

«Львівська політехніка». Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку. — 2007. — № 577. — С. 102—109.

3. *Гринько Т. В., Мальчик М. В., Самуйлов В. О.* Научно-техническое развитие промышленных предприятий // Экономика промышленности. — 2008. — № 2. — С. 37—43.

4. *Завгородня О. О.* Функціональний аспект інноваційної динаміки // Економічна теорія. — 2005. — № 4. — С. 18—29.

5. *Кізькін Є. Ю.* Забезпечення сталості соціально-економічного розвитку промислових підприємств на основі їх інноваційного оновлення // Науково-технічний збірник «Комунальное хозяйство городов». Серія: Економічні науки. — 2008. — Вип. 80. — С. 26—32.

6. *Омельченко Л.* Механизм обновления основных производственных фондов предприятия // Экономика: проблемы теории та практики. — 2002. — Вип. 125. — С. 25—29.

Статтю подано до редакції 20.02.09 р.

УДК 336.717.71.001.57

В. А. Гончаренко, аспірантка,
ДВНЗ «КНЕУ імені Вадима Гетьмана»

ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ ЛІКВІДНОСТІ ЦІННИХ ПАПЕРІВ

Стаття присвячена проблемі оцінювання ліквідності цінних паперів. Запропонована автором динамічна модель оцінки ліквідності цінних паперів ґрунтується на визначенні кількості покупців та продавців на ринку. Модель також враховує різні фактори, під впливом яких може змінюватись загальна кількість покупців та продавців.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ліквідність цінних паперів, кількість покупців, кількість продавців, брокер, чартисти, фундаменталісти, функція корисності, модель Шмідта.

Сьогодні аналізу і методам формування оптимального портфеля цінних паперів присвячена велика кількість досліджень, однак більшість з них ґрунтується лише на розрахунку ризику та дохідності цінних паперів. Інші фактори не беруться до уваги че-

рез ускладнення та обтяження задачі. Однак, деякі дослідники вважають необхідним враховувати в моделі формування портфеля цінних паперів третій важливий критерій привабливості цінних паперів — їх ліквідність. І ми не можемо з ними не погодитися.

Ліквідність цінних паперів залежить від ліквідності фондового ринку в цілому та означає можливість швидкого обміну цінного паперу на еквівалентні йому грошові кошти. У літературі описувались різні способи визначення ринкової ліквідності та розглядалися кілька динамічних моделей її визначення [1, 2, 4]. Як правило, ці моделі приймають незмінну загальну кількість продавців, які динамічно поділені на різні поведінкові групи. Шмідт [5] запропонував неперервну динамічну модель ліквідності ринку цінних паперів. У даній статті ми проаналізуємо динамічну модель ліквідності на ринку цінних паперів Шмідта, дещо вдосконалимо її і протестуємо.

Динамічна модель ліквідності на ринку цінних паперів Шмідта [5] має наступний вигляд:

$$dn_+ / dt = (v_{+-}n_- - v_{-+}n_+) + \sum_{i=1}^3 R_{+i} + \rho_+, \quad (1)$$

$$dn_- / dt = (v_{-+}n_+ - v_{+-}n_-) + \sum_{i=1}^3 R_{-i} + \rho_-, \quad (2)$$

де n_+ — кількість покупців, а n_- — кількість продавців.

Зміна кількості покупців (або продавців) може розглядатись як кількість покупців (продавців), що входять на ринок мінус кількість тих покупців (продавців), що залишають ринок. Кількість покупців і продавців може змінюватися під впливом п'яти факторів, які ми розглянемо далі.

(1) Функції v_{+-} та v_{-+} описують імовірності перетворення продавців у покупців і навпаки, відповідно. Ці функції згідно стратегій торгівлі на ринку цінних паперів [3, 5]:

$$\begin{aligned} v_{+-} &= v \exp(u), \quad v_{-+} = v \exp(-u), \\ u &= \alpha p^{-1} dp / dt + \beta(p_f - p). \end{aligned} \quad (3)$$

Перший доданок функції корисності u , характеризує поведінку «чартиста», тобто, купівлю, тоді, коли ціна активу зростає, та продаж, коли ціна падає. Другий доданок описує «фундаменталі-

ста», теорію, що передбачає купівлю або продаж залежно від того, нижчою або вищою від фундаментальної вартості активу є поточна ціна. У рівнянні (3), p_f — фундаментальне значення активу, α , β та ν коефіцієнти, які визначають особливості поведінки брокерів.

(2) Ми припускаємо, що деякі брокери припиняють торгувати одразу після завершення торгів, оскільки їхні грошові ресурси обмежені, або їм потрібен час для прийняття нових рішень. Об'єм торгівлі визначений загальною кількістю брокерів, так само, як і співвідношення кількості покупців і продавців. Якщо кількість покупців і продавців однакова, рівняння Шмідта, що описує цей доданок, задовольняється. Однак, очевидно, що коли кількість покупців більша за кількість продавців — об'єм торгівлі залежить лише від кількості продавців, а коли кількість продавців більша за кількість покупців — від кількості покупців.

Як наслідок маємо наступне рівняння:

$$R_{+1} = R_{-1} = \begin{cases} -bn_+n_-, & \text{якщо } n_+ = n_- \\ -bn_+^2, & \text{якщо } n_+ > n_- \\ -bn_+^2, & \text{якщо } n_+ < n_- \end{cases} \quad b > 0, \quad (4)$$

де b — коефіцієнт, що визначає особливості поведінки брокера.

(3) Крім того, ми припускаємо що деякі брокери, які торгують на ринку, залучають інших брокерів, інформуючи їх про хід торгів. Тим самим, загальна кількість брокерів збільшується. Очевидно, що збільшення брокерів пропорційне кількості брокерів, які торгують на ринку. Крім того, неперервне зростання або зниження ціни на ринку залучає більше покупців або продавців. Такого доданку немає в моделі Шмідта, отже, ми доповнимо ним модель:

$$R_{+2} = a(n_+ + n_-) + D_{c+} + D_{f+}, \quad (5)$$

$$R_{-2} = a(n_+ + n_-) + D_{c-} + D_{f-}, \quad (6)$$

де

$$D_{c+} = \begin{cases} adp/dt, & \text{якщо } dp/dt > 0 \\ 0, & \text{якщо } dp/dt < 0 \end{cases} \quad a > 0, \quad (7)$$

$$D_{c-} = \begin{cases} bdp/dt, & \text{якщо } dp/dt < 0 \\ 0, & \text{якщо } dp/dt > 0 \end{cases} \quad b > 0, \quad (8)$$

$$D_{f+} = \begin{cases} c(p - p_f), & \text{якщо } p - p_f < 0 \\ 0, & \text{якщо } p - p_f > 0 \end{cases} \quad c > 0, \quad (9)$$

$$D_{f-} = \begin{cases} d(p - p_f), & \text{якщо } p - p_f < 0 \\ 0, & \text{якщо } p - p_f > 0 \end{cases} \quad d > 0. \quad (10)$$

Перші дві змінні D_{c+} та D_{c-} характеризують поведінку «чартиста», тобто купівлю коли ціна активу зростає та продаж, коли ціна падає. Інші дві змінні D_{f+} та D_{f-} описують «фундаменталістський» підхід, згідно якого купівля або продаж, залежать від того, нижчою або вищою є ціна активу від його фундаментального значення.

(4) Також, ми враховуємо «незадоволених» брокерів, які залишають ринок. А саме, ми приймаємо, що ті покупці, які не в змозі знайти партнерів по торгівлі в межах розумного часу, залишають ринок. Те саме трапляється і з «незадоволеними» продавцями:

$$R_{+3} = \begin{cases} -c(n_+ - n_-), & \text{якщо } n_+ > n_-, \\ 0, & \text{якщо } n_+ \leq n_-, \end{cases} \quad (11)$$

$$R_{-3} = \begin{cases} -c(n_- - n_+), & \text{якщо } n_+ < n_-, \\ 0, & \text{якщо } n_+ \geq n_-, \end{cases} \quad (12)$$

де змінна $c > 0$ описує ступінь «нетерпіння» (називатимемо її коефіцієнт «нетерпіння»).

(5) Нарешті, ми враховуємо вплив стохастичних чинників на зміну кількості покупців і продавців. Під час торгівлі на ринку багато невизначених факторів впливає на зміну кількості брокерів. Ми описуємо їх через ρ_+ ρ_- .

Щоб завершити систему рівнянь (1)—(12), ми повинні додати рівняння, що описує ціну $p(t)$. Усім відомо, що зміна ціни виражається через надлишок попиту D_{ex} :

$$dp / dt = \gamma D_{ax} + \varepsilon(t), \quad (13)$$

де D_{ex} — пропорційне надлишковій кількості покупців,

$$D_{ex} = \gamma(n_+ - n_-). \quad (14)$$

З рівняння (13) та (14) отримуємо:

$$dp / dt = \gamma(n_+ - n_-) + s(t). \quad (15)$$

Здійснимо комп'ютерне тестування моделі. Зокрема, нас цікавить, яку роль відіграють змінні, що визначають особливості поведінки брокерів на ринку під час неперервного зростання або

зниженні ціни активу (змінні a, b, c, d у рівняннях (5)—(10)), і як вони впливають на нашу модель в цілому. Для розрахунків використаємо результати торгів акцій ВАТ «Укрнафта» на фондовій біржі ВАТ «ПФТС». Значення цін активу p становитиме ряд даних котирувань акцій з 01.01.09 р. по 01.07.09 р. За фундаментальне значення активу візьмемо номінальну вартість акцій ВАТ «Укрнафта», отже $p_f = 0,25$. Припустимо, що кількість покупців $n_+(0) = 0,02$, кількість продавців $n_-(0) = 0,01$, коефіцієнти α, β та ν дорівнюють 0,03, 0,04 та 0,02 відповідно, стохастичні змінні $p_+ = p_- = 0,2, \gamma = 0,1, \varepsilon(0) = 0,1$.

Зміна загальної кількості брокерів показана на рис. 1 для $b = 0,3, c = 0,8, d = 0,4$ і різних значень змінної $a = [0,04, 0,1, 0,15]$. На рис. 2 для $a = 0,04, c = 0,8, d = 0,4$ і різних значень змінної $b = [0,02, 0,4, 2]$. На рис. 3 для $a = 0,04, b = 0,3, d = 0,4$ і різних значень змінної $c = [0,05, 1, 5]$. І на рис. 4 для $a = 0,04, b = 0,3, c = 0,05$ і різних значень змінної $d = [0,1, 0,5, 0,9]$.

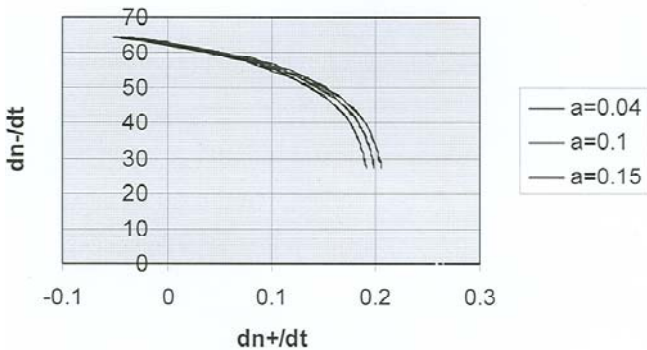


Рис. 1. Вплив змінної a на зміну загальної кількості брокерів

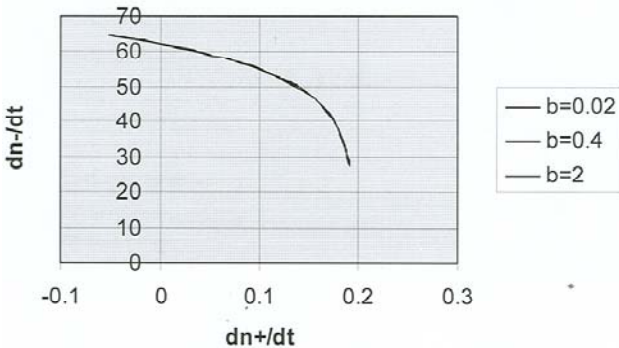


Рис. 2. Вплив змінної b на зміну загальної кількості брокерів

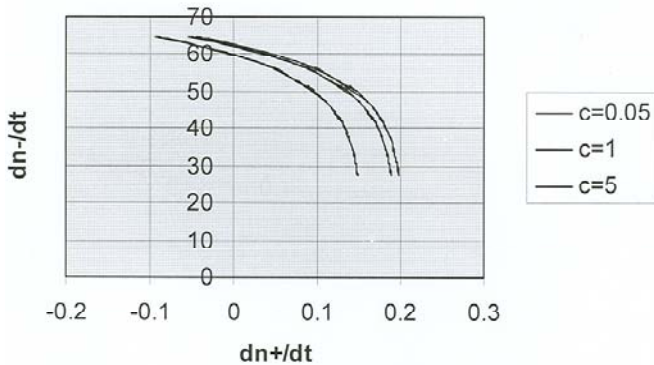


Рис. 3. Вплив змінної c на зміну загальної кількості брокерів

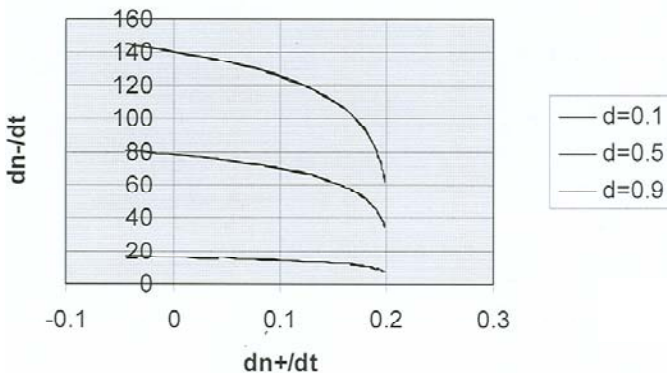


Рис. 4. Вплив змінної d на зміну загальної кількості брокерів

В результаті ми одержуємо: змінна d визначає загальну кількість брокерів, змінні a та c мають лише незначний вплив, а змінна b — взагалі не має ніякого впливу.

У даній статті було запропоновано динамічну модель ліквідності цінних паперів, розроблену на основі моделі Шмідта. Запропонована модель передбачає розрахунок ліквідності цінного паперу залежно від кількості покупців і продавців на ринку. Модель включає п'ять доданків, які являють собою зміну загальної кількості покупців і продавців за певних умов. Під час комп'ютерного тестування основну увагу було приділено третьому доданку моделі. Зокрема, було досліджено вплив основних змінних на зміну загальної кількості брокерів на ринку під час неперервного зростання або зниженні ціни активу.

Загалом, комп'ютерне тестування підтвердило можливість практичного використання запропонованої моделі.

Отже, можна зробити висновок, що розглянута динамічна модель може застосовуватись під час аналізу ліквідності цінних паперів. Результатом подальших досліджень моделі може стати її широке використання під час формування оптимального портфеля цінних паперів.

Література

1. *Aoki M.* 1999. A share market with many types of participants: an example of combinatorial aspects of economic modeling. Working paper.
2. *Bak P, Pateuski M.* 1997. Price variations in a stock market with many agents. *Physica A* 246(4): 430-453.
3. *Lux T.* 1995. Herd behaviour, bubbles and crashes. *Economic Journal* 105(431): 881-896.
4. *Muranaga J, Shimuzu T.* 2000. Market microstructure and market liquidity, [http : //www:bis:org/publ/cgfsllmuraa.pdf](http://www.bis.org/publ/cgfsllmuraa.pdf); 1999.
5. *Schmidt AB.* 2000. Modeling the birth of a liquid market. *Physica A* 283(4): 479—85.

Статтю подано до редакції 13.03.09 р.