



Гальчинський Л. Ю.,
Сташкевич Д. С.

ОПТИМІЗАЦІЯ БЮДЖЕТУ РЕКЛАМОДАВЦІВ, ЯК УЧАСНИКІВ РИНКУ КОНТЕКСТНОЇ РЕКЛАМИ

Досліджено залежність ефективності бюджету рекламодавця на ринку Інтернет-реклами від вибору стратегії контекстної реклами з використанням технології RTB. Встановлено, що застосування довгострокової стратегії з застосуванням методології статистичного арбітражу суттєво підвищує ефективність використання бюджету рекламодавця. Апробовано модель EM-алгоритму. Показано суттєве підвищення ефективності витрат бюджету рекламодавця при застосуванні підходу статистичного арбітражу для Інтернет-реклами.

Ключові слова: ринок веб-реклами, контекстний пошук, оптимізація бюджету, статистичний арбітраж, EM-алгоритм.

1. Вступ

Ринок Інтернет-реклами, або веб-реклами є швидко зростаючим і наразі вже підтвердив свою важливість в онлайн-економіці. Зокрема веб-реклама є життєво важливим елементом для веб-пошукових систем, онлайн контент-провайдерів і власників сайтів, тому що веб-реклама є їх основним джерелом доходу. Присутність контекстної реклами стає все більш важливою для всієї медіа-індустрії через зростання впливу Інтернету у повсякденному житті. Для рекламодавців – це більш перспективна альтернатива традиційним маркетинговим засобам, таким як телебачення і газети. В міру еволюції Інтернету триває збір даних користувачів і покращення методів створення більш цілеспрямованої, інтерактивної і дружньої реклами, що може мати серйозний вплив як на прогрес цифрової економіки, так і сприяти соціальному розвитку суспільства.

Інтернет-реклама з'явилась не тільки як технологічна інновація, але і як економічний об'єкт, що потребує досліджень, які потребують нових релевантних методологій дослідження, таких як інтелектуальний аналіз даних, машинне навчання, щоб передбачити і зрозуміти поведінку користувача. Однак, як і кожна інновація, контекстна реклама з моменту своєї появи переживає стрімкі трансформації як з точки зору технологічних удосконалень, так і зміни своєї ролі і місця в соціально-економічному середовищі. Причини швидкого зростання ролі Інтернет-реклами у світі докладно з'ясовані в науковій літературі. За оцінками Міжнародної комунікаційної мережі ZenithOptimedia [1] глобальні витрати на рекламу за підсумками 2015 р. зросли на 5,5 % і досягнули \$ 532 млрд., а в 2016 р. – на 6,1 % покупців в Інтернеті. Тенденція розвитку ринку Інтернет-реклами в Україні до 2014 р. відповідала світовій, темпи її розвитку були навіть дещо вищими від світових [2].

На даний момент ця тенденція зростання дещо знизилась, але це тимчасове явище, обумовлене політичними та соціально-економічними катаклізмами. Після того, як відбудеться стабілізація, а надалі піде економічне зростання, тенденція до зростання обсягів Інтернет-реклами безумовно повернеться. Сегмент контекстної

реклами в українському сегменті Інтернету зростатиме як кількісно, так і якісно, і при поживленні економіки, слід очікувати суттєвого зростання частки цього сегменту. У цьому зв'язку стає актуальним вивчення як структури ринку інтернет-реклами і його окремих сегментів, особливостей, так і оцінка діяльності суб'єктів цього ринку, зокрема сегменту контекстної реклами.

За недовгий час, трохи більш ніж за двадцять років організація та технологія Інтернет-реклами пройшла стрімку еволюцію, якщо не сказати, що відбулась справжня революція, тому що з'явилися нові учасники ринку інтернет-реклами, яких ще до недавнього часу просто не могло бути, а наразі є визначальними елементами вказаного ринку. Мова йде про поведінковий таргетинг [3], за яким розміщення реклами реалізується індивідуально для кожного з користувачів, з тематикою, що автоматично визначається, виходячи з історії відвідувань веб-сторінок користувачем. Структура сучасного ринку Інтернет-реклами включає в себе наступних учасників: користувачі, рекламні біржі/мережі паблішери, рекламодавці. Аналіз діяльності цих агентів ринку Інтернет-реклами і є предметом даного дослідження.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Бурхливий розвиток ринку Інтернет-реклами за останнє десятиліття викликав появу множини публікацій дослідників як в Україні, так і за кордоном.

Переважає більшість вітчизняних публікацій спрямовані на аналіз такого нового явища, як ринок Інтернет-реклами, науковій дефініції ринку Інтернет-реклами, тенденцій розвитку, які характеризуються перманентними трансформаціями, в першу чергу пов'язаних з новими комунікаційними можливостями, що надає Інтернет. В роботах [4, 5] докладний огляд вітчизняних публікацій на дану тематику, як наукових, так і експертних, зокрема аналітично-дослідні роботи членів Міжнародної асоціації маркетингових ініціатив (МАМІ) та Всеукраїнської рекламної коаліції (ВРК). Проте стан розвитку ринку рекламних Інтернет-послуг в Україні вже диктує потреби в методологічних підходах, які

б давали можливість оцінювати діяльність учасників цього ринку з точки зору економічних показників, а самим учасникам приймати прораховані рішення, виходячи з точки зору своєї вигоди. Зокрема, рекламодавцям важливо оцінювати віддачу своїх інвестицій в Інтернет-рекламу, обґрунтовано планувати свій бюджет, а це потребує кількісного підходу. Однак наукових публікацій в українських виданнях явно бракує. Серед цих небагатьох слід відзначити [6], в якій, на погляд авторів статті, вперше в українських наукових виданнях були сформульовані ідеї застосування кількісного підходу до вивчення ринку Інтернет-реклами в Україні, зокрема ринку контекстної реклами. Була також окреслена методологія кількісного підходу — ігрова модель поведінки учасників ринку контекстної реклами, проте реалізація цієї моделі представлена не була. Інша публікація в контексті цієї парадигми [5] аналізує та оцінює ефективність одного з учасника ринку: посередника контекстної реклами.

Проте, більш важливою проблемою є правильне позиціонування рекламодавця, бо власне, його інвестиції є рушійною силою ринку Інтернет-реклами. Різні аспекти оцінки стратегій рекламодавців Інтернет-реклами інтенсивно вивчалися в зарубіжних виданнях. В короткому огляді неможливо навіть згадати всі публікації. Так, тільки питанню оптимізації ставки було присвячено декілька досліджень в Інтернет-рекламі [7–9]. Тим не менше, більшість досліджень досі була обмежена аукціоном для спонсорованого пошуку [10–12]. Зазвичай, за сценарієм попереднього встановлення ставок для ключових слів, спочатку оцінюються ключові слова, вартість та обсяг, а потім проводиться процес оптимізації рекламної мети (показників KPI) [13, 14]. В деяких з останніх робіт [15, 16] пропонується періодично змінювати попередньо встановлену ціну ключового слова аукціону, з врахуванням решти бюджету і часу життя кампанії. В даному огляді представлені далеко не всі роботи, проте про них можна стверджувати, всі дослідження або виходять з ідеї оптимізації бюджету рекламодавця в межах однієї кампанії, або не розглядають проблему поведінкового маркетингу в повній мірі. І тільки останнім часом з'явилися роботи, зокрема [11], де запропоновано підхід, який дає основу для оптимізації бюджету рекламодавця.

3. Об'єкт, мета і задачі дослідження

Метою даної роботи є оптимізація рекламних бюджетів рекламодавців при проведенні Інтернет-реклами в режимі реального часу.

Об'єктом дослідження є застосування статистичного арбітражу в медійній рекламі у режимі торгів реального часу (RTB), на біржах, де продаж рекламного місця відбувається засобами інформаційних систем рекламодавців (DSP) у режимі реального часу.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні завдання:

- проведено аналіз підходів до оптимізації бюджетів рекламодавців сучасної Інтернет-реклами;
- апробована модель статистичного арбітражу в контексті RTB онлайн-реклами;

— проведена симуляція RTB онлайн-реклами за різними бюджетними стратегіями рекламодавців.

У даній роботі задачею є проведення дослідження і реалізація методів, які покажуть реальні можливості застосування методів статистичного арбітражу для оптимізації бюджету рекламодавців умовах купівлі контекстної реклами на аукціонах реального часу.

4. Структура ринку Інтернет-реклами та вибір методології моделювання

Майже всі типи рекламних оголошень в Інтернеті потребують вираховання найкращої відповідності користувача в даному онлайн-контексті і доступних рекламних оголошень. Найкращий підбір рекламного оголошення є не тільки релевантним з точки зору логіки відповідності інтересу користувача та контексту, де воно з'являється, але також включає в себе «найкращий прибуток» з точки зору рекламодавця [11].

Наразі ринок Інтернет-реклами складають чотири основних учасники: рекламодавці, публішери, рекламні біржі та користувачі. Однак декілька років тому, з швидким розвитком індустрії і зростаючими бюджетами, зростаючою кількістю компаній з'являються нові інструменти і платформи, що розширюють традиційних учасників, як показано на рис. 1.

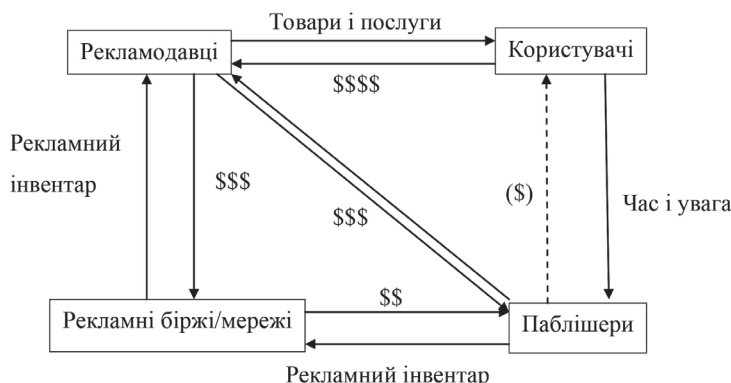


Рис. 1. Спрощена схема розповсюдження реклами в мережі Інтернет [11]

Платформа рекламодавця (DSP, Trade desk) обслуговує рекламодавців, або рекламні агентства, роблячи ставки на біржі для багатьох рекламних бірж автоматично.

Платформа публішера (SSP) обслуговує публішерів, реєструючи їхній інвентар на біржі і підбираючи найбільш відповідний автоматично.

Рекламна біржа (ед-сервер, ADX) комбінує в собі декілька рекламних мереж. Коли публішери роблять запит на рекламу з певним контекстом, щоб надати її користувачу, ADX опитує всі мережі у пошуках більш релевантної реклами у режимі реального часу.

Обмін даними (DX, DMP) обслуговує DSP, SSP, ADX, постачаючи інформацію про користувачів (зазвичай в режимі реального часу) для кращого співставлення.

Головна задача ед-серверу — підібрати найкращі рекламні оголошення з доступних, які б відповідали інтересам користувача, і при цьому приносили найбільший прибуток. Дилема балансу між релевантністю і прибутком веде до залежності від розрахункових потужностей та алгоритму підбору реклами, що повинні підтримувати та обслуговувати мільярди запитів щоденно.

На ринку Інтернет-реклами учасники ринку виконують свої ролі. Зокрема рекламодавці мають ініціювати і керувати кампаніями для кращого покриття цільової аудиторії, а також аналізувати дані з декількох платформ для більшого впливу на потенційних покупців. Паблішери мають брати участь у рекламних кампаніях і порівнювати декілька рекламних мереж, щоб отримувати оптимальний прибуток, як агрегований ринок закупівлі ADX прийшов на зміну декільком рекламним мережам, що дозволило знівелювати деякі транзакційні проблеми. Рекламодавці можуть створювати кампанії та встановлювати бажаний таргетинг тільки один раз і аналізувати показники ефективності в єдиному зібраному місці, а паблішери можуть реєструватись в ADX і збирати оптимальний прибуток без додаткових налаштувань.

Поява за останні роки технології RTB (Real Time Bidding) революціонізувало ринок онлайн-реклами. Ця технологія сприяє прозорості та ефективності контекстної онлайн-реклами, а також зростанню рекламної індустрії в цілому. З одного боку для рекламодавців це дозволяє доставити релевантне рекламне оголошення для споживача в актуальний час, власникам сайтів дозволяє краще монетизувати свій контент, нарощуючи аудиторію їх сайтів, а споживачам отримати цікаву для них інформацію через персоналізовані рекламні оголошення [17]. Технологія RTB являє собою процес оцінки і продажу рекламного показу в режимі реального часу. Процес відбувається в Інтернеті, де за допомогою онлайн-ринків відбуваються продажі за угодами укладених між онлайн-продавцем паблішером і покупцем-рекламодавцем. Має місце певна аналогія між ринком засобів медіа-реклами і фондовим ринком: на фондовому ринку акції є доступними і покупцям доводиться конкурувати за них, в результаті чого вони продаються за вищою ціною. Аналогічно, на ринку медіа-реклами, створюване враження стає доступним для продажу і рекламодавці мають вести цінову конкуренцію; рекламна площа отримує більш високу ціну, доки процес торгів не припиниться.

Незважаючи на те, що RTB, як форма реклами стала доступною тільки в другій половині 2009 року, вона швидко відібрала значну частку ринку від інших форм реклами і бюджети рекламних витрат по ній неухильно зростають, настільки вона виявилася більш ефективною, ніж традиційна. В США, Західній Європі і Японії RTB швидко набула поширення, зростає її частка і в країнах Південно-східної Азії. На погляд авторів статті, настав час для широкого використання RTB і в українському сегменті Інтернет-реклами.

Рекламна біржа проводить аукціон після отримання всіх бажаних ставок, або по тому як вийде час очікування (зазвичай 100 мілісекунд), після цього за правилом другої ціни (аукціон Вікрі) певне рекламне оголошення виграє аукціон і воно з'явиться у браузері користувача — потенційного цільового покупця. З появою RTB для рекламодавців постало питання про вибір засобів для кращого використання бюджету на рекламу. Більшість експертів вважають доцільним розподіл рекламного інвентарю між «гарантованими показами» та альтернативною RTB технологією. Проте, залишається відкритим питання про вибір торгової стратегії, в якій RTB буде виступати як інвентар. Справді, для рекламодавця не існує єдиної формальної схеми як

витрачати рекламний бюджет. Два наступні головні питання, які виникають у цьому контексті:

1. Треба орієнтуватись на короткострокову (в межах однієї кампанії) акцію, чи робити ставки в рекламні акції в контексті багатьох кампаній?

2. Як підібрати ставки для кожного аукціону?

Варіантів вибору ставок досить багато, зокрема:

— константна — ставка для кожного запиту є певна константа обрана рекламодавцем, найпростіша з точки зору DSP платформи і реалізації, найпоширеніша;

— випадкова — ставка обирається випадково із заданого проміжку;

— правдива — ставка, що закладена у вартості кампанії за конверсію;

— лінійна — лінійно-пропорційна ставка, що з параметром очікуваної конверсії по даному запиту.

В роботі [11] був запропонований підхід, який дає підставу говорити про оптимізацію стратегії бюджетування в рамках використання RTB. Суть цього підходу полягає у перенесенні ідей статистичного арбітражу з практики торгів на фондових біржах на рекламні кампанії з RTB. На фінансових ринках серед торгових стратегій, статистичний арбітраж є кількісним підходом у торгівлі цінними паперами. У біржовій торгівлі розрізняють класичний та статистичний арбітражі.

Класичний арбітраж — це безризикова угода, що складається в одночасній купівлі та продажу одного й того ж цінного паперу (або товару) за різними цінами, що дає можливість отримати вільний від ризику прибуток. Це просто означає, що певний покупець на одній біржі купляє товар за однією ціною, а продає за іншою, при умові, що йому відома інформація про те, що перша ціна вище другої.

Статистичний арбітраж розширює поняття класичного арбітражу, де замість одночасної купівлі та продажу цінного паперу (або товару), що дозволяє отримати прибуток, проводиться купівля та продаж тісно пов'язаних один з одним фінансових інструментів. Така операція обумовлює збільшення ймовірності прибутку. При статистичному арбітражі кожна окрема угода не зобов'язана бути виграною — вона тільки елемент виграної стратегії, що при більш-менш значимій вибірці веде до сумарного виграшу.

Найпростішим варіантом статистичного арбітражу є торгівля парою акцій, що являє собою процес, який складається з двох етапів. Насамперед на підставі історичних даних виявляються пари акцій, ціни на які рухаються паралельно. Далі проводиться моніторинг кожної з пар і визначаються моменти розбіжності цін. У разі якщо між двома акціями в парі існує статистично значуща розбіжність цін, найсильніша акція в парі продається, а слабша купується. Ідея, що лежить в основі стратегії, така: ціни тісно пов'язаних одна з одною акцій мають тенденцію до зближення. З часом така стратегія значно ускладнилася за рахунок збільшення розміру портфелю та застосування статистичних методів у високочастотних торгових системах для виявлення недооцінки вартості цінних паперів викликаних ринковою нерівновагою, щоб отримати прибуток за рахунок великої кількості транзакцій [18].

З точки зору статистичного арбітражу можна бачити, що пара рекламних кампаній на RTB біржі схожа на пару корельюючих цінних паперів у торгівлі на ринку цінних паперів. Якщо продовжити цю аналогію далі,

то як власники цінних паперів часто доручають свої фінансові операції брокерам, у свою чергу інтереси рекламодавця може представляти рекламний агент. В RTB рекламний агент сплачує за кожний рекламний показ (cost-per-mille, CPM) по правилу аукціону другої ціни. По суті рекламний агент виконує роль арбітражера, отримуючи дохід доти, доки виплата по моделі купівлі товару CPA (cost-per-acquisition, CPA) вища за вартість CPM. Потенційно, рекламний агент може паралельно керувати великою кількістю рекламних кампаній від різних рекламодавців і збільшувати їх прибуток. Зазначимо, що рекламний агент будує свій бізнес на основі прийняття ризику від невизначеності ринку та поведінки користувачів. Рекламний агент може вести свій бізнес тільки при умові наявності інформаційної системи, яка дозволяє йому оперативного використовувати статистичні дані, що дозволяє проводити операції, наведені вище, автоматично за допомогою мета-біддерів (біддер — той, хто акумулює ставки (біди) і робить запити на біржу), які для визначеної CPA кампанії знаходять вигідні за ціною рекламні зони з високою можливістю конверсії.

Отже цей підхід однозначно орієнтований на довгостроковий період, а прийняття рішення про вибір кампанії приймається в рамках задачі статистичного арбітражу для рекламного агента наступним чином:

Нехай існує m CPA-кампаній. Кожна кампанія i має свою цінову винагороду за конверсію r_i . За період T мета-біддер робить запити, де кожна ставка представлена вектором з багатьма компонентами x_i . Задача для статистичного арбітражу — підбір правильної кампанії та встановлення правильної ставки, так щоб за період T загальний прибуток (акумульовані винагороди мінус вартість) був максимальним.

В загальному вигляді задачу оптимізації рекламного бюджету рекламодавця при стратегії статистичного арбітражу можна зобразити у вигляді оптимізаційної моделі: знайти ймовірність вибору рекламної кампанії v та ціну ставки $b(\theta, r)$ для максимізації очікуваного прибутку з обмеженнями по бюджету та ризику:

$$b_{SAM}(\cdot), v^* = \underset{b(\cdot), v}{\operatorname{argmax}} E[R], \quad (1)$$

$$E[C] \leq B, \quad (2)$$

$$\operatorname{Var}[R] \leq h, \quad (3)$$

$$0 \leq v \leq 1, \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^M v_i = 1, \quad (5)$$

де $\operatorname{Var}[R]$ — змінна ризику, що показує ризик не отримати прибуток і h — верхня межа ризику, $v = (v_1, v_2, \dots, v_M)^T$ — прогнозована конверсія, при виграші i аукціону x -м бідом; R — арбітражний прибуток; C — вартість арбітражу; v_i — ймовірність вибору кампанії i для портфелю кампаній, складає певний вектор ймовірностей. $v = (v_1, v_2, \dots, v_M)^T$; $p_\theta^i(\theta)$ — ймовірність того, що відбудеться конверсія для i -тої кампанії.

Очевидно, що представлена задача не є класичною задачею математичного програмування, чи навіть варіаційного числення. Насправді в ній присутні дві проблеми:

а) оптимізація функціоналу, в якій треба віднайти оптимізуючу функцію;

б) оцінка параметрів функціоналу за результатами втілення рішень (торгів), отриманих на основі попередніх розв'язків представленої задачі.

Шлях для її вирішення лежить у площині використання сучасних підходів, відомих, як методи машинного навчання [19]. Одним з таких методів є EM-алгоритм. Ідея EM-алгоритму полягає у двохетапній процедурі знаходження оптимальних оцінок параметрів ймовірнісних моделей, коли модель залежить від деяких прихованих параметрів. На E -кроці (expectation) обчислюється очікуване значення функції правдоподібності, при цьому приховані змінні розглядаються як спостережувані. На M -кроці (maximization) обчислюється оцінка максимальної правдоподібності, таким чином збільшується очікувана правдоподібність, яка обчислюється на E -кроці. Потім це значення використовується для E -кроку на наступній ітерації.

Ймовірність вибору кампанії v є співпадінням прихованих параметрів, а функція $b(\theta, r)$ являє собою параметр, що максимізує функціонал. Отже, на кроці E автори статті фіксують прогнозне значення функції $b(\theta, r)$ і знаходять оптимальний підбір кампанії та ймовірність $b(\theta, r)$. На кроці M автори статті фіксують ймовірність вибору кампанії v і знаходять оптимальну ставку $b(\theta, r)$ для максимізації цільової функції. Після проходження всіх ітерацій EM алгоритму, при задоволенні всіх обмежень цільова функція буде максимізованою.

В умовах існування M кампаній з CPA ціновими моделями алгоритм статистичного арбітражу виглядає у загальних рисах наступним чином:

1. Формування портфелю.

Він виглядає як оцінений вектор очікуваного прибутку:

$$\mu(b) = (\mu_1(b), \mu_2(b), \dots, \mu_M(b))^T,$$

та коваріаційна матриця рівнів прибутку M кампаній:

$$\Sigma(b) = \{\sigma_{i,j}(b)\}_{i=1..M, j=1..M},$$

де кожний елемент $\sigma_{i,j}(b) = \beta_{i,j} \sigma_i(b) \sigma_j(b)$, а $\beta_{i,j} \in [-1, 1]$ — коефіцієнт кореляції рівня прибутку між кампаніями i та j . Після проведення чергової кампанії компоненти портфелю мають бути переоцінені.

2. EM алгоритм.

Оцінка $p_\theta^i(\theta)$ для кожної кампанії i

ініціалізація $b(\theta, r) = r\theta$ та $v = \frac{1}{M}$;

While не відбулось зходження **do**

E-крок:

Отримати $\mu(b)$ і $\Sigma(b)$

Визначити оптимальну v шляхом підбору функції розподілу;

Переоцінити вектор очікуваного прибутку та коваріаційну матрицю рівнів прибутку;

M-крок:

Отримати вигляд форми біддінгової

параметризованої функції;

шляхом параметричної оптимізації отримати конкретну форму $b(\theta, r)$;

End while

Return v та $b(\theta, r)$.

5. Порівняльне чисельне моделювання стратегій контекстної реклами

Таблиця 1

Результати випробування портфельних запитів за різними стратегіями $\alpha = 0,1$

| Стратегія | Прибуток | Конверсії | Запити | Перегляди | Бюджет | Витрати | Коефіцієнт виплат |
|-----------|----------|-----------|--------|-----------|----------|----------|-------------------|
| const | 59,38 | 1 | 61821 | 15436 | 205240,7 | 205254 | 0,8 |
| rand | -205,28 | 0 | 57211 | 12845 | 205240,7 | 205276 | 0,8 |
| truth | 703,64 | 12 | 80000 | 7727 | 205240,7 | 201749 | 0,8 |
| lin | 549,24 | 10 | 66134 | 7938 | 205240,7 | 205250 | 0,8 |
| sam1 | 549,21 | 10 | 67858 | 7828 | 205240,7 | 205276 | 0,8 |
| sam1c | 549,19 | 10 | 75090 | 4712 | 205240,7 | 205301,8 | 0,8 |
| sam2 | 398,34 | 8 | 66110 | 9357 | 205240,7 | 205249 | 0,8 |
| sam2c | 247,44 | 6 | 72085 | 6383 | 205240,7 | 205256,7 | 0,8 |

У реальному онлайн-середовищі, рекламодавці будуть включати різні стратегії підбору ставок в залежності від наявних технологій. Даний алгоритм статистичного арбітражу був протестований з припущеннями про наявність на ринку багатьох рекламодавців. Для програмної реалізації прототипу алгоритму візьмемо набір даних компанії iPinYou, що знаходяться у відкритому доступі [20], має історію запитів 4 кампаній за 10 днів, це 64,75 мільйонів ставок, 19,5 мільйонів запитів, 14,79 тисяч кліків та 2400 у. о. витрат. Прототип програми реалізований у вигляді консольного застосунку на мові Python [21].

Стратегії підбору ставок для порівняння:

- константна — ставка для кожного запиту; певна константа, обрана рекламодавцем, найпростіша з точки зору DSP платформи і реалізації, найпоширеніша;
- випадкова — ставка обирається випадково із заданого проміжку;
- правдива — ставка, що закладена у вартості кампанії за конверсію;
- лінійна — лінійно-пропорційна ставка, що з параметром очікуваної конверсії по даному запиту;
- ставка статистичного арбітражу.

6. Обговорення результатів дослідження оптимізації бюджету рекламодавця

На рис. 2 відображено як залежить прибуток кампанії в залежності від стратегії та частки бюджету на контекстну рекламу (1/2, 1/4, 1/8 і т. д.).

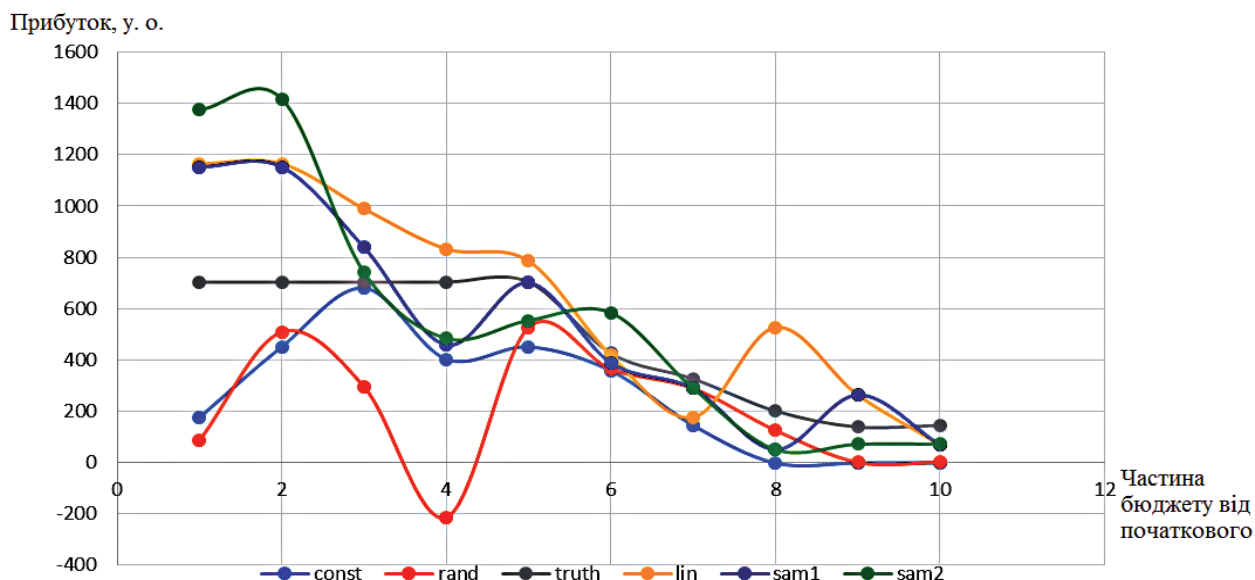


Рис. 2. Розраховані прибутки рекламних кампаній за різними стратегіями

За результатами експериментальних прогонів за різними визначеними стратегіями виявилось, що алгоритми статистичного арбітражу суттєво перевищують прибутки для рекламодавців, що діють за іншими стратегіями. Під прибутками тут будемо розуміти виграш у порівнянні з фіксованим контрактом.

В табл. 1 надані результати прогонів для 6 портфельів, кожен з яких має 4 кампанії з даними за однаковий період. Для кожного портфелю після збігання EM ітерацій, емпірично оптимальне v і функція підбору ставок $b(\theta, r)$ розміщуються на тестовий етап, де об'єм запитів і бюджет такий самий, як на тренувальному етапі.

Різновиди стратегій були визначені раніше (const — постійна, rand — випадкова, truth — правдива). Крім того тестувались різні варіанти статистичного арбітражу, в залежності від обраної функції ставки для фіксованого рівня ризику. Дані в табл. 1 показують очевидну перевагу арбітражних методів по показнику прибутку. На рис. 2 показано цей факт, крім того видно, що чим більша частка контекстної реклами в бюджеті, тим більший виграш від її застосування, при умові, що в її основі лежить стратегія статистичного арбітражу. Аналіз отриманих результатів свідчить, що стратегія статистичного арбітражу дає відчутну перевагу у порівнянні з іншими стратегіями.

7. Висновки

У результаті досліджень:

1. Проведено аналіз підходів до проблеми оптимізації бюджетів рекламодавців, які беруть участь у Інтернет-рекламі. Встановлено, що найбільш перспективним є використання технології RTB.

2. Установлено, що модель статистичного арбітражу надає можливість отримувати кращі показники бюджету рекламних кампаній при умові використання стратегії довготривалих (багаторазових) торгів на рекламній біржі.

3. Апробована модель статистичного арбітражу для оцінки можливостей цього підходу для оптимізації бюджету користувача на основі EM-алгоритму.

4. Проведена симуляція онлайн-реклами в режимі RTB на наборі реальних даних для різних сценаріїв поведінки рекламодавців при формулюванні ставок на аукціоні Інтернет-реклами.

Проведений порівняльний аналіз свідчить про суттєву перевагу статистичного арбітражу, що дає підставу стверджувати про бажаність вибору цієї стратегії для рекламодавця.

Крім цього, отримують перевагу публішери. Матимуть вигоду і користувачі, бо до них точніше буде потрапляти інформація про потрібний товар, а не набридливий спам. Зрештою увесь ринок Інтернет-реклами стане більш ефективним.

Література

- Advertising Expenditure Forecasts September 2015 [Electronic resource] // ZenithOptimedia. — Available at: \www/URL: http://www.zenithoptimedia.com/wp-content/uploads/2015/09/Adspend-forecasts-September-2015-executive-summary1.pdf?mc_cid=85cd21944b&mc_eid=86d41fa20c
- Объем рекламного рынка Украины 2015 и прогноз объемов рынка 2016. Экспертная оценка Всеукраинской рекламной коалиции [Электронный ресурс] // Всеукраинская Рекламная Коалиция. — Режим доступа: \www/URL: <http://www.adcoalition.org.ua/adv/statistics>
- Yan, J. How much can behavioral targeting help online advertising? [Text] / J. Yan, N. Liu, G. Wang, W. Zhang, Y. Jiang, Z. Chen // Proceedings of the 18th international conference on World wide web — WWW '09. — Association for Computing Machinery (ACM), 2009. — P. 261–270. doi:10.1145/1526709.1526745
- Глушенко, Т. Тенденції та перспективи розвитку рекламно-комунікаційного ринку України [Текст] / Т. Глушенко, В. Добрянська // Бізнес Інформ. — 2015. — № 4. — С. 327–332.
- Гальчинський, Л. Модель оцінки ефективності компаній-посередників на ринку контекстної реклами [Текст] / Л. Гальчинський, Д. Сташкевич // Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія: «Економіка і менеджмент». — 2015. — № 13. — С. 242–246.
- Павлов, Д. Г. Теоретико-ігрові моделі поведінки учасників контекстної рекламної кампанії [Текст] / Д. Г. Павлов // Наукові праці [Чорноморського державного університету імені Петра Могили]. Сер.: Комп'ютерні технології. — 2011. — Т. 160, Вип. 148. — С. 47–51.
- Lee, K. Estimating conversion rate in display advertising from past performance data [Text] / K. Lee, B. Orten, A. Dasdan, W. Li // Proceedings of the 18th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining — KDD '12. — Association for Computing Machinery (ACM), 2012. — P. 768–776. doi:10.1145/2339530.2339651
- Hogan, S. Testing market efficiency using statistical arbitrage with applications to momentum and value strategies [Text] / S. Hogan, R. Jarrow, M. Teo, M. Warachka // Journal of Financial Economics. — 2004. — Vol. 73, № 3. — P. 525–565. doi:10.1016/j.jfineco.2003.10.004
- Yuan, S. Real-time bidding for online advertising [Text] / S. Yuan, J. Wang, X. Zhao // Proceedings of the Seventh International Workshop on Data Mining for Online Advertising — ADKDD '13. — Association for Computing Machinery (ACM), 2013. — Article № 3. — Available at: \www/URL: <http://doi.org/10.1145/2501040.2501980>
- Chen, B. A Dynamic Pricing Model for Unifying Programmatic Guarantee and Real-Time Bidding in Display Advertising [Text] / B. Chen, S. Yuan, J. Wang // Proceedings of 20th ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining — ADKDD'14. — Association for Computing Machinery (ACM), 2014. — P. 1–9. doi:10.1145/2648584.2648585
- Zhang, W. Statistical Arbitrage Mining for Display Advertising [Text] / W. Zhang, J. Wang // Proceedings of the 21th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining — KDD '15. — Association for Computing Machinery (ACM), 2015. — P. 1465–1474. doi:10.1145/2783258.2783269
- Perlich, C. Bid optimizing and inventory scoring in targeted online advertising [Text] / C. Perlich, B. Dalessandro, R. Hook, O. Stitelman, T. Raeder, F. Provost // Proceedings of the 18th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining — KDD '12. — Association for Computing Machinery (ACM), 2012. — P. 804–812. doi:10.1145/2339530.2339655
- Cavallo, R. Display Advertising Auctions with Arbitrage [Text] / R. Cavallo, R. P. McAfee, S. Vassilvitskii // ACM Transactions on Economics and Computation. — 2015. — Vol. 3, № 3. — P. 1–23. doi:10.1145/2668033
- Liao, H. iPinYou Global RTB Bidding Algorithm Competition Dataset [Text] / H. Liao, L. Peng, Z. Liu, X. Shen // Proceedings of 20th ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining — ADKDD'14. — Association for Computing Machinery (ACM), 2014. — P. 1–6. doi:10.1145/2648584.2648590
- Bharadwaj, V. Pricing guaranteed contracts in online display advertising [Text] / V. Bharadwaj, W. Ma, M. Schwarz, J. Shanmugasundaram, E. Vee, J. Xie, J. Yang // Proceedings of the 19th ACM international conference on Information and knowledge management — CIKM '10. — Association for Computing Machinery (ACM), 2010. — P. 399–408. doi:10.1145/1871437.1871491
- Lee, K.-C. Real time bid optimization with smooth budget delivery in online advertising [Text] / K.-C. Lee, A. Jalaali, A. Dasdan // Proceedings of the Seventh International Workshop on Data Mining for Online Advertising — ADKDD '13. — Association for Computing Machinery (ACM), 2013. — Article № 1. — Available at: \www/URL: <http://doi.org/10.1145/2501040.2501979>
- Zhang, W. Joint optimization of bid and budget allocation in sponsored search [Text] / W. Zhang, Y. Zhang, B. Gao, Y. Yu, X. Yuan, T.-Y. Liu // Proceedings of the 18th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining — KDD '12. — Association for Computing Machinery (ACM), 2012. — P. 1177–1185. doi:10.1145/2339530.2339716
- Gatev, E. Pairs Trading: Performance of a Relative-Value Arbitrage Rule [Text] / E. Gatev, W. N. Goetzmann, K. G. Rouwenhorst // Review of Financial Studies. — 2006. — Vol. 19, № 3. — P. 797–827. doi:10.1093/rfs/hhj020

19. Flach, P. Machine Learning: The Art and Science of Algorithms that Make Sense of Data [Text] / P. Flach. — Cambridge University Press, 2012. — 396 p. doi:10.1017/cbo9780511973000
20. iPinYou Real-Time Bidding Dataset for Computational Advertising Research [Electronic resource]. — Available at: \www/URL: <http://data.computational-advertising.org/>
21. Statistical Arbitrage Mining for Display Advertising [Electronic resource]. — Available at: \www/URL: <https://github.com/wnzhang/rtbarbitrage>

ОПТИМИЗАЦИЯ БЮДЖЕТА РЕКЛАМОДАТЕЛЕЙ, КАК УЧАСТНИКОВ РЫНКА КОНТЕКСТНОЙ РЕКЛАМЫ

Исследована зависимость эффективности бюджета рекламодателя на рынке Интернет-рекламы от выбора стратегии контекстной рекламы с использованием технологии RTD. Установлено, что применение долгосрочной стратегии с применением методологии статистического арбитража существенно повышает эффективность использования бюджета рекламодателя. Апробирована модель ЭМ-алгоритма. Показано существенное повышение эффективности расходования бюджета рекламодателя при применении подхода статистического арбитража для Интернет-рекламы.

Ключевые слова: рынок веб-рекламы, контекстный поиск, оптимизация бюджета, статистический арбитраж, ЭМ-алгоритм.

Гальчинський Леонід Юрійович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра математичного моделювання економічних систем, Національний технічний університет «Київський політехнічний університет», Україна, e-mail: hleonid@gmail.com.

Сташкевич Дмитро Станіславович, кафедра математичного моделювання економічних систем, Національний технічний університет «Київський політехнічний університет», Україна.

Гальчинский Леонид Юрьевич, кандидат технических наук, доцент, кафедра математического моделирования экономических систем, Национальный технический университет «Киевский политехнический университет», Украина.

Сташкевич Дмитрий Станиславович, кафедра математического моделирования экономических систем, Национальный технический университет «Киевский политехнический университет», Украина.

Galchynsky Leonid, National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: hleonid@gmail.com.

Stashkevich Dmytro, National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine