

Отримані чисельні розв'язки мають похибку порядку 10^{-2} (графіки ідентичні тим, що зображені на рис. 1–2).

Аналіз отриманих результатів дає змогу зробити такі висновки:

1. Метод граничних інтегральних рівнянь є ефективним методом розв'язування крайової задачі Гільберта для області з негладкою межею.

1. Риццо Ф. Метод граничных интегральных уравнений – современный вычислительный метод прикладной механики / Ф. Риццо // Механика. Новое в зарубежной науке. – М. : Мир, 1978. – № 15. – С. 11–17.

2. Для отримання стійких розв'язків методом граничних інтегральних рівнянь вибір однієї з двох тотожностей Гріна підпорядковується стратегії наявності в інтегро-диференціальному рівнянні невідомого позаінтегрального члена. Ця стратегія приводить до вибору в кожній точці межі області тотожності Гріна для тієї з двох спряжених гармонічних функцій, значення якої там невідоме.

2. Кошляков Н. С. Уравнения в частных производных математической физики. Учебн. пособие для мех.-мат. фак. ун-тов / Н. С. Кошляков и др. – М. : Высшая школа, 1970. – 712 с.

V. Popov, E. Vakal, M. Shitikov

NUMERICAL SOLUTION OF GILBERT PROBLEM IN A BOUNDED FIELD WITH NON-SMOOTH BOUNDARY

In this article authors show how to construct numeric solution of Gilbert problem of finding out holomorphic function in a bounded domain with non-smooth bound. The algorithm of construction is based on using of the boundary-integral equation method. There was done a numeric experiment of the test Gilbert problem solving with its further conclusions over the using of the boundary-integral equation method.

УДК 004

Анісімова Л. А., Глибовець А. М., Субота О. М.

МОДЕЛЮВАННЯ БІРЖОВИХ ПРОЦЕСІВ ЗА ДОПОМОГОЮ АГЕНТНОГО ПІДХОДУ

Розглянуто базові підходи до розв'язання задачі дослідження біржової діяльності маркет-мейкера на основі побудови агентної моделі.

Вступ

Технологія мультиагентних систем все ще перебуває на стадії становлення. Тривають активні дослідження в області теоретичних засад формалізації основних понять і компонент систем, особливо в області формалізації ментальних понять, роботи з погано структурованими або визначеними поняттями.

Створення ефективно працюючих реальних додатків вимагає значних зусиль у знайденні спеціалізованих методів організації кооперативного розв'язання задач агентами, методів організації переговорів під час розв'язання конфліктів

і створення відповідних протоколів в мультиагентних системах [1–3]. Відзначимо, що ці результати можуть бути використані і для моделювання біржових процесів та у задачах типу «electronic market place».

Розглянемо базові підходи до розв'язання задачі дослідження біржової діяльності на основі побудови агентної моделі.

Математична модель біржової діяльності

Більшість задач аналізу біржової діяльності в традиційних математичних моделях вирішуються застосуванням методів динамічного програ-

мування з специфічним розглядом поняття «рівня портфеля» (вводиться як спеціальна змінна). Превалює думка, що оптимальною виглядає поведінка єдиного ділера, який стикається із стохастичним попитом і ризиком некупності свого портфеля. У цьому випадку предметну область описують стохастичними процесами. Замість максимізації очікуваного прибутку можна розглядати ділера, який максимізує очікуване використання базового блага, що перебуває в залежності від позитивного торгового сальдо і змушує застосовувати інші компоненти портфеля. Як наслідок – ризики ділера відіграють дуже значну роль у його стратегії ціноутворення.

Можна зробити спробу додати реалістичніших рис ринку у цю модель. Наприклад, зосередитися на вивченні стратегії динамічного ціноутворення неризикуючого маркет-мейкера (ММ), який працює під впливом як ринкових пропозицій, так і лімітів, а тому демонструє невпевненість під час оцінювання портфеля. Тут оптимальна стратегія ціноутворення має враховувати як природу лімітів і ринкових наказів, так і портфелевий ризик.

Глостен і Мілгром здійснювали дослідження проблем ММ у рамках ринку із асиметричним потоком інформації. У запропонованій ними моделі частина трейдерів володіє важливою (додатковою) інформацією. Трейдери враховують цю інформацію і, відповідно, формують власні ринкові накази. Спеціаліст, якого позбавлено цієї переваги, встановлює власні ціни виходячи з наявної у нього інформації так, щоб отримати прибуток, або принаймні уникнути збитків. Особливістю цього процесу є те, що спеціаліст формує ціни за умовним очікуванням, яке базується на вартості за останні кілька транзакцій. Найціннішим висновком моделі є те, що за наявності інформаторів досягти позитивного значення різниці «попит/пропозиція» стає можливим хоча б якщо ММ працює з нульовим ризиком, плануючи отримати навіть нульовий прибуток.

Більшість з цих моделей уможлиблює вивести оптимальні умови роботи на ринку, однак не надає чітких рекомендацій щодо найкращих стратегій ціноутворення. Деякі аналітики розробили дійсно функціональні варіанти формування цін попиту і пропозиції, але практичне застосування отриманих ними результатів обмежене жорсткими вимогами, визначеними у моделі. Перспективним тут видається використання моделей навчання.

Моделі навчання – математичні підходи до розробки стратегії ціноутворення, за яких агенти розробляють власні стратегії методом спроб та помилок у динамічному інтерактивному середовищі. Ці моделі відрізняються від моделей пере-

дачі досвіду, в яких розроблені стратегії передаються агенту певним зовнішнім інструктором. У класичній моделі навчання агент не отримує ніяких підказок щодо дій, до яких необхідно вдаватися. Самостійний агент навчається, взаємодіючи із середовищем через адаптаційні дії, до яких він вдається з метою досягнення певних довготривалих цілей.

Модель самостійного навчання для ММ

Для зручності у задачах (ММ) епізодом можна вважати один трейдерський день. Зауважимо, що тривалість епізоду не обов'язково повинна бути фіксованою. Епізод може тривати необмежено довгий період часу і завершуватися моментом виконання задачі. Ринок є динамічним та інтерактивним середовищем, в якому інвестори формують свої накази залежно від даних про різницю «попит/пропозиція», які надходять від ММ. Своєю чергою, ММ формує відповідні квоти залежно від потоку пропозицій. Робота ММ полягає в тому, щоб відстежувати потік пропозицій, вносити зміни в портфель, виконувати накази і формувати квоти так, щоб максимізувати прибутки у довготривалому періоді, що залежить від поставлених цілей (типу максимізація прибутку і мінімізація портфелевого ризику).

Стан середовища включає ринкові змінні, які використовуються для того, щоб описати різні сценарії розвитку ринку. Цими змінними є: портфель ММ (обсяг портфеля, утримуваного ним), дисбаланс наказів (переважання попиту або пропозиції на ринку, яке можна назвати спільною різницею між ринком купівель і ринком продажу або лімітом наказів, отриманих за певний період часу), межі якості ринку (обсяг різниці «попит/пропозиція»), зміна цін (розмір зміни ціни від транзакції до транзакції), ємність ринку (сума змін цін за певну кількість проданих акцій), тривалість часового ліміту наказу та інші (характеристики потоку наказів, інформація про пакет лімітів, природа наказу або ідентифікація трейдера і т. п.).

Головна увага зосереджується на трьох фундаментальних змінних стану середовища: портфелі, дисбалансі наказів і якості ринку. Вектор стану має вигляд:

$$s_t = (INV_t, IMB_t, QLT_t),$$

де INV_t , IMB_t і QLT_t описують рівень портфеля, дисбаланс наказів і межі якості ринку. Рівнем портфеля ММ є поточна кількість утримуваних ним пакетів акцій. Низька кількість акцій відображується від'ємним значенням, висока – додатним. Дисбаланс наказів може бути описано у кілька способів. Один із них – позначити цей

дисбаланс як різницю суми наказів на купівлю і наказів на продаж за певний період часу. Від'ємне значення показує перевищення пропозиції, а додатне – перевищення попиту на ринку. Межі дисбалансу наказів є також межами загального дисбалансу наказів і за певний період часу, наприклад, за останні п'ять хвилин або з моменту останніх змін квот, внесених ММ, до поточного моменту. Якість ринку обмежується кількісним показником, який охоплює і різницю «попит/пропозиція», і мінливість ціни (сума зміни ціни за певну послідовність транзакцій). Значення INV_t , IMB_t і QLT_t виражаються дискретними значеннями: $INV_t \in \{-M_{inv}, \dots, -1, 0, 1, \dots, M_{inv}\}$, $IMB_t \in \{-M_{imb}, \dots, -1, 0, 1, \dots, M_{imb}\}$, $QLT_t \in \{-M_{QLT}, \dots, 1, 0, 1, \dots, M_{QLT}\}$. Наприклад, значення $-M_{inv}$ відповідає найменш можливому рівню, -1 відповідає найменшому реально існуючому, 0 – рівновазі. Вираження дисбалансу наказів і меж якості ринку відбувається аналогічно.

На відповідні стани ринку ММ реагує застосуванням квот, торгівлі із новими наказами на ринку. Перелік можливих дій ММ виглядає так: зміна ціни купівлі, зміна ціни продажу, встановлення розміру купівлі і розміру продажу, купувати або продавати, змінювати ціну (пропонувати більш привабливу ціну, ніж поточна ринкова).

У більшості моделей основна увага зосереджується на встановленні цін купівлі і продажу, а також на оперуванні фіксованими розмірами купівель і продажу (наприклад, одна акція). Вектор дій виглядає як

$$a_t = (\Delta BID_t, \Delta ASK_t),$$

де $\Delta BID_t = BID_t - \Delta BID_{t-1}$ і $\Delta ASK_t = ASK_t - ASK_{t-1}$ позначають зміну ціни продажу і купівлі відповідно. Усі значення дискретні: $\Delta BID_t \in \{-M_{\Delta BID}, \dots, 0, \dots, M_{\Delta BID}\}$ і $\Delta ASK_t \in \{-M_{\Delta ASK}, \dots, 0, \dots, M_{\Delta ASK}\}$, де $M_{\Delta BID}$ і $M_{\Delta ASK}$ – максимальні допустимі ціни продажу і купівлі.

Прибуток є сигналом того, що агент докладає зусиль, щоб досягти оптимальної стратегії. Цей сигнал обумовлюється поставленими перед агентом завданнями. Можливі сигнали про прибуток (а отже, і досягнення поставлених завдань) включають: зміну прибутку (максимізація останнього), зміну рівня портфеля (мінімізація портфелевого ризику), поточні межі якості ринку (максимізація якості ринку).

Прибуток за кожен період часу залежить від зміни виграшу, зміни портфеля і поточних меж якості ринку на даний час. Прибуток можна описати певною агрегованою функцією, до якої належать компоненти – окремо отримані прибутки. У найпростішій формі, де ризик ММ дорівнює нулю, агрегований прибуток зображується лінійною сумою окремо отриманих прибутків:

$$r_t = w_{pro} \Delta PRO_t + w_{inv} \Delta INV_t + w_{qlt} QLT_t, \quad (1)$$

де w_{pro} , w_{inv} і w_{qlt} – параметри, які відповідають за відсутність торгів між моментами отримання прибутку і якість ринку; $\Delta PRO_t = PRO_t - PRO_{t-1}$, $\Delta INV_t = INV_t - INV_{t-1}$ і QLT_t – зміна прибутку, зміна портфеля і межі якості ринку відповідно у час t .

Зауважимо, що ММ є зацікавлений в оптимізації прибутку на кінець дня і у якості портфеля, а не в постійному рівні прибутку і портфеля. Однак саме межі якості ринку у кожен момент часу привертають основну увагу ММ, який прагне підвищення якості здійснення транзакцій. Результатом, який агент прагне максимізувати, є сумарний отримуваний ним прибуток. Сумарний прибуток за епізод із T часовими відрізками виглядатиме так:

$$R_T = \sum_{t=1}^T r_t = w_{pro} PRO_T + w_{inv} INV_T + w_{qlt} \sum_{t=1}^T QLT_t.$$

Тут ММ вважається таким, що починає торги з нульовим прибутком і портфелем: $PRO_0 = 0$ і $INV_0 = 0$.

ММ може відстежувати змінні INV_t і QLT_t у кожен момент t , але не обов'язково PRO_t . У більшості випадків «правдиве» значення або справедлива ціна пакета акцій може бути невідомою агенту. Використання цін, встановлюваних агентом задля отримання прибутку, може зумовити неправильну оцінку пакета акцій. Більше того, така оцінка може стимулювати агента підняти ціну, навіть якщо він працює із довготривалою транзакцією, і знизити ціну на короткотривалих транзакціях так, щоб значення позиції прямувало до максимуму. Не знаючи справжньої вартості акцій, обрахунок прибутку у рівнянні 1 є недоречним. У таких випадках можна з'ясувати приблизні межі справжньої ціни. Наприклад, для ринку, де діє багато агентів, ціни і квоти, встановлені іншими агентами, досить точно відбивають правдиву ціну пакета акцій. Аналогічно, правдиву ціну можуть відображати і нові лімітні накази. Нарешті, ціни відкриття і закриття транзакції можна використати для встановлення реальної ціни акцій.

У контексті алгоритму самостійного навчання загальна сума прибутку обраховується як різниця між прибутком на момент завершення одного дня торгів і прибутком на момент початку наступного:

$$R_T = PRO_T - PRO_0 = PRO_T.$$

На жаль, рівень прибутку за певний час є недоступною інформацією. Один із способів подолання цієї несприятливої умови полягає в оцінці прибутку за кожен період $t < T$ і розділенні всього прибутку на $t = T$. Іншим підходом є оцінка

середнього епізодового прибутку $r_i = R_i/T$ для кожного відрізка часу.

У нашому дослідженні розглянуто обидва зазначені підходи. У першому випадку ми вважаємо, що прибуток може бути подано у вигляді функції справедливої ціни у кожен момент часу. Тим не менше, ми просто з'ясуємо справедливу ціну на кінець періоду тривалості експериментального епізоду, в який можна підрахувати остаточний рівень отриманого прибутку.

Після розробки моделі поведінки ММ наступним кроком є створення ринкового середовища, де агент, який самостійно навчається, може здобувати досвід. Інформаційні моделі, які зосереджуються на асиметричній інформації, лежать в основі такої базової моделі. У типовій інформаційній моделі існує певна сукупність поінформованих агентів або інформаторів, які володіють додатковою інформацією щодо справжньої вартості акцій, і певна сукупність непоінформованих агентів, які володіють лише загальнодоступною інформацією. Поінформовані купують навіть за надто низьких цін і продають за надто високих цін, виходячи з наявної у них інформації; непоінформовані просто ведуть торгівлю, виходячи з міркувань прибутковості. У центрі торгів на ринку стоїть один ММ. Він формує ціни купівлі і продажу усіх транзакцій. Завдяки перевазі поінформованості ММ завжди буде програвати поінформованим агентам, навіть вигравши у непоінформованих.

Для простоти вважатимемо події на ринку такими, що відбуваються у дискретні періоди часу. Тоді події можна змодельовати, як незалежний процес подій Пуассона. Множиною усіх подій охоплено і справедливу ціну пакета акцій, і введення на ринок як поінформованих, так і непоінформованих наказів.

За існування справедливої ціни p^* пакета акцій екзогенний процес виступає в ролі основного фактора, який повністю формує ціну такого пакета акцій. Справедливу ціну встановлюють із ринкової, обумовленої взаємодією ММ і трейдерів. Значення ціни p^* підкоряється динамічному закону Пуассона, зокрема здійснює дискретні стрибки вгору і вниз з імовірністю λ_p у кожен період часу. Розмір дискретного стрибка є константою і дорівнює одиниці. Справедлива ціна p^* відома поінформованим агентам, але невідома ММ та іншим агентам. Поінформовані і непоінформовані агенти з'являються на ринку із ймовірністю λ_i і $2\lambda_u$ відповідно. Поінформовані трейдери – єдині з агентів, які знають справжню ціну акцій. Їх можна вважати інвесторами, які володіють достеменною інформацією, отриманою завдяки дослідженням і аналізу. Вони порівнюють справжню ціну з ціною маркет-мейкера і

купують (продають) одну акцію, якщо справжня ціна нижча (вища), ніж ціна маркет-мейкера, а у інших випадках взагалі не віддають ніяких наказів. Непоінформовані агенти формують накази на купівлю і продаж акцій випадково. Непоінформовані фактично підганяють власні портфелі, виходячи з міркувань прибутковості, що не моделюється в рамках ринку. Таким чином, вони просто віддають накази на купівлю або продаж однієї акції із однаковими імовірностями λ_u .

Незалежні процеси Пуассона поєднуються, утворюючи новий процес Пуассона. Більше того, за один момент часу відбувається одна подія. Отже, у будь-який відрізок часу імовірність зміни справедливої ціни становить $2\lambda_p$, тоді поява поінформованого агента складатиме λ_p , а імовірність появи непоінформованого агента – $2\lambda_u$. Оскільки будь-яка подія гарантовано відбувається, сумарна імовірність буде рівною $2\lambda_p + 2\lambda_u + \lambda_i = 1$.

Ця ринкова модель ззовні нагадує інформаційну, в якій інформаційна асиметрія відіграє ключову роль у взаємодії ММ і агентів (трейдерів).

Для базової моделі можна обрахувати ідеальні стратегії. Саме це краще висвітлити перед тим, як описувати результати самостійного навчання, які мають місце у рамках цієї базової моделі. Детальна характеристика оптимальної стратегії для ММ у такому стохастичному середовищі може виявитися складним завданням. Однак, якщо зосередити увагу на дисбалансі ринкових наказів, стає очевидним, що будь-яка оптимальна стратегія ММ повинна охоплювати підвищення (пониження) ціни у випадках позитивного (негативного) значення дисбалансу наказів, тобто переважання попиту (пропозиції) на ринку. Завдяки діяльності поінформованих агентів, у середньому, дисбаланс наказів буде позитивним, коли цінова квота маркет-мейкера виявиться нижчою, ніж справжня ціна акцій, нульовим, коли ці ціни будуть збігатися, і негативним, якщо квотована ціна виявиться вищою, ніж справжня [4].

Побудова системи та експериментальні дані

Для створення нашого біржового середовища ми використовували агентну платформу Zeus [5]. Пріоритетами вибору цієї платформи є те, що вона повністю відповідає стандарту FIPA та агенти спілкуються мовою, яка відповідає стандарту FIPA ACL – 2000.

По-перше, визначимо всі ролі агентів у середині системи. Ця рольова модель ілюструє архітектурний централізований ринок. Для ринку цьо-

го типу характерною є присутність інституційних правил та централізованих ММ. Торгівля здійснюється безпосередньо між покупцями та продавцями, які використовують протокол, узгоджений двома зацікавленими сторонами. Ролі продавця та покупця є взаємно ексклюзивними, тобто агенти не можуть бути одночасно як покупцями, так і продавцями.

Таблиця 1. Роль покупця

Покупець	
Рольова модель: розподілений ринок	
Відношення до інших ролей: обмежується роллю продавця	
<p>Опис:</p> <p>Це роль, яку виконують потенційні покупці. Ніяких пропозицій щодо компетентності покупця не зроблено, він може бути як простим замісником, так і інтелектуальним продавцем зі своєю власною стратегією закупки. Зверніть увагу, що покупець не зобов'язаний реєструватися за допомогою брокера.</p> <p>Знання, яким володіє покупець, буде варіюватися. Вони повинні знати прикладну онтологію (набір понять торгівлі та їхніх ознак) і, напевно, будуть компетентними щодо цінової та торгівельної стратегії.</p>	
Обов'язки:	Співробітники:
Запросити інформацію стосовно відомих продавців	← ⇒ Брокери
Повідомити пропозиції потенційним продавцям	← ⇒ Продавці
Зовнішні інтерфейси:	
Полегшити вхід справ споживачів	
Пояснювати відповіді продавця	
Полегшити плату та передачу власності	
Передумови:	
Принаймні одна торгівля чи протокол аукціону	

Централізований характер цього типу ринку передбачає, що потенційні покупці потребують засобів, щоб знайти продавців, і майбутні продавці потребують засобів реклами. Більш гнучка альтернатива, якою послуговуються динамічні ринки, полягає в створенні принаймні одного агента, який би відігравав роль брокера. Брокер підтримує найновішу реєстрацію потенційних покупців та продавців, забезпечуючи агентів ефективними засобами для розміщення відповідних ділових партнерів.

Також слід зазначити, що ця рольова модель приймає присутність третьої довіреної особи, яка виступає посередником під час укладання

угоди та здійснює переміщення проданих товарів. Отже, ця рольова модель є більш прийнятною для сценаріїв, в яких кожна сторона довіряє іншій, щоб діяти згідно з договором, та повністю відповідає тій математичній моделі, яка була описана в попередній частині.

Описи ролей на розподіленому ринку в нашій системі приведемо на прикладі ролі покупця (див. табл. 1).

Висновок

Головною метою роботи було продемонструвати застосування агентного підходу до моделювання біржової діяльності на прикладі побудови оптимальної стратегії ММ.

Дійсно, ця, на перший погляд, проста задача має два істотних ускладнення з погляду самостійного навчання. По-перше, стан середовища спостерігається лише частково. Агент бачить дисбаланс наказів, але не знає справжньої ціни або різниці невідповідності ціни Δp . Це призводить до порушення правил моделі Маркова. У цій ситуації висновки про перебіг зміни дисбалансу робляться на підставі прийняття рішень агентом. Наприклад, найімовірніше, що квотована ціна є заниженою, якщо дисбаланс у двох послідовних періодах часу має додатне значення, ніж якщо він має додатне значення лише в одному окремому періоді часу. По суті, $Pr[\Delta|IMB_t, IMB_{t-1}, \dots, IMB_0] \neq Pr[\Delta|IMB_t]$. І навіть у цьому випадку дисбаланс наказів, який є навантажуючим сигналом справедливої ціни, дає інформацію і про приховану змінну стану Δp . Наша модель просто вважає ДБ показником стану середовища. Однак конвергенція методів, які відрізняються детермінацією часових періодів, не завжди є під час розв'язання задач типу задач Маркова. Під час їх розв'язання можливі коливання від однієї стратегії до іншої. Детерміністичні стратегії, що ґрунтуються на методі Монте-Карло або SARSA, все ж дають змогу отримувати достовірні результати. Стохастичні стратегії, які зображуються через розширену модель, можуть забезпечити більш точні дані у частково спостережуваних середовищах.

Експерименти з реалізованою агентною системою моделювання біржової діяльності ММ підтвердили можливість її використання на реальному ринку.

1. Глибовець Н. Н. Использование агентных технологий в системах дистанционного образования / Н. Н. Глибовець // Управляющие системы и машины. – 2002. – № 6. – С. 69–76.
2. Михалевич М. В., Сергиенко И. В. Моделирование переходной экономики. Модели, методы, информационные технологии / М. В. Михалевич, И. В. Сергиенко. – К. : Наукова думка, 2005. – 670 с.
3. Andersson M. R., Sandholm T. W. Leveled commitment contracts with myopic and strategic agents / M. R. Andersson, T. W. Sandholm // Journal of Economic Dynamics and Control 25. – 2001. – P. 615–640.
4. Грін В. Г. Економетричний аналіз. / В. Г. Грін. – К. : Видавництво «Основи», 2005. – 1197с.
5. www.upv.es/sma/plataformas/zeus/Zeus-lessonone.pdf

L. Anisimova, A. Glybovets, O. Subota

MODELING EXCHANGE PROCESSES USING AGENT APPROACH

Considered basic approaches to problem solving research exchange activities of market-based maker of building agent models Multi-agent systems technology is still in a formative stage. Ongoing active research in theoretical foundations for the formalization of the basic concepts and components of systems, especially in the formalization of mental concepts, working with poorly structured or defined concepts. Creating effective working real applications requires considerable effort in creating the specialized methods of cooperative problem solving agents, methods of negotiation in resolving conflicts and creating the appropriate protocols in multi-agent systems. These results can be used for modeling exchange processes and problems such as «electronic market place». Consider the basic approaches to problem solving research exchange activities on the basis of building agent models.

УДК 519.651

Дегтярьова К. Л., Попов В. В., Тригуб О. С.

ПОБУДОВА КРИВОЇ ДОХІДНОСТІ

Розглянуто сучасні методи наближень одного з показників банківської діяльності – кривої дохідності. Обґрунтовано використання кубічних сплайн-функцій у задачі наближення цих кривих. Представлено чисельні розрахунки та аналіз отриманих результатів.

Основні поняття

Крива дохідності (yield curve) – це відношення прибутку з цінних паперів до їх строку погашення. Простіше кажучи, це функція, яка залежить від часу та повертає процентну ставку. Крива дохідності має безліч застосувань в банківській практиці, наприклад, як оцінка прибутковості та розрахунку ризику різноманітних цінних паперів.

Звичайно крива дохідності має таку властивість: чим більший час, тим вища дохідність. Це цілком закономірно: якщо ви кладете гроші на депозит на довший термін – ви отримуете більший прибуток. Такий принцип є, очевидно, застосовним і до інших банківських продуктів. Проте трапляються і обернені ситуації – це пов'язано з загальним становищем на фінансовому ринку.

Отже, розрізняють такі типи кривої дохідності:

1. **Нормальна.** Це крива, що має вище згадану властивість: чим більший строк, тим вищий процент. Така крива відображає припущення про збільшення економічного розвитку в майбутньому, тому характерна для розвинутих та стабільних економічних систем, рис. 1.

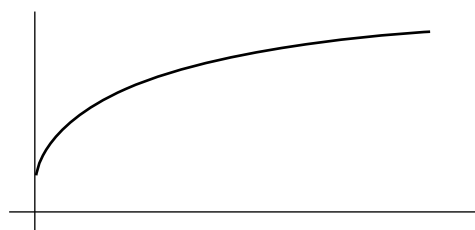


Рис. 1.

2. **Плоска, або «горбата».** Це крива, що має таку властивість: ставки для всіх строків однакові, або ставки для середніх строків більші, ніж для коротких і тривалих. Така форма кривої дохідності свідчить про непевність економічних процесів, рис. 2.

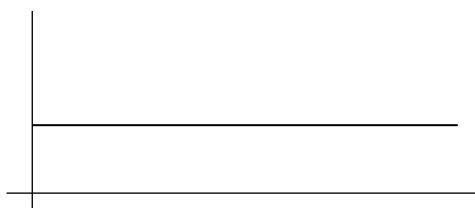


Рис. 2.

3. **Обернена.** Це крива, що має властивість, обернену для нормальної: чим більший строк,