

Електронний журнал «Ефективна економіка» включено до переліку наукових фахових видань України з питань економіки (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України № 975 від 11.07.2019). Спеціальності – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 292. Ефективна економіка. 2026. № 5. ISSN 2307-2105



Copyright © The Author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2026.5.75>

УДК 336.76

М. В. Одрехівський,

д. е. н., професор, професор кафедри менеджменту і міжнародного підприємництва,

Національний університет «Львівська політехніка», Україна

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3165-4384>

М. Ю. Буховцев,

аспірант, Національний університет «Львівська політехніка», Україна

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-2321-0928>

**ВІД ІНТЕГРАЛЬНОЇ ПАМ'ЯТІ ДО ІНЕРЦІЙНОГО СТАНУ РИНКУ:
ПОДІЄВА РЕДУКЦІЯ ТА КАУЗАЛЬНА ЛОГІКА
МІКРОСТРУКТУРНОГО ОПИСУ**

М. Odrekhivskiy,

Doctor of Economics, Professor, Professor of the Department of Management and International Entrepreneurship,

Lviv Polytechnic National University, Ukraine

М. Bukhovtsev,

Postgraduate Student, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

**FROM INTEGRAL MEMORY TO THE MARKET INERTIAL STATE:
EVENT-BASED REDUCTION AND THE CAUSAL LOGIC OF
MICROSTRUCTURAL DESCRIPTION**

У статті обґрунтовано, що для сучасних міжнародних фінансових ринків інтегральна пам'ять і інерційний стан не можуть ототожнюватися. Метою дослідження є теоретико-методологічне пояснення переходу від інтегральної пам'яті, яка виникає як наслідок редукції спостережуваного стану, до інерційного стану ринку як поточної форми дії історично накопиченого сліду подій, а також побудова узгодженої подієво-каузальної схеми, у межах якої пам'ять і інерція поєднуються в єдину аналітичну конструкцію. Показано, що мікроструктурна подія є первинним носієм ринкового сліду, інтегральна пам'ять — формою його історично розподіленого збереження, а інерційний стан — формою поточної активності цього сліду в середовищі виконання. Доведено, що оператор пам'яті не вичерпує опису ринку, якщо не задано переходу від історично зваженого накопичення до поточного стану дії. Обґрунтовано, що фізична аналогія інерції використовується не як буквальне перенесення механічної моделі в економіку, а як формальна редукція здатності історично навантаженого ринку зберігати або гасити дію попередніх подій у конкретному середовищі ліквідності, черги та режиму виконання. Запропоновано математичну еволюцію від події та її амплітудної редукції до інтегральної пам'яті, далі — до інерційного стану й, зрештою, до гравітаційної специфікації моделі пам'яті та інерції. Практична цінність статті полягає у формуванні теоретичного підґрунтя для подальшої побудови метрики інерційного стану та її емпіричної реалізації на мікроструктурних даних.

The article substantiates that, in contemporary international financial markets, integral memory and the market inertial state cannot be treated as identical analytical objects. The purpose of the study is to provide a theoretical and methodological explanation of the transition from integral memory, which arises as a consequence of the reduction of the observable market state, to the inertial state of the market understood as the current form of action of the historically accumulated trace of past events, and to construct a coherent event-based causal scheme in which memory and inertia are integrated into a single analytical architecture. The relevance of the topic

stems from the fact that the modern market can no longer be described as an instantaneous equilibrium coordinate or as a set of current observables; rather, it should be treated as a nonlinear execution process unfolding through events, queues, liquidity reconfiguration, and asymmetric reactions of market participants. The research relies on structural-logical analysis, comparative methodology, and conceptual synthesis of works devoted to market microstructure, order flow, limit order books, price impact, long memory, self-exciting processes, and projection-based theories of memory. The article shows that the microstructural event is the primary carrier of the market trace, integral memory is the historically distributed form of its preservation, and the inertial state is the current degree of action of that preserved trace within the execution environment. On this basis, the paper argues that the memory operator does not yet exhaust the description of the market if the transition from historically weighted accumulation to the current state of action remains unspecified. It is further demonstrated that the physical category of inertia is employed not as a literal transfer of mechanical theory into economics, but as a formal reduction of the capacity of a historically loaded market to preserve or damp the action of past events under concrete liquidity, queue, and execution conditions. A mathematical evolution is proposed from event and amplitude reduction to integral memory, then to the inertial state, and finally to a gravitational specification of the combined memory–inertia model. The practical value of the article lies in providing a rigorous theoretical basis for the subsequent construction of a canonical inertial-state metric and for its empirical implementation on microstructural data.

Ключові слова: міжнародні фінансові ринки; мікроструктура ринку; подія; інтегральна пам'ять; інерційний стан; гравітаційна специфікація; каузальне ядро; редукований спостережуваний стан.

Keywords: international financial markets; market microstructure; event; integral memory; inertial state; gravitational specification; causal kernel; reduced observable state.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Сучасні міжнародні фінансові ринки функціонують як високошвидкісні електронні середовища виконання, у яких ціна формується не в ізольованій точці абстрактної координації, а в послідовності подій подання, виконання, скасування та перебудови ліквідності. За цих умов поточний ринковий результат дедалі меншою мірою може бути обгрунтований як самодостатній підсумок узгодження попиту і пропозиції та дедалі більшою мірою постає як видима форма ширшого процесу, у межах якого минулі події продовжують діяти через стан книги заявок, чергову структуру, локальні дисбаланси, приховану ліквідність і технологічно опосередковані режими виконання [1–6; 9–12].

У попередніх дослідженнях було показано, що редукований спостережуваний стан сучасного ринку не є повною статистикою подальшої динаміки, а інтегральна пам'ять виникає як необхідний наслідок проєкції повного мікроструктурного процесу на обмежений набір спостережуваних координат [13–16]. Водночас в авторських дослідженнях окреслено гравітаційну специфікацію інерційного поля як можливу форму подальшого розгортання цієї логіки [17]. Проте сама по собі пам'ять ще не вичерпує опису ринку, оскільки збереження історичного сліду не тотожне поточній формі його дії. Саме тому поряд із проблемою інтегральної пам'яті постає наступне теоретичне завдання — перейти до інерційного стану ринку як категорії, що описує поточний ступінь активності історично накопиченого сліду в середовищі виконання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Класичний мікроструктурний напрям сформувався навколо уявлення про те, що ціна не є наперед заданою величиною, а формується в процесі виконання. У статті А. Мадхавана «Market Microstructure: A Survey» мікроструктура подається як процес, у межах якого латентний попит інвесторів перетворюється на спостережувані ціни та обсяги, тоді як у праці

Б. Біє, Л. Глостена і Ч. Спатта «Market Microstructure: A Survey of Microfoundations, Empirical Results, and Policy Implications» показано, що мікроструктура є самостійним рівнем пояснення ціноутворення, а не периферійним доповненням до рівноважної теорії. Книга Дж. Гасбрука «Empirical Market Microstructure» закріпила цю лінію в площині емпіричного аналізу торговельних механізмів, цін виконання та короткострокової динаміки ринку [1–3].

Подальший розвиток літератури змістив центр уваги до книги заявок як до безпосереднього середовища формування ціни. У праці Р. Конта, С. Стойкова і Р. Талреджі «A Stochastic Model for Order Book Dynamics» книга заявок подана як стохастична система локальних подій і черг, у якій конфігурація ліквідності визначає ймовірності зміни ціни та умови виконання заявок. В праці М. Гулда та співавторів «Limit Order Books» узагальнено емпіричні та теоретичні результати щодо глибини книги, пріоритету, подання, виконання і скасування ордерів та показано, що саме книга заявок є механізмом узгодження покупців і продавців на більшості сучасних ринків. У цьому напрямі досліджень ціна вже не трактується як автономний підсумковий показник, а розглядається як видимий результат подієвої динаміки ліквідності [4; 5].

Окремий напрям літератури присвячений часово розподіленому впливу потоку ордерів на ціну. У розділі Ж.-П. Бушо, Дж. Д. Фармера та Ф. Лілло «How Markets Slowly Digest Changes in Supply and Demand» показано, що ринок відображає зміни попиту і пропозиції не миттєво, а через поступовий процес переробки та розподілу їхнього впливу в часі. У статті Ф. Лілло, С. Майка і Дж. Д. Фармера «A Theory for Long-Memory in Supply and Demand» обґрунтовано, що довга пам'ять потоку ордерів пов'язана, зокрема, з діленням великих ордерів і степеневим спаданням автокореляцій знаків угод. Дж. Газерел у праці «No-Dynamic-Arbitrage and Market Impact» показав, що тимчасовий профіль ринкового впливу не може бути довільним і повинен узгоджуватися з умовою відсутності динамічного арбітражу, а Дж. Доньє та

співавтори в роботі «A Fully Consistent, Minimal Model for Non-Linear Market Impact» запропонували узгоджену нелінійну специфікацію такого впливу. У свою чергу огляд Е. Бакрі, І. Мастроматео та Ж.-Ф. Мюзі «Hawkes Processes in Finance» систематизував застосування самозбуджуваних процесів до фінансів і продемонстрував, що кластеризація подій, інтенсивностей і реакцій ринку приводить до історично залежної мікроструктурної динаміки [6–10].

Для міжнародних фінансових ринків особливе значення мають дослідження, у яких мікроструктурні механізми розглядаються в умовах розподіленої ліквідності та технологічно опосередкованого виконання. У монографії Р. Лайонса «The Microstructure Approach to Exchange Rates» показано, що на валютному ринку ціна не може бути вичерпно пояснена без урахування мікроструктурного проходження інформації через потік угод, тоді як А. Менквельд у статті «High-Frequency Trading and the New-Market Makers» продемонстрував, що в умовах електронізації та високочастотного виконання сама структура надання ліквідності набуває динамічного, фрагментованого й технологічно опосередкованого характеру [11; 12].

Водночас у суміжній теоретичній літературі з редукції динамічних систем пам'ять постає не як емпірична аномалія, а як формальний наслідок проєкції повного стану на обмежений набір змінних. У статті Р. Цванцига «Memory Effects in Irreversible Thermodynamics» вводиться ідея ефекту пам'яті, як необхідного елемента ефективного опису неповної динаміки. У праці Х. Морі «Transport, Collective Motion, and Brownian Motion» та в монографії Г. Граберта «Projection Operator Techniques in Nonequilibrium Statistical Mechanics» ця логіка розгортається у систематичну проєкційну схему, де редукована динаміка набуває не лише локального, а й пам'яттєвого члена. Додатково А. Чорін, О. Халд і Р. Купферман у статті «Optimal Prediction and the Mori–Zwanzig Representation of Irreversible Processes» показали, що така форма редукованого опису може бути подана як загальний процес для неповно спостережуваних систем [13–16].

Таким чином, наявна література охоплює чотири взаємопов'язані, але не зведені в єдиний концептуальний каркас напрями: мікроструктурне ціноутворення як процес виконання; книгу заявок як середовище формування ціни; історичну залежність потоку ордерів, ринкового впливу та подієвих інтенсивностей; а також редукційні підходи, у яких пам'ять постає як наслідок проєкції неповного стану. Водночас значно меншою мірою розроблено питання про те, яким чином історично накопичений слід подій переходить у поточний інерційний стан ринку як окремий об'єкт опису. Інакше кажучи, сучасні дослідження або фіксують пам'ять на рівні потоків, ядер чи інтенсивностей, або описують поточну мікроструктурну конфігурацію, але рідше формулюють перехід від інтегральної пам'яті до інерційного стану ринку в межах єдиної подієво-каузальної логіки. Саме ця недостатньо розкрита тема і становить предмет даної статті.

Формулювання цілей статті (постановка завдання)

Метою статті є теоретико-методологічне обґрунтування переходу від інтегральної пам'яті, що виникає як наслідок редукції спостережуваного стану ринку, до інерційного стану як поточної форми дії історично накопиченого подієвого сліду.

Для досягнення поставленої мети в статті визначено такі дослідницькі завдання: з'ясувати, в якому значенні інтегральна пам'ять є необхідним наслідком редукції спостережуваного стану; встановити, чому інтегральна пам'ять і інерційний стан не можуть бути ототожнені; описати подію як первинний носій ринкового сліду та показати роль амплітудної редукції в переході від події до історично зваженого внеску; формалізувати каузальну логіку переходу від оператора пам'яті до інерційного стану; обґрунтувати, що інерційний стан є самостійним об'єктом мікроструктурного опису, а не просто статистичною властивістю часової залежності.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням здобутих наукових результатів

Рівноважна репрезентація ціни зберігає фундаментальне значення як форма опису координації, однак її пояснювальна сила обмежується тими межами, в яких поточний ринковий результат може тлумачитися як самодостатній підсумок узгодження попиту і пропозиції. Для сучасних міжнародних фінансових ринків таке припущення виявляється недостатнім. У високошвидкісному електронному середовищі торгівлі ціна не виникає як ізольована точка абстрактної рівноваги, а формується в послідовності подій подання, виконання та скасування заявок, що проходять крізь структуру доступної ліквідності, черговий порядок доступу до неї та локальні режими виконання. За цих умов поточна ціна перестає бути повною статистикою ринку і постає лише як видимий результат глибшого мікроструктурного процесу. Саме тому перехід від рівноважної репрезентації до мікроструктурного опису означає не зміну термінології, а зміну рівня аналізу: від ціни як агрегованого підсумку — до ціни як процесу виконання [1–5].

У мікроструктурному підході сучасний ринок доцільно розглядати як інституційно організоване середовище виконання, у якому латентні економічні наміри набувають форми конкретних заявок, а заявки — форми виконань, переміщення ліквідності та цінового результату. Інституційною формою такого процесу є безперервний подвійний аукціон, у межах якого ціна безперервно народжується у взаємодії ініціативного потоку ордерів і пасивної ліквідності. Звідси випливає принципова обставина: ринковий імпульс не є тотожним своєму результату. Один і той самий за видимою величиною потік ініціативних ордерів може за одних умов пройти крізь тонку ліквідність і змістити ціну, а за інших — бути поглинутим без стійкого переносу вартості. Отже, реакція ринку на поточний імпульс не є лінійною і не може бути описана як проста пропорційна функція спостережуваного тиску. Вона визначається конфігурацією ліквідності, силою черги, інтенсивністю скасування і режимом виконання, тобто має станозалежний характер [1–10].

$$\Delta p_t = F(I_t, L_t, Q_t, C_t, R_t) \quad (1)$$

У формулі (1) Δp_t позначає поточний ціновий результат, I_t — ініціативний потік ордерів, L_t — конфігурацію доступної ліквідності, Q_t — чергову структуру, C_t — інтенсивність скасування, а R_t — режим виконання. Формула (1) фіксує, що граничний ефект одного й того самого імпульсу не є сталим: він залежить від поточного стану середовища, через яке цей імпульс проходить. Саме тому мікроструктурна реакція є нелінійною і станозалежною.

Однак навіть мікроструктурне розширення саме по собі ще не розв'язує проблеми адекватного опису ринку. Хоча сучасний дослідник має доступ до значно ширшого набору даних, ніж у межах класичної оптики, доступний йому шар ринкової реальності все одно залишається лише частковим. Поточна ціна, обсяг, дельта, локальні дисбаланси, конфігурація книги заявок і слід уже здійснених операцій не вичерпують усього релевантного стану системи. За межами прямого спостереження залишаються латентна ліквідність, фактичний порядок доступу до черги, приховані режими маршрутизації, асинхронні реакції та інші координати, які не перестають діяти лише тому, що вони не спостерігаються безпосередньо. Саме тому сучасний ринок слід описувати як лише частково спостережувану систему, у якій спостережуваний шар є редукованою проєкцією ширшого мікроструктурного процесу [1–16].

$$X_t = (p_t, l_t, q_t, z_t), y_t = P(X_t) \quad (2)$$

Тут X_t позначає повний мікроструктурний стан ринку в момент часу t ; p_t — поточний ціновий результат; l_t — конфігурацію доступної ліквідності; q_t — чергову структуру доступу до виконання; z_t — приховані координати, що безпосередньо не спостерігаються, але впливають на подальшу динаміку. Величина y_t позначає редукований спостережуваний стан, тобто той шар ринкової реальності, який реально доступний дослідникові. Оператор P задає проєкцію повного стану на спостережуваний простір.

Методологічно вирішальним є те, що така проєкція не є взаємно однозначною. Один і той самий спостережуваний стан може відповідати

різним повним станам, якщо ринок досягнув однакової локальної конфігурації ціни чи книги заявок різними траєкторіями і за різних прихованих умов. Отже, поточний спостережуваний шар не може автоматично вважатися повною статистикою майбутньої динаміки. Саме в цій точці і виникає потреба в пам'яті: виключені координати не зникають із динаміки, а повертаються до неї у формі історично розподіленої залежності. Найбільш послідовне формальне вираження цієї логіки дає проєкційний формалізм Морі–Цванцига. У його межах редукована динаміка набуває локального члена, інтегрального члена пам'яті та ортогонального залишку:

$$\dot{y}(t) = \Omega y(t) + \int_0^t K(t - \tau) y(\tau) d\tau + \xi(t) \quad (3)$$

У формулі (3) $\Omega y(t)$ репрезентує миттєву частину динаміки редукованого стану, $K(t - \tau)$ — каузальне ядро пам'яті, а $\xi(t)$ — ортогональний залишок тих впливів прихованого шару, які не згортаються до простої детермінованої пам'яті. Це означає, що історія минулих подій не є зовнішнім фактором моделі, а входить до структури самого поточного стану ринку.

Для мікроструктурного процесу така пам'ять має бути подієвою і каузальною. Вона не може бути зведена до довільного набору лагів, оскільки в ринковій мікроструктурі значення має не лише те, що сталося, а й те, з якою амплітудою, знаком, типом події та в якому контексті це сталося. Саме тому наступний крок полягає в переході від повної множини мікроструктурних подій до їхнього економічно релевантного сліду [13–16].

$$e_t = (\tau_t, \sigma_t, a_t, c_t), \quad (4)$$

де τ_t позначає момент події, σ_t — її знакову орієнтацію, a_t — амплітуду, а c_t — контекст або тип події. Однак до оператора пам'яті входить не подія у всій її повноті, а її економічно релевантний слід, виділений шляхом амплітудної редукції. У найпростішому вигляді це можна подати як.

$$v_t = \sigma_t a_t \quad (5)$$

Після цього інтегральна пам'ять у дискретному вигляді може бути подана як каузально зважене накопичення минулих подій:

$$H_t = \sum_{k=1}^L K(k)v_{t-k} \quad (6)$$

У формулі (6) H_t позначає інтегральну пам'ять редукованого шару, u_{t-k} — подієві внески минулого, $K(k)$ — каузальне ядро згасання, а L — операційний горизонт впливу. Щоб така пам'ять виконувала функцію коректного опису редукованого стану, ядро має задовольняти базові вимоги каузальності, додатності, монотонного спадання та внутрішнього нормування.

$$K(k) \geq 0, K(k+1) \leq K(k), \sum_{k=1}^L K(k) = 1 \quad (7)$$

Водночас сама по собі степенева специфікація ядра ще не завершує опис інерційного стану ринку. Нормоване ядро пам'яті впорядковує минуле і задає закон спадання його значущості, однак воно ще не визначає, якою мірою історично накопичений слід діє в поточному середовищі виконання. Саме в цій точці доцільно перейти до гравітаційної редукції. У попередньому авторському дослідженні така логіка вже була окреслена на рівні нелінійної гравітаційної моделі інерційного поля фінансового ринку [17]. У межах даної статті гравітаційна специфікація використовується не як зовнішня метафора і не як буквальний перенос механіки в економіку, а як формальний спосіб задати перехід від історично зваженого накопичення до поточного ступеня його дії.

Принциповим у цій побудові є редукований подієвий внесок u_t . Саме він визначає, що саме ринок “запам'ятовує” з кожної окремої події. На відміну від повної мікроструктурної події e_t , яка містить її тип, знак, амплітуду, часовий контекст і режим виконання, величина u_t є вже стиснутим числовим поданням її економічно релевантного сліду. Іншими словами, u_t не дублює всю структуру події, а виділяє з неї той компонент, який далі входить до історичного накопичення. Тому u_t не є коефіцієнтом у технічному сенсі, а виступає елементарною одиницею історичного впливу. Якщо інерційний стан оцінюється, наприклад, у дельтовому вимірі, то u_t слід трактувати як редукований дельтовий внесок події; якщо ж вибирається ціновий, об'ємний або змішаний мікроструктурний шар, то u_t набуває відповідного змісту. Саме

через вибір u_t задається, який аспект ринку буде переведений у пам'ять, а далі — в інерційний стан.

У такій формі гравітаційна редукція дозволяє безпосередньо подати інерційний стан як історично зважену й каузально ослаблену суму подієвих внесків:

$$I_t = \sum_{k=1}^L \frac{u_{t-k}}{(k+c)^\nu} \quad (8)$$

У формулі (8) I_t позначає інерційний стан ринку в момент часу t ; u_{t-k} — редукований подієвий внесок, що був сформований k кроків тому; k — лаг від поточного моменту; L — операційний горизонт пам'яті; $c > 0$ — регулятор малого лага; ν — параметр темпу згасання історичної значущості. Такий запис означає, що інерційний стан не вводиться як окрема зовнішня надбудова над пам'яттю, а безпосередньо визначається як гравітаційно редукована форма історично накопиченого впливу. На відміну від нормованого ядра, яке описує лише правило міжчасового розподілу ваг, формула (8) повертає в опис абсолютний масштаб накопиченого сліду і тим самим дає змогу трактувати інерційний стан не просто як “розподіл пам'яті”, а як активне поле історичного тиску.

Інерційний стан не спостерігається безпосередньо. Він стає доступним дослідникові лише через форми ринкової реакції, у яких історично накопичений слід набуває поточної дії. Інакше кажучи, спостережуваним є не сам інерційний стан як такий, а спосіб його прояву в конкретному ринковому контексті. До таких форм належать продовження руху, прийняття нової області торгу, поглинання імпульсу, виснаження, відмова від пробою або відновлення попередньої структури. У цьому сенсі ампліудна форма є не вторинною ілюстрацією, а необхідною формою операційного прояву інерційного стану.

На рівні інтерпретації це дозволяє по-новому візуалізувати причинну архітектуру ринку. Подія створює слід; ампліудна редукція виділяє з нього економічно релевантний внесок; гравітаційно зважене підсумовування цих

внесків формує інерційний стан як поточну форму дії накопиченого минулого; амплітудна форма робить цей стан доступним у ринковій реакції. Отже, логіка всієї системи може бути сформована таким чином: подія → редукований внесок → історично зважене накопичення → інерційний стан → спостережувана форма прояву. Саме в цій послідовності пам'ять перестає бути абстрактною часовою залежністю і переходить до структурного компонента поточного ринкового стану.

Для міжнародних фінансових ринків це відкриває новий вимір мікроструктурного опису — вимір історично активної інерції. У цьому і полягає головний теоретичний результат запропонованої конструкції: ринок виявляється не просто системою, що “має пам'ять”, а системою, у якій історично накопичений слід подій переходить у поточну діючу форму, тобто в інерційний стан.

Висновки із цього дослідження і дальші перспективи в цьому напрямку

У статті обґрунтовано, що для сучасних міжнародних фінансових ринків редукований спостережуваний стан не може розглядатися як повна статистика подальшої динаміки. Рівноважна репрезентація ціни зберігає значення як форма опису координації, однак у високошвидкісному електронному середовищі виконання вона виявляється недостатньою для пояснення самого механізму ціноутворення, у межах якого латентні наміри учасників проходять крізь книгу заявок, структуру ліквідності, чергу та режими виконання і лише внаслідок цього набувають форми спостережуваного цінового результату. Внаслідок цього поточний спостережуваний шар постає не як самодостатній опис ринку, а як редукована проєкція ширшого мікроструктурного процесу. Показано, що виключення прихованих координат із безпосереднього опису не елімінує їхнього впливу, а повертає його в динаміку у формі історичної залежності. Саме тому інтегральна пам'ять є не довільним ускладненням моделі і не вторинним статистичним ефектом часового ряду, а необхідним наслідком

редукції повного мікроструктурного стану до обмеженого набору спостережуваних координат. У цьому сенсі пам'ять фіксує не “минуле взагалі”, а історично зважене збереження причинно значущого сліду подій, який продовжує впливати на поточну ринкову реакцію.

Водночас доведено, що інтегральна пам'ять і інерційний стан ринку не можуть бути ототожнені. Якщо інтегральна пам'ять описує форму історично розподіленого накопичення сліду минулих подій, то інерційний стан фіксує поточну міру та форму дії цього збереженого сліду в конкретному середовищі виконання. Пам'ять відповідає на питання, що збереглося від минулого, тоді як інерційний стан відповідає на питання, якою мірою і в якій формі це збережене минуле діє тепер. Отже, перехід від пам'яті до інерції є не термінологічним уточненням, а необхідним теоретико-методологічним кроком.

Обґрунтовано, що послідовний мікроструктурний опис ринку потребує розрізнення між подією, інтегральною пам'яттю, інерційним станом та амплітудною формою його прояву. У цій послідовності подія виступає первинним носієм ринкового сліду, амплітудна редукція — способом виділення його економічно релевантного внеску, інтегральна пам'ять — формою історично розподіленого накопичення, інерційний стан — формою поточної активності накопиченого сліду, а амплітудна форма — каналом його операційного прояву в спостережуваній реакції ринку.

Теоретичне значення отриманого результату полягає в тому, що він відкриває у мікроструктурному описі ринку новий вимір стану — вимір історично активної інерції, який не редукується ні до поточної ціни, ні до обсягу, ні до дельти, ні до самого оператора пам'яті. У практичному сенсі це означає можливість переходу від аналізу окремих спостережуваних ознак до опису історично навантаженого ринкового стану, в якому минуле присутнє не лише як часовий слід, а як чинник поточної здатності ринку продовжувати рух, поглинати новий імпульс, приймати нові області торгу або відторгати їх.

У ширшому методологічному сенсі цей висновок перегукується з ідеєю неповноти формальних описів складних систем: редукований спостережуваний шар не вичерпує всього причинно значущого змісту ринкового процесу, а тому потребує переходу до пам'яті та інерційного стану як розширених форм його опису. Подальші дослідження доцільно спрямувати на формалізацію канонічної метрики інерційного стану, вибір закону згасання історичного впливу для різних типів мікроструктурних подій, уточнення амплітудних форм прояву інерції та емпіричну верифікацію запропонованого підходу на багат шарових мікроструктурних даних міжнародних фінансових ринків.

Література

1. Madhavan A. Market Microstructure: A Survey. *Journal of Financial Markets*, 2000. Vol. 3. No. 3. P. 205–258.
2. Hasbrouck J. *Empirical Market Microstructure: The Institutions, Economics, and Econometrics of Securities Trading*. New York: Oxford University Press, 2007. 208 p.
3. Biais B., Glosten L., Spatt C. Market Microstructure: A Survey of Microfoundations, Empirical Results, and Policy Implications. *Journal of Financial Markets*, 2005. Vol. 8. No. 2. P. 217–264.
4. Cont R., Stoikov S., Talreja R. A Stochastic Model for Order Book Dynamics. *Operations Research*, 2010. Vol. 58. No. 3. P. 549–563.
5. Gould M. D., Porter M. A., Williams S., McDonald M., Fenn D. J., Howison S. D. Limit Order Books. *Quantitative Finance*, 2013. Vol. 13. No. 11. P. 1709–1742.
6. Bouchaud J.-P., Farmer J. D., Lillo F. How Markets Slowly Digest Changes in Supply and Demand. In: Hens T., Schenk-Hoppé K. (eds.). *Handbook of Financial Markets: Dynamics and Evolution*. Amsterdam: Elsevier, 2009. P. 57–160.

7. Lillo F., Mike S., Farmer J. D. A Theory for Long-Memory in Supply and Demand. *Physical Review E*, 2005. Vol. 71. Art. 066122.
8. Gatheral J. No-Dynamic-Arbitrage and Market Impact. *Quantitative Finance*, 2010. Vol. 10. No. 7. P. 749–759.
9. Bacry E., Mastromatteo I., Muzy J.-F. Hawkes Processes in Finance. *Market Microstructure and Liquidity*, 2015. Vol. 1. No. 1. Art. 1550005.
10. Donier J., Bonart J., Mastromatteo I., Bouchaud J.-P. A Fully Consistent, Minimal Model for Non-Linear Market Impact. *Quantitative Finance*, 2015. Vol. 15. No. 7. P. 1109–1121.
11. Lyons R. K. *The Microstructure Approach to Exchange Rates*. Cambridge, MA: MIT Press, 2001. 346 p.
12. Menkveld A. J. High-Frequency Trading and the New-Market Makers. *Journal of Financial Markets*, 2013. Vol. 16. No. 4. P. 712–740.
13. Zwanzig R. Memory Effects in Irreversible Thermodynamics. *Physical Review*, 1961. Vol. 124. No. 4. P. 983–992.
14. Mori H. Transport, Collective Motion, and Brownian Motion. *Progress of Theoretical Physics*, 1965. Vol. 33. No. 3. P. 423–455.
15. Grabert H. *Projection Operator Techniques in Nonequilibrium Statistical Mechanics*. Berlin: Springer, 1982. 164 p.
16. Chorin A. J., Hald O. H., Kupferman R. Optimal Prediction and the Mori–Zwanzig Representation of Irreversible Processes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2000. Vol. 97. No. 7. P. 2968–2973.
17. Одрехівський М. В., Малиновський Ю. В., Буховцев М. Ю. Нелінійна гравітаційна модель інерційного поля фінансового ринку. *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука»*. Серія: «Економічні науки», 2025. № 12(104). Т. 1. С. 119–129.

References

1. Madhavan, A. (2000), “Market Microstructure: A Survey”, *Journal of Financial Markets*, vol. 3, no. 3, pp. 205–258.

2. Hasbrouck, J. (2007), *Empirical Market Microstructure: The Institutions, Economics, and Econometrics of Securities Trading*, Oxford University Press, New York, USA.
3. Biais, B., Glosten, L. and Spatt, C. (2005), “Market Microstructure: A Survey of Microfoundations, Empirical Results, and Policy Implications”, *Journal of Financial Markets*, vol. 8, no. 2, pp. 217–264.
4. Cont, R., Stoikov, S. and Talreja, R. (2010), “A Stochastic Model for Order Book Dynamics”, *Operations Research*, vol. 58, no. 3, pp. 549–563.
5. Gould, M.D., Porter, M.A., Williams, S., McDonald, M., Fenn, D.J. and Howison, S.D. (2013), “Limit Order Books”, *Quantitative Finance*, vol. 13, no. 11, pp. 1709–1742.
6. Bouchaud, J.-P., Farmer, J.D. and Lillo, F. (2009), “How Markets Slowly Digest Changes in Supply and Demand”, *Handbook of Financial Markets: Dynamics and Evolution*, Elsevier, Amsterdam, Netherlands, pp. 57–160.
7. Lillo, F., Mike, S. and Farmer, J.D. (2005), “A Theory for Long-Memory in Supply and Demand”, *Physical Review E*, vol. 71, art. 066122.
8. Gatheral, J. (2010), “No-Dynamic-Arbitrage and Market Impact”, *Quantitative Finance*, vol. 10, no. 7, pp. 749–759.
9. Bacry, E., Mastromatteo, I. and Muzy, J.-F. (2015), “Hawkes Processes in Finance”, *Market Microstructure and Liquidity*, vol. 1, no. 1, art. 1550005.
10. Donier, J., Bonart, J., Mastromatteo, I. and Bouchaud, J.-P. (2015), “A Fully Consistent, Minimal Model for Non-Linear Market Impact”, *Quantitative Finance*, vol. 15, no. 7, pp. 1109–1121.
11. Lyons, R.K. (2001), *The Microstructure Approach to Exchange Rates*, MIT Press, Cambridge, MA, USA.
12. Menkveld, A.J. (2013), “High-Frequency Trading and the New-Market Makers”, *Journal of Financial Markets*, vol. 16, no. 4, pp. 712–740.
13. Zwanzig, R. (1961), “Memory Effects in Irreversible Thermodynamics”, *Physical Review*, vol. 124, no. 4, pp. 983–992.

14. Mori, H. (1965), “Transport, Collective Motion, and Brownian Motion”, *Progress of Theoretical Physics*, vol. 33, no. 3, pp. 423–455.

15. Grabert, H. (1982), *Projection Operator Techniques in Nonequilibrium Statistical Mechanics*, Springer, Berlin, Germany.

16. Chorin, A.J., Hald, O.H. and Kupferman, R. (2000), “Optimal Prediction and the Mori–Zwanzig Representation of Irreversible Processes”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 97, no. 7, pp. 2968–2973.

17. Odrekhivskyi, M.V., Malynovskyi, Yu.V. and Bukhovtsev, M.Yu. (2025), “Nonlinear gravitational model of the inertial field of the financial market”, *Mizhnarodnyi naukovyi zhurnal “Internauka”. Seriia: “Ekonomichni nauky”*, no. 12(104), vol. 1, pp. 119–129.

Отримано редакцією журналу / Received: 06.05.26

Прорецензовано / Revised: 18.05.26

Дата публікації / Published: 26.05.26