

Tumakova, S. V. "K voprosu o strukture ekonomycheskoho mekhanizma hosudarstvennoho rehulyrovannya rynku rabochei syly" [On the structure of the economic mechanism of state regulation of the labor market]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu*, vol. 2, no. 5 (2008): 182-187.

Vasychenko, V. S. *Derzhavne rehulivannia zainiatosti* [Government regulation of employment]. Kyiv: KNEU, 2003.

Zub, Ya. M. "Metodolohichni osnovy formuvannia rehionalnoho rynku pratsi" [Methodological Foundations of the regional labor market]. *Visnyk Zaporizkoho natsionalnoho universytetu*, no. 2(10) (2011): 192-199.

Zablodska, I. V., and Pudov, K. O. "Ekonomichne obgruntuvannia rehulivannia mistkosti rehionalnoho rynku pratsi" [The economic justification for regulating the capacity of the regional labor market]. *Prometei*, no. 3(36) (2011): 51-55.

УДК 336.7:519.866:159.943

МЕТОДОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ СТАДНОЇ ПОВЕДІНКИ АГЕНТІВ НА ФІНАНСОВИХ РИНКАХ

СОЛОДУХІН С. В.

УДК 336.7:519.866:159.943

Солодухін С. В. Методологічний аналіз стадної поведінки агентів на фінансових ринках

У статті розглянуто методологічні підходи до аналізу стадної поведінки агентів на фінансових ринках, а також досліджено основи агентного моделювання процесів прийняття рішень з урахуванням стадності.

Ключові слова: фінансові ринки, прийняття рішень, стадна поведінка, інформованість агентів, моделювання.

Табл.: 2. **Формул.:** 2. **Бібл.:** 8.

Солодухін Станіслав Володимирович – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри економічної кібернетики, Запорізька державна інженерна академія (пр. Леніна, 226, Запоріжжя, 69006, Україна)

УДК 336.7:519.866:159.943

Солодухін С. В. Методологический анализ стадного поведения агентов на финансовых рынках

В статье рассмотрены методологические подходы к анализу стадного поведения агентов на финансовых рынках, а также исследованы основы агентного моделирования процессов принятия решений с учетом стадности.

Ключевые слова: финансовые рынки, принятие решений, стадное поведение, информированность агентов, моделирование.

Табл.: 2. **Формул.:** 2. **Библ.:** 8.

Солодухін Станіслав Володимирович – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри економічної кібернетики, Запорізька державна інженерна академія (пр. Леніна, 226, Запоріжжя, 69006, Україна)

UDC 336.7:519.866:159.943

Solodukhin S. V. Methodological Analysis of Gregarious Behaviour of Agents in the Financial Markets

The article considers methodological approaches to analysis of gregarious behaviour of agents in the financial markets and also studies foundations of the agent modelling of decision making processes with consideration of the gregarious instinct.

Key words: financial markets, decision making, gregarious behaviour, information awareness of agents, modelling.

Tabl.: 2. **Formulae:** 2. **Bibl.:** 8.

Solodukhin Stanislav V. – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Associate Professor, department of economic cybernetics, Zaporizhka State Engineering Academy (pr. Lenina, 226, Zaporizhia, 69006, Ukraine)

Останнім часом на фінансових ринках значно ускладнилися процеси ціно- та курсоутворення, що характеризуються високою волатильністю процентних ставок, курсів валют, вартості цінних паперів, металів, сировинних активів. У таких умовах для агентів, які приймають рішення на фінансових ринках, характерна інформаційна неповнота, асиметричність інформації, що спонукає інвесторів активно шукати нові джерела інформації: новини, огляди, аналітичні звіти, а також звертати увагу на рішення інших учасників ринку. Саме дії інших ринкових агентів з купівлі або продажу того чи іншого активу в деяких випадках стають визначальною інформацією для прийняття рішення. Така поведінка агентів в економічній літературі отримала назву «стадна поведінка» (*herd behavior*) [1 – 3] і пов'язана з проявом масових однакових дій, які можуть надавати як позитивний вплив на динаміку ринкових показників, так і призводити до негативних наслідків – утворення спекулятивних фінансових ««бульбашок»», падіння індексів фінансових ринків, банкрутства компаній, рецесії. Отже, вивчення мотивів економічно активних агентів при забезпеченні процесів прийняття рішень на фінансових ринках є актуальним завданням досліджень у сфері управлінських фінансів. Економічні парадигми,

засновані на ідеології раціональної поведінки активних агентів, що функціонують в умовах повного детермінізму, далеко не завжди виявляються адекватними реальним економічним процесам. Найчастіше прийняття рішень суб'єктами здійснюється в умовах обмеженої інформованості, невизначеності, що призводить до підвищення значущості нерациональних мотивів і психологічних переваг агентів. Основою для підвищення достовірності економічних моделей може виступити рефлексивний підхід, заснований на синтезі психологічних мотивів і економічних інтересів, що дозволяє врахувати особливості мислення і поведінки економічних агентів. Аспекти колективної поведінки агентів досліджені у роботах Х. Лебенстайна, Л. Фестінгера, І. Джаніса, М. Грановеттера, нобелівських лауреатів Г. Саймона, Д. Акерлофа, Д. Стігліца, Т. Шеллінга, Д. Канемана, які вивчають інформаційний та психологічний впливи на прийняття рішень економічними агентами.

Основна мета статті полягає у методологічному аналізі причин стадної поведінки інвесторів та її впливу на прийняття рішень агентами для раннього виявлення можливих негативних наслідків, що призводять до формування спекулятивних фінансових ««бульбашок»».

Для досягнення поставленої мети, на нашу думку, необхідно вирішити такий комплекс завдань: проаналізувати факти негативного прояву стадної поведінки агентів, що призводять до утворення спекулятивних «бульбашок»; дослідити еволюцію концепцій, що описують функціонування фінансових ринків, і обґрунтувати використання рефлексивної парадигми у вивченні ринкових процесів на фінансових ринках; проаналізувати методи підвищення інформованості агентів при підготовці прийняття рішень на фінансових ринках, дослідити причини ірраціональної поведінки інвесторів; обґрунтувати можливості математичного моделювання стадної поведінки агентів при прийнятті рішень.

Фінансові ринки є одним з найвідоміших «полігонів» проявів стадної поведінки агентів в економіці, яке може приводити до катастрофічних наслідків для учасників ринку. В останні роки такі кризові прояви виникають все частіше, що свідчить про необхідність детального дослідження категорії «стадної поведінки» для вивчення та діагностики ринкових процесів з метою запобігання можливих негативних ринкових явищ.

Історія розвитку та становлення ринкових процесів нараховує кілька століть і безліч прикладів, коли жадібність, прагнення швидкої наживи породжували «стадний ефект» учасників ринку і ставали причинами великих фінансових потрясінь, що охоплювали цілі країни і континенти.

Зараз частота прояву криз на фінансових ринках істотно зросла: крах жовтня 1987 р., «пузир» на російському ринку і його колапс 1997 – 1998 рр., крах ринку доткомів 2000 р., іпотечна криза в США 2007 р., фінансова криза 2008 – 2012 рр. Точних причин, що викликають кризи на фінансових ринках, на сьогодні не виявлено [4], однак більшість факторів (табл. 1), за допомогою яких дослідники пояснюють настання крахів, пов'язані з проявами масової, стадної поведінки агентів, у результаті чого формувалися негативні тренди, і ринкова фінансова система вступала в катастрофічну фазу.

Аналіз основних причин останніх значних фінансових криз (табл. 2) встановив, що основні чинники, що призвели до рецесії, пов'язані з переважанням стадної

поведінки агентів, у результаті яких формувалися неконтрольовані процеси утворення і руйнування фінансових спекулятивних «бульбашок».

З метою підвищення якості управлінських рішень агенти на фінансових ринках вдаються до використання різноманітних методів при аналізі та прогнозуванні динаміки фінансових активів, поєднуючи при цьому раціональні та поведінкові прийоми. У світовій економічній практиці серед раціональних підходів використовують фундаментальний і технічний аналіз. Однак в умовах недостатньої інформованості, при обмежених можливостях своєчасного отримання та обробки величезної кількості інформації, агенти при прийнятті рішень нездатні раціонально забезпечити вибір рішення, і дотримання поведінки натовпу іноді може виявитися єдиним способом вирішення проблеми вибору в ситуації невизначеності.

Низька інформаційна ефективність фондових ринків, асиметричний розподіл інформації та схильність учасників торгів до прийняття нерациональних інвестиційних рішень під впливом поведінкових факторів є одними із чинників дестабілізації міжнародних фондових ринків в сучасних умовах.

Сучасна глобальна фінансова система, що вважалася цілком природною і стійкою структурою, опинилася в кризовому стані в 2007 – 2008 рр., що стало наслідком недосконалості концепцій, які описують функціонування фінансових ринків. Півстоліття тому економетрична наука вважала [5] можливим передбачення економічного майбутнього та здатність до нього підготуватися відповідним чином. Тоді основу теорії розвитку ринку становила концепція рівноваги, згідно з якою, якщо не існує екзогенних впливів, то система знаходиться в стані спокою – рівноваги. При збуренні системи екзогенні фактори виводять її зі стану рівноваги, система реагує на збурення і повертається в рівноважний стан. Однак сучасний фінансовий ринок, як відкрита ринкова система, є динамічною структурою, яка постійно еволюціонує, щоб успішно функціонувати – стан рівноваги для такої системи утопічний. Жадібність наживи і страх є основними рушійними силами такої системи, які породжують масові ефекти і змушу-

Таблиця 1

Основні фактори, що пояснюють сучасні ринкові кризи на фінансових ринках

Фактор	Негативний вплив на фінансовий ринок
Комп'ютерний трейдинг	Недосконалість алгоритмів програмного трейдингу призвела до масового автоматичного генерування великого обсягу заявок на продаж активів на основі аналізу поточних трендів
Похідні цінні папери	Активне використання фінансових деривативів (ф'ючерсів, опціонів, свопів) для підвищення прибутковості призвело до збільшення ризику й нестійкості на ринках акцій
Низька ліквідність	Масове збільшення продавців призвело до їх суттєвого переважання над покупцями, що надало значний ефект на падіння цін внаслідок переоцінки обсягу попиту на активи
Торговий і бюджетний дефіцит	Значний і зростаючий дефіцит державного бюджету і торговельного балансу країни сформував масові очікування інвесторів про можливе падіння вартості активів
Переоцінка ринку	У передкризовий період ціни акцій на ринках були завищені. Коефіцієнти ціна / прибуток і ціна / дивіденди знаходилися на своїх історично максимальних значеннях
Висока частка позикових коштів	Зниження процентних ставок і збільшення доступності кредитних ресурсів призвело до збільшення частки позикових коштів у портфелях активів, що підвищило інвестиційні ризики

ють систему перебувати в стані, далекому від рівноваги, що необхідно для її еволюційного розвитку. Таким чином, фінансові ринки не прагнуть до стану рівноваги, їм характерний внутрішній масовий, стадний ефект, що викликає еволюційну динаміку.

зичну модель Ізинга для намагнічування матеріалів [4, 8] таким чином:

1) кожен агент на ринку приймає рішення (купувати або продавати актив, і за якою ціною) з урахуванням власних уподобань, дій інших агентів і зовнішніх сигналів;

Таблиця 2

Вплив стадної поведінки агентів на виникнення фінансових пузирів

Період	Вплив стадної поведінки
1929 р.	Зростаючий попит на акції на фінансових ринках закінчився масовою панікою, що призвела 29 жовтня 1929 р. до падіння акцій на 10 млрд доларів і розорення мільйонів людей
1987 р.	Скасування держконтролю за ринками призвело до масової торгівлі деривативами, що в сукупності з асиметрією ринку заявок на продаж активів породило різке падіння ринкових індексів у всьому світі
1998 р.	Очікування реалізації інвестиційних можливостей в Росії призвело до спекуляцій на ринках валюти і державних облігацій, у результаті чого Урядом РФ 17 серпня 1998 р. був оголошений технічний дефолт, що спричинило девальвацію російського рубля в кілька разів, значний спад виробництва та рівня життя населення, різкий стрибок інфляції
2000 р.	Очікування від телекомунікацій та Інтернет спричинили надування та руйнування «бульбашки» доткомів (акцій високотехнологічних компаній), у результаті чого багато ІТ-компаній збанкрутували, а фондовий ринок у 2000 – 2002 рр. втратив 5 трильйонів доларів США ринкової вартості
2007 – 2012 рр.	Ряд очікувань: іпотечної активності в США, доступності кредитних ресурсів, значних темпів зростання ВВП, споживчого попиту, високих цін на ресурси та енергоносії для країн-експортерів призвели до масштабних кризових явищ на глобальному рівні – банкрутства компаній, знищення добробуту населення, різкого погіршення основних макроекономічних показників, рецесії в більшості країн світу

Основоположною концепцією, прийнятою в науковому світі для пояснення взаємодії інформації та ринкових цін, є гіпотеза ефективного ринку (*efficient market hypothesis*), згідно з якою цінові зміни випадкові та фактично непередбачувані внаслідок активних дій багатьох трейдерів, що очікують збільшення вкладених інвестицій. Однак розвиток світової фінансової кризи 2008 р. показав, що стадна поведінка агентів на ринках може призводити до руйнівних процесів, які самостійно розвиваються, що показує неспроможність теорії ефективного ринку і відступ від раціональної поведінки агентів.

Можна стверджувати, що на фінансових ринках існує взаємозв'язок між інформованістю агентів, їх очікуваннями щодо майбутніх прибутків і динамікою цін ринкових активів. Така взаємодія когнітивної (дослідницької) і маніпуляційної (управлінської) функцій ринкових агентів виступає основною зародження нової рефлексивної парадигми в аналізі функціонування фінансових ринків [6, 7]. Очікування агентів щодо зміни динаміки ринкових процесів також є чинником впливу на прийняті інвесторами рішення, і, отже, на саму динаміку ринкових індикаторів. У таких умовах саме обмежена інформованість агентів і виступає «рушійною силою» рефлексивної концепції ринку, змушуючи інвесторів проводити аналіз поведінки інших учасників ринку і коректувати власні рішення. Таким чином, можуть зароджуватися масові стадні прояви, надаючи як позитивний, так і негативний вплив на хід ринкових процесів. Тому дослідження ефекту стадності та побудова математичних моделей з його участю є актуальним завданням процесів підтримки прийняття рішень агентами на фінансових ринках.

Для моделювання стадної поведінки агентів на фінансовому ринку пропонується адаптувати відому фі-

2) в кожний момент часу t агент може бути або покупцем, або продавцем;

3) функція переваги $s(t)$ приймає значення 1, якщо агент має намір придбати одиницю певного активу, і значення -1 , якщо обрано рішення – продати одиницю активу. Вибір позиції агента в момент часу $t + 1$ залежить від таких факторів: $E_i(s_j)(t)$ – очікування агента i на основі передбачуваного рішення агента j ; $G(t)$ – вплив зовнішніх новин ($G(t) = 1$ для позитивних новин і $G(t) = -1$ для негативних); $\varepsilon_i(t)$ – власні уподобання i -го агента. Тоді динамічна модель прийняття рішень має такий вигляд:

$$s_i(t) = \sin g \left[\sum_{j \in N} K_{ij}(t) E_i(s_j)(t) + g_i G(t) + \varepsilon_i(t) \right], \quad (1)$$

де коефіцієнт g_i описує індивідуальне сприйняття агентом зовнішніх новин і має рівномірний розподіл на $[0; \sigma_{\max}]$; індивідуальні уподобання $\varepsilon_i(t)$ вважаються випадковою величиною з нульовим середнім значенням і стандартним одиничним відхиленням; $K_{ij}(t)$ – коефіцієнти стадності, відмінні від нуля для малої кількості індексів i та j , оскільки на рішення i -го агента впливає невелике число агентів (сила зчеплення), причому передбачається, що вплив на агента i з боку агента j має три складові:

$$K_{ij}(t) = \beta_i + \beta K_{ij}(t-1) + \beta_{iG} G(t-1). \quad (2)$$

де β_i вказує, наскільки агент схильний до впливу стадності; β виражає вплив попередніх рішень; β_{iG} відображає чутливість агента до зовнішніх новин.

При збільшенні коефіцієнта наслідування агенти стають більш схильними до думки оточуючих, і формування каскадів відбувається значно швидше. При цьому кількість каскадів, розпочатих інформованими агентами (експертами), зростає. У сформованому каскаді агенти, які приймають рішення, готові відмовитися від власних

переваг для підтримки пануючого тренда навіть при високій апріорної готовності здійснювати зворотну дію.

Аналіз проведеного моделювання формування стадної поведінки агентів дає підстави для таких висновків: по-перше, формування явних каскадів збільшується зі зростанням коефіцієнта стадності і втручанням у процес прийняття рішень інформованих агентів (експертів), по-друге, утворені каскади впливають на зміну цін. Локальні каскади приводять до «спокійного» ринку з незначними коливаннями цін, при збільшенні невизначеності для агентів характерне підвищення значущості ірраціональних чинників у прийнятті рішень, що виражається в моделі зростанням коефіцієнта стадності. У цьому випадку каскади формуються швидше, особливо за участю експертів, цінова волатильність збільшується, і з'являється ймовірність утворення спекулятивних фінансових «бульбашок».

Отже, у роботі розглянуто методологічні підходи до аналізу стадної поведінки агентів на фінансових ринках і моделювання процесів прийняття рішень економічними агентами на основі агентної моделі групової поведінки, що дозволяє виявити наявність стадної поведінки в діях агентів на основі діагностики інформаційних каскадів і сформувані управлінські заходи з координації процесу прийняття рішень. ■

ЛІТЕРАТУРА

1. **Banerjee, A.** A Simple Model of Herd Behavior / A. Banerjee // *Quarterly Journal of Economics*, 3 (107), 1992.
2. **Bikhchandani S.** Herd Behavior in Financial Markets: A Review / S. Bikhchandani, S. Sharma // *IMF Working paper*. – 2001. – Vol. 47. No 3. – P. 279 – 310.
3. **Канеман Д.** Принятие решений в неопределенности: правила и предубеждения / Д. Канеман, П. Словик, А. Тверски / Пер. с англ. – Х. : Изд-во Института прикладной психологии «Гуманитарный центр», 2005. – 632 с.
4. **Сорнетте Д.** Как предсказывать крахи финансовых рынков: критические события в комплексных финансовых системах / Д. Сорнетте. – М. : Интернет-трейдинг, 2003. – 400 с.
5. **Петерс Э.** Хаос и порядок на рынках капитала. Новый аналитический взгляд на циклы, цены и изменчивость рынка / Э. Петерс. – М. : Мир. 2000. – 333 с.
6. **Рудык Н. Б.** Поведенческие финансы или между страхом и алчностью / Н. Б. Рудык. – М. : Дело, 2004. – 272 с.
7. **Сорос Д.** Мировой финансовый кризис. Новая парадигма финансовых рынков / Д. Сорос / Пер. с англ. Кристофа Вагнера. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2010. – 272 с.
8. Рефлексивные процессы в экономике: концепции, модели, прикладные аспекты : монография / Под ред. Р. Н. Лепы ; НАН Украины, Ин-т экономики пром-сти. – Донецк : АПЕКС, 2012. – 560 с.

REFERENCES

- Banerjee, A. "A Simple Model of Herd Behavior". *Quarterly Journal of Economics*, no. 3(107) (1992).
- Bikhchandani, S., and Sharma, S. "Herd Behavior in Financial Markets: A Review". *IMF Working paper*, vol. 47, no. 3 (2001): 279-310.

Kaneman, D., Slovik, P., and Tverski, A. *Priniatie resheniy v neopredelennosti: pravila i predubezhdeniia* [Decision-making in uncertain: the rules and prejudices]. Kharkiv: Izd-vo Instituta prikladnoy psikhologii «Gumanitarnyy tsentr», 2005.

Peters, E. *Khaos i poriadok na rynkakh kapitala. Novyy analiticheskiy vzgliad na tsikly, tseny i izmenchivost rynka* [Chaos and order in the capital markets. New analytical view of cycles, prices, and market volatility]. Moscow: Mir, 2000.

Rudyk, N. B. *Povedencheskie finansy ili mezhdru strakhom i alchnosti* [Behavioral finance or between fear and greed]. Moscow: Delo, 2004.

Refleksivnye protsessy v ekonomike: kontseptsii, modeli, prikladnye aspekty [Reflexive processes in the economy: concepts, models, applications]. Donetsk: APEKS, 2012.

Soros, D. *Mirovoy finansovyy krizis. Novaia paradigma finansovykh rynkov* [The world financial crisis. New Paradigm for Financial Markets]. Moscow: Mann, Ivanov i Ferber, 2010.

Sornette, D. *Kak predskazyvat krakhi finansovykh rynkov: kriticheskie sobytiia v kompleksnykh finansovykh sistemakh* [How to predict the collapse of the financial markets: the critical events in complex financial systems]. Moscow: Internet-treiding, 2003.