

## Дослідження/



■ **В'ячеслав Пластун**  
Viacheslav Plastun

Кандидат економічних наук, доцент кафедри фінансів Української академії банківської справи Національного банку України (м. Суми)

Ph.D. (Economics), Associate Professor of the Chair of Finance of the Ukrainian Academy of Banking of the National bank of Ukraine

Email: plastun.v@gmail.com

## Побудова мультифакторної моделі портфельної оптимізації для інституційних інвесторів

### Development of a multifactor model of portfolio optimization for institutional investors

*У статті запропоновано науково-методологічний підхід до побудови шестифакторної моделі портфельної оптимізації, яка враховує вплив на дохідність акцій таких факторів, як обсяг ВВП, індекс споживчих цін, валові заощадження, відсоткові ставки за депозитами, валовий державний борг, індекс ПФТС. У праці отримано оптимізовану структуру інвестиційного портфеля за трьома критеріями: максимізація дохідності, мінімізація ризику, максимізація коефіцієнта Шарпа. Порівняння ефективності цих портфельів із найкращими українськими фондами акцій свідчить про перевагу запропонованої моделі, а отже, і про її практичну значущість.*

*The article describes the scientific and methodological approach to building of the six-factor model of portfolio optimization, which takes into account an impact of such factors as GDP, CPI, gross savings, deposit interest rates, gross public debt, and PFTS index on the return on equity. There is developed the optimized structure of the investment portfolio by three criteria viz. maximization of return, minimization of risk, and maximization of the Sharpe ratio. Having compared the effectiveness of these portfolios with the best Ukrainian equity funds, the author proved the superiority of the proposed model and, therefore, its utility.*

*Ключові слова:* інституційні інвестори, фондовий ринок, акції, портфельна теорія.

*Key words:* institutional investors, stock market, stocks, portfolio theory.

Останні десятиліття свідчать про значне підвищення ролі інституційних інвесторів (надалі – ІІ) на фінансових ринках світу. Обсяги фінансових ресурсів, які залучаються ними, є одними з найбільших серед інших фінансових посередників. Функціональне значення ІІ дуже важливе, особливо при виконанні ними трансформаційної функції, коли грошові кошти інвестуються в різні фінансові активи, у тому числі – цінні папери. Саме фондовий ринок (ФР) є пріоритетною сферою розміщення капіталу для ІІ, а формування оптимізаційних портфельів цінних паперів є основним завданням таких фінансових інститутів.

Умови роботи на українському фондовому ринку досить складні, то-

му використання спеціалізованого інструментарію для прийняття збалансованих інвестиційних рішень є необхідним і доцільним. Розробкою моделей портфельного інвестування дослідники займаються вже протягом кількох десятиліть, але запровадження універсальної моделі в цій сфері неможливе, адже цілі інвестування суттєво відрізняються серед інвесторів. Попри те, вчені та практики пропонують рішення, які враховують різні фактори впливу на дохідність цінних паперів.

Використання ринкової моделі (САРМ), запропонованої У.Шарпом [7], було першою спробою описати процес, який визначає зміни дохідності фінансових активів. Ринкова

модель передбачає, що всі коливання цін фінансових активів можуть бути пояснені одним фактором – ринковою дохідністю. Такий підхід суттєво спрощує процедуру побудови оптимального інвестиційного портфеля, але не бере до уваги той факт, що цінові коливання визначаються й рядом інших факторів, наприклад, рухом відсоткових ставок, інфляцією, індексами промислового виробництва тощо. Тому інвестиційні професіонали більше використовують мультифакторні моделі при управлінні портфелями, аналізі ризиків, оцінці ефективності здійснених інвестицій у цінні папери.

Успіх мультифакторних моделей зумовлений принаймні двома факто-

рами. По-перше, такі моделі краще пояснюють зміни в дохідності активів, ніж це робить ринкова (однофакторна) модель. По-друге, мультифакторні моделі забезпечують більш деталізований аналіз ризиків, ніж однофакторна модель. У сукупності такі переваги застосовують інвестори, які використовують як активне, так і пасивне управління інвестиційним портфелем.

Найвідоміші дослідження в розширенні однофакторної моделі до кількох факторів представлено в праці Е.Фама і К.Френча [4], а також у запропонованій С.Россом [6] теорії арбітражного ціноутворення (АРТ). У трифакторній моделі Е.Фама і К.Френча [3, 4] в ролі факторів використовувалися ринкова дохідність, дохідність акцій малих компаній, дохідність компаній із високою ринковою капіталізацією. М.Кархарт [1] розвинув їхню ідею й додав ще один фактор, який враховує аномалії цінних змін акцій.

Кілька авторів надавали перевагу макроекономічним змінним як факторам впливу на дохідність акцій. Наприклад, Р.Яганатан і З.Ванг [5] використовували доходи домогосподарств. Н.Чен та інші [2] зосередили увагу на таких факторах, як спред між довгостроковими та короткостроковими відсотковими ставками, очікувана та неочікувана інфляція, промислове виробництво, валове споживання, ціна нафти, спред між облігаціями інвестиційного і спекулятивного класів, дохідність ринкового портфеля.

Багато інших розробок у цьому напрямі стосувалися виявлення специфічних факторів, які визначають дохідність фінансових активів. У цілому такі фактори можуть бути розділені на три групи: макроекономічні (приріст ВВП, інфляція, зміни відсоткових ставок), фундаментальні (ринкова капіталізація компанії, окремі фінансові показники – фінансовий левіридж, відношення ціни до доходів тощо) і статистичні (засновані на розрахунку статистичних показників історичних змін ринкової дохідності фінансових активів). Моделі можуть використовувати як одну з цих груп факторів, так і їхню комбінацію. В останньому випадку ми отримуємо змішану мультифакторну модель.

Мультифакторні моделі, запропоновані багатьма дослідниками, як правило, мають унікальний характер для тих ринків, на основі яких здій-

Таблиця 1. Підсумкова статистика результатів побудови лінійної моделі множинної регресії для обсягу торгів на ринку цінних паперів України

Незалежні змінні	Коефіцієнти	Стандартна помилка	t-статистика	p-значення
ВВП ( $x_1$ )	11.95	0.7665	15.5954	0.0000
Інфляція ( $x_2$ )	-19.92	7.4514	-2.6730	0.0234
Валові заощадження ( $x_3$ )	-27.29	5.4758	-4.9846	0.0005
Відсоткова ставка за депозитами ( $x_4$ )	-54.02	19.4590	-2.7760	0.0196
Валовий державний борг ( $x_5$ )	31.39	6.4735	4.8488	0.0007

Джерело: розраховано автором.

снювалося моделювання. Зрозуміло, що цінові коливання на фондовому ринку США хоча й можуть залежати від тих самих факторів, що, наприклад, у Великобританії, але їхній кількісний вплив відрізнятиметься. Так і самі фактори матимуть різні значення. Плюс часовий інтервал має важливе значення – чим більший період дослідження, тим достовірнішим буде моделювання. Тому модель одного ринку не можна перенести на інший

ринку, і кожного разу необхідно будувати нову з урахуванням наявної інформації.

### ФОРМАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛІ ТА ВІДБІР ДАНИХ

Які б фактори не використовувалися при побудові мультифакторної моделі, визначення дохідності фінансового активу може бути представлено у вигляді такого рівняння регресії:

Таблиця 2. Вихідні дані факторів впливу для побудови мультифакторної моделі

Рік	Квартал	Щоквартальні темпи приросту					
		ВВП	Ставка за депозитами	Інфляція	Валовий зовнішній борг до ВВП	Рівень заощаджень населення	Індекс ПФТС
2006	I	1.20	1.75	0.68	-1.74	-38.04	21.34
	II	1.78	1.58	0.73	-1.55	7.10	-11.22
	III	1.88	1.62	1.48	2.25	44.27	5.67
	IV	2.43	1.79	2.90	11.45	4.47	24.15
2007	I	2.65	1.76	0.32	3.36	-68.12	62.56
	II	2.43	1.72	1.05	2.10	56.89	22.87
	III	1.10	1.77	2.15	5.62	70.67	3.82
	IV	1.73	1.97	4.15	-0.71	-5.85	13.49
2008	I	2.13	1.96	2.43	3.04	-50.77	-18.29
	II	1.55	1.75	3.88	-1.21	39.98	-23.67
	III	1.08	2.20	4.03	-2.11	40.22	-49.54
	IV	-1.95	2.82	5.58	0.18	10.53	-18.42
2009	I	-4.90	3.32	1.48	5.72	-52.55	-24.58
	II	-4.33	2.79	2.15	14.55	73.77	80.87
	III	-3.93	2.81	2.28	24.96	32.27	34.55
	IV	-1.68	3.00	3.08	4.37	2.11	3.55
2010	I	1.13	2.95	1.18	-2.83	9.04	64.11
	II	1.35	2.36	0.82	-2.33	34.08	-19.30
	III	0.83	1.99	1.85	1.43	9.26	3.33
	IV	0.93	1.90	2.28	0.00	9.24	24.37
2011	I	1.28	1.61	0.82	0.24	-56.16	12.73
	II	0.98	1.57	1.48	-2.35	7.01	-18.57
	III	1.63	1.68	1.05	-5.53	16.28	-37.17
	IV	1.25	2.41	1.15	-1.65	14.53	-4.96
2012	I	0.63	2.13	0.18	-2.07	-56.24	-0.52
	II	0.78	2.53	0.02	-1.19	31.57	-31.85
	III	-0.33	2.91	-0.07	1.47	24.63	1.98
	IV	-0.58	2.78	-0.05	0.92	45.48	-11.04
2013	I	-0.30	2.37	0.02	0.26	-16.01	0.00
	II	-0.33	2.17	0.05	-1.69	-14.39	-0.06
	III	-0.30	2.30	-0.15	1.99	7.02	-0.04
	IV	0.83	2.80	0.13	1.69	9.76	0.01

Джерело: розраховано автором за даними Національного банку України [11] та Державної служби статистики України [9].

Таблиця 3. Вихідні дані дохідностей цінних паперів

Рік	Квартал	Щоквартальні показники дохідності цінних паперів									
		ALMK	AVDK	AZST	BAVL	CEEN	DOEN	ENMK	MSICH	UNAF	USCB
2006	I	0.56	-9.30	13.91	30.77	20.75	35.71	-40.00	8.97	41.01	-64.72
	II	-0.56	-22.16	-41.22	5.88	14.08	3.51	4.50	-15.29	1.07	0.00
	III	-83.15	-15.56	16.88	-18.52	23.21	22.92	-2.87	11.11	7.80	15.86
	IV	-23.33	-19.16	2.22	50.00	34.67	20.79	-9.69	3.75	-0.52	32.14
2007	I	56.52	9.00	33.15	46.97	151.04	153.42	154.55	52.05	16.64	50.90
	II	0.00	30.00	50.61	11.34	25.37	34.68	142.86	54.52	30.01	-63.88
	III	-25.00	-7.90	34.15	-0.93	2.84	-0.33	77.05	23.18	-25.38	12.40
	IV	96.30	60.15	19.80	2.80	25.52	24.83	47.85	43.95	10.75	2.94
2008	I	103.77	-4.78	-16.86	-30.00	-13.92	-15.59	-12.13	-24.22	-25.85	-25.71
	II	-60.19	-4.52	-4.46	-1.30	-31.53	-46.50	-22.25	-13.74	-23.47	-18.27
	III	-60.47	-50.00	-63.27	-39.47	-46.24	-58.57	-71.71	-68.23	-46.67	-49.41
	IV	-52.94	-45.26	-50.29	69.57	-41.04	-19.54	-34.88	1.67	-5.83	-48.84
2009	I	-28.56	-23.08	-36.05	-89.94	-35.29	-40.54	-20.98	-10.14	-23.77	-65.23
	II	78.13	57.50	130.40	269.94	99.77	110.21	140.97	85.40	48.80	292.16
	III	37.52	91.27	125.69	-1.86	51.69	74.29	71.16	100.46	20.54	21.17
	IV	-2.14	-12.45	-5.59	-13.02	-5.00	-9.84	-7.41	35.27	9.09	-3.14
2010	I	121.90	42.18	56.26	69.42	81.58	77.27	73.23	56.76	54.87	82.45
	II	-45.82	-17.00	-38.49	-4.76	-24.75	-33.44	-42.95	-14.39	-8.62	-23.33
	III	-2.67	23.53	4.16	9.45	-3.71	-0.62	7.25	-3.25	18.42	2.66
	IV	38.43	-3.11	5.96	-9.55	17.50	11.63	-2.71	39.08	110.83	9.99
2011	I	0.90	-2.89	2.30	9.34	19.15	-0.63	-6.58	25.84	37.03	14.73
	II	-21.97	-18.31	-21.50	-26.19	-25.82	-34.51	-26.90	-15.13	-4.41	-37.12
	III	-48.43	-45.47	-30.43	-47.00	-35.67	-46.35	-61.58	-43.40	-40.26	-40.15
	IV	12.87	-3.99	-13.81	-22.14	2.16	13.76	51.36	23.89	-22.30	-29.40
2012	I	-9.05	-17.08	-4.21	-7.28	-6.39	-1.54	-0.91	22.33	-19.11	27.85
	II	-42.81	-45.79	-30.73	-25.27	-27.18	-30.75	-46.64	-25.18	-47.80	-21.14
	III	10.02	28.97	-5.68	-9.19	12.73	3.59	-2.43	9.46	-0.39	0.12
	IV	-8.25	-8.78	-14.37	3.25	-3.14	4.90	6.44	-1.07	-22.13	-24.61
2013	I	-10.67	-5.59	-14.48	13.54	-14.21	-3.30	-8.08	-0.18	10.37	-9.07
	II	-9.01	4.82	-3.32	3.80	-12.43	7.52	-0.86	-11.42	-9.85	11.68
	III	-3.92	-1.14	3.85	-9.01	5.96	0.91	-2.69	-17.31	-8.02	30.69
	IV	-6.24	-7.56	5.59	23.50	-5.67	23.89	-4.75	12.50	-0.03	9.52

Джерело: розраховано автором за даними Української біржі [12] та ПФТС [13].

$$R_i = r_i + b_{i1}F_1 + b_{i2}F_2 + \dots + b_{ij}F_j + \epsilon_i, \quad (1)$$

де  $r_i$  – очікувана дохідність активу  $i$ ;

$F_j$  – систематичний фактор впливу на актив  $i$ ;

$b_{ij}$  – чутливість активу  $i$  до дії фактора  $j$  ( $j = 1, 2 \dots n$ );

$\epsilon_i$  – похибка із середнім значенням, яке дорівнює нулю і яка представляє ті зміни в дохідності, котрі не можна пояснити факторною моделлю.

Необхідність використання саме мультифакторних моделей за портфельної оптимізації зумовлена недоліками CAPM, особливо за оцінки емпіричних результатів цієї моделі. Значною проблемою, яку зауважує Росс [6], є визначення й розрахунок ринкової дохідності. Крім цього, CAPM містить низку припущень, які в реальності не зустрічаються, особливо коли йдеться про однакові вподобання серед інвесторів, використання ними однакової інформації та її однакової інтерпретацію, формування

впливом кількох факторів, хоча характер такого впливу для кожного цінного паперу буде свій. А це наближає модель до реальності.

Побудова мультифакторної моделі здійснюється для умов українського фондового ринку, враховуючи специфіку його розвитку. При відборі факторів нами було побудовано лінійну модель множинної регресії, яка описує динаміку обсягу торгів на фондовому ринку (що є одним із традиційних показників, які характеризують його розвиток, виходячи зі змін таких індикаторів, як ВВП, інфляція, валові заощадження, відсоткова ставка за депозитами, валовий державний борг. Підсумкові розрахунки наведено в таблиці 1.

Як свідчать дані таблиці 1, на обсяг торгів на ринку цінних паперів України позитивно впливає зростання ВВП та питомої ваги валового внутрішнього боргу країни у ВВП і негативно – збільшення індексу споживчих цін, валових заощаджень і відсоткової ставки за депозитами. Невисокі значення стандартних помилок для всіх незалежних змінних дали змогу отримати значення  $t$ -статистики, більші за критичний рівень для даної кількості ступенів вільності. Це підтверджують і отримані  $p$ -значення, які не перевищують рівень 0.05. Слід додати, що значення  $R^2$  дорівнює 0.975, а  $F$ -статистики – 79.567, які також свідчать про надійність отриманих результатів.

Таким чином, на підставі проведених розрахунків і враховуючи їхню від-

Таблиця 4. Коваріаційна матриця факторів впливу  $F_j$

	ВВП	Ставка за депозитами	Інфляція	Валовий зовнішній борг до ВВП	Рівень заощаджень населення	Індекс ПФТС
ВВП	3.51	-0.71	-0.28	-6.00	-6.37	-6.28
Ставка за депозитами	-0.71	0.25	-0.01	0.85	1.69	0.97
Інфляція	-0.28	-0.01	2.03	1.49	10.18	-4.00
Валовий зовнішній борг до ВВП	-6.00	0.85	1.49	33.02	41.52	77.71
Рівень заощаджень населення	-6.37	1.69	10.18	41.52	1320.04	-22.91
Індекс ПФТС	-6.28	0.97	-4.00	77.71	-22.91	801.02

Джерело: розраховано автором.

ідентичних інвестиційних портфелів.

Припущення, які робляться в мультифакторній моделі, більш реалістичні. Вони стосуються того, що:

- всі цінні папери мають очікувані значення дохідності та ризику;
- інвестори можуть формувати диверсифіковані портфелі;
- податки й трансакційні витрати до уваги не беруться.

Найважливішим є те, що дохідність цінного паперу визначається

повідність загальноприйнятим критеріям значущості, можна записати кінцеве регресійне рівняння, яке пов'язує зміни обсягів торгів на ринку цінних паперів з обраними факторами: обсягом ВВП, індексом споживчих цін, валовими заощадженнями, відсотковими ставками за депозитами і валовим державним боргом:

$$y = 11.95 x_1 - 19.92 x_2 - 27.29 x_3 - 54.02 x_4 + 31.39 x_5. \quad (2)$$

Таблиця 5. Розрахункові значення коефіцієнтів  $b_i$  для акцій обраних емітентів

Цінний папір	ВВП	Ставка за депозитами	Інфляція	Валовий зовнішній борг до ВВП	Рівень заощаджень населення	Індекс ПФТС
ALMK	-0.0016	0.0017	-0.0006	0.0277	-0.1900	0.3912
AVDK	-0.0157	0.0030	-0.0002	0.1043	0.1564	0.6472
AZST	-0.0132	0.0013	-0.0011	0.0969	0.2212	0.5679
BAVL	-0.0079	0.0012	0.0029	0.0362	0.1649	0.3585
CEEN	0.0013	-0.0005	-0.0056	0.0594	-0.0720	0.6335
DOEN	-0.0027	0.0007	-0.0058	0.0608	-0.0552	0.5909
ENMK	-0.0021	0.0002	-0.0021	0.0462	0.0986	0.4029
MSICH	-0.0156	0.0030	0.0013	0.0990	0.0820	0.6942
UNAF	-0.0030	-0.0009	0.0002	0.0357	-0.0720	0.6517
USCB	-0.0090	0.0014	-0.0010	0.0414	0.1218	0.3314

Джерело: розраховано автором.

Таблиця 6. Розрахункові показники середньої дохідності, ризику та скоригованої дохідності за акціями обраних емітентів (у кварталному вираженні)

№ п/п	Емітент	Тікер	Дохідність	Ризик	Скоригована дохідність
1	Алчевський металургійний комбінат	ALMK	0.3673	13.2262	0.3300
2	Авдіївський коксохімічний завод	AVDK	-1.3583	19.3793	2.2439
3	“Азовсталь”	AZST	3.4426	18.1085	7.2441
4	Райффайзен-банк “Аваль”	BAVL	8.2554	11.7800	10.8074
5	Центрэнерго	CEEN	8.0007	18.3307	9.7371
6	Донбасенерго	DOEN	8.8062	17.0505	10.5260
7	Єнакієвський металургійний завод	ENMZ	10.8814	12.0169	13.0951
8	“Мотор-Січ”	MSICH	10.8503	20.1029	14.0447
9	Укрнафта	UNAF	2.5881	18.7794	4.3496
10	Укрсоцбанк	USCB	2.9133	10.4112	5.0494

Джерело: розраховано автором.

У мультифакторну модель додамо до цих показників ще й індекс ПФТС, який має тривалу історію розрахунку і віддзеркалює цінові рухи основних фондових інструментів, виступаючи як дохідність ринкового портфеля.

Особливістю мультифакторної моделі є використання не абсолютних значень факторів, а їхніх темпів приросту, тому зазначені індикатори необхідно привести до такого вигляду (див. таблицю 2). Всі дані взято в щоквартальному розрізі за 2006–2013 рр. Темпи приросту переведено в кварталну дохідність.

Портфельна оптимізація про-

водитиметься для акцій українських емітентів, які найактивніше торгуються на фондовому ринку: Алчевський металургійний комбінат (ALMK), Авдіївський коксохімічний завод (AVDK), “Азовсталь” (AZST), Райффайзен-банк “Аваль” (BAVL), Центрэнерго (CEEN), Донбасенерго (DOEN), Єнакієвський металургійний завод (ENMZ), “Мотор-Січ” (MSICH), Укрнафта (UNAF), Укрсоцбанк (USCB). Розраховані рівні щоквартальної дохідності таких цінних паперів наведено в таблиці 3.

Вихідні дані дають змогу здійснити розрахунки основних параметрів мо-

делі, середнє арифметичне дохідності акцій – отримати показник  $r_i$ , а темпи приросту кожного з факторів дає значення  $F_j$ . Визначення параметра  $b_j$  проводиться за формулою:

$$b_j = \frac{cov(r_i, F_j)}{var(r_i)}, \quad (3)$$

де  $cov(r_i, F_j)$  – коваріація між дохідністю активу  $i$  та фактором впливу  $j$ ;  $var(r_i)$  – варіація дохідності активу  $i$ .

Отже, для кожного цінного паперу розраховується його скоригована дохідність, яка визначається за формулою (1), що дає змогу врахувати вплив кожного з обраних факторів.

Ризик цінного паперу також знає впливу з боку факторів і розраховується за формулою:

$$\sigma_i = \sqrt{\sum_{j=1}^N b_j cov(F_i, F_j)}. \quad (4)$$

Отримані показники дохідності й ризику цінних паперів використовуються у вирішенні оптимізаційної задачі. У формулі (5) наведено її загальний приклад для максимізації дохідності. Аналогічний підхід використовується для максимізації коефіцієнта Шарпа і мінімізації ризику.

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^N w_i r_i \rightarrow \max: \\ \sqrt{\sum_{a=1}^N \sum_{b=1}^N w_a w_b cov_{ab}} \leq \sigma_{req}, \\ 0 \leq w_i \leq 1; \\ \sum w_i = 1. \end{cases} \quad (5)$$

де  $w_i$  – питома вага активу  $i$  у портфелі.

Таким чином, наведені формули (1, 3–5) дають повний опис задачі, яку необхідно розв’язати. Окремі проміжні розрахунки наведено нижче. У таблиці 4 подано коваріаційну матрицю факторів впливу, яка дає змогу визначити параметри  $b_j$ .

Коефіцієнти  $b_j$  мають важливий економічний сенс. Вони дають змогу кількісно оцінити, наскільки ваго-

Таблиця 7. Коваріаційна матриця дохідностей акцій обраних емітентів

	ALMK	AVDK	AZST	BAVL	CEEN	DOEN	ENMK	MSICH	UNAF	USCB
ALMK	174.93	176.12	129.37	61.25	153.14	141.21	91.64	155.70	123.93	64.96
AVDK	176.12	375.56	296.03	94.78	221.37	217.78	161.37	310.98	187.05	100.69
AZST	129.37	296.03	327.92	130.12	244.97	240.50	168.15	316.19	181.78	128.88
BAVL	61.25	94.78	130.12	138.77	130.17	128.41	75.54	126.67	99.89	102.67
CEEN	153.14	221.37	244.97	130.17	336.02	301.19	178.50	275.55	196.70	126.03
DOEN	141.21	217.78	240.50	128.41	301.19	290.72	170.10	272.83	180.12	112.96
ENMK	91.64	161.37	168.15	75.54	178.50	170.10	144.40	193.13	92.53	68.76
MSICH	155.70	310.98	316.19	126.67	275.55	272.83	193.13	404.12	248.40	115.16
UNAF	123.93	187.05	181.78	99.89	196.70	180.12	92.53	248.40	352.67	77.47
USCB	64.96	100.69	128.88	102.67	126.03	112.96	68.76	115.16	77.47	108.39

Джерело: розраховано автором.

мим є вплив змін кожного фактора на конкретний цінний папір. Із даних таблиці 5 можна зробити висновки, що зміни в темпах зростання ВВП мають негативний вплив на дохідність обраних акцій, тоді як розмір депозитних ставок або обсяг валового державного боргу, навпаки, мають позитивний характер. Інфляція і рівень заощаджень впливають на різні акції неоднаково. Загальною особливістю є й те, що більшість факторів несуттєво додають до скоригованого розміру дохідності, адже значення коефіцієнтів невеликі за розміром.

Водночас вплив зміни індексу ПФТС є позитивним для абсолютно всіх акцій й істотно переважає вплив усіх інших параметрів, що позначається на отриманих розрахункових значеннях ризику і дохідності акцій обраних емітентів (див. таблицю 6).

### ОПТИМІЗАЦІЯ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПОРТФЕЛЯ ТА ЙОГО ЕФЕКТИВНІСТЬ

На основі отриманих даних, а також розрахованих значень коефіцієнтів коваріації дохідностей цінних паперів (див. таблицю 7) можна провести остаточну оптимізацію інвестиційного портфеля за трьома критеріями: “Максимізація дохідності” (формула 5), “Мінімізація ризику” (формула 6), “Максимізація коефіцієнта Шарпа” (формула 7).

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^N w_i r_i = R_p; \\ \sqrt{\sum_{a=1}^N \sum_{b=1}^N (w_a w_b cov_{ab})} \rightarrow \min, \\ 0 \leq w_i \leq 1; \\ \sum w_i = 1. \end{array} \right. \quad (6)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{R_p - R_f}{\sigma_p} \rightarrow \max; \\ \sum_{i=1}^N w_i r_i = R_p; \\ \sqrt{\sum_{a=1}^N \sum_{b=1}^N w_a w_b cov_{ab}} = \sigma_p. \\ 0 \leq w_i \leq 1; \\ \sum w_i = 1. \end{array} \right. \quad (7)$$

де  $R_p$  – дохідність портфеля;  
 $\sigma_p$  – ризик портфеля;  
 $R_f$  – дохідність без ризикового активу (в ролі такої дохідності приймається дохідність державних цінних паперів).

Пошук оптимального портфеля цінних паперів здійснено із застосуванням функції MS Excel 2010 “Пошук рішення” з пакета “Аналіз”.

Таблиця 8. Оптимальний портфель акцій за встановлених максимальних обмежень частки одного емітента на рівні 20% за мультифакторною моделлю портфельної оптимізації

№ п/п	Емітент	Оптимальна структура портфеля, %		
		Максимізація дохідності	Мінімізація ризику	Максимізація коефіцієнта Шарпа
1	Алчевський металургійний комбінат	0.00	20.00	0.00
2	Авдіївський коксохімічний завод	0.00	1.49	0.00
3	“Азовсталь”	0.00	0.00	0.00
4	Райффайзен-банк “Аваль”	20.00	20.00	20.00
5	Центренерго	20.00	0.00	0.00
6	Донбасенерго	20.00	0.00	20.00
7	Єнакієвський металургійний завод	20.00	20.00	20.00
8	“Мотор-Січ”	20.00	10.00	20.00
9	Укрнафта	0.00	18.51	0.00
10	Укрсоцбанк	0.00	20.00	20.00
	Разом	100.00	100.00	100.00
	<b>Загальний ризик, %</b>	<b>14.17</b>	<b>10.27</b>	<b>12.36</b>
	<b>Дохідність, %</b>	<b>11.64</b>	<b>6.70</b>	<b>10.70</b>
	<b>Коефіцієнт “Дохідність/Ризик”</b>	<b>0.82</b>	<b>0.65</b>	<b>0.87</b>
	<b>Коефіцієнт Шарпа</b>	<b>0.57</b>	<b>0.30</b>	<b>0.58</b>

Джерело: розраховано автором.

Таблиця 9. Фінансовий результат сформованого за критерієм “Максимізація дохідності” портфеля

Показники	Емітент					Разом
	BAVL	CEEN	DOEN	ENMK	MSICH	
Вихідні параметри портфеля після його формування наприкінці 2013 року						
Структура сформованого портфеля, %	20	20	20	20	20	100
Обсяг вкладень у цінні папери, грн.	200 000	200 000	200 000	200 000	200 000	1 000 000
Ціна на кінець 2013 року, грн.	0.1135	4.768	27.54	32.1	1 817.73	–
Кількість придбаних цінних паперів	1 762 115	41 946	7 262	6 231	110	–
Параметри портфеля після першого кварталу 2014 року						
Ціна на кінець першого кварталу 2014 року, грн.	0.1765	5.4024	41.39	35.49	1 705.67	–
Обсяг вкладень у цінні папери, грн.	311 013	226 611	300 581	221 122	187 670	1 246 997
Отримана дохідність за перший квартал, %	55.51	13.31	50.29	10.56	–6.16	24.70
Параметри портфеля після першого кварталу 2014 року						
Ціна на кінець другого кварталу 2014 року, грн.	0.1543	7.331	39.5	44.68	2 421	–
Обсяг вкладень у цінні папери, грн.	271 894	307 508	286 855	278 380	266 377	1 411 015
Отримана дохідність за другий квартал, %	–12.58	35.70	–4.57	25.89	41.94	13.15
Загальний фінансовий результат за два квартали, %	35.95	53.75	43.43	39.19	33.19	41.10

Джерело: розраховано автором.

При цьому було введено обмеження згідно з моделлю (4). Питому вагу акцій конкретного емітента було обмежено 20%, що дає змогу диверсифікувати інвестиційний портфель. Сам пошук рішення було здійснено для класу нелінійних задач методом узагальненого зведеного градієнта (УЗГ). Отримані результати подано в таблиці 8.

Результати оптимізації дають портфель з мінімально можливою кількістю акцій (крім портфеля, в якому мінімується ризик), проте показники

дохідності є досить високими. Портфелі з максимізацією дохідності й коефіцієнта Шарпа мають близькі параметри: майже однакова дохідність, незначні розбіжності в рівні ризику й коефіцієнта “Дохідність/Ризик”, майже однаковий розмір коефіцієнта Шарпа, самі портфелі на 80% збігаються. Портфель за критерієм мінімізації ризику має на 60% меншу дохідність, ніж в інших оптимізованих портфелів, але рівень ризику при цьому менший лише на 20–30%. Саме тому коефіцієнт Шарпа і “Дохідність/

Таблиця 10. Порівняння отриманих результатів сформованого портфеля за мультифакторною моделлю портфельної оптимізації з найкращими результатами українських фондів акцій

№ п/п	Назва ІСІ (КУА)	Ціна інвестиційного сертифіката (на кінець періоду), грн.			Дохідність, %		
		IV кв. 2013р.	I кв. 2014 р.	II кв. 2014 р.	Перший квартал	Другий квартал	За два квартали
1	УНІВЕР.УА/Ярослав Мудрий: Фонд Акцій (ТОВ "КУА "Універ Менеджмент")	557.26	665.62	786.62	19.45	18.18	41.16
2	УНІВЕР.УА/Отаман: Фонд Перспективних Акцій (ТОВ "КУА "Універ Менеджмент")	697.66	775.35	850.04	11.14	9.63	21.84
3	АРТ Індексний (ТОВ "КУА "АРТ-КАПІТАЛ Менеджмент")	33.15	36.73	41.05	10.80	11.76	23.83
4	Аурум (ТОВ "ДрагонЕсет Менеджмент")	36.54	39.46	42.85	7.99	8.59	17.27
5	Аргентум (ТОВ "ДрагонЕсет Менеджмент")	36.06	37.89	42.94	5.07	13.33	19.08
6	КІНТО-Еквіті (ВАТ "КІНТО")	656.72	684.62	803.46	4.25	17.36	22.34
7	Портфель за критерієм "Максимізація дохідності"	-	-	-	24.70	13.15	41.10
8	Портфель за критерієм "Максимізація коефіцієнта Шарпа"	-	-	-	19.49	7.31	28.23
9	Портфель за критерієм "Мінімізація ризику"	-	-	-	30.06	4.19	35.52
10	Індекс Української біржі	910.0	1 077.8	1 226.7	18.43	13.82	34.80

Джерело: розраховано автором.

Ризик" виявилися такими низькими.

Водночас оцінні індикатори ефективності портфель мають значення лише на етапі побудови стратегії інвестування. Важливішими є конкретні фінансові результати, яких можна досягти завдяки отриманій структурі інвестиційного портфеля. У таблиці 9 наведено відповідні розрахунки для портфеля з умовним обсягом інвестицій 1 млн. грн.

За перший квартал зміни котирувань акцій, які входять до портфеля, були досить сприятливими, що дало змогу збільшити обсяг вкладень на 24.7% за перший квартал і на 13.15% – за другий квартал. За півроку цей портфель збільшився на 41.1%, а отже, дохідність у річному вираженні дорівнює майже 100%.

Результати портфелів за критеріями "Максимізація коефіцієнта Шарпа" і "Мінімізація ризиків", а також їхні порівняння з результатами українських фондів акцій наведено в таблиці 10.

## ВИСНОВКИ

Таким чином, можна переконалися, що інвестиційний портфель, сформований на основі побудованої мультифакторної моделі портфельної оптимізації, демонструє відмінні результати з точки зору забезпечення дохідності. Серед аналогічних за принципами організації інвестиційних фондів (фондів акцій) лише один

зміг досягти такого ж рівня дохідності, що й портфель за критерієм "Максимізація дохідності": у ІСІ "УНІВЕР.УА/Ярослав Мудрий: Фонд Акцій" дохідність на 0.06 відсоткового пункту вище. Результати інших ІСІ хоча й досить високі, проте менші від результатів моделювання. При цьому слід зазначити, що структура сформованого портфеля залишалася без змін, тоді як інвестиційні фонди коригували свої портфелі. Це може пояснити кращі результати більшості ІСІ в другому кварталі. Зрозуміло, що певні зміни до портфеля необхідно вносити з періодичністю, визначеною інвестиційною політикою фонду, який використовує мультифакторну модель.

Розроблена мультифакторна модель портфельної оптимізації враховує важливі макроекономічні індикатори (ВВП, інфляція, державний борг, валові заощадження), а також індикатори фінансового ринку (відсоткові ставки за депозитами, індекс ПФТС). Значущість обраних показників підтверджено побудованою лінійною моделлю множинної регресії, яка описує залежність обсягу торгів на ринку цінних паперів, виходячи з динаміки ВВП, інфляції, валових заощаджень, відсоткової ставки за депозитами, валового державного боргу.

Запропонований науково-методологічний підхід має практичне значення і може застосовуватися в діяль-

ності інституційних інвесторів у процесі прийняття інвестиційних рішень щодо розміщення залучених грошових коштів у інструменти фондового ринку.



### Список використаних джерел

1. Carhart M. M. Persistence in mutual fund performance /M. M. Carhart // *Journal of Finance*. – 1997. – № 52. – P. 57–82.
2. Chen N. Economic forces and the stock market /N. Chen, R. Roll, S. Ross // *Journal of Business*. – 1986. – № 59. – P. 383–403.
3. Fama E. The cross-section of expected stock returns / E. Fama, K. French // *Journal of Finance*. – 1992. – № 47. – P. 427–465.
4. Fama E. Common risk factors in the returns of stock and bonds / E. Fama, K. French // *Journal of Financial Economics*. – 1993. – № 33. – P. 3–56.
5. Jagannathan R. The conditional CAPM and the cross-section of expected returns / R. Jagannathan, Z. Wang // *Journal of Finance*. – 1996. – № 51. – P. 3–53.
6. Ross S. The arbitrage theory of capital asset pricing / S. Ross // *Journal of Economic Theory*. – 1976. – № 13. – P. 341–360.
7. Sharpe W. Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk / W. Sharpe // *Journal of Finance*. – 1964. – № 19. – P. 425–442.
8. World Bank. Open Data/ – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <http://data.worldbank.org/> – Назва з екрана.
9. Державна служба статистики України. Офіційний веб-сайт. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <http://ukrstat.gov.ua/> – Назва з екрана.
10. Національна комісія з цінних паперів та фондового ринку. Річна звітність. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nssmc.gov.ua/activities/annual/> – Назва з екрана.
11. Національний банк України. Офіційне інтернет-представництво. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <http://www.bank.gov.ua/> – Назва з екрана.
12. ПАТ "Українська біржа". Офіційний сайт. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <http://www.их.ua>. – Назва з екрана.
13. ПАТ "Фондова біржа ПФТС". Офіційний сайт. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <http://www.pfts.com>. – Назва з екрана.