

Кірсанова Вікторія Василівна

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри обліку, аналізу та аудиту
Одеського національного політехнічного
університету

e-mail: vkirsanova2007@inbox.ru

Ковальова Олена Миколаївна

кандидат економічних наук, викладач
кафедри фінансового менеджменту та
фондового ринку Одеського
національного економічного університету

e-mail: kovalova.helen@gmail.com

Методичні підходи до прогнозування параметрів програмно- цільових облігацій

На сучасному етапі розвитку перед державними органами влади стоїть ряд невирішених проблем, які є перепорою для становлення конкурентоспроможної ринкової економіки України та призводять до зростання незадоволеності населення вирішенням актуальних соціально-економічних проблем.

В основі функціонування будь-якої ефективної економічної системи знаходиться розгалужена та ефективно діюча мережа інфраструктурних підприємств, від злагодженості функціонування якої залежить зростання ключових макроекономічних показників, котрі є відображенням стану національної економіки.

До актуальних питань в сфері інфраструктурних галузей господарства України віднесемо наступні:

- 1) Неєфективний менеджмент на державних підприємствах.
- 2) Обмеженість фінансових можливостей бюджетів різних рівнів.
- 3) Використання переважно бюджетних коштів для здійснення будівництва або реконструкції великих інфраструктурних об'єктів.

Одним з перспективних шляхів розв'язання проблеми дефіциту коштів, необхідних для здійснення модернізації інфраструктурної мережі України, на наш погляд, є емісія облігацій. Даний вид запозичень є більш привабливим для емітентів з огляду на можливість залучення ресурсів за більш вигідними умовами у порівнянні з банківським кредитуванням:

- довгостроковості;
- мінімізації ризиків залучення коштів шляхом недопущення втручання третіх осіб в управління компанією;
- облігації можуть випускатись без забезпечення, що зазначається в проспекті емісії.

Згідно з Проектом внесення змін до Закону України "Про цінні папери та фондовий ринок" щодо розвитку ринку облігацій, що був запропонований

Національною комісією з цінних паперів та фондового ринку, надавались пропозиції стосовно введення в обіг "інфраструктурних облігацій" та «концесійних облігацій» з метою реалізації заходів з фінансування та оновлення об'єктів інфраструктури. Основним дискусійним положенням було нарощування бюджетного дефіциту, так як найчастіше саме держава виступає в якості основного інвестора. Наукові дослідження практики емісії та обігу інфраструктурних облігацій у розвинутих країнах вказують на те, "що інфраструктурні облігації, які випускаються юридичною особою - концесіонером, швидше виняток, ніж загальноприйнята світова практика облігаційного фінансування інфраструктурного проекту" [1].

Необхідність конструювання нових фінансових інструментів, в тому числі програмно-цільових облігацій обумовлена потребами фінансового ринку України, на якому у сучасній економічній ситуації питома вага банківських кредитів, що надаються на довгостроковій основі, складає п'яту частину від загального обсягу кредитів, що пояснюється як відсутністю довгострокових депозитів, так і високою вартістю залучення ресурсів.

На сучасний момент Закон України "Про інститути спільного інвестування" закріплює можливість емісії акцій корпоративним інвестиційним фондом та інвестиційних сертифікатів компанією з управління активами пайового інвестиційного фонду. Існуюче законодавство не передбачає можливості емісії облігацій інститутами спільного інвестування, що певним чином обмежує їх ресурсну базу. На наш погляд, введення програмно-цільових облігацій, які мають в основі розрахунок вартості елементи гібридних цінних паперів, дозволило б залучити додаткові інвестиційні кошти та мінімізувати ризики вкладників.

Впровадження програмно-цільових облігацій, які за своєю суттю є гібридними, дозволить задовольнити потреби емітентів, з одного боку, а з іншого – інвесторів. Можливість поєднання двох або більше елементів елементарних ринків (відсоткових цінних паперів, валютного, фондового та товарного), дозволяє отримати гібрид, який буде відповідати інтересам та очікуванням як інвесторів, так і здійснювати хеджування можливих ризиків емітентів. Розробка нового фінансового продукту для реалізації інфраструктурних проектів дозволить врахувати існуючі грошові потоки консорціуму венчурних інститутів спільного інвестування, у даному випадку – емітентів облігації.

До моделюємих параметрів облігацій відносяться:

- об'єм випуску цінних паперів;
- строки випуску облігацій;
- платність;
- порядок погашення основного боргу;
- забезпечення; валюта облігації;
- номінал облігації;
- час виходу на ринок [1, с. 235].

При конструюванні одного з параметрів необхідно брати до уваги системний характер параметрів та порядок формування інших параметрів (табл. 1, 2, 3).

Таблиця 1

Параметр платності та забезпечення програмно-цільових облігацій

Параметр	Фінансовий інструмент облігації	Можливості використання
Платність	Облігація з плаваючою ставкою	Ставка може коректуватися відповідно до обраного параметру, що відображає загальні зміни на фондовому, грошовому і кредитному ринку країни.
	Визначення базового відсотка за купоном	При встановленні купонного доходу за програмно-цільовими облігаціями враховувати показники: 1) Середньозважена відсоткова ставка за новими депозитами від резидентів у національній валюті. 2) Дохідність інвестування в цінні папери, які котируються на фондовому ринку у даний момент. 3) Доцільність інвестиційних вкладень в банківські метали. 4) Прибутковість об'єкту концесії. 5) Рівень облікової ставки НБУ. 6) Відсоткова ставка за облігаціями внутрішньої державної позики. 7) Середньозважена вартість капіталу (WACC) венчурних ІСІ. 8) Внутрішня норма дохідності проекту (IRR). 9) Дохідність інвестування у об'єкти нерухомості.
	Коллар-опціон відносно ставок купону	Визначення межі коливань ставки купону. Нижня межа виплати по купону це його базова ставка, верхня межа фіксується на визначеному рівні.
	Показники для коректування купонного доходу	Відобразити стан ринку облігацій (індекс облігацій).
	Частота виплати по купонах	Повинна відповідати прийнятим на фондовому ринку показникам, що буде полегшувати аналіз облігацій; встановлювати на рівні 1 року, враховуючи довгостроковий характер облігацій.
	Облігації з відстроченим купонним платежем	Протягом визначеного часу купонні виплати не виконуються та суми купонів індексуються відповідно до визначених баз, наприклад, депозитних ставок на термін відстрочки.
	Облігація з плаваючою ставкою	Ставка може коректуватися відповідно до обраного параметру, що відображає загальні зміни на фондовому, грошовому і кредитному ринках країни.
Забезпечення облігацій	Облігації поліпшеного кредитного рейтингу	Забезпеченням може бути портфель активів суб'єктів асоціації. Кожний з суб'єктів може гарантувати емісію облігацій у межах частки, що належить йому у консорціумі. Гарантійний фонд.

Джерело: Складено автором

Суттєвий вплив на рішення інвестору щодо придбання облігацій мають параметри обсягу випуску та строковості, спроектовані у табл. 2.

Таблиця 2

Параметри обсягу випуску та строковості програмно-цільових облігацій

Параметр	Фінансовий інструмент облігації	Можливості використання
Обсяг випуску цінних паперів	Наявність законодавчих обмежень	Розмір емісії облігацій буде залежати від зареєстрованого капіталу консорціуму ІСІ, тобто від обсягу сек'юритизованих активів, що виділяють учасники при створенні об'єднання.
	Трансакційні витрати	Витрати, пов'язані з оплатою послуг на організацію емісії, андерайтера, рейтингового агентства, аудиторської компанії тощо.
	Обсяг емісії повинен підтримувати ліквідність ринку	При визначенні обсягів емісії враховувати ризик інвестора щодо можливості неліквідності паперів у разі необхідності їхньої реалізації.
Строковість	Подовжувальні облігації	Проводити емісію окремими траншами, що відображають окремі етапи реалізації проектів.
	Облігації "зі спусковим крючком"	Умова дострокового викупу облігацій при настанні певних умов.

Джерело: Складено авторами

При оцінці доцільності включення цінних паперів до інвестиційного портфелю інвестора, важливе значення посідають параметри валюти та номіналу облігації, а також схеми порядку погашення основної суми боргу.

Таблиця 3

Параметри порядку погашення основного боргу, валюти випуску та номіналу програмно-цільової облігації

Параметр	Фінансовий інструмент облігації	Можливості використання
Порядок погашення основного боргу	Форма погашення основного боргу	Способом обміну на інші цінні папери, наприклад, акції або облігації інших суб'єктів, що знаходяться у портфелі емітенту.
	Облігації з захищеною сумою основного боргу	Індексації основного боргу. Сума виплати при погашенні не може бути нижче ніж номінал.
	Кеп-опціон при виплаті основного боргу.	Корегування суми основного боргу на показник доходності ринку венчурних ІСІ
	Облігації з амортизацією суми основного боргу	Розподіл суми основного боргу на окремі виплати протягом строку обігу.
Валюта випуску	Інструмент управління валютним ризиком	Використовувати національну валюту при розрахунках та платежах.
Розмір номіналу облігації	Вимоги порівняння паперів за характеристиками та за доступністю до розміщення.	Стандартна величина номіналу 1 тис. грн. або 10 тис. грн.

Джерело: Складено авторами

Згруповані параметри облігацій, що побудовані за методами фінансового інжинірингу, дозволяють розробляти проспекти емісії за конкретними інфраструктурними проектами.

Використання гібридних облігацій дозволяє пропонувати доволі конкурентні умови інвесторам, на відміну від банківських депозитів, за якими депозитна ставка є фіксованою протягом всього періоду часу.

При моделюванні параметрів облігації будемо керуватись Положенням про порядок визначення вартості чистих активів ІСІ, затвердженого рішенням НКЦПФР №1336 від 30.07.2013 р. (далі – Положення), яке набуло чинності з 01.01.2014 р. [3], та Методичними рекомендаціями Ради Української Асоціації Інвестиційного Бізнесу щодо оцінки боргових цінних паперів [4], які знаходяться в активах ІСІ за собівартістю (балансовою вартістю) з урахуванням дохідності до погашення (або до викупу).

Гібридні програмно-цільові облігації у відповідності з принципами фінансового інжинірингу будуть поєднувати у собі компоненти двох елементарних ринків: відсоткових цінних паперів (облігацій) та фондового ринку.

Відповідно до Положення та до Методичних рекомендацій дохідність до погашення облігацій з ненульовим купонним платежем (дохідність до погашення) визначається розв'язанням наступного рівняння:

$$P(1+r)^m = C \sum_{i=1}^m (1+r)^{i-1} + N, \quad (1.1)$$

де P – ціна придбання облігації;

r – шукана дохідність (у даному випадку – середньорічна);

N – номінал;

C – купонний платіж;

m – кількість купонних платежів, які відбудуться (років обігу облігації).

Дохідність до моменту продажу (викупу) облігації з ненульовим купонним платежем (точне значення дохідності до погашення) визначається з наступного рівняння:

$$P_{buy}(1+r)^{m+n-[n-t_1]-1} = C \sum_{i=1}^{m-1} (1+r)^{i+n-t_1-[n-t_1]} + C(1+r)^{n-t_1-[n-t_1]} + P_{sell}, \quad (1.2)$$

де P_{sell} – ціна продажу;

n – кількість років до моменту продажу;

t_1 – час у роках до першої купонної виплати;

$[n-t_1]$ – ціла частина числа $n-t_1$.

Як зазначалось вище, програмно-цільові облігації за своєю суттю є довгостроковими ($m > 3$), розв'язання рівняння (1.1) та (1.2) є неможливим. Застосуємо чисельні методи, наприклад, фінансові функції MS Excel з метою розв'язання даної задачі. Згідно з гібридним характером програмно-цільових облігацій, постає необхідність проведення дослідження визначальних величин фондового ринку.

Однією з суттєвих особливостей емітентів – венчурних ІСІ є закритість інформації, яка впливає на відсутність даних стосовно їх дохідності. Це обумовило розгляд залежності динаміки дохідності відкритих, інтервальних та закритих фондів від динаміки зміни фондових індексів (ПФТС та УБ) за щомісячними даними УАІБ за період з листопада 2011 р. по травень 2014 р. (табл. 4).

На наш погляд, виявлення залежності дохідності закритих ІСІ від зміни фондових індексів дозволить максимально наблизитись до аналогічної кореляції венчурних ІСІ, які теж є закритими фондами. Згідно з Законом України "Про інститути спільного інвестування": "ІСІ належить до закритого типу, якщо інститут (компанія з управління його активами) не бере на себе зобов'язань щодо викупу цінних паперів, емітованих таким інститутом (компанією з управління його активами), до моменту його припинення" [4].

Таблиця 4

Динаміка зміни фондових індексів ПФТС та УБ і дохідності відкритих, інтервальних та закритих фондів протягом 2011-2014 рр.

Роки	Місяці	ПФТС (в % до попереднього місяця)	УБ (в % до попереднього місяця)	Дохідність відкритих фондів (Dv)	Дохідність інтервальних фондів (Di)	Дохідність закритих фондів (Dz)
1	2	3	4	5	6	7
2011	11	-11,22	-9,59	-3,67	-3,16	-5,58
	12	7,18	9,2	2,72	2,57	2,24
2012	1	5,24	5,86	3,33	-0,88	4,78
	2	-1,79	-2,66	-1,37	-1,56	-1,45
	3	-3,47	-3,54	-0,22	1,79	-1,12
	4	-0,71	-1,6	-0,64	0,24	1,04
	5	-23,71	-26,14	-8,16	-8,93	-10,5
	6	-10,03	-6,43	-1,81	-1,57	-3,63
	7	8,34	9,74	1,01	-2,26	1,13
	8	-5,19	-6,28	-1,14	-2,62	-1,52
	9	-0,71	1,34	0,63	0,76	-0,04
	10	-11,11	-12,13	-4,26	1,66	-6,83
	11	-2,97	-2,46	-1,68	-1,1	0,13
	12	3,15	10,04	0,58	2,43	1,94
2013	1	2,39	2,35	0,52	1,03	2,39
	2	8,09	5,91	2,01	6,28	2,13
	3	-9,63	-12,35	0,3	-1,69	-4,59
	4	-10,87	-8,56	-3,26	-0,35	-3,33
	5	4,49	4,94	1,9	1,69	1,9
	6	1,22	-0,05	0,1	-2,14	-2,75
	7	2,4	2,7	1,18	-0,29	2,04
	8	-2,42	-5,62	-1,29	-0,76	-1,02
	9	-3,55	0,97	0	0,78	-1,47
	10	-0,24	2,29	0,51	2,25	-0,04
	11	0,93	4,52	0,53	-2,47	-0,13

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7
	12	-0,02	0,39	4,26	-0,92	0,43
2014	1	0,36	-2,24	-0,22	-0,41	0,92
	2	25,81	30,43	9,06	9,83	9,74
	3	-6,15	-8,59	-2,5	-4,97	-3,51
	4	8,57	8,19	2,53	1,46	2,4
	5	10,66	10,71	2,36	4,03	6,43

Джерело: Складено авторами за даними [4, 6, 7]

Використовуючи програму Statistica та відповідні функції, здійснимо перевірку наявності лінійного кореляційного зв'язку між показниками за коефіцієнтами парної кореляції. Результати проведених розрахунків надані у табл. 5.

Таблиця 5

Кореляційний зв'язок між показниками дохідності ІСІ та
індексами ПФТС і УБ

Змінна	Кореляції (Таблиця 1.ста). Відмічені кореляції вагомі на рівні $p < 0,05000$				
	ПФТС	УБ	Dv	Di	Dz
ПФТС	1,000	0,960	0,872	0,631	0,923
УБ	0,960	1,000	0,837	0,620	0,911
Dv	0,872	0,837	1,000	0,568	0,859
Di	0,631	0,620	0,568	1,000	0,600
Dz	0,923	0,911	0,859	0,600	1,000

Джерело: Складено авторами за даними [4, 5, 7]

Аналіз коефіцієнтів парної кореляції дозволяє стверджувати, що між динамікою зміни індексів ПФТС і УБ спостерігається дуже щільний прямий лінійний зв'язок (96 % варіації одного із них обумовлюються варіацією іншого). Окрім того, спостерігається щільний прямий кореляційний зв'язок між динамікою зміни індексу ПФТС та динамікою дохідності закритих фондів ІСІ (Dz), що підтверджується наступною діаграмою (рис. 1).

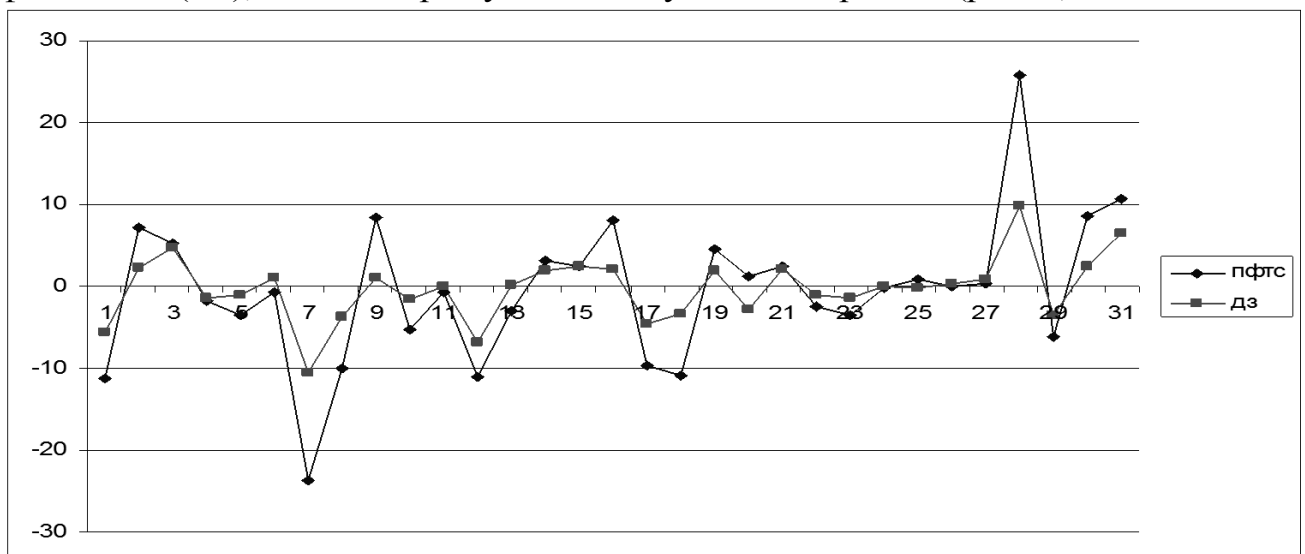


Рис. 1 Динаміка зміни індексу ПФТС та дохідності закритих фондів

Джерело: Складено авторами за даними [4, 7]

Отже, для моделювання обираємо динаміку індексу ПФТС та динаміку дохідності закритих фондів ІСІ (як найбільш близьких за показниками до венчурних фондів). Знайдемо рівняння регресії Dz та ПФТС за даними 2011-2014 рр. у табл. 6.

Таблиця 6

Регресія дохідності закритих фондів та індексу ПФТС

N=30	Ітог регресії для залежної змінної: Dz (Таблиця1.sta) R=0,94350148 R2=0,89019504 Відкорегов. R2=0,88627344 F(1,28)=227,00 p<0,00000 Станд. помилка оцінки: 1,2665					
	БЕТА	Станд.Пом. БЕТА	В	Станд.Пом. В	t(28)	p-рів.
Вільн.член			-0,129806	0,232370	-0,55862	0,580864
ПФТС	0,943501	0,062623	0,406160	0,026958	15,06644	0,000000

Джерело: Складено авторами за даними [4, 7]

Отже, з достатньо близьким до одиниці коефіцієнтом детермінації ($R^2 = 0,890$) рівняння залежності між Dz та ПФТС має наступний вигляд:

$$Dz = -0,129 + 0,406 * ПФТС, \text{ або } d(t) = -0,129 + 0,406p(t), \quad (1.3)$$

де $d(t)$ – дохідність (в %), а $p(t)$ – зміна (у % до попереднього) індексу ПФТС на момент часу t .

Зауважимо, що моделювання та прогнозування динаміки зміни індексу ПФТС $p(t)$ можна здійснювати за відомими моделями часових рядів.

Таким чином, так як дохідність венчурних фондів безпосередньо залежить від індексу ПФТС, корегування основної суми боргу за програмно-цільовими облігаціями буде здійснено за змінами індексу ПФТС.

Далі проведемо дослідження ринку цінних паперів, а саме показника індексу українських облігацій (UB). Розглянуто лідируючу роль у торгівлі облігаціями, що належить фондовій біржі "Перспектива", тому дослідимо щоденну динаміку UB за період з 2.01.2013 р. по 30.05. 2014 р. (рис. 2).

Аналіз ряду динаміки (табл. 4 та рис. 2) дозволяє зробити висновок, що йому притаманні наступні характерні особливості:

- а) прослідковуються досить значні коливання навколо деяких констант;
- б) спостерігається стрибок індексу UB 18.02.2014 року (різке підвищення майже на 1730 пунктів);
- в) випадкові коливання.

Зазначимо, що відповідно до методики біржі «Перспектива» індекс на момент часу розраховується за формулою:

$$UB_t = UB_{t-1} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n R_{i,t} V_{i,t}}{\sum_{i=1}^n R_{i,t-1} V_{i,t}} \cdot Z_t, \quad (1.4)$$

де t – поточний період (момент, станом на який розраховується індекс);
 $t-1$ – попередній період (момент закриття торгівельної сесії попереднього торговельного дня);
 i – випуск облігацій у Списку;
 n – кількість випусків облігацій у Списку;
 $R_{i,t}$ – ефективна дохідність облігації i -го випуску у поточний момент, %;
 $V_{i,t}$ – номінальна капіталізація i -го випуску облігацій, грн.;
 Z_t – поправочний коефіцієнт для поточного періоду.

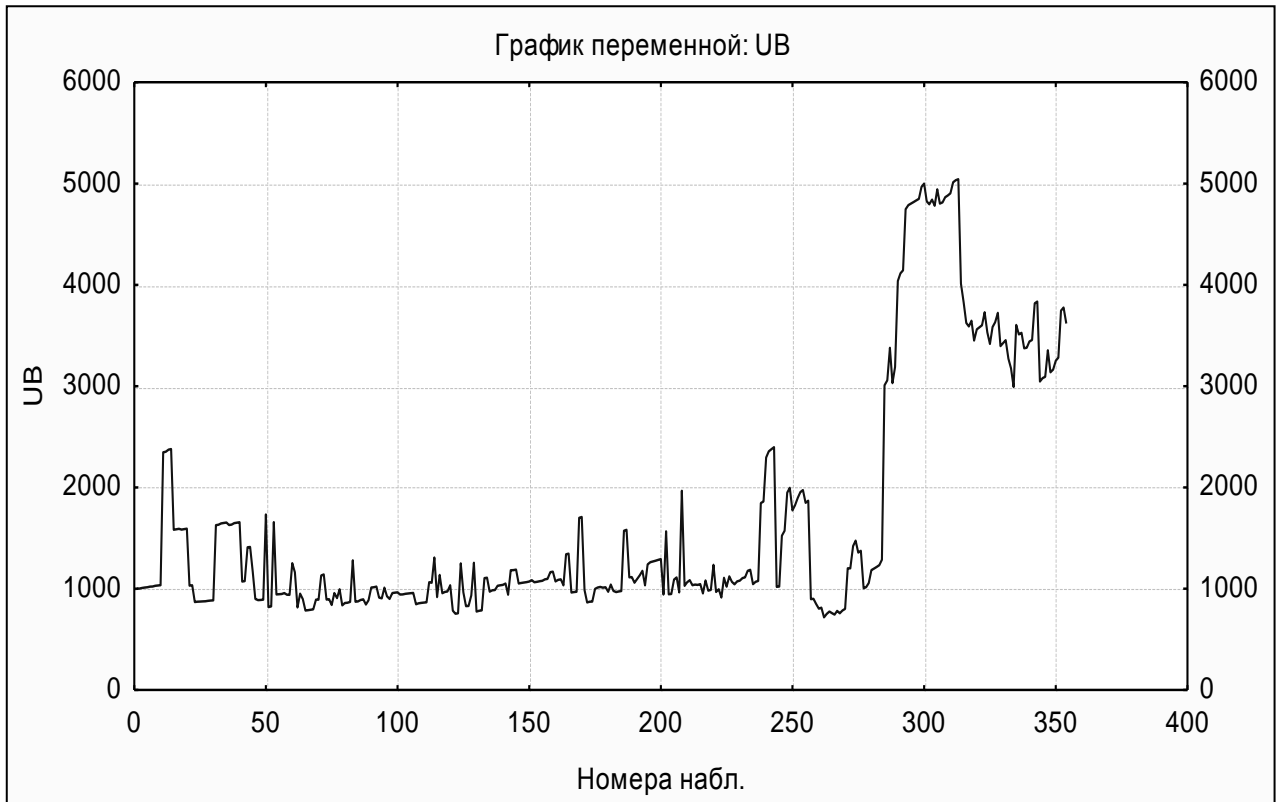


Рис. 2 Щоденна динаміка індексу українських облігацій (UB) з 2.01.2013 р. по 30.05.2014 р.

Джерело: Складено авторами за даними [6]

Як відомо, характерною властивістю будь-якого динамічного ряду є залежність рівнів: значення UB_t певною мірою залежить від попередніх значень: UB_{t-1} , UB_{t-2} і т.д. Для оцінювання ступеня залежності рівнів ряду використовують коефіцієнти автокореляції r_p з часовим лагом $p=1, 2, \dots, m$, які характеризують щільність зв'язку між первинним рядом і цим же рядом, зсуненим на p моментів. Послідовність коефіцієнтів r_p називають автокореляційною функцією (АКФ) і зображують графічно у вигляді автокорелограми. За швидкістю згасання АКФ можна зробити висновок про характер динаміки (рис. 3).

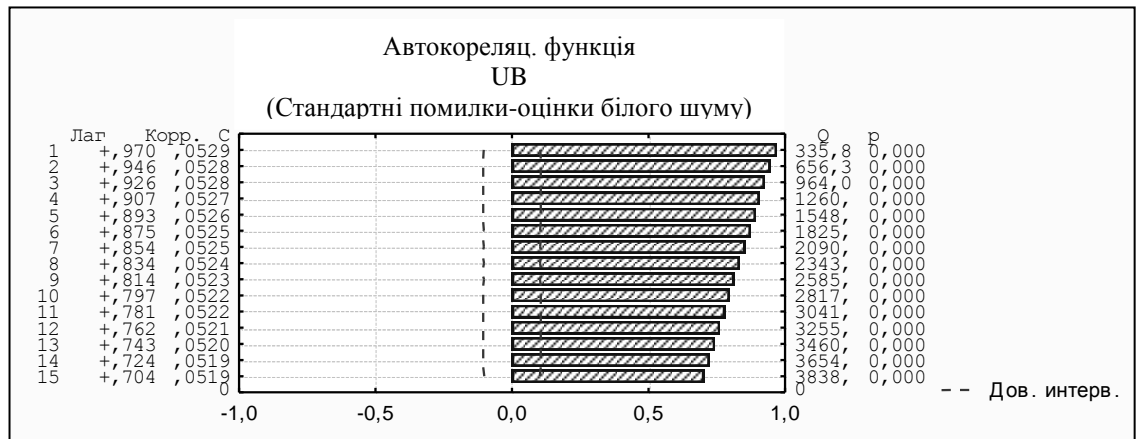


Рис. 3 Графік та значення АКФ динаміки UB_t

Джерело: Складено авторами

Графік АКФ свідчить про наявність автокореляції першого порядку на лязі 1. Для виявлення більш "чистої" картини (наявності або відсутності автокореляції більш високого порядку) проаналізуємо графік ЧАКФ (часткової автокореляційної функції) (рис. 4).

Графік ЧАКФ підтверджує наявність лише автокореляції першого порядку.

Для приведення процесу до стаціонарного виду застосовуємо до ряду UB_t оператор різниці першого порядку на лязі 1: $d(1) = UB_t - UB_{t-1}$.

При моделюванні та прогнозуванні динаміки UB_t використаємо модель ARIMA (або АРІКС – авторегресії та проінтегрованого ковзного середнього) із інтервенцією на 285 рівні (18.02.2014 р.).



Рис. 4 Графік та значення ЧАКФ динаміки UB_t

Джерело: Складено авторами

Відмітимо, що для порівняння точності прогнозування обираємо при моделюванні лише 335 рівнів UB_t (UB_1), залишивши для прогнозу наступні рівні. Отже, модель ARIMA матиме наступний вигляд:

$$UB_t = const + p(1)UB_{t-1} - q(1)e_t \quad (1.5)$$

Оцінку параметрів моделі отримуємо із використанням модуля "Часові ряди та прогнозування" програми STATISTICA (табл. 7).

Таблиця 7

Оцінка параметрів моделі ARIMA

Параметри	Вихідн.: UB1 (Таблиця.sta) Перетворення: D(1) (Перервана АРПСС) Модель (1, 1, 1) MS Залишок = 62513							
	Парам.	Асимпт. Ст.пом.	Асимпт. t(330)	p	Нижня (95 % дов.)	Верхня (95 % дов.)	Інтерв. Набл. N	Інтерв. Тип
Конст.	1,834	8,389	0,21864	0,82705	-14,67	18,338		
p(1)	0,514	0,237	2,16597	0,03102	0,047	0,984		
q(1)	0,705	0,203	3,47267	0,00058	0,306	1,104		
Омега (1)	1838,10	261,210	7,03688	0,00000	1324,26	2351,95	285	ск/ус

Джерело: Складено авторами

На відміну від детермінованої складової, випадкова складова e_t не зв'язана зі зміною часу. Аналіз цієї складової є основою перевірки гіпотези про адекватність моделі реальному процесу (рис. 5).

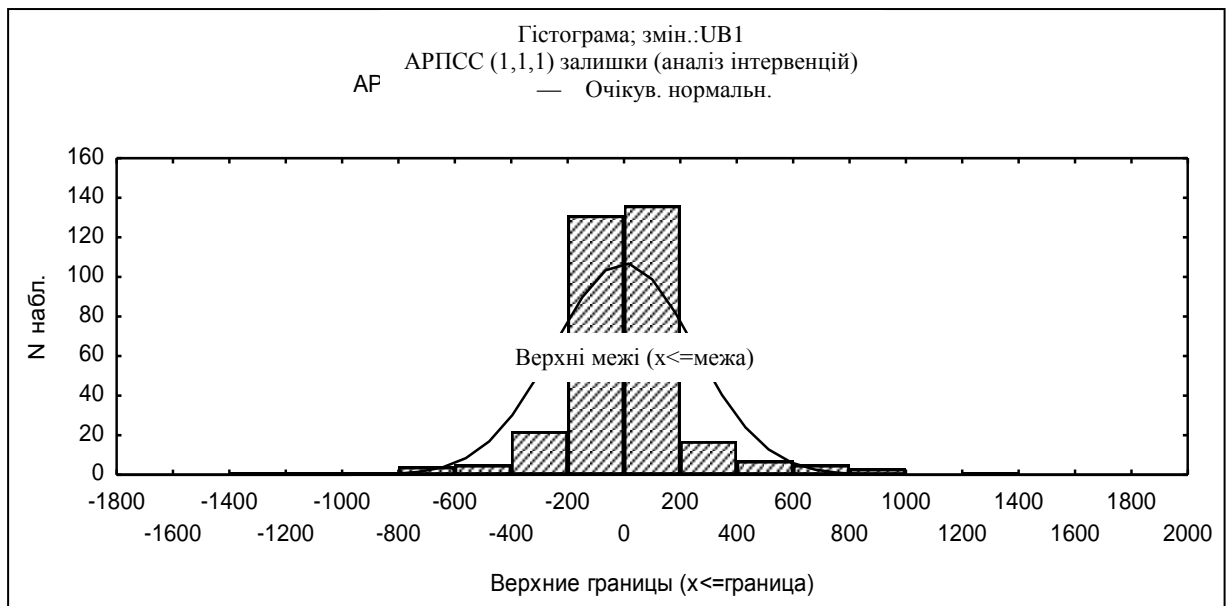


Рис. 5 Графік залишків при моделюванні динаміки та порівняння їх із нормальним розподілом

Джерело: Складено автором

Можна дійти висновку про достатню адекватність моделі та можливість виконання прогнозування на наступні періоди (табл. 8).

Прогнози за моделлю ARIMA

Набл. N	Прогнози; Модель: (1, 1, 1) 1 інтервенція (Таблиця.sta) Вихід.: UB1 Початок вихідн. 1 Кінець вихідн. 335			
	Прогноз	Нижній 95,0000 %	Верхній 95,0000 %	Ст.помилка
336	3539,292	3047,445	4031,139	250,0266
337	3506,971	2874,260	4139,682	321,6338
338	3491,240	2768,297	4214,183	367,5024
339	3484,040	2691,435	4276,646	402,9150
340	3481,229	2629,367	4333,091	433,0375
341	3480,674	2575,655	4385,692	460,0593
342	3481,279	2527,132	4435,426	485,0332
343	3482,482	2482,138	4482,825	508,5170
344	3483,991	2439,748	4528,234	530,8327
345	3485,658	2399,415	4571,901	552,1831

Джерело: Складено авторами

Порівняємо результати прогнозування на травень 2014 р. за моделлю ARIMA із фактичними значеннями. Результати порівняння фактичних та прогнозних значень наведемо у табл. 9.

Таблиця 9

Прогнози UB, за моделлю ARIMA та фактичні значення

Період	Прогнозні значення	Фактичні значення	Факт-прогноз
336	3539,292	3511,1209	-28,1711
337	3506,971	3525,3314	18,3604
338	3491,240	3473,5498	-17,6902
339	3484,040	3479,4659	-4,5741
340	3481,229	3440,7611	-40,4679
341	3480,674	3457,0099	-23,6641
342	3481,279	3487,6691	6,3901
343	3482,482	3455,5293	-26,9527
344	3483,991	3456,2835	-27,7075
345	3485,658	3479,0848	-6,5732

Джерело: Складено авторами

Як бачимо, відносна похибка прогнозування не перевищує 1,1 %, і це свідчить про можливість застосування ARIMA з інтервенцією для моделювання та прогнозування динаміки індексу.

Дослідження останніх років динаміки різноманітних фінансових показників, зокрема, біржових індексів, свідчать про необхідність застосування при моделюванні цих показників більш складних математичних моделей, а саме, моделей ARIMA із гетероскедастичною складовою (GARH), нейромережових моделей тощо. Надалі виконаємо моделювання та прогнозування динаміки індексу UB, за допомогою моделей нейронних мереж

із застосуванням програми Statistica. Для налаштування нейромережових моделей (формування навчальних, контрольних та тестових вибірок – автоматизований пошук) оберемо динамічний ряд UB_1 , тобто, перші 334 рівні ряду динаміки індексу UB_1 .

За допомогою "Майстера рішень" модуля "Нейронні мережі" програми STATISTICA здійснюємо пошук найбільш оптимальної моделі динамічного ряду UB_1 . Оптимальна модель повинна відповідати певним критеріям щодо її структури та параметрів. Наведемо фрагмент процесу розрахунку оптимальної моделі (результати роботи 5 найкращих моделей) у вигляді табл. 10, в якій перші стовпці – це змодельовані рівні динамічного ряду, а другі – похибки моделей).

Таблиця 10

Результати пошуку оптимальних моделей (фрагмент)

	Остатки (1-5) (Таблиця.sta)									
	ub1.1	Ост.ub1.1	ub1.2	Ост.ub1.2	ub1.3	Ост.ub1.3	ub1.4	Ост.ub1.4	ub1.5	Ост.ub1.5
1	1033,535	33,535	1028,040	28,040	1000,004	0,00359	1000,003	0,003321	999,992	-0,00771
2	1034,768	32,637	1029,344	27,213	1002,135	0,00418	1002,133	0,002312	1002,126	-0,00517
3	1037,783	30,453	1032,536	25,206	1007,335	0,00520	1007,330	-0,000344	1007,333	0,00279
4	1040,896	28,217	1035,831	23,153	1012,684	0,00565	1012,676	-0,002310	1012,683	0,00420
5	1042,422	27,128	1037,448	22,153	1015,300	0,00565	1015,292	-0,002687	1015,296	0,00126
6	1045,776	24,751	1040,999	19,974	1021,030	0,00519	1021,023	-0,001972	1021,019	-0,00573
7	1046,781	24,043	1042,064	19,326	1022,743	0,00493	1022,737	-0,001403	1022,732	-0,00606
8	1050,808	21,227	1046,328	16,748	1029,584	0,00334	1029,582	0,001603	1029,582	0,00183
9	1052,324	20,175	1047,935	15,786	1032,151	0,00252	1032,152	0,002656	1032,153	0,00456
10	1053,852	19,119	1049,553	14,821	1034,734	0,00157	1034,736	0,003460	1034,737	0,00433
11	2204,845	-142,139	2268,063	-78,921	2346,602	-0,38247	2346,808	-0,176824	2346,800	-0,18473
12	2211,985	-141,218	2275,470	-77,733	2352,991	-0,21203	2353,054	-0,149032	2353,052	-0,15177
13	2234,202	-138,285	2298,499	-73,988	2372,785	0,29812	2372,428	-0,058725	2372,440	-0,04645
14	2241,561	-137,292	2306,121	-72,732	2379,312	0,45943	2378,825	-0,027717	2378,842	-0,01094
15	1441,908	-140,562	1462,924	-119,546	1581,918	-0,55258	1582,375	-0,095487	1582,469	-0,00096
16	1445,503	-141,290	1466,759	-120,034	1586,215	-0,57745	1586,699	-0,093960	1586,792	-0,00111
17	1448,973	-141,984	1470,461	-120,495	1590,360	-0,59645	1590,865	-0,091538	1590,955	-0,00129
18	1443,120	-140,809	1464,217	-119,712	1583,368	-0,56155	1583,834	-0,095089	1583,928	-0,00100
19	1446,625	-141,516	1467,957	-120,184	1587,557	-0,58414	1588,048	-0,093275	1588,140	-0,00116
20	1450,162	-142,219	1471,730	-120,651	1591,780	-0,60181	1592,291	-0,090508	1592,380	-0,00136
21	1051,722	20,592	1047,297	16,167	1031,134	0,00286	1031,133	0,002262	1031,134	0,00375
22	1053,271	19,520	1048,937	15,187	1033,752	0,00194	1033,753	0,003192	1033,755	0,00485
23	961,369	91,896	951,835	82,363	869,465	-0,00713	869,475	0,003056	869,484	0,01170
24	962,453	90,929	952,977	81,454	871,514	-0,00975	871,524	0,000745	871,531	0,00773
25	963,638	89,876	954,226	80,464	873,750	-0,01195	873,760	-0,001791	873,764	0,00251
26	963,990	89,564	954,597	80,171	874,414	-0,01246	874,423	-0,002504	874,427	0,00086
27	965,186	88,505	955,857	79,176	876,668	-0,01370	876,677	-0,004647	876,677	-0,00478
28	967,380	86,572	958,169	77,361	880,795	-0,01389	880,802	-0,006856	880,795	-0,01347
29	968,585	85,515	959,439	76,369	883,057	-0,01289	883,063	-0,006873	883,054	-0,01621
30	969,799	84,455	960,718	75,374	885,332	-0,01114	885,338	-0,006004	885,327	-0,01687
31	1479,923	-147,754	1503,475	-124,202	1627,135	-0,54180	1627,634	-0,042092	1627,673	-0,00352
32	1483,650	-148,400	1507,450	-124,600	1631,541	-0,50896	1632,016	-0,034336	1632,047	-0,00373
33	1494,520	-150,226	1519,042	-125,704	1644,361	-0,38487	1644,734	-0,011501	1644,742	-0,00412
34	1498,361	-150,850	1523,137	-126,074	1648,879	-0,33177	1649,208	-0,003574	1649,207	-0,00417
35	1502,233	-151,469	1527,265	-126,437	1653,428	-0,27386	1653,706	0,004243	1653,698	-0,00418
36	1480,754	-147,899	1504,361	-124,291	1628,117	-0,53493	1628,612	-0,040374	1628,649	-0,00357
37	1485,308	-148,684	1509,218	-124,774	1633,499	-0,49271	1633,961	-0,030857	1633,988	-0,00381
38	1496,911	-150,616	1521,591	-125,936	1647,175	-0,35234	1647,521	-0,006549	1647,523	-0,00416
39	1500,844	-151,248	1525,784	-126,308	1651,797	-0,29512	1652,094	0,001462	1652,088	-0,00418
40	1504,486	-151,824	1529,667	-126,643	1656,072	-0,23826	1656,319	0,008691	1656,306	-0,00415
41	1075,660	4,530	1072,671	1,541	1071,114	-0,01658	1071,128	-0,003050	1071,135	0,00487
42	1077,980	3,029	1075,132	0,181	1074,934	-0,01670	1074,951	-0,000678	1074,944	-0,00732
43	1304,813	-104,346	1316,623	-92,536	1409,412	0,25263	1409,128	-0,030978	1409,160	0,00054
44	1306,644	-104,949	1318,576	-93,016	1411,879	0,28658	1411,569	-0,022845	1411,594	0,00231
45	1135,909	-31,423	1136,655	-30,677	1167,318	-0,01486	1167,331	-0,001620	1167,359	0,02636
46	977,062	78,183	968,376	69,496	898,889	0,00936	898,887	0,007729	898,901	0,02101

Тобто, у даному випадку до структури можуть бути віднесені змодельовані рівні динамічного ряду, до параметрів – похибки моделей, адже саме за останніми визначається оптимальність моделі задля підтвердження гіпотези щодо можливості прогнозування індексу UB даним способом.

У результаті розрахунків (епох) ітераційним шляхом за методом зворотного поширення помилки знайдено оптимальну модель, що показала найменші похибки на навчальних, контрольних та тестових вибірках. Такою моделлю виявився тришаровий перцептрон із одним прихованим шаром, що складається з 5 нейронів (рис. 6), та радіально-базисною функцією активації нейронів $\psi(s) = \exp(-ks^2)$, де $s \in R$, а $k > 0$ – параметр підсилення сигналів (коефіцієнт стиснення-розтягування кривої Гауса).

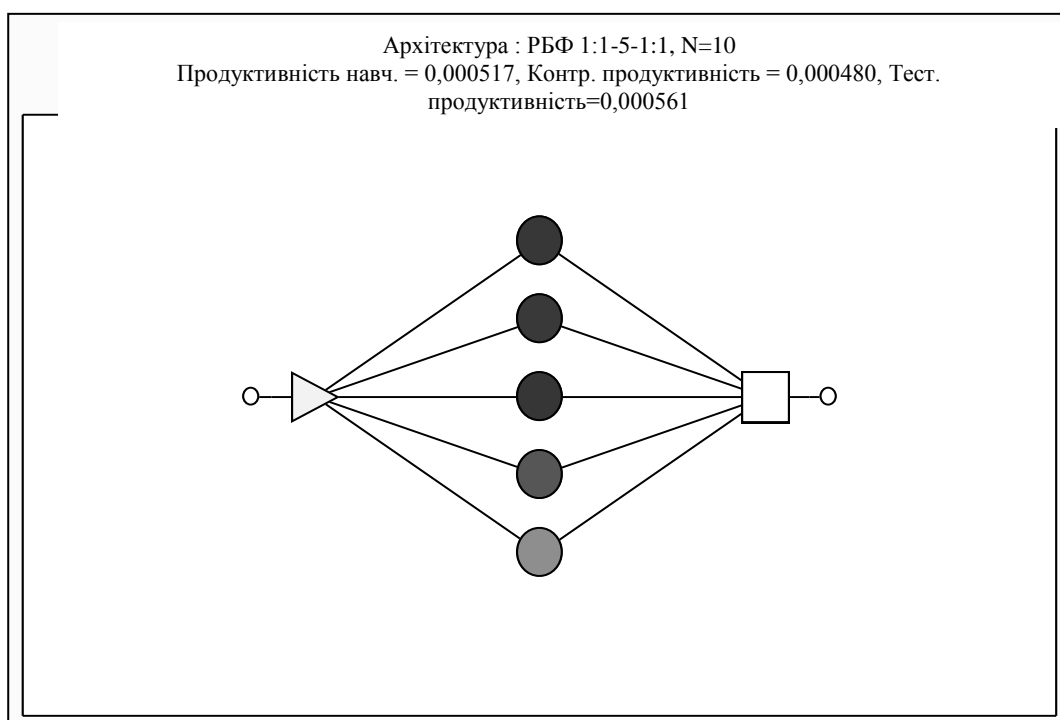


Рис. 6 Модель тришарового перцептронну із одним прихованим шаром
Джерело: Складено авторами

Для наочності за результатами моделювання побудуємо на рис. 7 графіки вихідного ряду динаміки (UB) та змодельованого (UB ; прбр.).

Як видно з рисунку графіки обраних перемінних рядів співпадають, про що свідчить їх накладання один на одного.

Отже, було доведено, що за допомогою деяких моделей нейронних мереж можливо достатньо достовірно прогнозувати зміну індексу українських облігацій, який у своєму дослідженні ми будемо використовувати для коректування купонної ставки.

Порівнюючи між собою модель часових рядів ARIMA та нейронні мережі з метою прогнозування індексу українських облігацій, доцільно виділити декілька їх особливостей та недоліків.

По-перше, застосування нейромережевої моделі можливе за наявності значного масиву даних для здійснення прогнозів індексу. У даному випадку

відсутніми є щомісячні показники, що перешкоджає використанню більш складних та точних моделей для поточного управління, у т.ч. з гетерокседатичною складовою. Звідси випливає, що для прогнозування купонних виплат недостатньо даних, так як індекс українських облігацій має дані лише за останні 1,5 роки, що ускладнює розрахунки щорічних виплат.

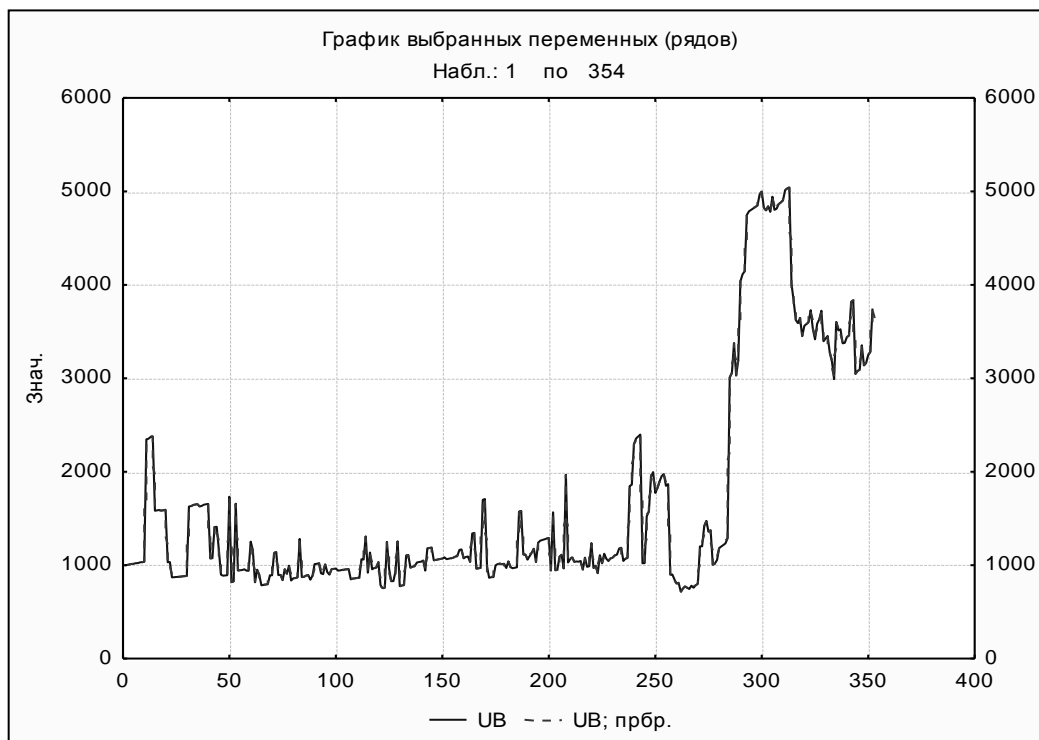


Рис. 7 Графіки рядів динаміки (*UB* – вихідний та *UB; прбр.* – оптимальна модель).

Джерело: Складено авторами

По-друге, недоліком нейронмережевої моделі у порівнянні з моделлю часових рядів *ARIMA* є ефект перенавчання, тому що модель шукає градієнтним способом мінімуми помилок, що дозволяє їй отримувати кращі сигнали. Вона здійснює побудову та інтегрування, знаходить оптимальну модель та здійснює за нею прогнози, шляхом підстроювання даних, що, у свою чергу, ускладнює оцінку прогнозу. Модель *ARIMA* надає не тільки середньо прогнозовані значення, але й довірчі інтервали зміни показника за динамікою.

Спираючись на вищезазначене, модель *ARIMA* краще застосовувати для поточного значення індексу, тому що вона враховує тренд та відхилення від тренда, згладжує їх.

Таким чином, на базі методів кореляційно-регресійного аналізу авторами була доведена можливість корегування основної суми боргу за програмно-цільовими облігаціями на зміну індексу ПФТС, а також використання моделі часових рядів *ARIMA* з метою прогнозування індексу корпоративних облігацій, зміна якого буде корегувати купонну виплату.

Список використаних джерел:

1. Никифорок О.І. Інфраструктурні облігації як інструмент залучення інвестицій для потреб модернізації в практиці зарубіжних країн : [Електронний ресурс] / О.І. Никифорок, І.К. Чукаєва // Ефективна економіка. – Дніпропетровськ : ДДАЕУ, 2014. – №4. (384). – Режим доступу: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=2926>. – Доступно на 20.05.2014. (153)
2. Павельєва Е.А. Конструирование параметров ценных бумаг, обеспеченных активами, с использованием финансового инжиниринга / Е.А. Павельєва // Вестник ВГУ. Серия: экономика и управление. – 2012. – №2. – С.231-239.
3. Рішення НКЦПФР «Про затвердження положення про порядок визначення вартості чистих активів інститутів спільного інвестування» : за станом на 30.07.2013 № 1336 / [Електронний ресурс] // Національна комісія з цінних паперів та фондового ринку. – Оф. вид. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z1444-13> (207)
4. Офіційний сайт Української Асоціації Інвестиційного Бізнесу : [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.uaib.com.ua> (172)
5. Закон України «Про інститути спільного інвестування» : за станом на 05.07.2012 № 5080-VI : [Електронний ресурс] // Відомості Верховної Ради України. – Оф. вид. ВВР №29, 2013р., ст. 337. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5080-17>. – Доступно на 20.05.2014.
6. Офіційний сайт фондової біржі Перспектива : [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://fbr.com.ua/>
7. Офіційний сайт Першої Фондової Торгівельної Системи : [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.pfts.ua>