

## УПРАВЛІННЯ РИНКОМ ЦІННИХ ПАПЕРІВ У РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ ГНУЧКИХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ

*Проаналізовано систему мультиагентного управління на ринку цінних паперів та інвестицій. Досліджена ієрархія задач, початкова декомпозиція системи, визначені типи завдань, які потребують вирішення, виявлені переваги проектної системи, профілі користувачів, учасники ринку цінних паперів, визначені функції системи та основні типи мультиагентного управління на ринку цінних паперів*

**Постановка проблеми.** На початку ХХ століття провідні світові держави прискорили свій соціально-економічний розвиток завдяки науково-технічному прогресу, докорінно змінив підхід до свого розвитку. Завдяки розвитку глобальної Інтернет-економіки, частиною якої є електронний ринок цінних паперів та інвестицій, одним із шляхів вирішення подібних задач постає завдання дослідити систему інтелектуальних агентів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Досліджували цю тему зарубіжні спеціалісти Г. Хубаєв, О. Кобелев, Д. Разуваєв, П. Ушанов та інші. Серед відомих українських вчених А. Чухно, М. Крейдич, Т. Ковальчук, О. Чубукова, М. Крупка, П. Кравець приділяють увагу розвитку науково-технічного прогресу, управлінню ринком цінних паперів у реальному часі “гнучких” інтелектуальних ресурсів.

**Невирішені частини проблеми.** Українськими вченими висвітлюються різноманітні системи управління ринком цінних паперів, разом з тим, недостатньо висвітлені такі питання, як основні ризики інформаційно-комунікаційних технологій при електронних розрахунках, недостатньо проаналізовані стратегії розвитку модернізації інформаційно-комунікаційних технологій, не досить чітко виявлені фактори впливу на розвиток комунікаційних технологій.

Однак незважаючи на різноплановість та глибину проведених досліджень, проблема управління ринком цінних паперів у реальному часі залишається недостатньо дослідженою, тому тема є актуальною і своєчасною.

**Мета дослідження.** Визначення основних завдань в процесі ефективного управління ринком цінних паперів у реальному часі гнучких інтелектуальних систем.

**Основні результати дослідження.** Розвиток науково-технічного прогресу докорінним чином змінив доступ до ресурсів глобальної інформаційної мережі Інтернет, відкрив нові можливості розвитку Інтернет-економіки, частиною якої є електронний ринок цінних паперів та інвестицій. Бізнес вимагає постійного вдосконалення сервісу, індивідуального підходу, впровадження інновацій і скорочення витрат, мінімізації ризиків.

Усвідомлюючи, що на реальному ринку цінних паперів та інвестицій основну роль виконують люди-торговці (брокери, трейдери та ін.), то на модельованому ринку їм відповідають інтелектуальні агенти, які можуть приймати рішення, об'єднуватися в групи та навчатися в процесі функціонування ринку, тобто виконувати майже усі дії, які виконують реальні фахівці. Саме цим і пояснюється застосування мультиагентного підходу для ефективного управління ринком цінних паперів.

Важливою складовою частини об'єкта досліджень є автоматизація процесу прийняття рішень на ринку цінних паперів та інвестицій із залученням потенціалу мережі Інтернет. Автором пропонується модель системи штучних інтелектуальних організмів (агентів), які можуть ухвалювати рішення щодо купівлі-продажу акцій, беручи участь в електронних торгах на ринку цінних паперів України.

Створюючи працюючу мультиагентну систему управління ринком цінних паперів та інвестицій, досягнення виконання поставлених цілей необхідно розв'язати ряд складних завдань, виявити та впорядкувати побудову ієрархії задачі [1]. Мультиагентна система управління ринком цінних паперів та інвестицій має бути дієздатною інтелектуальною системою, яка дасть змогу брокерським фірмам укласти вигідні угоди на ринку. Відповідатимуть інтересам клієнта та принесуть йому дохід з найменшими затратами коштів, людських та матеріальних ресурсів. Створена мультиагентна система управління ринком цінних паперів та інвестицій зображена на рис. 1.

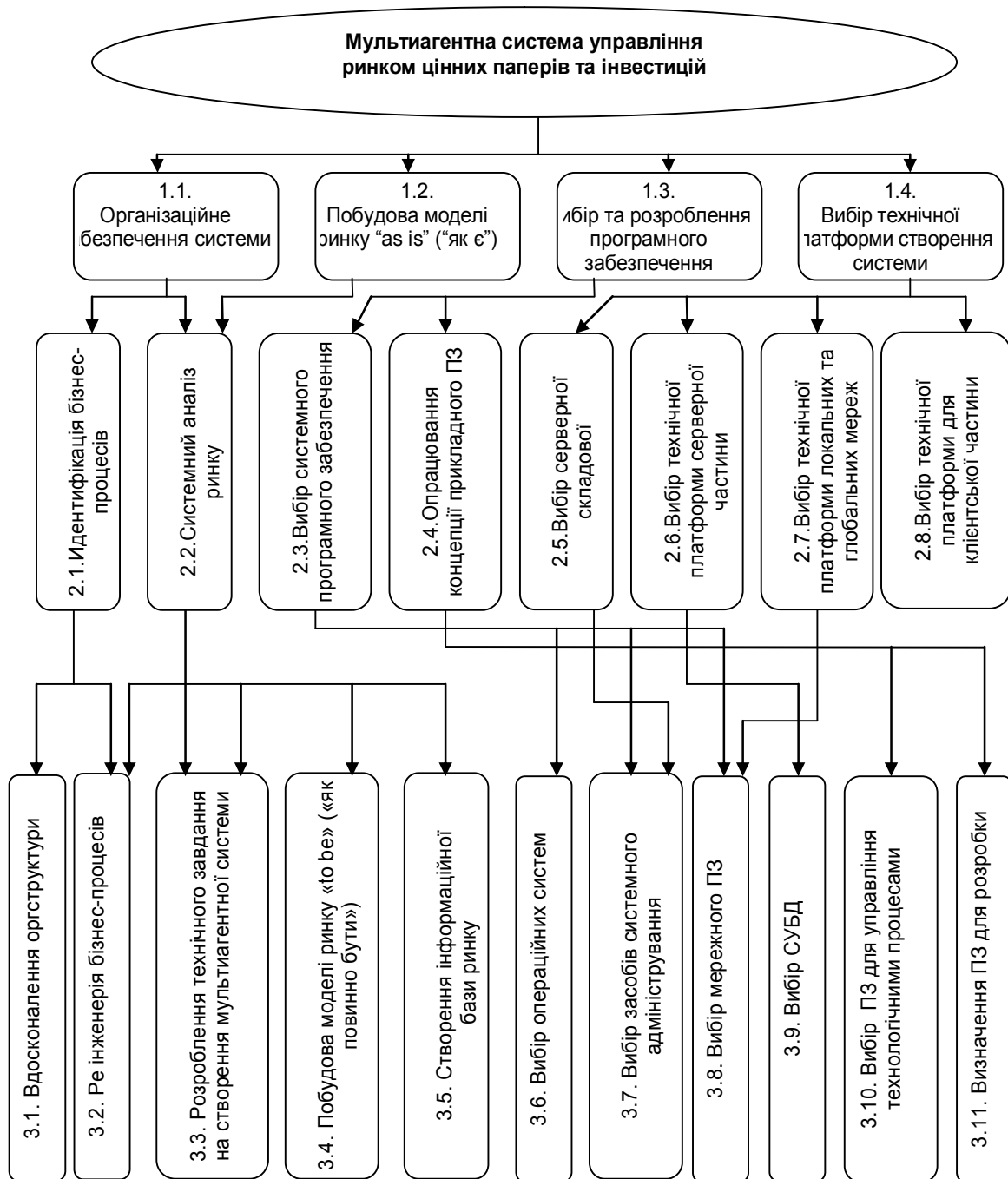


Рис. 1. Мультиагентна система управління ринком цінних паперів та інвестицій\*

\*Розроблено автором

Розглядаючи ієрархію задач, початкова декомпозиція системи здійснюється за таким принципом поділу: що потрібно знати, що потрібно створити, що потрібно організувати та що потрібно використати для розв'язання поставленої задачі.

Основними задачами є:

- 1) побудова моделі ринку цінних паперів та інвестицій, а саме побудова моделі “to be” (“як повинно бути”);
- 2) задача організаційного забезпечення системи;
- 3) вибір та розроблення програмного забезпечення;
- 4) вибір технічної платформи розроблення системи.

Мультиагентне інформаційно-комунікаційне забезпечення системи дає інформацію про організацію та структуру ринку, необхідну для побудови добре функціонуючої моделі. Етапом побудови моделі ринку цінних паперів є проведення системного аналізу. За допомогою вибору та розроблення програмного забезпечення системи, можливо правильно підібрати інструментальні засоби проектування мультиагентних систем (МАС), зважаючи на швидкі темпи розвитку інформаційно-комунікаційних технологій, при ефективному впровадженні системи управління ринком цінних паперів та інвестицій.

Головною метою розроблення МАС може стати мультиагентна система, яка має своє призначення та передбачає присутність одного актора (“Торговець”) та чотирьох задач (завдання критеріїв пошуку, пошук в базі даних пропозицій, прийняття рішення щодо купівлі/продажу, подання результату). Пошук в базі даних пропозицій та прийняття рішення щодо купівлі/продажу розв'язує множина розподілених агентів-брокерів, що дає змогу здійснити кваліфіковану оцінку прийнятого рішення та пришвидшити процес отримання результату. Перша та остання задачі співпрацюють з торговцем за допомогою використання віконних форм введення/виведення інформації, відповідно приймаючи від нього дані та представляючи йому результат. Така мультиагентна система ґрунтується на моделюванні і використовується для затвердження спроектованої моделі ринку цінних паперів на макрорівні (“use case”) на рис. 2.

Обґрунтування розроблення мультиагентної системи у галузі ринку цінних паперів та інвестицій можна виділити такі типи завдань, які потребують вирішення:

- виявлення, формулювання й групування класифікаційних ознак цінних паперів на фондовому ринку;
- формулювання стану за кожною ознакою окремо;
- підготовка глобального (наскрізного) класифікатора цінних паперів;
- підготовка розширених класифікаторів цінних паперів;
- підготовка класифікаторів за видами цінних паперів;
- підготовка блочних класифікаторів цінних паперів;
- впровадження пошукових систем;
- впровадження аналітичних систем;
- модернізація інформаційно-комунікаційних технологій та систем на ринку цінних паперів;
- вдосконалення системи оцінювання ризиків інвесторів.

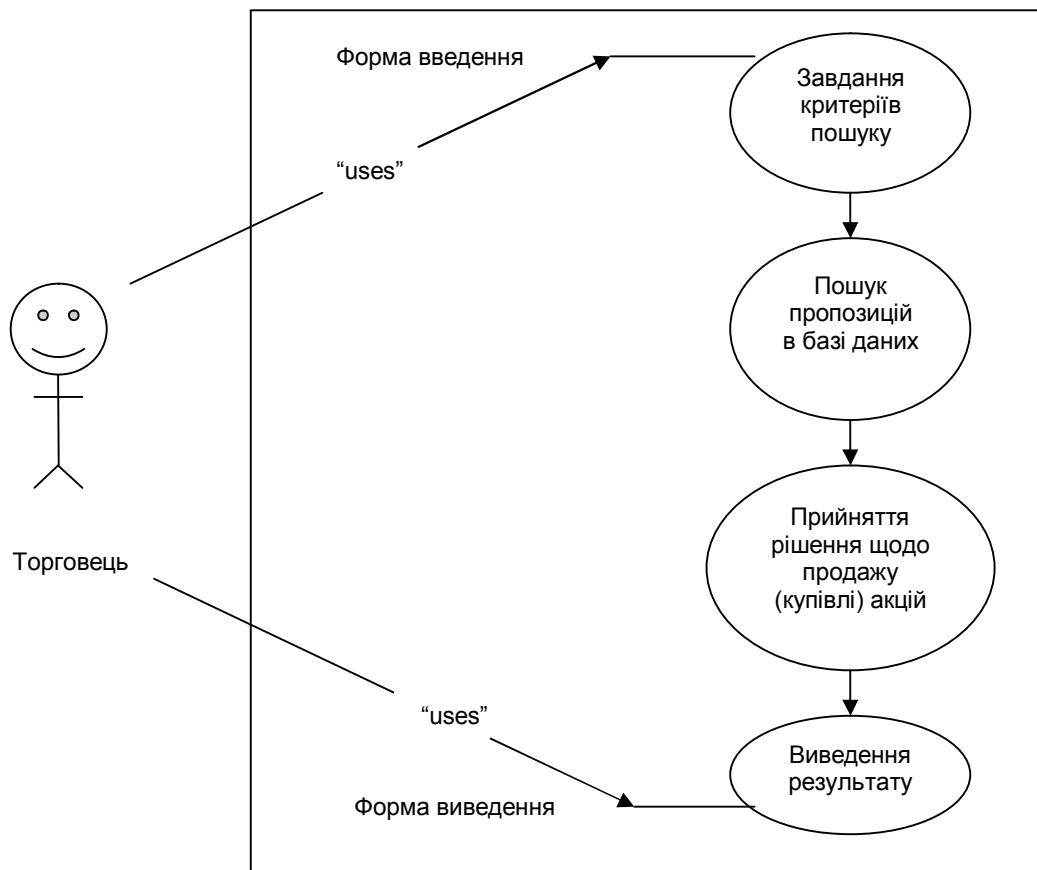


Рис. 2. Мультиагентна система управління ринком цінних паперів та інвестицій\*

\*Розроблено автором

Вирішення цих завдань повинно орієнтуватися на цілі, яких належить досягти в процесі систематизації цінних паперів. Їх варто розподілити на дві групи: цілі, пов'язані з обслуговуванням законодавчих органів країни, і цілі, зв'язані з обслуговуванням учасників ринку цінних паперів [2]. Зупинимось на другій групі цілей для вирішення завдання комп'ютеризації, а саме, – підборі певного об'єкта для інвестування та його рекомендації для інвестора, який стає учасником процесу.

Для вирішення поставленої задачі необхідно використати готові напрацювання супутніх задач, зокрема щодо розроблення аналітичних систем, індексації ознак цінних паперів на ринку цінних паперів.

Розглядаючи такі задачі, більш детально можна побачити, що для впровадження її комп'ютеризованого вирішення необхідно розглянути нові задачі: зміну організації документообігу, спосіб збереження інформації про цінні папери та інвестиції, навчання персоналу тощо.

Створення дієздатної інтелектуальної системи з використанням “cloud-computing” технології, яка дасть змогу брокерським фірмам укласти вигідні угоди на ринку, які відповідатимуть інтересам клієнта та принеситимуть йому дохід з найменшими затратами коштів, людських та матеріальних ресурсів.

Впровадження технології “cloud-computing” для управління ринком цінних паперів є відносно новим на теренах України. Такі технології надають можливість побудови віртуальних організацій, для ефективного функціонування яких не потрібно мати офіс з великою кількістю працівників. Працівники можуть виконувати завдання в домашніх умовах, а надають їм повноважень та прав з використання web-інтерфейсів.

На даному етапі для виконання завдань підбору об'єкта для інвестування використовують системи, що дають змогу працювати з однією базою даних про цінні папери та інвестиції, яка розміщена в одному конкретному місці і тому потребує наявності дорогого серверного обладнання та відповідного приміщення для організації офісу, що призводить до великих затрат на їх утримання. Впровадження MAC ринку цінних паперів дасть змогу розподілити навантаження між агентами, які не потребуватимуть потужних апаратних засобів завдяки тому, що можуть бути розміщені на віддалених відстанях та зв'язуватись між собою через захищену мережу Інтернет. MAC дасть змогу використовувати декілька невеликих баз даних, що в загальному являтимуть собою спеціалізоване сховище даних, яке не потребуватиме великих затрат на серверну частину. Система віртуальний офіс дасть змогу ефективно виконувати замовлення від інвесторів через мережу Інтернет на мікрорівні.

З огляду на викладене, можна виділити такі переваги проектованої системи порівняно з існуючими сьогодні системами:

- зменшення витрат на оренду офісів;
- зменшення витрат на апаратні засоби;
- продуктивність прийняття рішень завдяки розподіленості джерел інформації.

Запропонована система застосування інформаційно-комунікаційних технологій “cloudcomputing”, яка передбачає об'єднання комп'ютерів працівників у віртуальний офіс, що дасть змогу зменшити витрати на оренду приміщень та дорогі серверні частини очевидна і економічно обґрунтована.

Разом з тим, така технологія спричиняє ускладнення функціонування системи, а саме, збільшення кількості функцій, які повинні виконувати синхронізацію між базами даних, ідентифікацію працівників та клієнтів. Проте орієнтованість на web-мережу, яка сьогодні швидко розвивається, робить систему більш зручною та доступною для користувачів.

Саме таке ефективне використання ресурсів допоможе зменшити фінансові витрати, не погіршивши при цьому якість обслуговування клієнтів.

Потужні сили ринку включають можливість вибору між фінансовими аналітиками – чартистами й фундаменталістами, а також можливість вибору за переважаними думками (оптимістичний або песимістичний) серед чартистів. Нелінійна динамічна система створена для зображення основних механізмів розвитку фондового ринку. За різними параметрами система демонструє чотири види динамічних режимів: фундаментальна рівновага, нефундаментальна рівновага, періодичність і хаос [3].

Керування портфелем продажу акцій та розроблено теоретичні основи функціонування відповідної системи. Завдання управління портфелем передбачають виявлення профілів користувача:

- збирання інформації відносно початкового стану портфеля користувача,
- контроль навколишнього середовища від імені користувача,
- вироблення пропозицій рішень, що відповідають цілям інвестиції користувача.

Розглянемо структуру для мультиагентної інформаційної системи продажу акцій, яка описує комунікації агентів та обмін інформацією і знаннями між агентами. Основні завдання – це збір та інтеграція інформації, отриманої від співпрацюючих агентів, забезпеченню ухвалення ефективних рішень для інвесторів на фондовому ринку [4].

Мультиагентна інформаційна модель ринку цінних паперів SiSMag визначає поведінкові й пізнавальні відносини інвестора на мікрорівні й пояснює ефект їх впливу на ухвалення рішення. Мультиагентна інформаційна система ґрунтується на моделюванні і використовується для затвердження спроектованої моделі та вивчення явищ фондового ринку на макрорівні [5].

Моделі ефективного управління ринком цінних паперів та інвестицій виділяє такі модулі: модуль, який керує діями покупця, продавця та модулі брокерів. Такі модулі взаємодіють між собою і в результаті їх взаємодії досягається поставлена мета на ринку цінних паперів.

Основний модуль брокерів має свою дворівневу ієрархію, у корені якої знаходиться агент-брокер, який отримуючи певну інформацію від інших агентів, що збирають інформацію по конкретних параметрах ринку цінних паперів та інвестицій, приймає остаточне рішення щодо можливості укладення угоди та задоволення потреб розвиваючого ринку цінних паперів.

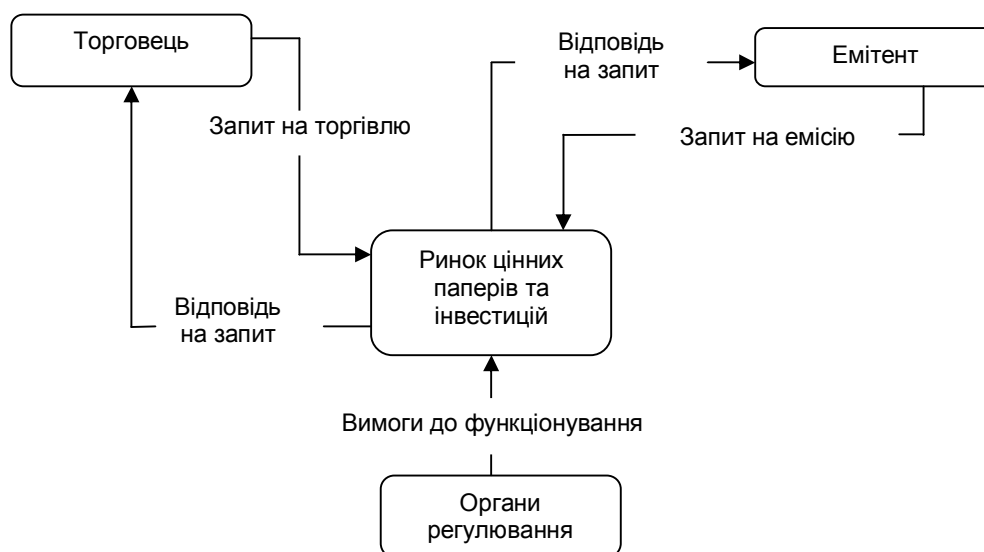
Розглядаючи функціональну структуру даної системи – очевидний розподіл функціональних завдань між агентами-брокерами, кожне з яких орієнтоване на певну область питань, структуру та зміст яких визначено у меті даної системи інформаційно-комунікаційних технологій в структурі фондового ринку.

Дана система також враховує зміни функціонування системи у часі. З часом деякі з параметрів ринку стануть неактуальними, і їх вибір не відіграватиме важливої ролі. Така модель даної системи активно реагує так, що деякі з агентів призупинять свою діяльність і тим самим зменшать завантаженість системи. Система здатна реагувати на збільшення чи зменшення учасників фондового ринку, тому що ринок цінних паперів та інвестицій є складовою частиною ринкової економіки (економіки з досконалою конкуренцією), яка є повністю децентралізованою системою, то відповідно і фондовий ринок також є децентралізованою системою, розподіленою управлінням ринком цінних паперів та інвестицій, яку можна розглядати як цілісний комплекс взаємопов'язаних елементів. До множини елементів системи можна віднести продавців, покупців та брокерів. Така система є залежною від зовнішніх чинників, зокрема від економічного та політичного стану країн, на які поширюється фондовий ринок. Саме така система може розвиватись з часом відповідно до змін у технологічному процесі функціонування ринку цінних паперів економічній системі держави.

Діаграми потоків даних системи функціонування ринку цінних паперів можна описати за допомогою діаграм потоків даних (DFD). Створюючи мультиагентну інформаційну систему управління ринком цінних паперів та інвестицій у керуванні цим ринком беруть участь:

- торговець цінними паперами, який займається купівлею/продажем акцій на ринку задля одержання прибутку;
- емітент, який розміщує свої акційні папери на ринку та регулює їхню кількість;
- органи регулювання, які задають певні правила торгів на ринку, яких повинні дотримуватися його учасники.

Діаграму такої інформаційної системи зображено на рис. 3.

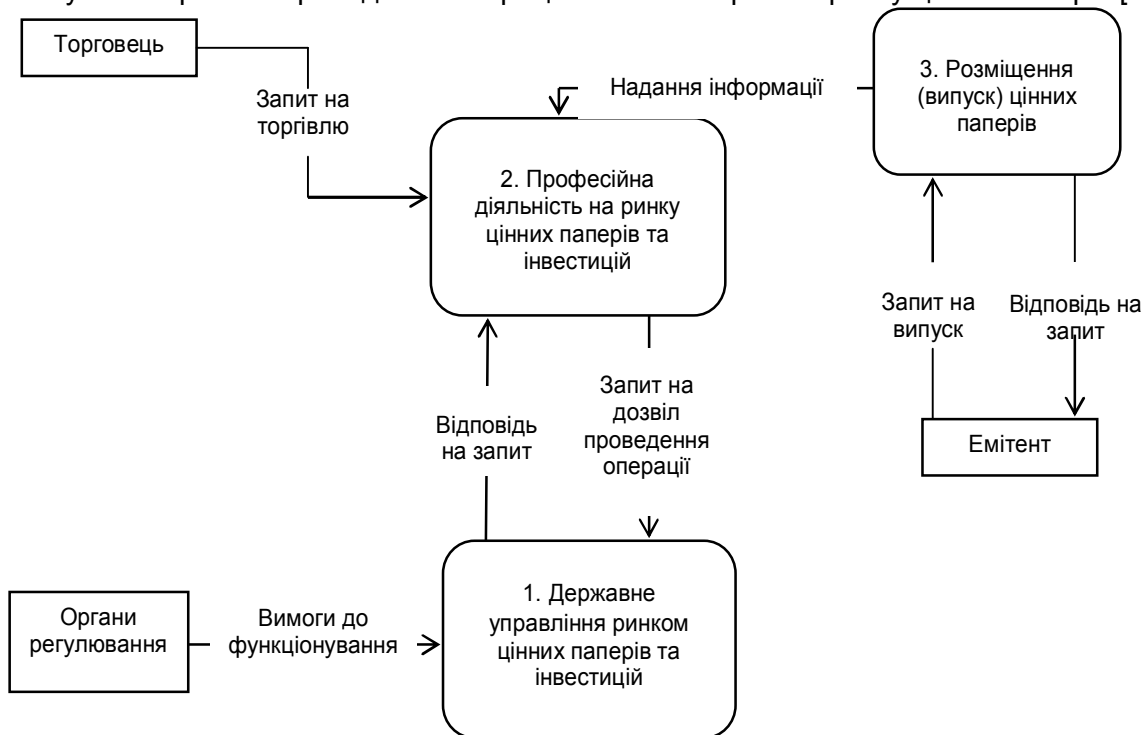


**Рис. 3.** Діаграма функціонування ринку цінних паперів DFD\*

\*Розроблено автором

Роль органів регулювання може виконувати держава, якщо це загальнодержавна фондова біржа, або ж керуюча структура ринку, на якому проводяться торги [2]. У нашому випадку розглянемо державні органи регулювання ринку цінних паперів.

Державні органи регулювання задають правила організації та функціонування ринку. Торговці мають змогу торгувати акціями, а емітенти – розміщувати свої акції з метою отримання прибутку для всіх трьох сторін. Крім того, органи регулювання можуть забороняти проведення операцій емісії чи торгів на ринку цінних паперів [2].

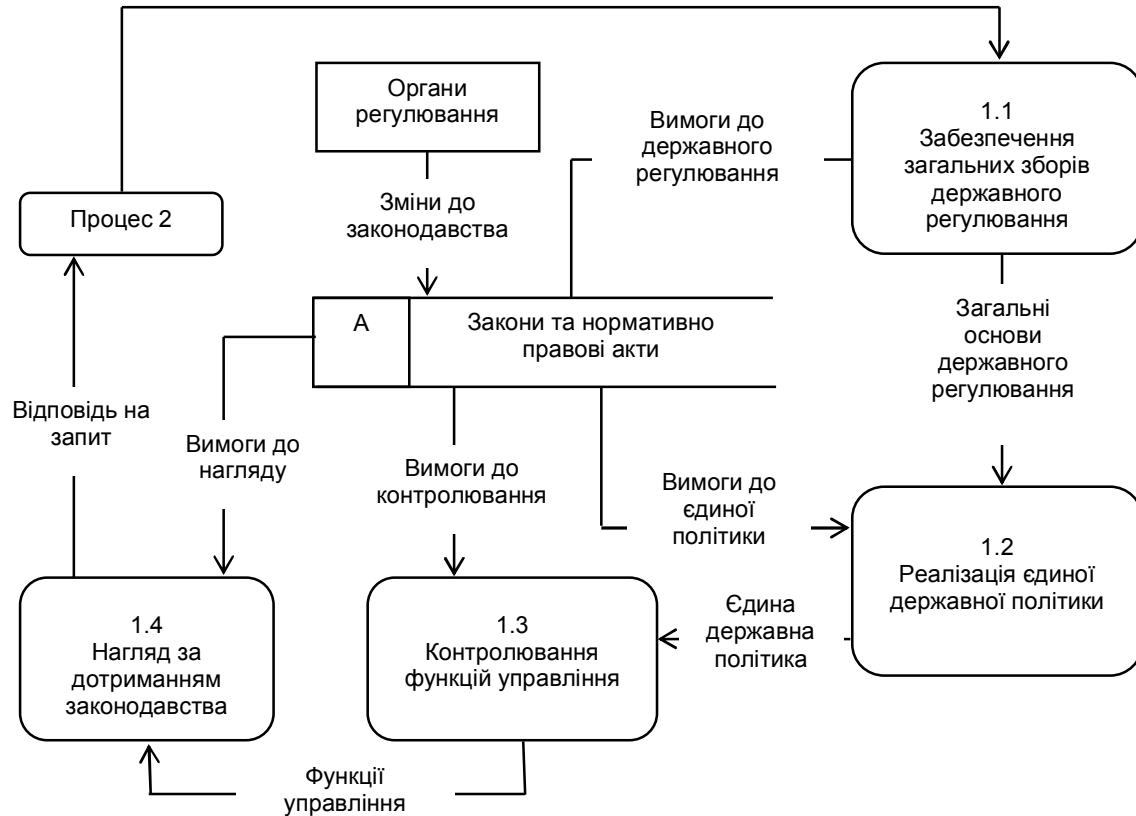


**Рис. 4.** DFD-діаграма функціонування ринку цінних паперів\*

\*Розроблено автором

На рис. 4 зображено DFD-діаграму нульового рівня, яка деталізує контекстну діаграму та докладніше показує процеси, що відбуваються на ринку цінних паперів.

Розглядаючи DFD-діаграму першого рівня (рис. 5), яка відображає процес опрацювання запиту на дозвіл проведення операцій на ринку цінних паперів та інвестицій.



**Рис. 5. DFD-діаграма державного управління ринком цінних паперів\***

\*Розроблено автором

Процес підтвердження дозволу операції запит повинен пройти всі інстанції органів державного регулювання та вписуватися в рамки законів та нормативно-правових актів, які стосуються функціонування ринку цінних паперів та зберігаються у сховищі даних А.

Дана схема на рис. 6 відображає DFD-діаграму другого рівня, що деталізує процес професійної діяльності на ринку цінних паперів та інвестицій. На ньому показано зв'язок з середовищем та з іншими процесами інформаційної системи. Сховище даних В зберігає інформацію про усі цінні папери, які присутні на ринку.

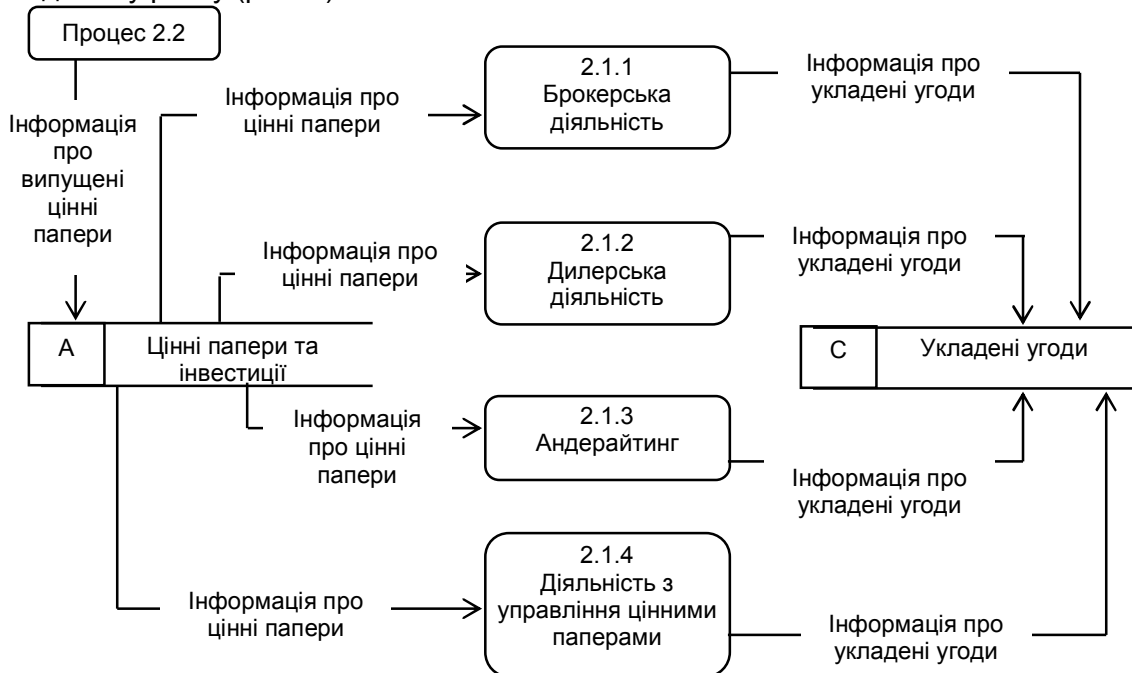




**Рис. 6. DFD-діаграма процесу професійної діяльності на ринку цінних паперів\***

\*Розроблено автором

Розглядаючи та досліджуючи структуру мультиагентної інформаційної системи, стає очевидним, що процес діяльності з торгівлі цінними паперами на фондовому ринку є одним з найважливіших і покладено в основу організації програмної реалізації, його компонент, що відповідає за діяльність з торгівлі на фондовому ринку (рис. 7).



**Рис. 7. DFD-діаграма діяльності з торгівлі цінними паперами\***

\*Розроблено автором

Дані про укладені угоди зберігаються у сховищі даних С. Розглядаючи усі процеси діяльності з торгівлі цінними паперами за основу подальших досліджень обирають брокерську діяльність як важливу проміжну ланку між продавцями та покупцями акцій, функціонування якої визначає ефективність роботи фондового ринку загалом.

До функцій інформаційної системи можна віднести як інформаційне прийняття вхідних значень від торговця, зіставлення цих даних з інформацією, що присутня в базі даних, прийняття рішення про можливість укладення торговельної угоди та саме укладання конкретного договору. Робота в системі торговця визначає ці критерії, згідно з якими він би хотів укласти договір купівлі/продажу, після цього система, переглядаючи доступні ресурси, видає рішення про можливість укладення угоди і торговцю видається найбільш прийнятний результат, він робить висновок про можливість укладання запропонованої йому угоди на ринку цінних паперів.

Основне завдання по управлінню ринком цінних паперів та інвестицій належить до складних завдань у зв'язку з багатофакторним впливом на процес управління. Такі як економічні, так і політичні ситуації в країні зі взаємопов'язаними ринками цінних паперів. Дуже важливим на інформаційному ринку є ступінь втручання держави у торги, жорсткість контролюючої політики та можливість доступу до ринку. Такі фактори впливають на оперативність та ефективність рішень в управлінні ринком цінних паперів [6].

Розроблювану мультиагентну інформаційну систему можна віднести до таких типів моделей:

- ступень невизначеності: розроблюваної моделі є стохастичною, оскільки характеристики стану системи представляються випадковими несистемними залежностями;

- зміна параметрів: належить до дискретної моделі, тому що множини значень змінних параметрів, що описують стан цінних паперів та інвестицій у ній, є дискретними;

- модель фактору часу є динамічною, оскільки ринок цінних паперів та інвестицій має динамічну структуру;

- основні засоби описання та оцінювання: їх належить віднести до нормативних моделей, оскільки вона призначена для прийняття рішення за заданим критерієм;

- природа моделей: розроблювана модель належить до знакових математичних аналітичних моделей, це пояснюється тим, що можна отримати залежність “вхід-вихід” у вигляді передатної функції, аргументами у якій є вхідні дані, а результатом – вихідні дані [7].

Розглядаючи модель ринку цінних паперів, видно, що вона є однією із різновидностей економічних моделей збалансованого обміну ресурсами з урахуванням факторів невизначеності, стохастичної природи економічної системи, функціонування в умовах ринкової конкуренції, які значно впливають на динаміку поведінки системи і можуть її змінювати [8].

Для зменшення ризику прийняття неефективних рішень стратегії поведінки необхідно будувати на основі самонавчальних процедур, враховуючи інформацію про передісторію кон'юнктури ринку цінних паперів [9].

**Висновки.** Аналізуючи вище викладене, можна зробити наступні висновки.

1. Дослідження показують, що розв'язування задачі керування ринком цінних паперів та інвестицій може бути ефективно виконано на основі агентно-орієнтованого підходу – одного з нових перспективних напрямків штучного інтелекту, що сформувався на основі результатів досліджень в області

розподілених інформаційних систем, мережних технологій вирішення проблем та паралельних обчислень, де ключовим елементом МАС є програмний агент, здатний сприймати поточну ситуацію та взаємодіяти з іншими агентами у процесі вироблення відповідних варіантів рішень. Можливості радикально відрізняють МАС від існуючих “жорстко” організованих систем. Такі рішення забезпечують їм здатність до самоорганізації, що є дуже важливою властивістю для ринку цінних паперів та інвестицій, який функціонує в умовах багатофакторної невизначеності.

2. Виявлено основні внутрішні взаємозв'язки системи ринку цінних паперів та інвестицій та досліджено залежність системи від зовнішніх сутностей, що дає змогу будувати та аналізувати схеми функціонування МАС для керування ринком цінних паперів. Аналіз МАС виконано на основі DFD-діаграм у нотації Гейна-Сарсона, які забезпечують наочне зображення потоків даних між складовими елементами інформаційної системи.

3. Згідно з головною метою розроблення МАС – підвищення ефективності керування ринком цінних паперів, побудовано ієрархію задач, у якій враховано усі деталі розробки системи, що дає можливість виконати належне планування необхідних робіт. Модель ринку цінних паперів дає можливість розв'язувати задачі децентралізованого збалансованого розподілу ресурсів в умовах невизначеності.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Катренко А.В. Системний аналіз об'єктів та процесів комп'ютеризації: Навчальний посібник / А.В. Катренко. – Львів: Новий світ, 2003. – 424 с.

2. Кузнєцова Н.С. Ринок цінних паперів в Україні: правові основи формування та функціонування / Н.С. Кузнєцова, І.Р. Назарчук – К.: Юрінком Інтер, 1998. – 526 с.

3. Tongkui Yu. Dynamic Regimes of a Multi-agent Stock Market Model [Електронний ресурс] / Yu Tongkui, Li Honggang. – Beijing: Beijing Normal University, 2008.– 14 p. Режим доступу: <http://econpapers.repec.org/paper/pramprapa/14339.htm>.

4. Davis Darryl. A Multi-Agent Framework for Stock Trading [Електронний ресурс] / Darryl Davis, Yuan Luo, Kecheng Liu. – 7 p. Режим доступу: <http://www.cs.kuleuven.ac.be/~lexe/papers/wcc.pdf>.

5. SiSMar: Social Multi-agent Based Simulation of Stock Market (Extended Abstract) / Zahra Kodia, Lamjed Ben Said, Khaled Ghedira // Proc. of 8th Int. Conf. on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS 2009), Decker, Sichman, Sierra and Castelfranchi (eds.), May, 10 – 15, 2009, Budapesht, Hungary, pp. 1345 – 1346.

6. Назин А.В. Адаптивный выбор вариантов: Рекуррентные алгоритмы / А.В. Назин, А.С. Позняк. – М.: Наука, 1986. – 288 с.

7. Граничин О.Н. Введение в методы стохастической аппроксимации и оценивания: Учеб. пособие / О.Н. Граничин. – СПб.: Издательство С.-Петербургского университета, 2003. – 131 с.

8. Пшеничный Б.Н. О существовании равновесных цен в общей модели производства и обмена / Б.Н. Пшеничный, Н.В. Полищук // Экономика и математические методы. – 1987. – Т. XXIII, вып. 2. – С. 313–319.

9. Fudenberg D. The Theory of Learning in Games / D. Fudenberg, D.K. Levine. – Cambridge, MA: MIT Press, 1998. – 292 p.