

МІНІМІЗАЦІЯ РОЗБАЛАНСУВАННЯ МІЖБІРЖОВОГО АРБІТРАЖУ

Мазурок І. Є., Прокопов Е. К.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Ключові слова: арбітражна торгівля, критерії прийняття рішень, багатовимірна мінімізація.

Міжбіржовий арбітраж — кілька логічно пов'язаних угод, спрямованих на отримання прибутку з різниці в цінах на однакові або пов'язані активи в один і той самий час на різних біржах. У роботі розглядається можливість застосування критерієв прийняття рішень та методів багатовимірної мінімізації для підвищення прибутковості арбітражу на біржах криптовалют. Можливість арбітражу на них зумовлена істотним розкидом цін, пов'язаним, насамперед, з особливостями функціонування конкретних бірж й тим, що кожна транзакція може потребувати значної кількості часу. Актуальність цієї задачі зумовлена зростаючим інтересом до криптовалют в цілому та можливістю застосування для її вирішення достатньо різноманітних підходів. Метою арбітражної торгівлі є отримання миттєвого прибутку. За той невеликий час, що потребується для аналізу ситуації та укладення угод на різних біржах, ситуація на ринку може змінитися, що призведе до того, що використання частини коштів в угодах не

призведе до отримання прибутку, відбудеться проста конвертація певного об'єму однієї валюти в іншу. Така ситуація є небажаною, вона називається розбалансуванням міжбіржового арбітражу. Для кожної біржі можливо дізнатися об'єм торгів для обраної пари валют, звідки можна розрахувати об'єм валюти, який торгується за одиницю часу. Враховуючи можливість наявності контрагентів, що також здійснюють арбітраж, має сенс дотримуватися песимістичної гіпотези, що весь цей об'єм складають угоди, що ведуть до перекриття найбільш вигідних ордерів. Тоді для кожної біржі графік залежності доступного об'єму валюти на продаж (або купівлю) від часу, витраченого на аналіз ринкової ситуації (Δt) буде спадною прямою. Δt є випадковою величиною з нормальним розподілом, для якого можна встановити вибіркове середнє та дисперсію. Таким чином вихідна задача зводиться до того, що потрібно знайти оптимальні сумарні об'єми ордерів на купівлю та на продаж й обрати мінімальний з них. За цим об'ємом можливо встановити ціни для нових ордерів та розмістити їх на біржах. Для обрання оптимального сумарного об'єму ордерів має сенс дотримуватися двох критеріїв. По-перше, потрібно максимізувати сумарний об'єм ордерів (v_0) для збільшення прибутку. По-друге, потрібно мінімізувати різницю між обраним об'ємом і об'ємом, який вдасться продати через проміжок часу Δt ($v_{\Delta t}$). Якщо зробити припущення, що ордери можуть перестати бути дійсними лише цілком (ордер не може бути перекритий частково), то множина можливих ситуацій на момент закінчення роботи алгоритму є кінцевою. Тоді множина доступних варіантів дій також є кінцевою, що дає змогу побудувати матрицю оцінок кожного рішення у кожній можливій ситуації. Для кожної можливої ситуації відома її вірогідність, тому можна скористатися критерієм Байєса-Лапласа [1], або критерієм мінімізації очікуваного жалю [2]. Інший підхід до задачі можна отримати, якщо розглянути протилежне припущення, що ордери можуть бути перекриті частково. Тоді можливий сумарний об'єм валюти, який вирішено продати, й який вдалося продати, є неперервними величинами, що змінюються від нуля до об'єму валюти, що наявний на рахунках. Використовуючи лінійну згортку критеріїв, що використовуються для обрання оптимального об'єму ордерів, та враховуючи, що відомі параметри розподілу часу оцінки ринкової ситуації, отримано отримати функцію, мінімізуючи яку можна отримати оптимальний об'єм. Отримана функція є неперервною, але не є гладкою, тому доцільно застосувати для пошуку її мінімуму чисельні методи багатовимірної безумовної мінімізації нульового порядку, наприклад, метод циклічного покоординатного спуску або метод Гука-Дживса. Від'ємні значення $v_{\Delta t}$ й v_0 не мають економічного сенсу, тому якщо у оптимальної точки, знайденої якимось з методів, значення однієї або двох

координат буде меншим за нуль, замість неї розглядатиметься точка, у якої від'ємні значення координат замінені на нульові. З одного боку, недолік методів багатовимірної мінімізації у тому, що їх результативність залежить від вибору параметрів згортки та особливостей поверхні у кожному конкретному випадку. З іншого, вони працюють у середньому швидше, ніж методи, що використовують критерії прийняття рішень, а критичною є швидкість роботи алгоритму, бо чим довше він працює, тим більше змін може відбутися на ринку.

Література

1. Мушик Э. Методы принятия технических решений. / Э. Мушик, П. Мюллер.; пер. с нем. — М.: Мир, 1990. — 207 с.
2. Соловьев В. И. Математические методы управления рисками: учебное пособие. / И. В. Соловьев. — М.: ГУУ, 2003. — 100 с.
3. Шапкин А. С. Экономические и финансовые риски. Оценка, управление, портфель инвестиций: Монография. / А. С. Шапкин, В. А. Шапкин. — М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2003. — 544 с.