

УДК 336.761: 330.46: 330.16

Шайтанова Є.С.

*аспірант кафедри економіки та інформаційних технологій  
Інженерного інституту Запорізького національного університету*

Shaytanova Eugenia

*Postgraduate student of Economics and Information Technology  
Engineering Institute of Zaporizhzhya National University*

## АГЕНТНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИЙНЯТТЯ ІНВЕСТИЦІЙНИХ РІШЕНЬ З УРАХУВАННЯМ ПОВЕДІНКОВИХ ФАКТОРІВ

### AGENT MODELING OF ADOPTION INVESTING DECISIONS WITH THE CONTINGENCY OF BEHAVIORAL FACTORS

#### АНОТАЦІЯ

Метою статті є агентне моделювання прийняття інвестиційних рішень з урахуванням поведінкових факторів для підвищення ефективності управління інвестиційними ресурсами. У статті висвітлено поняття агентно-орієнтованої моделі, визначено її переваги та недоліки. Обґрунтовано необхідність уваги до поведінкового аспекту прийняття рішень в управлінні економічними об'єктами. Розглянуто агентно-орієнтовану модель Люкса-Марчезі, здійснено її модифікацію та реалізацію. Створено модель різномірної популяції інвесторів з урахуванням авторитету представників популяції та схильності до стадної поведінки, проведено її реалізацію. Здійснено синтез моделі Люкса-Марчезі з моделлю різномірних інвесторів, реалізовано в середовищі імітаційного моделювання Anylogic. Дослідження цього напрямку дасть змогу поглибити теоретичний та методологічний інструментарій моделювання управління інвестиційними ресурсами підприємства.

**Ключові слова:** інвестиційна діяльність, агентно-орієнтована модель, прийняття рішень, фінансовий ринок, масова поведінка.

#### АННОТАЦИЯ

Целью статьи является агентное моделирование принятия инвестиционных решений с учетом поведенческих факторов для повышения эффективности управления инвестиционными ресурсами. В статье освещено понятие агентно-ориентированной модели, определены ее преимущества и недостатки. Обоснована необходимость внимания к поведенческому аспекту принятия решений в управлении экономическими объектами. Рассмотрена агентно-ориентированная модель Люкса-Марчези, осуществлены ее модификация и реализация. Создана модель разнородной популяции инвесторов с учетом авторитета представителей популяции и склонности к стадному поведению, проведена ее реализация. Осуществлен синтез модели Люкса-Марчези с моделью разнородных инвесторов, реализован в среде имитационного моделирования Anylogic. Исследования этого направления позволят углубить теоретический и методологический инструментарий моделирования управления инвестиционными ресурсами предприятия.

**Ключевые слова:** инвестиционная деятельность, агентно-ориентированная модель, принятие решений, финансовый рынок, массовое поведение.

#### ANNOTATION

The empirical market observation and testing of models proposed by the classical theory have shown that the theory and models of economic management used in practice in some cases do not allow constructing correct forecasts in real markets. One of the reasons for the lack of predictive power of models was the weak attention of the classical theory to the behavioral aspect of decision-making economic objects. Without taking into account behavioral aspects, existing models do not provide the opportunity to develop effective financial and investment strategies. The arti-

cle held the analysis of the current financial market. The addition between behavioral characteristics of market participants and the reaction of market indicators is revealed. The necessity of attention to the behavioral aspect of decision making in the management of economic objects is substantiated. The empirical data which are obtained in recent years by foreign scientists confirm existence in the markets of herding behavior. The herding behavior is shown when a significant amount of people carries out identical actions as a result of imitation by one subjects of others. The phenomenon of herding behavior is observed at making decisions on investment, forecasting of the income, operations with securities in commodity, stock markets and so on. The relationship between behavioral characteristics of market participants and the reaction of market indicators is revealed. We believe that the inclusion of behavioral characteristics will provide the management personnel necessary information for the purpose of formation of management activities to coordinate the process of investment decision-making. In order that investment of capital is really effective and provides businesses making a profit it is necessary to define expediency of implementation of such investment at first. Therefore when portfolio of financial investments by the enterprise forms it is necessary to define profitability of securities and risk of capital investments in these or those securities. Agent-oriented model of artificial stock market was modified and was made its computer implementation for the domestic market.

**Key words:** investment operation, agent-oriented model, decision making, financial market, herding behavior.

**Постановка проблеми.** У світовій практиці відомі випадки ірраціональної поведінки окремих агентів та фінансового ринку загалом, які неможливо пояснити за допомогою раціональних моделей [1]. Виникає необхідність дослідження поведінки агентів фінансових ринків та виявлення мотивів учасників нестабільних, вкрай ризикованих та практично некерованих ринків в сучасних умовах їх функціонування.

Інформація, яку отримують агенти будь-якого ринку, найчастіше характеризується своєю неповнотою та асиметричністю, через що з'являється необхідність отримання інформації через інші джерела та пошуку альтернативних способів прийняття рішень в умовах неповноти інформації. Відносно новим способом отримання необхідної для агентів ринку інформації стало прийняття рішень, що спираються на аналіз дій інших учасників ринку.

Теоретичні концепції спрямовані на пошук методів, які б давали змогу передбачити ненавмисні соціальні наслідки цілеспрямованих дій

людей, які відбуваються під впливом різноманітних та різноспрямованих факторів у ринковому середовищі. Одним зі шляхів вирішення цієї проблеми стало агентно-орієнтоване моделювання (АОМ).

З огляду на новизну ідеї інформаційного управління та актуальність досліджень у цій сфері робота присвячена агентному моделюванню прийняття інвестиційних рішень з урахуванням поведінкових факторів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженню моделювання економічних процесів присвячено праці багатьох науковців, таких як Г. Марковіч [2], Т. Кім [3], Р. Аксельрод, Дж. Холланд, М. Леві [4], Г. Леві, Дж.Х. Міллер, С. Соломон [4], Т. Люкс [5], М. Марчезі [6], Е. Зіцанг, С. Чен, Е. Зіцанг, М. Грубер, А. Вахтизін, В. Гужва, О. Шарапов [7; 8; 9]. Протягом останніх десятиріч бурхливо розвиваються дослідження агентно-орієнтованого підходу [10] до побудови моделей.

Аспекти колективної поведінки агентів досліджені в роботах Х. Лебенстайна, Л. Фестингера, І. Джаніса, М. Грановеттера, нобелівських лауреатів Г. Саймона, Д. Акерлофа, Д. Стігліца [11], Т Шеллінга [12], що вивчають інформаційний та психологічний вплив на прийняття рішень економічними агентами [13].

Психологічні особливості прийняття рішень економічною людиною досліджують Дж. Аткинсон, Дж. Б'юкенен, О. Вільямсон, Л. Віготський, Д. Канеман, Г. Келлі, А. Леонт'єв, В. Лефевр, Дж. Майєр, С. Мілгрем, Р. Нісбетт, Л. Росс, П. Саловей, Г. Таллок.

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.** Незважаючи на значну кількість наукових праць, недостатньо вивченими

та досить важливими залишаються питання агентного моделювання прийняття інвестиційних рішень з урахуванням поведінкових факторів для ефективного управління інвестиціями.

Формулювання цілей статті (**постановка завдання**). Метою статті є моделювання прийняття інвестиційних рішень з урахуванням поведінкових факторів для підвищення ефективності управління інвестиційними ресурсами.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Агентно-орієнтовані моделі – це імітаційні моделі, призначені для виявлення глибинних причин колективної поведінки агентів, які керуються простими правилами. Такі моделі складаються з агентів, що взаємодіють за встановленими правилами штучного ринку. Таким чином, є можливість аналізу як мікрорівня, тобто агентів, так і макрорівня, тобто властивостей, які характеризують змодельований штучний ринок.

Агентно-орієнтовані моделі фондових ринків дають можливість зрозуміти та пояснити багато явищ, які спостерігаються на реальних ринках, таких як ажіотажна торгівля, переоцінка або недооцінка активів, неліквідність ринку. Такі моделі дають змогу прогнозувати кризові явища на ринку.

Недоліком агентно-орієнтованих моделей є велика кількість параметрів, що значно ускладнює як процес моделювання, так і процес прогнозування реальних показників, які характеризують функціонування конкретного фондового ринку.

Призначення економетричних моделей штучних фінансових ринків полягає в тому, щоби пояснити загальні закономірності, які спостерігаються на реальних ринках. Моделі штучних

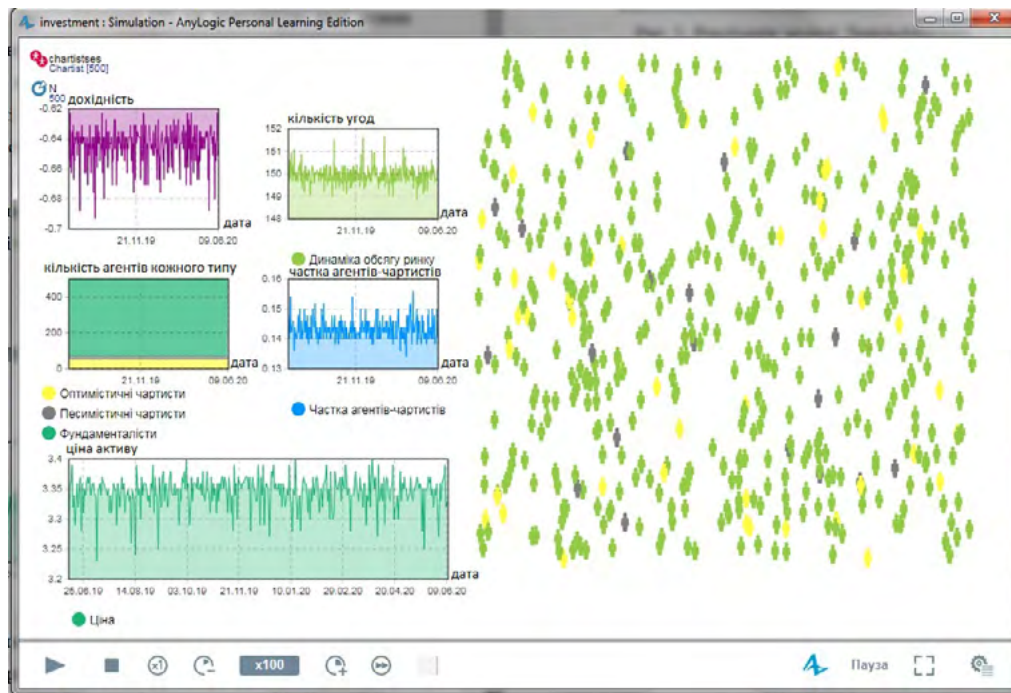


Рис. 1. Реалізація моделі Люкса-Марчезі

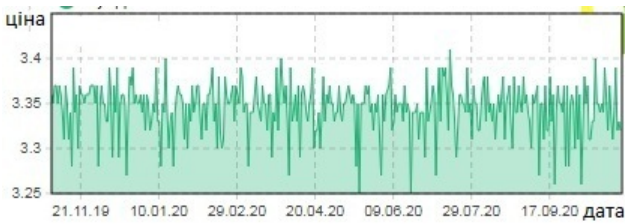


Рис. 2. Динаміка зміни ринкової ціни акції в моделі Люкса-Марчезі

ринків повинні відповідати трендам в реальних даних у періоди нестабільності ринку, інакше вони не зможуть пояснювати минуле та передбачати майбутнє. До таких моделей належить агентно-орієнтована модель Люкса-Марчезі [5], за допомогою якої можна прогнозувати не тільки динаміку ринку в періоди стабільності, але й появу кризових явищ. Цей підхід дає можливість моделювати гіпотетичні чи катастрофічні ситуації та прогнозувати реакцію фондового ринку, що є інструментом розширеного аналізу ризиків.

Логічна структура моделі штучного фондового ринку Люкса-Марчезі [6] базується на певних припущеннях: на ринку діють дві групи агентів-трейдерів, а саме фундаменталісти й чартисти, які можуть змінювати свою стратегію та переходити з групи в групу. Детально алгоритм роботи моделі Люкса-Марчезі описує А. Примостка [14]. Серед чартистів виокремлюються підгрупи оптимістичних та песимістичних учасників. Така складна динаміка приводить до хаотичності середніх значень ринкової ціни. Рішення щодо купівлі чи продажу акцій приймаються агентами за результатами порів-

няння їх ринкової ціни та фундаментальної (внутрішньої) вартості (щодо якої кожен агент має власну оцінку). За наявності незбалансованого попиту та пропозиції акцій виникає зворотній зв'язок між динамікою груп агентів та коригуванням ціни акцій (рис. 2).

Реалізація моделі Люкса-Марчезі (рис. 1) підтверджує потенційну здатність агентно-орієнтованих моделей пояснювати типові зміни волатильності фінансових ринків.

Модифікацію моделі Люкса-Марчезі запропоновано здійснити за рахунок розширення типології агентів, додання групи агентів-трейдерів-іраціоналістів, які будуть приймати рішення на основі власних суджень та не переходити з групи в групу. Такі агенти у своїй діяльності не орієнтуються на заздалегідь розроблений алгоритм, а визначають свою поведінку в процесі діяльності без логічного обґрунтування.

На рис. 3 наведено знімок екрана, що демонструє роботу модифікованої моделі Люкса-Марчезі щодо прийняття інвестиційних рішень на фінансовому ринку.

Кожну одиницю модельного часу проведені операції змінюють ринкову вартість активу



Рис. 4. Динаміка зміни ринкової ціни акції в модифікованій моделі Люкса-Марчезі

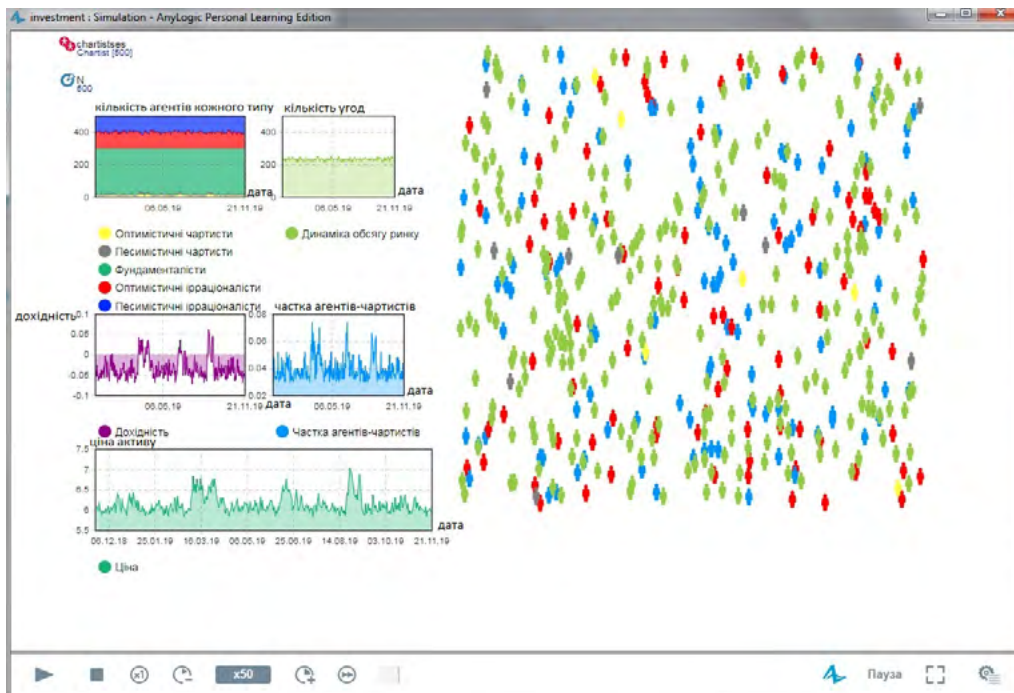


Рис. 3. Реалізація модифікованої моделі Люкса-Марчезі

(рис. 4). За результатами комп'ютерної симуляції отримано прогноз динаміки індексу настроїв чартистів як співвідношення оптимістично та песимістично налаштованих агентів, прогнозні значення обсягів ринку та дохідності активу.

Подальшим ускладненням моделювання прийняття інвестиційних рішень є синтез моделі Люкса-Марчезі з моделлю різнорідних інвесторів, за якою здійснюють вибір своїх дій агенти-іраціоналісти. Різнорідність має два прояви.

Різні типи інвесторів мають різну схильність до прояву стадної поведінки, тобто ймовірність виконання певної дії інвестором залежить від його індивідуальних особливостей, тобто в одній і тій же ситуації ймовірність виконання певної дії одним інвестором дорівнюватиме 50%, а іншим – 90%. Така особливість у роботі буде назватися схильністю до стадної поведінки.

Ймовірність виконання певної дії інвестором може залежати не тільки від відсотка представників цього типу інвесторів, які виконали цю дію, але й від того, хто саме виконав цю дію, тобто різні типи інвесторів здійснюють різний вплив на інших інвесторів. Яскравим прикладом такого явища в природі є проходження стада за ватажком. В інвестиційній діяльності прояви можуть включати наслідування успішних людей, проходження за керівником колективу тощо. Така особливість у роботі буде назватися авторитетом інвестора.

У психології під авторитетом розуміється визнання, повага до людини з боку інших людей, її здатність впливати на їхні думки й поведінку, а також бути для цих людей зразком для наслідування й джерелом ідей, цінностей, норм моралі, форм поведінки [15]. У такому контексті, очевидно, авторитет окремих представників інвесторів буде впливати на дії інших інвесторів: чим більше такий авторитет у інвестора, тим більше схильні слідувати за ним інші інвестори (в термінах роботи – повторювати його дії), що диктує необхідність врахування авторитету в моделях прийняття інвестиційних рішень з урахуванням поведінкових особливостей агентів.

Модель різнорідних інвесторів має такий вигляд: популяція складається з  $L$  інвесторів, кожен окремий інвестор позначається  $l=1...L$ . У кожен момент часу  $t, t=1...T$  (в моделі розглядається всього  $t$  моментів часу) кожен інвестор може виконати певну дію: купити  $S_l=1$ , продати  $S_l=-1$  чи тримати акцію  $S_l=0$ . Дія має дискретний характер (наприклад, інвестор може купити чи продати 1 акцію (пакет акцій) в кожний момент часу).

Ймовірність виконання деякої дії інвестором залежить від того, які дії здійснили інші інвестори. У найпростішій ситуації така ймовірність буде залежати від того, який відсоток інвесторів виконав цю дію. В більш складних ситуаціях така ймовірність буде також залежати від того, хто саме з інвесторів виконав цю дію, інтенсивності дії, схильності інвестора до стадної

поведінки.

Завдання обліку в моделях авторитету інвесторів вирішується шляхом додавання в модель відповідного фактору. В цьому разі як фактор використовується не просто відсоток інвесторів, які виконали цю дію, а зважування з урахуванням авторитету. У граничному випадку, якщо авторитет одного інвестора в очах іншого інвестора дорівнює 0, виконання таким інвестором досліджуваної дії не впливатиме на схильність іншого інвестора виконати цю дію, тобто не буде викликати в ньому стадну поведінку.

Отже, ймовірність виконання інвестором  $l$  дії  $S_l$  в момент часу  $t$  буде залежати від того, яка кількість інвесторів виконала до цього моменту відповідну дію, а також від авторитету відповідних інвесторів, які виконали цю дію, в очах інвестора  $l$ , тому матиме такий вигляд:

$$S_l^t = f \left( \frac{\sum_{i=1}^L (q_i \cdot S_i^{t-1})}{\sum_{i=1}^L q_i}, d_l \right), \quad (1)$$

де  $q_l$  – авторитет інвестора  $l$  в очах іншого інвестора, який може бути в межах від 0 до 1.

Спрощенням моделі (1) буде випадок однакового авторитету, коли авторитет інвестора  $l$  в очах всіх інших інвесторів однаковий. Такий підхід може бути доцільним, коли розглядаються великі популяції або коли немає можливості докладно оцінити авторитет усіх інвесторів в очах один одного.

Відповідно, є можливість об'єднання моделей різнорідної популяції з урахуванням авторитету представників популяції з моделлю різнорідної популяції з урахуванням схильності до стадної поведінки шляхом отримання таких моделей різнорідної популяції з урахуванням авторитету представників популяції та схильності до стадної поведінки.

Модель різнорідної популяції з урахуванням авторитету представників популяції та схильності до стадної поведінки для дискретного випадку має такий вигляд:

$$S_l^t = f \left( \frac{\sum_{i=1}^L (q_i \cdot S_i^{t-1})}{\sum_{i=1}^L q_i}, d_l \right), \quad (2)$$

де  $d_l$  – схильність інвестора  $l$  до стадної поведінки, яка може бути в межах від 0 до 1.

Слід також враховувати, що стадність є лише одним з багатьох чинників, що визначають поведінку інвесторів, тому внесок стадності в підсумкову ймовірність виконання інвестором деякої дії далеко не вичерпаний, що диктує необхідність під час побудови моделей враховувати не тільки стадність, але й інші чинники, такі як власні апріорні очікування щодо цього активу, зовнішні новини на ринку, шум.

Доцільно на цьому етапі включити такі чинники в абстрактному вигляді та позначити їх безліччю  $[g_1...g_C]$ , де  $g$  – значення відповідних

факторів, а  $G$  – загальна кількість додаткових чинників.

Таким чином, шляхом розширення набору факторів, що використовуються в запропонованих вище моделях, можна отримати модель з урахуванням додаткових факторів, які пов'язані зі стабільністю. Наприклад, модель різнорідних інвесторів з урахуванням авторитету інвесторів, схильності до стадної поведінки та додаткових факторів прийме такий вигляд:

$$S_i^t = f \left( \frac{\sum_{l=1}^L (q_l \cdot S_i^{t-1})}{\sum_{l=1}^L q_l}, d_i, [g_1 \dots g_G] \right). \quad (3)$$

Більшу точність може показати включення в модель значень вихідних показників в адитивному вигляді. Безпосередній вигляд функцій відповідної моделі є таким:

$$S_i^t = g_1 \cdot V_i + \left( \frac{\sum_{l=1}^L (q_l \cdot S_i^{t-1})}{\sum_{l=1}^L q_l} \right) + d_i \cdot \left( \frac{\sum_{l=1}^L S_i^{t-1}}{L} \right) + g_2 \cdot H(t) + g_3. \quad (4)$$

Таким чином, ключовими факторами є такі: відсоток представників інвесторів, які вже виконали певну дію; авторитет інвесторів в очах один одного; індивідуальна схильність до стадної поведінки (конформізм). Ці фактори доповнюються специфічним набором додаткових чинників, сформованим на основі аналізу по-

ведінки інвесторів, що включає власні апріорні очікування щодо цього активу  $V_i$  в межах  $[-1, 0, 1]$ , коефіцієнт довіри власному очікуванню  $g_1$  в межах від 0 до 1, середнє значення дій інших агентів щодо цього активу, зовнішні новини на ринку  $H(t)$ , коефіцієнт довіри новинам  $g_2$ , а також шум  $g_3$  в межах від  $-0,2$  до  $0,2$ .

Моделювання прийняття рішень (рис. 5) здійснювалось на основі моделі різнорідних інвесторів, яка забезпечує загальний фон для створення реалістичних моделей соціальної взаємодії, що означає можливість її використання як моделі фінансової динаміки ціни в результаті колективного вирішення сукупності агентів. Ця модель включає імітацію дії зовнішніх новин, авторитету інших інвесторів, схильності до стадної поведінки, приватної інформації. Вона має структуру динамічної моделі, в якій агенти мають певні дії з коефіцієнтами зв'язку, а також накопичену інформацію про те, як ринок зреагував на попередні новини. Вивчається, як агенти інтерпретують новини, які отримують, та те, наскільки сильним є вплив вибору попередніх учасників ринку й авторитету інших інвесторів на їх власний вибір.



Рис. 6. Динаміка зміни ринкової ціни акції в моделі різнорідних інвесторів



Рис. 5. Реалізація моделі різнорідних інвесторів



Рис. 7. Реалізація синтезу моделі Люкса-Марчезі з моделлю різнорядних інвесторів



Рис. 8. Динаміка зміни ринкової ціни акції в моделі Люкса-Марчезі з моделлю різнорядних інвесторів

Кожну одиницю модельного часу проведені операції змінюють ринкову вартість активу (рис. 6). В інтерактивному режимі будуються графіки динаміки ринкової вартості активу, обсягу ринку (кількість угод), частки типів інвесторів на ринку.

Подальшим ускладненням моделі є синтез моделі Люкса-Марчезі з моделлю різнорядних інвесторів.

Таким чином, на ринку (рис. 7) діють такі три групи агентів-трейдерів: фундаменталісти і чартисти, які можуть змінювати свою стратегію та переходити з групи в групу, й ірраціоналісти, які не змінюють стратегію та не переходять в іншу групу. Крім того, серед чартистів та ірраціоналістів виокремлюються підгрупи оптимістичних та песимістичних учасників.

В інтерактивному режимі будуються графіки динаміки ринкової вартості активу (рис. 8), обсягу ринку (кількість угод), частки типів інвесторів на ринку, дохідності активу, індексу настроїв чартистів.

За результатами комп'ютерної симуляції отримано прогноз динаміки індексу настроїв чартистів як співвідношення налаштованих агентів, прогнозні значення обсягів ринку та загальної дохідності активу. Порівняння отриманих результатів з ціновою динамікою ринку показало, що моделювання фондового ринку методами агентно-орієнтованого підходу є ефективним та може бути використане для прогнозування динаміки українського фондового ринку або його окремих складових за умов високої волатильності та різкої зміни настроїв трейдерів, що характерно для вітчизняних реалій.

Порівняємо динаміку зміни ринкової ціни акції в різних моде-

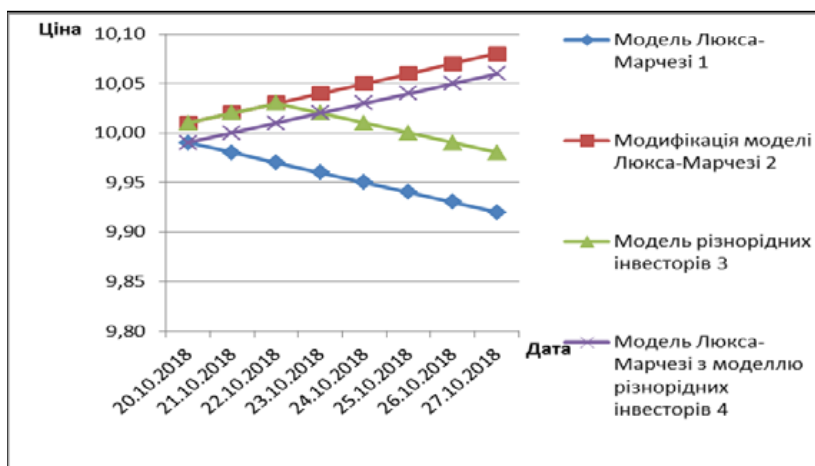


Рис. 9. Динаміка зміни ринкової ціни акції в різних моделях

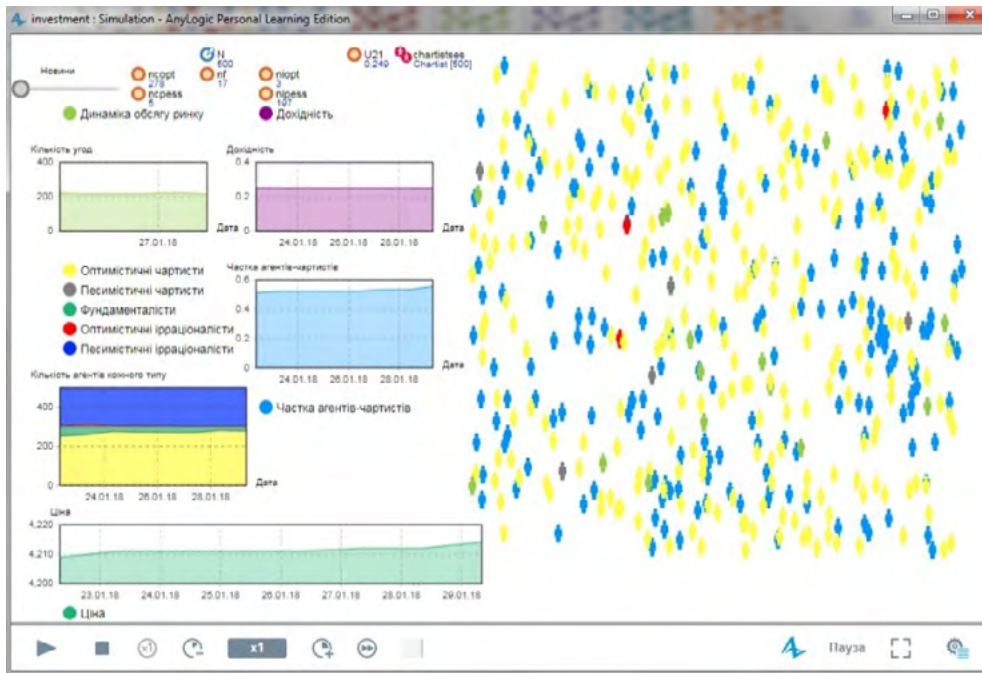


Рис. 10. Реалізація синтезу моделі Люкса-Марчезі з моделлю різнорідних інвесторів для акцій АТ «Мотор Січ»

лях за один тиждень (рис. 9). В моделі Люкса-Марчезі (1) ціна акції за період з 20 жовтня 2018 року по 27 жовтня 2018 року знижувалась, тому що її дохідність спадала, а інвестори продавали акції. В модифікованій моделі Люкса-Марчезі (2) рішення трейдерів-іраціоналістів вплинули на ціну акції, отже, вона зросла, незважаючи на спад дохідності акції. В моделі різнорідних інвесторів (3) на рішення агентів вплинули зовнішні негативні новини на ринку щодо акції, вибір попередніх учасників ринку, авторитет інших інвесторів, тому після незначного зростання ціна почала спадати. В моделі Люкса-Марчезі з моделлю різнорідних інвесторів (4) негативні зовнішні новини на ринку не вплинули на ціну, отже, вона зростала. Трейдери-фундаменталісти та чартисти не зважали на новини та приймали рішення згідно зі власною стратегією. При цьому більшість трейдерів-іраціоналістів продавала акції, але їх частка серед усіх інвесторів не змогла вплинути на зміну ціни за один тиждень.

Графік порівняння прогнозованих та реальних даних цін акцій в синтезі моделі Люкса-Марчезі з моделлю різнорідних інвесторів для АТ «Мотор Січ» наведено на рис. 11.

Отже, прогнозовано ціни для акцій АТ «Мотор Січ» на 10 робочих днів. Цифри показують високу якість прогнозування побудованої моделі.

Масова поведінка серед індивідуальних інвесторів найчастіше приводить до необґрунтованого зростання цін та формування спекуля-

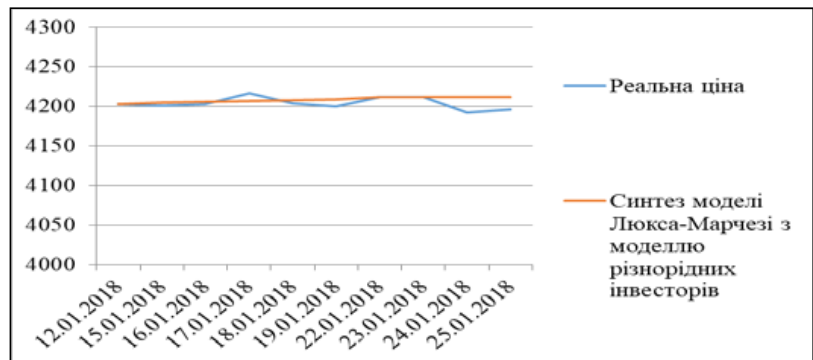


Рис. 11. Прогнозовані та реальні ціни для АТ «Мотор Січ»

тивних «бульбашок», що має дестабілізуючий вплив на міжнародні фондові ринки та дохідність інвестицій [16]. Подальше дослідження цієї проблеми має допомогти розробити ефективні механізми протидії негативному впливу масової поведінки інвесторів на ефективність функціонування міжнародних фондових ринків та підвищити ефективність прийняття інвестиційних рішень.

**Висновки.** Наукова підготовка та прийняття оптимального управлінського рішення є комплексною проблемою, що включає техніку, технологію, економіко-математичні методи, теорію інформації, логіку, соціологію, економіку, психологію поведінки людей.

За результатами вивчення переваг та недоліків агентно-орієнтованих моделей прийняття інвестиційних рішень модифіковано модель Люкса-Марчезі як таку, що найбільше відповідає стану вітчизняного фондового ринку, оскільки в умовах його нерозвиненості застосу-

вання більш складних моделей стає неефективним. Побудова та тренування штучного ринку дає змогу імітувати поведінку агентів та наочно продемонструвати цінову динаміку ринку.

Розроблено комплекс моделей прийняття інвестиційних рішень з урахуванням поведінкових факторів, які показали, що методи агентно-орієнтованого підходу є ефективними та можуть бути використані для прогнозування динаміки українського фондового ринку або його окремих складових за умов високої волатильності та різкої зміни настроїв трейдерів, що є характерним для вітчизняних реалій.

Під час управління інвестиційними ресурсами підприємства доцільно здійснювати аналіз поведінки інших інвесторів, які значно впливають на ринкові індикатори, отже, дохідність фінансових інвестицій.

Вважаємо, що розроблений комплекс моделей прийняття інвестиційних рішень з урахуванням поведінкових факторів забезпечить управлінський персонал необхідною інформацією задля вжиття управлінських заходів з координації процесу прийняття інвестиційних рішень.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Канеман Д., Словик П., Тверски А. Принятие решений в неопределенности. Правила и предубеждения. Харьков, 2005. 632 с.
2. Markowitz H.M. Portfolio Selection. *The Journal of Finance*. 1952. Vol. 7. № 1. P. 77–91.
3. Kim G., Markowitz H.M. Investment rules, margin and market volatility. *Journal of Portfolio Management*. 1989. Vol. 16 (1). P. 45–52.
4. Levy M., Levy H., Solomon S. A microscopic model of the stock market: Cycles, booms, and crashes. *Economics Letters*. 1994. Vol. 45 (1). P. 103–111.
5. Lux T. Herd behavior, bubbles and crashes. *Economic Journal*. 1995. Vol. 105 (431). P. 881–896.
6. Lux T., Marchesi M. Volatility clustering in financial markets: a micro-simulation of interacting agents. *International Journal of Theoretical and Applied Finance*. 2000. Vol. 3 (4). P. 675–702.
7. Гужва В. Мультиагентні системи : навчальний посібник. Київ : КНЕУ, 2011. 504 с.
8. Holland J.H., Miller J.H. Artificial Adaptive Agents in Economic Theory. *American Economic Review*. 1991. Vol. 81(2). P. 365–370.
9. Ситник В., Краснюк М. Интеллектуальный анализ данных (дейтамайнінг) : навчальний посібник. Київ : КНЕУ, 2007. 376 с.
10. Gustafsson L., Sternad M. Consistent micro, macro, and state-based population modelling. *Mathematical Biosciences*. 2010. Vol. 225 (2). P. 94–107.
11. Stiglitz J.E. Financial Systems for Eastern Europe's Emerging Democracies. *Occasional Papers (International Center for Economic Growth)*. San Francisco, CA : ICS Press in collaboration with the Institute for Policy Reform, 1993. P. 39.
12. Твид Л. Психология финансов. Москва, 2009. 358 с.
13. Солодучин С., Шайтанова Є. Аналіз поведінкових факторів на фінансових ринках при управлінні інвестиційними ресурсами підприємства. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: Економічні науки*. 2016. Вип. 16. Ч. 4. С. 159–162.
14. Примостка А. Агентно-орієнтоване моделювання інвестиційної діяльності банків на фондовому ринку : дис. ... канд. екон. наук : спец. 08.00.11. Київ, 2015. 225 с.
15. Словник соціально-психологічних понять. URL: [http://stud.com.ua/15775/psihologiya/slovnik\\_sotsialno\\_psihologichnih\\_ponyat](http://stud.com.ua/15775/psihologiya/slovnik_sotsialno_psihologichnih_ponyat) (дата звернення: 29.04.2019).
16. Солодучин С., Шайтанова Є. Аналіз впливу поведінкових факторів на фінансові ринки під час управління інвестиційними ресурсами підприємства. *Економічний вісник Запорізької державної інженерної академії. Серія: Економічні науки*. 2017. Вип. 1. Ч. 2. С. 117–121.

#### REFERENCES:

1. Kaneman D., Slovik P., Tverski A. (2005) Prinyatie resheniy v neopredelennosti: Pravila i predubezhdeniya. [Making decisions in uncertainty: Rules and biases]. Kharkov : Institute of Applied Psychology "Humanitarian Center" (in Russian).
2. Markowitz H.M. Portfolio Selection. *The Journal of Finance*. 1952. Vol. 7 No. 1. P. 77–91.
3. Kim G., Markowitz H. M. Investment rules, margin and market volatility // *Journal of Portfolio Management*. 1989. Vol. 16 (1). P. 45–52.
4. Levy M., Levy H., Solomon S. A microscopic model of the stock market: Cycles, booms, and crashes // *Economics Letters*. 1994. Vol. 45 (1). P. 103–111.
5. Lux T. Herd behaviour, bubbles and crashes // *Economic Journal*. 1995. Vol. 105 (431). P. 881–896.
6. Lux T., Marchesi M. Volatility clustering in financial markets: a micro-simulation of interacting agents // *International Journal of Theoretical and Applied Finance*. 2000. Vol. 3 (4). P. 675–702.
7. Guzhva V. (2011) Muljtyagentni systemy [Multi-agent systems]. Kiev : KNEU (in Ukrainian).
8. Holland J.H., Miller J.H. Artificial Adaptive Agents in Economic Theory // *American Economic Review*. 1991. Vol. 81(2). P. 365–370.
9. Sytnyk V., Krasnjuk M. (2007) Intelektualjnyj analiz danykh (dejtajmajningh) [Intellectual data analysis (deatmaking)]. Kiev : KNEU (in Ukrainian).
10. Gustafsson L., Sternad M. Consistent micro, macro, and state-based population modelling // *Mathematical Biosciences*. 2010. Vol. 225 (2). P. 94–107.
11. Stiglitz J.E. Financial Systems for Eastern Europe's Emerging Democracies. *Occasional Papers (International Center for Economic Growth)* / San Francisco, CA : ICS Press in collaboration with the Institute for Policy Reform, 1993. p. 39.
12. Tvid L. (2009) Psikhologiya finansov [Psychology of Finance]. Moscow : Psychology of Finance (in Russian).
13. Solodukhin S., Shaitanova E. (2016) Analiz povedinkovykh faktoriv na finansovykh rynkakh pry upravlinni investycijnymy reursamy pidpryemstva [The analysis of behavioural factors in the financial markets at management of investment resources of the enterprise]. *Naukova periodichne vidannya Naukiy Visnik Kherson sovereign University. Seriya: Ekonomichny science*, vol. 16, no. 4, pp. 159–162.
14. Primostka A. (2015) Aghentno-orijentovane modeljuvannja investycijnoji dijajlnosti bankiv na fondovomu rynku [Agent-based model-investing investment projects on the stock market]. (PhD Thesis), Kiev : Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman.
15. Slovnik sotsialno-psikhologichnikh ponyat [Electronic resource]. URL: [http://stud.com.ua/15775/psihologiya/slovnik\\_sotsialno\\_psihologichnih\\_ponyat](http://stud.com.ua/15775/psihologiya/slovnik_sotsialno_psihologichnih_ponyat) (accessed: 29.04.2019) (in Russian).



16. Solodukhin S., Shaitanova E. (2017) Analiz vplyvu povedinkovykh faktoriv na finansovi rynky pid chas upravlinnja investytsijnymy resursamy pidpryjemstva [Analysis of the influence of behavioral factors on financial markets in the management of investment resources of the enterprise]. Naukove periodичne vidannya Ekonomichnii visnik Zaporiz'koї derzhavnoj inzhenernoї akademij. Seriya: Ekonomichni nauki, vol. 1, no. 2, pp. 117–121.