x.
9. Роу Сундара. Геометрические упражнения с куском бумаги. 2-е изд. Одесса: Mathesis. 1923. С. 167.