

Верченко П.І.,

кандидат фізико-математичних наук,
доцент, доцент кафедри
економіко-математичних методів
Київського національного економічного університету
імені Вадима Гетьмана,

Шатарська І.Ф.,

старший викладач кафедри
економіко-математичних методів
Київського національного економічного університету
імені Вадима Гетьмана

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНЕРЦІЙНОСТІ УКРАЇНСЬКИХ ЦІННИХ ПАПЕРІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНСТРУМЕНТАРІЮ РИЗИКОЛОГІЇ

Проведено аналіз інерційності деяких цінних паперів українського фондового ринку та індексу ПФТС. Пропонується на підґрунті концепції інерційності соціально-економічних процесів розбудувати інструментарій для обґрунтування прийняття раціональних рішень.

The authors perform the analysis of inertia of several securities at the Ukrainian stock market and of the PFTS index and also propose new instruments to estimate economic risk in dynamics on the basis of inertia concept of social and economic processes for rational decision-making.

Існуюча парадигма аналізу функціонування ринків капіталу ґрунтується на оцінці їх ефективності, лінійних співвідношеннях між причинами та наслідками і, разом з тим, не враховується чинник часу або він розглядається як звичайна змінна. Реальна система зі зворотними зв'язками містить у собі довготермінові кореляції та тренди, бо має пам'ять про події в минулому, які впливають на події нині. В економічній теорії та теорії ринків капіталу існує твердження: система перебуває у стані рівноваги до моменту екзогенного впливу, що змушує її шукати нове положення рівноваги. Статична рівновага не є природним станом. У нелінійних динамічних системах випадковість і необхідність співіснують, випадок у поєднанні з детермінованістю створює статичний порядок¹.

Нова парадигма трактує ринки як складні адаптивні системи. Теорія складності твердить, що комбінація локальної випадковості та глобального порядку породжує в економічних системах більш усталені, стійкіші процеси щодо впливу зовнішніх чинників. Реальні системи можуть адаптуватися до цих умов, реагуючи, на перший погляд, непередбачуваним чином. І, завдяки цьому, вони виграють у порівнянні з іншими. Е. Петерс твердить, що статичні моделі економічних систем, у які закладено лінійний спосіб реагування на зовнішні та внутрішні чинники, відходять у небуття.

¹ *Петерс Э.* Хаос и порядок на рынках капитала. Новый аналитический взгляд на циклы, цены и изменчивость рынка: Пер. с англ. — М.: Мир, 2000. — 212 с.

Хаос і порядок на ринках акціонерного капіталу співіснують і взаємодоповнюють один одного. Та хаос не належить до розряду непорядкованих структур, а є формою більш високого порядку, де випадковість і безсистемні імпульси стають організуючим принципом. Згідно з гіпотезою детермінованого хаосу стани системи генеруються детермінованою системою, результати дій якої однозначно визначаються спрямованими на неї керованими впливами.

Детермінованість динаміки фондового ринку проявляється в усталеній зміні цін фінансових інструментів. Разом з тим хаотичність форми реалізації динаміки проявляється в нерівномірності зміни цін на окремі акції, неможливості як точного кількісного прогнозу обсягів, так і тривалості такої зміни.

Ціни на фінансові інструменти кожного моменту часу є відносно незалежними величинами, а їхня сукупна зміна на фондовому ринку має циклічний характер. Хаотичні, непорядковані коливання цін не є нескінченними, а мають певні межі, які визначаються структурами самовпорядкованих хаотичних елементів. Чергування зон (періодів) перевищення значення параметрів щодо певного середнього рівня та зон, в яких значення параметрів системи знаходяться нижче цього рівня (піки та ями), власне, й утворюють сутність поняття циклічності. Економічні системи, здійснюючи циклічні коливання, проходять фази зростання та спаду ділової активності. Тривалість циклу може вимірюватися часовим проміжком між двома піками ділової активності, а сам цикл складається зі зростаючого та спадного періодів. Тривалість циклу системи пов'язана зі швидкістю зміни її станів. Велика система змінюється повільніше, а тому має триваліший цикл. Крім того, швидкість зміни станів системи характеризує її інерційність — чим повільніше система переходить з одного стану до іншого, тим вона має більшу інерційність². Велика система має більшу інерційність, пов'язану зі складністю її внутрішньої структури та значною кількістю складових елементів, які, взагалі кажучи, можуть здійснювати різні за напрямом і величиною коливання, що знижує ступінь мінливості великої системи порівняно з її складовими елементами.

Використовуючи принцип впорядкованості Больцмана³, можна твердити: найбільш ймовірним, досяжним системою є такий стан, для якого події, що відбуваються в системі водночас, статистично взаємно компенсуються. Чим менші елементи, з яких складається система, тим хаотичнішими будуть їхні коливання, і чим більша кількість таких елементів, тим сильніше їх коливання компенсуватимуть один одного. Особливо сильно така компенсація відбуватиметься в групах відносно однорідних елементів. Таким чином, можна зробити

² Інерційність у механіці — це властивість тіла зберігати стан рівномірного руху або спокою, коли діючі на нього сили відсутні або взаємно врівноважуються. Під дією невідножної системи сил інерційність проявляється в тому, що тіло змінює свій рух поступово і тим повільніше, чим більшу матиме масу, яка і є мірою інерційності тіла.

³ Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. Пер. с англ. — М.: УРСС, 2003. — 117 с.

висновок: інерційність системи тим вища, чим більше до її складу входить великих за обсягом груп відносно однорідних елементів, бо компенсація їх коливань означатиме повільну зміну самої системи, тому й сильніше проявлятиметься її інерційність.

Процесам розвитку в економіці притаманний діалектичний характер, який, зокрема, проявляється в поєднанні рис стійкості та мінливості цього розвитку. Співвідношення цих рис, їх питома вага в характеристиці розвитку впродовж певного хронологічного інтервалу відіграють принципову роль у процесі економічного прогнозування. Так, зокрема, коли процеси мають достатньо тривалу ретроспективну історію, накопичено достатній обсяг інформації для виявлення закономірностей та тенденцій в їх розвитку у взаємозв'язках з іншими явищами, а самим процесам властива велика інерційність, то гіпотеза щодо майбутнього розвитку цих процесів у короткостроковому та середньостроковому періодах значною мірою може базуватися на аналізі минулого. Інерційність у соціально-економічних процесах може проявлятися дво-яко: по-перше, як інерційність взаємозв'язків, тобто збереження в основних рисах механізму формування явища (а саме збереження залежностей, кореляції прогнозованої змінної щодо сукупності змінних-аргументів); по-друге, як інерційність щодо розвитку окремих сторін (аспектів) процесів, тобто як певний ступінь збереження їх характеристик — темпів, спрямованості, варіабельності основних кількісних показників упродовж порівняно тривалих хронологічних інтервалів.

Крім того, наявність інерційності у соціально-економічних процесах, на наш погляд, є теоретичною базою для побудови так званої програмної траєкторії розвитку економічної системи, яка, в свою чергу, потрібна для оцінювання ризику в динаміці. Та на практиці побудова такої траєкторії нашттовхується на суттєві труднощі, насамперед пов'язані з неможливістю здійснення точного прогнозу щодо розвитку економічної системи у цілому та конкретного економічного об'єкта зокрема.

Розглянемо вітчизняний ринок акціонерного капіталу, який є більшою системою порівняно з ринком акцій окремого виду. Щоденні угоди з акціями компаній є хаотичними елементами ринку акцій. Неможливість здійснення достатньо точного прогнозу цін на них, навіть на один день, — наочний приклад хаотичного характеру цих угод. Зрозуміло, що чим більше буде угод з акціями, тим більше буде хаотичних елементів, тим сильніше їх коливання будуть компенсувати один одного і тим більш інерційним, більш прогнозованим буде ринок акціонерного капіталу в цілому. Інерційність об'єкта характеризує більшу передбачуваність його “поведінки”, а це, у свою чергу, — чинник зниження інвестиційних ризиків. І найбільш передбачуваними на ринку виявляються акції компаній, що є предметом активної торгівлі, а збільшення кількості угод щодо купівлі акцій є чинником підвищення капіталізації відповідних компаній. Крім

того, відбувається часткове взаємопоглинання хаотичних коливань цін у процесі укладання угод з такими акціями на фондовому ринку, і біржові індекси повільніше змінюють свої значення порівняно з більшістю фінансових інструментів, оскільки вони розраховуються на основі акцій найбільш ліквідних компаній. Це означає, що дослідження ринку за допомогою фондових індексів спрощує спостереження закономірностей його впорядкованих станів, які є необхідною умовою його існування та успішного розвитку. За даними торгів ПФТС (не менше 100 угод у день торгів), наприклад, у деякі місяці 2001—2003 років можна побачити характер зміни цін на акції на фондовому ринку, обсягів угод, оцінити передбачуваність таких змін.

Проведемо аналіз інерційності деяких українських цінних паперів.

1) Як показує табл. 1, найбільш ліквідні акції є найбільш інерційними — зміна цін у них менша.

Таблиця 1. Зміна цін на деякі акції та обсягів угод, значення індексу ПФТС в 2001 та 2003 роках

Емітент	Лютий 2001		Березень 2001		Лютий 2003		Березень 2003	
	Ціна, грн	Кількість, шт.	Ціна, грн	Кількість, шт.	Ціна, грн	Кількість, шт.	Ціна, грн	Кількість, шт.
KIEN	5,28	3599	5,29	5358	4,424	53200	3,5	3000
NFER	2,94	300200	0,8	2000	1,22	24000	1,6475	188400
UNAF	29	2219	24,62	235661	22,79	3329	24	1915
SEEN	0.83	2500	0.79	1800	0,94	3599	1,013	25000
Індекс ПФТС	58,62		55,63		52,15		51,13	

Та на молодому українському фондовому ринку треба обов’язково робити поправку ще й на ситуацію з приватизацією (наприклад, ціна на акції Нікопольського заводу феросплавів у лютому 2001 року становила 2,94 грн, а в березні того ж року — 0,8 грн), або на появу нових “агресивних” акцій. Так, наприклад, 2003 року на ринку з’явилися “агресивні” акції, наведені в табл. 2.

2) Інерційність об’єкта робить його поведінку більш передбачуваною. Так, наприклад, найбільш передбачуваними на ринку будуть акції компаній, які є предметом активних торгів, про що свідчить табл. 3, у якій символом “*” позначено незмінну позицію на ринку.

3) Прогнозованість поведінки фінансового інструменту є чинником зменшення невизначеності (ентропії), зниження ступеня інвестиційних ризиків, а

Таблиця 2. Зміна цін на деякі акції та обсягів угод у 2003 році

Емітент	Лютий 2003		Березень 2003	
	Ціна, грн	Кількість, шт.	Ціна, грн	Кількість, шт.
KSPB	2,957	29648	4,6	4040
DBK-4	0,5	9265	1	296521

Таблиця 3. Зміна цін на деякі акції та обсягів угод, значення індексу ПФТС у першому півріччі 2003 року

	Ціна, грн	К-ть, шт.	Ціна, грн	К-ть, шт.	Ціна, грн	К-ть, шт.	Ціна, грн	К-ть, шт.	Ціна, грн	К-ть, шт.	Ціна, грн	К-ть, шт.
Емітент	10.01.03		21.02.03		07.03.03		18.04.03		23.05.03		06.06.03	
UNAF	25,67	51	22,78	3329	24	1915	21,8	1000	22	1000	22,318	25000
STIR	9,4	1000	10,93	637313	9,335	1500	7,74	2000	10,924	952	10,934	13700
NFER	1,5	3000	*		1,22	24000	1,6475	188400	*		*	
MMKI	0,11	566150	0,06	1335	0,06	2770	0,11	566150	*		*	
NITR	0,015	100000	*		*		2,1869	10000	2,6	4000	3	3483
CEEN	0,75	2000	0,72	2000	1,013	250000	0,97	80000	0,8	3000	1,066	250000
DNEN	59,23	1013	65	414	66	128	61,53	575	69,33	318	101,327	1053
DOEN	3,812	1962	5,5	2757	*		5,5	2757	*		*	
KIEN	4,42	532000	*		*		3,5	3000	3,6	1251	*	
ZAEN	21,78	62768	21	212	15	2580	17	400	21,05	1000	23,73	50001
KOEN	1,81	5000	*		*		0,0503	91500	0,09	93500	*	
HRBK	2,36	197369	*		0,318	57600	1,47	500000	2,36	137369	*	
MSICH	10	10	*		*		40	10	*		77,52	3420
ROSA	0,0015	1000000	*		*		0,0396	125000	*		*	
MORE	0,215	1606400	0,25	2400000	0,25	1600000	0,25	3600000	0,25	18000000	0,25	6442600
ROGA	150	50	85	5			*		*		149,57	459
SLAV	18,1	500	*		16	5000	*		*		*	
KSPB	3,5	3000	4	2043	5	2020	5,5	2000	6,3	1900	6,3	120
UTEL	0,3477	12000	0,13	3060	0,19	89140	*		0,25	320000	0,2	3000
PFTS		54,06		54,59		51,13		52,12		56,13		59,35

найбільш ліквідні акції характеризуються меншим інвестиційним ризиком. Для формалізації процесу виявлення зв'язку між ризиком та інерційністю І.Г. Шевченко⁴ пропонує розраховувати показник ризикованості за такою формулою

$$Risk(C^i) = \frac{(C_{\max}^i - C_{\min}^i)}{(C_{\max}^i + C_{\min}^i) / 2} \cdot 100\%,$$

де C^i — випадкова величина, реалізації якої відображають значення ціни акції i -го виду впродовж проміжку часу $[t_0; T]$; C_{\max}^i і C_{\min}^i — відповідно максимальне й мінімальне значення ціни акції i -го виду серед її реалізацій, отриманих упродовж досліджуваного проміжку часу.

Концепція, якої ми дотримуємося, — це використання у процесі аналізу цінних паперів багатокритеріального підходу, власне, таких показників ефективності та ризикованості: сподівана ціна (її статистична оцінка) —

$$M(C^i) \approx \frac{1}{T} \sum_{t=t_0+1}^{T+t_0} C^i(t), \tag{1}$$

де $C^i(t)$ — ціна акції i -го виду у t -ий період; варіація (дисперсія) ціни —

$$V(C^i) \approx \frac{1}{T-1} \sum_{t=t_0+1}^{T+t_0} (C^i(t) - M(C^i))^2, \tag{2}$$

⁴ Шевченко І.Г. Порядок и хаос рынка акционерного капитала России. — М.: ООО “Журнал “Управление персоналом”, 2003. — 216 с.

семіваріація ціни —

$$SV(C^i) \approx \frac{1}{T-1} \sum_{t=t_0+1}^{T+t_0} \alpha^i(t) (C^i(t) - M(C^i))^2, \quad (3)$$

$$\text{де } \alpha^i(t) = \begin{cases} 1, & (C^i(t) - M(C^i)) < 0 \\ 0, & (C^i(t) - M(C^i)) \geq 0 \end{cases} \quad (4)$$

індикатор несприятливого відхилення ціни від її сподіваного значення; середньоквадратичне відхилення ціни від її сподіваного значення —

$$\sigma(C^i) = \sqrt{V(C^i)}; \quad (5)$$

семіквадратичне відхилення ціни —

$$SSV(C^i) = \sqrt{SV(C^i)}; \quad (6)$$

коефіцієнт варіації ціни —

$$CV(C^i) = \frac{\sigma(C^i)}{M(C^i)}; \quad (7)$$

коефіцієнт семіваріації ціни —

$$CSV(C^i) = \frac{SSV(C^i)}{M(C^i)}. \quad (8)$$

та низки інших показників⁵.

У табл. 4 наведені результати розрахунків показників ефективності та ризикованості деяких цінних паперів, побудованих на основі аналізу реалізацій відповідних випадкових величин C^i за перше півріччя 2003 року.

Таблиця 4. Аналіз показників ефективності та ризикованості ліквідних акцій ПФТС, розрахованих на основі їх ціни

Емітент	Макс. ціна	Мінім. ціна	Показники ефективності та ризикованості						
			$Risk(C^i)$	$M(C^i)$	$\sigma(C^i)$	$SSV(C^i)$	$CV(C^i)$	$CSV(C^i)$	
MSICH	77.52	10	151,527	28.552	28,487	12.419	0.788	0.436	
UNAF	28	21.8	24.8996	23.04	2.003	0.921	0.087	0.040	
STIR	10,93	7.74	34,1724	9,806	1,341	1,085	0,137	0,111	
CEEN	1,066	0,75	34,801	0,989	0,063	0,049	0,063	0,049	
DNEN	105,5	59,23	56,176	75,789	20,261	11,463	0,271	0,151	
ZAEN	23,73	17	33,046	20,901	3,624	2,722	0,175	0,130	
KSPB	6,3	4	44,66	5,530	0,841	0,644	0,152	0,116	
UTEL	0,34	0,13	89,36	0,228	0,070	0,050	0,306	0,221	
NFER	1,65	0,01	197,054	1,432	0,544	0,507	0,380	0,354	
NITR	3,6	0,015	198,34	1,767	1,680	1,385	0,961	0,784	

⁵ Вітлінський В.В., Великоіваненко Г.І. Ризикологія в економіці та підприємстві: Монографія. — К.: КНЕУ, 2004. — 480 с.

Очевидно, що порівняльний аналіз цінних паперів можна здійснити лише на основі даних, наведених у стовпчиках $Risk(C^i)$, $CV(C^i)$ та $CSV(C^i)$. Як зауважують багато дослідників (наприклад С. Дж. Браун⁶), від ціни як первинної інформації доцільно перейти до норми прибутку, яку обчислюють за формулою:

$$R^i(t) = \frac{C^i(t) - C^i(t-1) + D^i(t)}{C^i(t-1)} \cdot 100\%, \quad i = 1, 2, \dots, \quad t \in [t_0; T],$$

де $D^i(t)$ — дивіденди, отримані на акції i -го виду за t -ий період.

Тоді для порівняльного аналізу цінних паперів, а також для дослідження поставлених питань можна використовувати всю інформацію, наведену в табл. 5.

Таблиця 5. Аналіз показників ефективності та ризикованості ліквідних акцій ПФТС щодо норми прибутку

Емітент	Показники ефективності та ризикованості					
	$Risk(C)$	$M(R)$	$\sigma(R)$	$SSV(R)$	$CV(R)$	$CSV(R)$
MSICH	151,527	27,047	21,409	12,788	0,791	0,472
UNAF	24,8996	2,709	9,763	5,668	3,603	2,092
STIR	34,1724	1,027	16,532	8,519	16,097	8,295
CEEN	34,801	1,755	9,185	5,019	5,233	2,859
DNEN	56,176	6,456	16,159	6,927	2,502	1,072
ZAEN	33,046	4,613	28,256	16,956	6,125	3,675
KSPB	44,66	5,512	11,590	6,147	2,102	1,115
UTEL	89,36	11,552	30,725	19,16	2,659	1,658
NFER	197,054	1348,26	4031,917	1344,047	2,990	0,996
NITR	198,34	1617	4831,14	1610,43	2,987	0,995

Як бачимо, раніше зроблені висновки відповідають отриманим результатам.

За даними спостережень 2001—2003 років, можна виділити групу найбільш ліквідних пакетів акцій — “ядро” формування значень фондового індексу. Власне, від “поведінки” цих акцій в основному й залежить характер зміни значень індексу ПФТС.

4) У процесі планування короткотермінових фінансових операцій використовують дані ретроспективної динаміки фінансового інструменту. У цьому разі прогноз буде найточнішим для високоінерційних систем, бо наявність інерції дає змогу припустити існування малої ймовірності миттєвого переходу системи до нового стану. Найчастіше для підвищення інерційності використовуються усереднені дані за більш тривалий проміжок часу або оцінки річної капіталізації ринку. Розглянемо це на прикладі акцій компаній “UNAF” і “KIEN” (табл. 6 і 7).

⁶ Количественные методы финансового анализа / Под ред. С. Дж. Брауна и М. П. Крицмена: Пер. с англ. — М.: ИНФРА-М, 1996. — 336 с.

Таблиця 6. Аналіз показників ефективності та ризикованості акцій “UNAF”

Рік	$M(R)$	$\sigma(R)$	$SSV(R)$	$CV(R)$	$CSV(R)$
2001	-0,35	6,086	4,383	—	—
2002	1,445	6,347	3,997	0,227	0,361
2003	0,068	4,997	3,282	0,013	0,0207
Середнє значення показника	0,387	5,81	3,887	0,12	0,19
2001—2003	0,165	5,989	4,057	0,027	0,04

Таблиця 7. Аналіз показників ефективності та ризикованості акцій “KIEN”

Рік	$M(R)$	$\sigma(R)$	$SSV(R)$	$CV(R)$	$CSV(R)$
2001	4,416	42,346	18,143	0,1043	0,243
2002	2,865	24,551	16,268	0,1167	0,176
2003	2,745	9,630	5,546	0,285	0,495
Середнє значення показника	3,342	25,509	13,319	0,0687	0,292
2001—2003	4,456	35,411	17,185	0,125	0,259

Упорядкований стан фондового ринку є необхідною умовою його існування та успішного функціонування як органічного елемента системи народного господарства. У свою чергу, інерційність значень індексу означає його більшу стійкість до хаотичних процесів, які відбуваються на ринку акціонерного капіталу, робить актуальним його використання у процесі аналізу динаміки українського ринку цінних паперів.

Крім того, зауважимо, що аналіз не враховував кількість проданих акцій, хоча цей показник є одним із орієнтирів на реальному ринку. Для подолання цього недоліку ми пропонуємо розглядати цю кількість як один із економічних показників, а саму задачу вважати багатокритеріальною.

Запропонований підхід ґрунтується на гіпотезі щодо статичності фінансових процесів. Та, як свідчать реалії, доцільно також використовувати динамічні моделі, які у разі наявності інерційності потребують побудови так званої програмної траєкторії та врахування чинника старіння інформації. Не викликає заперечень те, що будь-якій інформації притаманна властивість “старіння”. З плином часу відбувається часткова або повна втрата її цінності для споживача. Власне, цінність інформації — поняття досить широке й потребує конкретизації та уточнення щодо досліджуваної проблеми. Н. Вінер вважав, що “... основною причиною старіння інформації є не сам час, а поява нової інформації”. З появою нової інформації виникає потреба уточнення та нової інтерпретації фону для прогнозних досліджень, щоб сформулювати управлінське рішення.

На тривалість періоду, впродовж якого економічна інформація зберігає позитивну корисність для споживача, впливає коливання (зміна) цін на товари та послуги, динаміка бюджету споживача, зміна обсягу попиту на товар та інші чин-

ники. Ми вважаємо за доцільне для виявлення інерційності враховувати саме чинник старіння інформації.

Власне, факт наявності інерційності моделюється шляхом дисконтування інформації щодо інтенсивності її старіння. Такого роду дисконтування має назву “аналітичне вирівнювання інформації” й реалізується за допомогою відповідних функцій. Традиційними моделями, що описують старіння інформації, є криві Бартона-Кеблера, Аврамеску, Коула тощо⁷.

Один із підходів до дисконтування інформації полягає у тому, що вплив “порції” інформації, отриманої в момент $t' \in [t_0; T]$, на рішення, що приймається у момент T , зменшується зі збільшенням відстані між точками t' та T . Тому для врахування важливості цієї інформації при обґрунтуванні господарських рішень можна скористатись “ідеалізованою” моделлю, коли процес старіння відображає неперервна функція $g(t)$, що задовольняє умовам:

$$\int_{t_0}^T g(t) dt = 1; \quad g(t) \uparrow, t \rightarrow \infty; \quad g(t) \geq 0, t \in [t_0; T]$$

Нехай вектор $x(t) = (x_1(t); \dots; x_n(t))$ описує стан економічної системи на момент $t \in [t_0; T]$ (наприклад, випуск продукції, ефективні фонди, неефективні фонди тощо), $s(t)$ — вектор параметрів, що відображає можливість зовнішнього впливу на розвиток системи впродовж проміжку часу $[t_0; T]$ (приміром, швидкість зростання обсягів капіталовкладень, ресурсів тощо). Зауважимо, що значення параметрів, які є складовими вектора $s(t)$, можуть змінюватися неперервно щодо часу $t \in [t_0; T]$, а сам вектор $s(t)$ — трактуватися як стратегія (рішення) щодо планування розвитку системи.

Ми виходимо з того, що кожне програмне управління $s(t)$, $t \in [t_0; T]$, генерує пучок траєкторій руху (розвитку) економічної системи, тобто що

$$x(t) = x(t; s(t); \omega(t)),$$

де $\omega(t)$ — багатовимірний випадковий процес, що кількісно характеризує стан економічного середовища на момент t . Тоді реальному рухові системи відповідатиме одна з траєкторій пучка. Якщо позначити через $x^*(t) = (x_1^*(t); \dots; x_n^*(t))$ “програмну” траєкторію (траєкторію, яка відображає бажаний для суб’єкта управління розвиток економічної системи), то оцінки дисперсії та семіваріації — дискретні аналоги оцінок ступеня ризику в динаміці, що враховують факт (можливість) старіння інформації, можна обчислити відповідно за формулами⁸:

$$DI_{x^*(t)}(s_{t_0, T}) \approx \sum_{i=1}^n M \left(\sum_{k=0}^{N_T} g_i(t_k) (x_i(t_k; s(t_k); \omega(t_k)) - x_i^*(t_k))^2 \right);$$

⁷ *Ивченко Б.П., Мартыщенко Л.А., Табухов М.Е.* Управление в экономических и социальных системах. — СПб.: Нордмед-издат, 2001. — 248 с.

⁸ *Верченко П.І.* Багатокритеріальність і динаміка економічного ризику (моделі та методи): Монографія. — К.: КНЕУ, 2006. — 272 с.

$$SVI_{x^*(t)}(S_{t_0, T}) \approx \sum_{i=1}^n M \left(\sum_{k=0}^{N_T} g_i(t_k) \alpha_i(t_k) (x_i(t_k; s(t_k); \omega(t_k)) - x_i^*(t_k))^2 \right).$$

Тут $\omega(t_k)$ — реалізація багатовимірною випадкового процесу, що кількісно характеризує стан економічного середовища в момент t_k (робиться припущення: $\omega(t_k) \in \Omega$, де Ω — компактна множина); $s_{t_0, T}$ — стратегія розвитку системи впродовж проміжку часу $[t_0; T]$; N_T — кількість періодів; $t_{k+1} = t_0 + k\Delta t$, $\Delta t > 0$, $k = 0, 1, \dots, N_T$; t_0 — глибина ретроспективи; $g_i(t)$ — модель старіння інформації щодо i -го економічного показника, $\sum_{k=0}^{N_T} g_i(t_k) = 1$, $i = 1, \dots, n$; $(x_i(t_k; s(t_k); \omega(t_k)) - x_i^*(t_k))$ — відхилення реалізації i -го компонента реальної траєкторії за умови вибору стратегії $s(t)$, яка породжує цю траєкторію, від i -го компонента “програмної” траєкторії у момент t_k ; $DI_{x^*(t)}(S_{t_0, T})$ — зважена (сумарна) дисперсійна оцінка траєкторії $x(t)$, яка належить пучку, генерованому стратегією $s(t)$; $SVI_{x^*(t)}(S_{t_0, T})$ — зважена (сумарна) семіваріаційна оцінка траєкторії $x(t)$.

За наявності статистичної інформації у дискретному вигляді для побудови послідовності оцінок, які певною мірою є наближеннями у відповідні моменти часу до реальної траєкторії розвитку економічної системи, можна скористатися відомими методами (наприклад, методом експоненційного згладжування — методом Брауна⁹). Сутність методу полягає у використанні як оцінки реального стану економічної системи зваженої суми попередніх та поточних спостережень. Ідея методу була висунута ще Н. Вінером¹⁰. Власне, ковзну експоненційну середню можна обчислити згідно з рекурентною формулою:

$$Q(t_k) = \delta \cdot x(t_k) + (1 - \delta) \cdot Q(t_{k-1}),$$

де $Q(t_k)$ — експоненційна середня (згладжене значення) спостережуваного економічного показника $x(t_k)$ на момент t_k , δ — параметр згладжування, $\delta \in [0; 1]$.

Для розв’язання прикладних задач дискретну модель старіння інформації можна подати у вигляді

$$g_i(t_k) = g_i(t_k; \delta_i) = \begin{cases} \delta_i (1 - \delta_i)^{N_T - k}, & 1 \leq k \leq N_T \\ (1 - \delta_i)^{N_T}, & k = 0 \end{cases},$$

де параметр $\delta_i \in [0; 1]$, $i = 1, \dots, n$. Легко пересвідчитися у тому, що

$$\sum_{k=0}^{N_T} g_i(t_k; \delta_i) = \sum_{k=0}^{N_T} \delta_i (1 - \delta_i)^{N_T - k} + (1 - \delta_i)^{N_T} = 1.$$

Величину δ_i ($i = 1, \dots, n$) здебільшого називають параметром згладжування, а ітераційні процеси побудови відповідних оцінок — процедурами (операціями)

⁹ Brown R.G. Smoothing Forecasting and Prediction of Discret Time Series. — N. Y., 1963.

¹⁰ Wiener N. The Extrapolation, Interpolation and Smoothing of Stationary Time Series with Engineering Applications. — N. Y., 1949.

згладжування. У прикладних задачах важливим моментом є надання параметру згладжування того чи того значення. Очевидно, що різні значення параметра δ_i ($i = 1, \dots, n$) генеруватимуть значення оцінок ризикованості відповідних економічних показників, які дещо не збігаються). Якщо значення δ_i близьке до одиниці, то це свідчить про великий вплив на відповідну оцінку ступеня ризику лише останніх спостережень за траєкторією розвитку економічного об'єкта, тобто про швидке “старіння” інформації. Коли ж є впевненість, що досить віддалені (ретроспективні) значення економічного показника заслуговують довіри і до певної міри зберігають свою актуальність на сьогоднішній день, то δ_i можна обирати досить малим (близьким до нуля). Р. Браун вважає, що у практичних розрахунках вибір параметра згладжування можна здійснювати незалежно від природи економічної інформації, за формулою: $\delta_i = 2/N_T + 1$.

У працях академіка Ю.М. Єрмольєва¹¹ та його учнів операція згладжування використовувалася як допоміжний інструмент у запропонованих ними ітераційних процедурах розв'язування задач стохастичного програмування. Там параметр згладжування обирався програмно, а для забезпечення збіжності операції згладжування на нього накладалися такі умови:

$$\delta_i(k) \rightarrow 0, \quad k \rightarrow \infty; \quad \sum_{k=1}^{\infty} \delta_i(k) = \infty; \quad \sum_{k=1}^{\infty} \delta_i^2(k) < \infty.$$

Таким умовам, приміром, задовольняє параметр $\delta_i(k)$, що визначається формулами:

$$\delta_i(k) = \frac{\text{const}}{k^\alpha}, \quad \frac{1}{2} < \alpha \leq 1, \quad k = 1, 2, \dots$$

Відмітимо, що індекс k , який фігурує в параметрі $\delta_i(k)$, адекватно відображає динаміку нагромадження інформації.

Вивчення закономірностей поведінки фондового ринку необхідне для забезпечення успіху інвестиційних рішень. Головна мета спостереження та аналізу змін на фондовому ринку — це можливість прогнозування цієї поведінки та ефективного вкладання грошових коштів. Оскільки фондовий ринок є складною соціально-економічною системою, то в процесі моделювання слід враховувати такі особливості цих систем: можливе (іноді свідоме) викривлення інформації, ймовірність деструктивної поведінки, а найголовніше — неадекватне сприйняття інформації та пов'язана з цим певна невизначеність. Зауважимо, що їх ігнорування може призвести до неправильного вибору даних. (Свого часу Н. Вінер писав, що довготривалі статистичні ряди, складені за нестабільних умов, надають інформацію, яка лише здається точною¹²). Крім того, довготривале зростання цін на акції є вкрай хаотичним. Однак чим тривалішою є відкрита позиція на

¹¹ Ермольев Ю.М. Методы стохастического программирования. — М.: Наука, 1976. — 234 с.

¹² Винер Н. Кибернетика или управление и связь в животном и машине. Пер. с англ. — М.: Советское радио, 1958. — 212 с.

фондовому ринку, тим більша ймовірність зміни базових умов, які визначають вартість акції, що, в свою чергу, може збільшити ступінь невизначеності майбутнього фінансового результату, тобто його ризик.

Слід пам'ятати, що на фондовому ринку зміни відбуваються циклічно, та тривалість цих коливань спрогнозувати з великою точністю не завжди можливо. Тобто якщо певні моделі прогнозування досить адекватно працювали в минулому, то в майбутньому їхнє застосування можливе лише з певними уточненнями, обмеженнями. Крім того, слід пам'ятати, що на тривалість циклів впливають тенденції розвитку світової фінансової системи та світового ринку цінних паперів. Більш того, слід враховувати, що зміни на глобальних ринках залежать також від емоційно-психологічного стану світових інвесторів і вони теж мають циклічний характер.

Зауважимо, що дослідження на циклічність фондового ринку України нині некоректні. Це зумовлено малим обсягом (всього 15 років) статистичної інформації.

У процесі розбудови ринкових відносин Україна відкрила свої ринки для іноземних товарів та інвестицій, вступає до ВТО, що породжує значну залежність від коливань світової кон'юнктури. У періоди загального економічного піднесення українська економіка, на нашу думку, розвиватиметься у сприятливіших умовах і ціни на фондовому ринку зростатимуть. У свою чергу, в періоди загальносвітової кризи негативні наслідки неминуче вразять й українську економіку, що викличе падіння цін на фондовому ринку. Не можна також ігнорувати існування такого чинника для нашої економіки як політичний ризик і пов'язані з ним негативні наслідки.

З наведеного можна зробити такі висновки:

— найбільш імовірний стан, досяжний для економічної системи, такий, коли події, що відбуваються в системі водночас, статично взаємно компенсуються;

— чим більше буде угод з акціями, тим більше буде хаотичних елементів, тим сильніше їх коливання компенсуватимуть одне одного і тим більш інерційним, більш прогнозованим буде ринок акціонерного капіталу у цілому;

— інерційність економічного об'єкта характеризує більшу передбачуваність його "поведінки", а це, в свою чергу, є чинником зниження ступеня інвестиційних ризиків;

— найбільш передбачуваними на ринках є акції компаній, що є предметом активної торгівлі, а збільшення кількості угод щодо купівлі акцій є чинником підвищення капіталізації відповідних компаній;

— у процесі планування короткотермінових фінансових операцій здебільшого використовують дані ретроспективної динаміки відповідних показників фінансового інструменту, при цьому прогноз буде більш точним для високоінерційних систем, найчастіше для врахування інерційності використовуються усереднені дані за тривалий проміжок часу або оцінки річної капіталізації ринку;

— хаотичні коливання цін у процесі укладання угод щодо акцій на фондовому ринку частково взаємопоглинаються, а тому фондові індекси повільно змінюють свої значення (оскільки вони розраховуються на базі акцій найбільш ліквідних компаній) — це означає, що дослідження ринку з використанням фондових індексів спрощує спостереження закономірностей його впорядкованих станів, які є необхідною умовою його існування та успішного розвитку;

— інерційність значень індексу забезпечує його стійкість щодо хаотичних процесів, які відбуваються на ринку акціонерного капіталу, робить актуальним його використання в процесі аналізу динаміки українського ринку цінних паперів;

— концепція інерційності соціально-економічних процесів використовується для побудови програмної траєкторії розвитку економічної системи, яка, в свою чергу, потрібна для оцінювання ризику в динаміці;

— у процесі виявлення інерційності доцільно, зокрема, враховувати такий чинник як інтенсивність старіння інформації.