

6. Пономаренко В. С. Корпорації та інтегровані структури: проблеми науки та практики : монографія / В. С. Пономаренко, В. М. Горбатов. — Х. : Вид-во ІНЖЕК, 2007. — 344 с.

7. Пугачова М. В. Деякі аспекти статистичного дослідження функціонування підприємств у складі груп / М. В. Пугачова // Прикладна статистика: проблеми теорії та практики: Зб. наук. праць. — К.: ДА-СОА. — 2009. — Вип. 5. — С. 70—74.

8. Пугачова М. В. Дослідження деяких аспектів функціонування підприємств, що входять до груп, на базі результатів кон'юнктурних обстежень / М. В. Пугачова // Статистика України. — 2007. — № 4 (39). — С. 37—47.

9. Суржик В. Г. Економічна природа холдингів як сучасної форми бізнесу / В. Г. Суржик // Наукові праці НДФІ : зб. наук. праць. — К. : Вид-во НДФІ, 2008. — № 1 (42). — С. 101—109.

10. Тоцький В. І. Організаційний розвиток підприємства : навч. посібн. / В. І. Тоцький, В. В. Лаврененко. — К. : Вид-во КНЕУ, 2005. — 247 с.

11. Господарський кодекс України від 16.01.2003 № 436-IV. [Електронний ресурс]. — Доступний з <http://www.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=436-15>].

12. Сайт Державного комітету статистики України. [Електронний ресурс]. — Доступний з <http://www.ukrstat.gov.ua>

Стаття надійшла до редакції 08.06.2011 р.

УДК: 330.131.7: 336.777

Л. Б. Долінський, канд. екон. наук, доц., докторант,
Є. Б. Долінська, канд. екон. наук, старший викл.,
кафедра економіко-математичного моделювання,
ДВНЗ «КНЕУ імені Вадима Гетьмана»

МАРКІВСЬКІ МОДЕЛІ ОЦІНЮВАННЯ КРЕДИТНОГО РИЗИКУ КУПОННИХ ОБЛІГАЦІЙ

АНОТАЦІЯ. Розглянуто актуальні питання моделювання дефолтів та оцінювання кредитного ризику купонних облігацій з припустимим одноперіодним простроченням оплати. Наголошено на важливості розробки відповідних моделей на основі сценарно-імовірнісних схем остаточного погашення або дефолту купонних облігацій з урахуванням можливості погашення простроченої заборгованості за ними. Для розв'язання поставлених завдань використовується математичний апарат ланцюгів Маркова. В межах розроблених моделей отримано важливі характеристики оцінювання та врахування кредитних ризиків купонних облігацій з припустимим одноперіодним простроченням оплати, що дозволяють потенційному інвесторові отримати необхідну інформацію щодо надійності боргового цінного паперу, розробити можливі стратегії управління кредитним ризиком цих фінансових інструментів та оптимізувати процес прийняття рішень щодо доцільності вкладення коштів у боргове зобов'язання.

ANNOTATION. The up-to-date questions of default modelling and credit risk assessment for coupon bonds with the single allowable arrear are considered in the article. It is pointed that proper models should be developed on the scenario-probabilistic schemes basis for coupon bonds default and payment analysis with the arrears payment consideration. The Markov chains mathematical tools are used to solve the formulated tasks. The important results are achieved for coupon bond credit risk analysis with the single allowable arrear. These results allow the potential investor to get the necessary information for the debt securities reliability assessment and credit risk management strategies development, as well as to optimise the investment decision making processes.

КЛЮЧОВІ СЛОВА. Купонна облигація, кредитний ризик, ймовірність дефолту, ланцюги Маркова, поглинальні та неповоротні стани, сценарно-імовірнісні схеми погашення.

Актуальність проблеми. Останні роки були досить складними для вітчизняного фінансового ринку. Зокрема, професійні інвестори стикнулися з масовими відмовами емітентів щодо своєчасного та повного погашення власних боргових цінних паперів. У багатьох випадках боржникам і кредиторам вдалося досягти компромісних рішень шляхом пролонгації або реструктуризації заборгованостей. Однак, доводиться констатувати й досить значну кількість технічних дефолтів за публічними облигаційними позиками переважно протягом 2008—2009 рр.

На рис. 1 показано динаміку ринку корпоративних облигацій протягом 2001 — 2 місяців 2011 рр.



Рис. 1. Обсяг та кількість зареєстрованих випусків облигацій підприємств протягом 2001 — 2 місяців 2011 років

Наведений на рис. 1 графік ілюструє різні стани ринку корпоративних облігацій в Україні. Так, починаючи з 2005 року, цей сегмент вітчизняного фондового ринку почав активно розвиватися. Піком зростання став 2007 рік, коли лише обсяг зареєстрованих протягом року випусків облігацій підприємств склав майже 45 млрд грн. З середини 2008 року, під впливом світової фінансової кризи, обсяги ринку почали суттєво скорочуватись. За відсутності попиту на такі боргові інструменти, кількість нових облігаційних випусків значно зменшилась, а емітенти старих випусків стикнулися з необхідністю зворотного викупу власних боргових зобов'язань. В багатьох випадках було зафіксовано випадки неплатежів (дефолтів) за облігаційними позиками. Найвні факти неплатежів спричинили зниження довіри інвесторів до облігаційних позик та, як наслідок, — зменшення їх ліквідності.

Починаючи з другої половини 2010 року, експерти заговорили про поступовий вихід ринку боргових цінних паперів із кризи. Наприклад, нещодавно національне рейтингове агентство «Рюрік» оприлюднило «Аналітичний огляд ринку облігацій України за I квартал 2011 року» [1], в якому зокрема стверджується, що ринок облігацій, який протягом останніх кількох років зазнав суттєвого скорочення, має всі необхідні передумови для початку посткризового відновлення вже у поточному році. В цілому погоджуючись з висновками фахівців аналітичного департаменту НРА «Рюрік», зазначимо, що, на нашу думку, відновлення ринку кредитних інструментів відбуватиметься досить повільно, й лише за умов доведення емітентами власної фінансової стійкості.

Тому реалії сьогодення вимагатимуть від інвестора ретельного оцінювання наявних на ринку боргових інструментів з позицій кредитного ризику та кредитоспроможності їхніх емітентів. У сучасній кредитно-інвестиційній політиці на передній план має вийти не питання доходності, а питання надійності капіталовкладень.

Таким чином, науково-практичні дослідження, присвячені питанням оцінювання кредитного ризику (або навпаки — надійності) боргових цінних паперів, є актуальними та своєчасними.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У працях зарубіжних і вітчизняних економістів досліджено широке коло питань, пов'язаних з оцінюванням кредитоспроможності підприємств-емітентів боргових зобов'язань. Проведений аналіз літературних джерел дає змогу стверджувати, що більшість наукових та практичних досліджень в цій галузі присвячено оцінюванню фінансово-статистичних коефіцієнтів та методам аналізу фінан-

сової звітності підприємств-позичальників. Певну систематизацію методів фінансового аналізу кредитоспроможності підприємств наведено у праці [2].

Проте об'єктивною необхідністю сьогодення в цій сфері науково-практичних досліджень є застосування методів *економіко-математичного аналізу* з метою оцінювання надійності підприємств-емітентів та їхніх боргових цінних паперів.

Питання економіко-математичного моделювання ризику та надійності розглядали в своїх працях такі відомі вітчизняні науковці, як: В. В. Вітлінський, В. М. Гранатуров, А. Б. Камінський, М. М. Клименюк, О. В. Пернарівський, О. І. Ястремський. Також у вивчення цієї проблеми вагомий внесок зробили й зарубіжні вчені, серед яких Є. Альтман, Т. Бартон, Є. Брігхем, О. Лобанов, М. Рогов, П. Уокер, Ф. Фабоці, Н. Хохлов, О. Чугунов, У. Шарп, У. Шенкир, О. Шоломицький.

Разом з тим питання моделювання кредитного ризику за облігаціями в межах загальної теорії економічного ризику розкрито недостатньо.

Таким чином, *метою статті* є висвітлення проблемних питань оцінювання кредитного ризику облігацій.

Постановка завдання. Згідно чинного законодавства [3] в Україні дозволено розміщувати *відсоткові (купонні), дисконтні (безкупонні) та цільові* облігації. На сьогодні серед відкритих (публічних) випусків облігацій переважають відсоткові облігації, які є ринковими інструментами, що мають вільний обіг на організованому фондовому ринку. Отже, в межах цієї статті розглядатимемо лише відсоткові (купонні) облігації.

Зазначимо, що ця стаття є продовженням публікацій результатів авторських досліджень у сфері моделювання надійності облігацій. У попередніх працях [4—5] було розглянуті питання, що пов'язані з обчисленням ймовірності дефолту (неплатежу) за облігацією та коригуванням її ринкової вартості з урахуванням ймовірності дефолту. На відміну від них, у цій статті будемо вважати ймовірності дефолту у кожному купонному періоді апріорно визначеними величинами, а досліджувати будемо можливі сценарно-ймовірнісні схеми остаточного погашення або дефолту купонної облігації.

Для розв'язання цієї задачі пропонується використання математичного апарату ланцюгів Маркова.

Виклад основного матеріалу. Об'єктом дослідження є відсоткові облігації, наявність потоку купонних виплат за якими, за існування певних ймовірностей дефолту у кожному купонному

періоді, обумовлює необхідність розгляду різних сценарно-імовірнісних схем їхнього остаточного погашення.

У попередніх авторських публікаціях [6], опис сценаріїв оплати купонної облигації не передбачав можливості виникнення прострочення виплати на певному етапі. Іншими словами, за відсутності виплати своєчасно та в повному обсязі відразу фіксувався дефолт за облигацією та подальший аналіз механізму погашення облигаційного зобов'язання не проводився.

Ця стаття присвячена більш глибокому аналізу сценаріїв оплати купонної облигації за умови можливості виникнення прострочення оплати купонних платежів, оскільки у практичній діяльності виникнення прострочення в оплаті боргового зобов'язання хоча і є небажаним, однак досить часто є припустимим.

Зазвичай, загальноприйнятий механізм здійснення виплат за купонною облигацією передбачає, що всі купонні виплати є рівними між собою та здійснюються через рівні проміжки часу, найчастіше — щоквартально. В окремих випадках допускається погашення купонів за облигацією не на визначену дату, а протягом певного періоду часу. У випадку виникнення прострочення оплати, на відміну від багатьох інших кредитних інструментів, пеня не нараховується.

Наведений механізм погашення купонних виплат за облигаційною позицією може бути описаний за допомогою однорідних поглинаючих ланцюгів Маркова. Обґрунтуємо можливість застосування математичного апарату ланцюгів Маркова для опису купонних облигацій.

Перш за все обґрунтуємо *стохастичність* виникнення прострочення або дефолту по виплаті за облигацією. В роботах [4—5] обґрунтовано, що погашення (або, навпаки, непогашення) купонних виплат носить випадковий характер. Імовірність погашення платежу, на нашу думку, визначається співвідношенням обсягу необхідної виплати та наявних у емітента коштів, які він може направити на оплату зі свого чистого операційного доходу.

Що стосується таких ключових характеристик ланцюгів Маркова, як *однорідність* та *стаціонарність*, то стосовно облигацій необхідно зауважити відповідні особливості. Як визначено в попередніх роботах, погашення кожної виплати за купонною облигацією залежить лише від поточної платоспроможності емітента і не залежить від факту погашення попередньої виплати та від того, як відбувалися виплати раніше. Відповідно, імовірність переходу з поточного стану до певного наступного стану (купонна виплата, прострочення оплати, погашення або дефолт за облигацією) визначається лише

тим, до якого стану здійснюється перехід і не залежить від минулих подій. Крім того, ми вважаємо, що підприємство-емітент облигації функціонує у стаціонарному режимі. Оплата (або, навпаки, прострочення та дефолт) виплати за облигацією визначається достатністю (або, навпаки, нестачею) у платника за борговим зобов'язанням коштів для погашення певної виплати.

Таким чином, можна стверджувати, що механізм оплати купонної облигації може бути змодельований з використанням ланцюгів Маркова.

Перш за все визначимо, що при оплаті купонної облигації можливі такі стани процесу оплати: настання певного платежу, прострочення платежу, повна оплата облигації, що передбачає погашення всіх купонів та номіналу, а також стан дефолту за облигацією, що виникає в разі остаточного непогашення будь-якої виплати за цінним папером.

Доцільним є використання однорідних поглинальних ланцюгів Маркова. Поглинальними є такі ланцюги Маркова, для яких існує хоча б один стан, потрапивши в який процес в ньому і залишиться.

Здійснення виплат за купонною облигацією передбачає наявність двох кінцевих (поглинальних) станів: стан повного погашення облигації та стан дефолту. Усі інші стани, а саме стани настання періодичних платежів та виникнення прострочення за ними є неповоротними, адже здійснивши будь-який платіж, повернутися до нього вже неможливо.

Отже, опишемо стани процесу здійснення виплат за купонною облигацією у термінах ланцюгів Маркова.

Для ланцюгів Маркова перехід процесу зі стану w_i до стану w_j характеризується ймовірностями переходу — P_{ij} . Загальна ймовірнісна картина всіх можливих переходів процесу з одного стану в інший задається матрицею однокрокового переходу — π . Структуру матриці π у канонічному вигляді наведено на рис. 2.

$\pi =$	I	O
	R	Q

Рис. 2. Канонічний вигляд матриці однокрокового переходу

Де I — одинична матриця; O — нульова матриця; R — матриця ймовірностей переходу системи з непоглинальних станів до

поглинальних; Q — матриця ймовірностей переходів системи з непоглинальних станів до непоглинальних.

У подальшому, при розробці моделей оцінки надійності купонних облігацій домовимось ввести такі позначення: w_1, w_2 — поглинальні стани (відповідно: w_1 — стан дефолту за облігацією та w_2 — стан повної оплати облігації, що передбачає сплату всіх купонів та номіналу цінного паперу); w_i — неперворотні стани (настання платежів або прострочень оплати); q — загальна кількість станів. Зазначимо, що позначення поглинальних станів за допомогою перших індексів дасть нам змогу в наступному отримати матрицю однокрокового переходу π в канонічному вигляді.

Нехай випущено облігацію, що передбачає періодичне здійснення купонних виплат та погашення номіналу в кінці строку. Кількість періодів здійснення виплат дорівнює n . Вважатимемо, що за кожним з n -платежів за облігацією можливе виникнення прострочення оплати, причому затримка виплати купонного платежу можлива лише в межах купонного періоду. Отже, погашення простроченої заборгованості можливе лише до моменту здійснення наступної виплати. Якщо i після настання чергової виплати прострочений платіж не був погашений, то настає дефолт за облігаційною позицією.

Таким чином, допускається *одноперіодне* прострочення оплати за облігацією. Опишемо послідовність здійснення виплат за допомогою поглинаючого ланцюга Маркова (рис. 3).

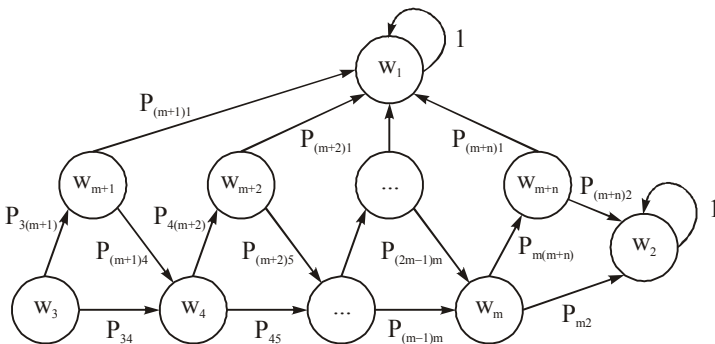


Рис. 3. Купонна облігація з розірванням після першого неплатежу

Наведемо короткий опис рис. 3.

Введемо два перші поглинаючі стани:

w_1 — стан дефолту за купонною облигацією;

w_2 — стан повного погашення облигації (оплата всіх платежів).

Далі представимо кожний платіж у вигляді окремого неповоротного стану ланцюга Маркова та позначимо його w_i , тоді:

w_3, w_4, \dots, w_m — n платежів, де $m = n + 2$;

w_3 — перший платіж — початковий стан процесу.

Відповідно стани прострочення здійснення виплат за облигацією:

$w_{m+1}, w_{m+2}, \dots, w_{m+n}$ — стани прострочення оплати платежів.

Оскільки кількість платежів по договору дорівнює n , кількість допустимих прострочень теж дорівнює n , то поглинаючий ланцюг Маркова для опису даної задачі (рис. 3) складатиметься з $I = (2n + 2)$ станів (I — загальна кількість станів ланцюга Маркова).

Як було зазначено, оплата кожного платежу має випадковий характер та залежить від обсягу платежу та фінансового стану емітента. Отже, позначимо ймовірність своєчасної оплати платежу відповідно до i -стану та перехід до платежу відповідно до $(i + I)$ -стану через $P_{i(i+1)}$, де $i = 3, m$. Існує певна ймовірність того, що платіж, відповідно до i -стану, не буде сплачений вчасно і буде здійснено перехід до стану прострочення оплати платежу — w_{n+i} . Позначимо цю ймовірність через $P_{i(n+i)}$. Причому, зважаючи на те, що за кожним платежем можливі лише дві випадкові несутісні події: оплата або неоплата (прострочення), то зрозуміло, що відповідні ймовірності пов'язані таким співвідношенням:

$$P_{i(i+1)} + P_{i(n+i)} = 1. \quad (1)$$

Прострочивши оплату одного з платежів, емітент може з певною ймовірністю оплатити прострочений платіж та перейти до наступного платежу. Позначимо ймовірність цієї події через $P_{(n+i)(i+1)}$. Зауважимо, що оскільки з плином часу платоспроможність боржника змінюватиметься, то змінюватиметься й ймовірність погашення відповідного платежу. Вона залежатиме від суми коштів, що може бути виділена боржником на погашення необхідної виплати на момент здійснення оплати. Сума заборгованості по оплаті зазвичай не змінюється, у випадку пролонгації простроченої заборгованості пеня не нараховується. Якщо ж емітент не зможе погасити необхідний платіж до наступного періоду здійснення виплат, то настане дефолт за облигаційною позицією — буде здійснено перехід до стану невиконання зобов'язань та дефолту за купонною облигацією — w_1 . Ймовірність переходу до

цього стану — $P_{(n+i)1}$. Зауважимо, що тут аналогічно до стану здійснення виплат справедливим є співвідношення:

$$P_{(n+i)(i+1)} + P_{(n+i)1} = 1, \quad (2)$$

оскільки, зі стану прострочення оплати можна перейти лише або до наступного платежу, або до стану дефолту.

Оскільки перехід з поглинаючого стану до інших станів є неможливим, то відповідна ймовірність того, що процес залишиться у поглинальному стані w_1 дорівнює одиниці:

$$P_{11} = 1. \quad (3)$$

У випадку погашення всіх необхідних платежів буде здійснено перехід до поглинаючого стану повної оплати облігації — w_2 . Позначимо ймовірність переходу в цей стан через P_{m2} . Аналогічно до поглинаючого стану дефолту, маємо:

$$P_{22} = 1. \quad (4)$$

За останнім платежем також може виникнути прострочення оплати на допустимий період здійснення виплат. Погашення або непогашення останньої виплати моделюється аналогічно до інших виплат.

Зазначимо, що для наведеного ланцюга Маркова має виконуватись умова нормування, тобто сума ймовірностей переходу з певного стану до інших можливих станів повинна дорівнювати одиниці:

$$\sum_{j=1}^l P_{kj} = 1, \quad k = 1, 2, \dots, l. \quad (5)$$

Перейдемо до визначення числових характеристик оцінювання надійності купонних облігацій з допустимим одноразовим простроченням оплати на основі описаної моделі.

Одним з класичних показників аналізу та моделювання економічних процесів з використанням апарату ланцюгів Маркова є ймовірність переходу процесу з кожного з неповоротних станів до кожного з поглинальних станів [7]. Відповідно можемо провести аналіз надійності купонної облігації на основі визначення ймовірності переходу процесу здійснення виплат з кожного з неповоротних станів здійснення виплат та прострочення оплати до кожного з поглинальних станів оплати або дефолту. Отже, визначимо ймовірності настання дефолту за облігацією та ймовірності

повного погашення облигації на кожному етапі. Вказані ймовірності задаються матрицею B :

$$B = N \cdot R, \quad (6)$$

де R — матриця ймовірностей переходу процесу з неповоротних станів до поглинальних (рис. 4).

		w_1	w_2
	w_3	0	0
	w_4	0	0

$R =$	w_m	0	P_{m2}
	w_{m+1}	$P_{(m+1)1}$	0
	w_{m+2}	$P_{(m+2)1}$	0

	w_{m+n}	$P_{(m+n)1}$	$P_{(m+n)2}$

Рис. 4. Матриця ймовірностей переходу системи з неповоротних станів до поглинальних R

N — фундаментальна матриця, яка визначає середній час, що проводить процес у кожному неповоротному стані:

$$N = (I - Q)^{-1}, \quad (7)$$

де I — одинична матриця;

Q — матриця ймовірностей переходів процесу з неповоротних станів до неповоротних (рис. 5).

		w_3	w_4	...	w_m	w_{m+1}	w_{m+2}	...	w_{m+n}
	w_3	0	P_{34}	...	0	$P_{3(m+1)}$	0	...	0
	w_4	0	0	...	0	0	$P_{4(m+2)}$	...	0
$Q =$	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	w_m	0	0	...	0	0	0	...	$P_{m(m+n)}$
	w_{m+1}	0	$P_{(m+1)4}$	...	0	0	0	...	0
	w_{m+2}	0	0	...	0	0	0	...	0

	w_{m+n}	0	0	...	0	0	0	...	0

Рис. 5. Матриця ймовірностей переходів системи з неповоротних станів до неповоротних Q

Елементи матриці B є важливими показниками. Вони надають потенційному інвесторові необхідну інформацію щодо можливості настання дефолту або повного погашення облігації на етапі здійснення кожного платежу або при його простроченні. Ця матриця дозволяє побачити загальну картину можливого перебігу подій під час погашення облігаційної позики та дає потенційному інвесторові можливість проаналізувати доцільність вкладення коштів у певну облігацію з огляду на отримані ймовірнісні показники.

Іншим класичним показником апарату ланцюгів Маркова, що може бути використаний для аналізу кредитного ризику за купонною облігацією з одним допустимим простроченням оплати, є середня кількість неповоротних станів, у яких побуває процес, перш ніж досягне поглинального стану (будь-якого). Іншими словами, це середня кількість етапів, що пройде купонна облігація на кожному етапі перш ніж досягне стану повного виконання або розриву — μ :

$$\mu = (N \times N_{dg}^{-1}) \times \xi, \quad (8)$$

де N_{dg} — фундаментальна матриця N , всі елементи якої, окрім тих, що лежать на головній діагоналі, є нульовими; ξ — одиничний вектор-стовпець.

Зазначимо, що значення елементів вектору μ повинні використовуватись як свого роду контрольні точки під час здійснення виплат за облігацією. Тобто досягнувши певного етапу, необхідно через кількість етапів рівну μ_{it} , проаналізувати, в якому стані знаходиться процес погашення цінного паперу, а саме чи є він ближчим до виконання або до розриву.

Визначені показники надають інвестору важливу інформацію щодо розробки стратегій управління кредитним ризиком облігацій. Дійсно, на кожному етапі інвестор має два альтернативних варіанти — тримати облігацію до погашення (консервативна стратегія) або перепродати її (спекулятивна стратегія). На нашу думку, прийняття цих рішень має ґрунтуватися на значеннях, отриманих за моделями (6)–(8). Причому, чим гіршими є значення, тим більш спекулятивною (більш короткостроковою) має бути стратегія інвестування у купонну облігацію.

Висновки. Можливість виникнення прострочення оплати за купонними облігаціями вимагає підходів до оцінювання їхнього кредитного ризику, які б враховували зміну механізму облігаційних виплат, тому доречним стало застосування апарату поглина-

ючих ланцюгів Маркова, що дозволило отримати нові наукові результати.

Отримано такі важливі характеристики оцінювання та врахування кредитних ризиків купонних облігацій з допустимим одноразовим простроченням оплати:

- ймовірності настання дефолту на кожному етапі;
- ймовірності повного погашення облігації на кожному етапі;
- середня кількість етапів, що пройде купонна облігація з кожного етапу перш ніж досягне стану повного погашення або дефолту.

Розроблені з використанням апарату ланцюгів Маркова моделі оцінювання та врахування кредитних ризиків купонних облігацій з допустимим одноперіодним простроченням оплати дозволять потенційному інвесторові отримати необхідну інформацію щодо надійності боргового цінного паперу, розробити можливі стратегії управління кредитним ризиком цих фінансових інструментів та допоможуть оптимізувати процес прийняття рішень щодо доцільності вкладення коштів у боргове зобов'язання.

Створення відповідних моделей оцінювання надійності облігацій дозволить оцінити та скорегувати основні інвестиційні параметри цінного паперу з урахуванням кредитного ризику.

Зауважимо, що хоча в статті розглянуто лише найбільш логічний варіант прострочення оплати — одноперіодний, цей підхід з використанням поглинальних ланцюгів Маркова можна застосовувати й для моделювання надійності облігацій, за якими можливе більш ніж одноразове чи одноперіодне прострочення оплати. Для облігацій з відсутністю прострочення оплати наведені в статті моделі настільки спрощуються, що не потребують застосування апарату ланцюгів Маркова.

Також зазначимо, що аналогічні підходи застосовні й до інших кредитних інструментів, погашення яких здійснюється у вигляді потоку платежів. Зокрема, подібні економіко-математичні моделі щодо угод фінансового лізингу було розглянуто у працях [8, 9].

Література

1. Аналітичний огляд ринку облігацій України за I квартал 2011 року // НРА «Рюрік» — [електронний ресурс]. — режим доступу: <http://rurik.com.ua/our-research/branch-reviews.html>.

2. Долінський Л. Б., Сацук Д. П. Оцінка надійності підприємств: теоретико-методологічний підхід // Фінанси України. — 2008. — № 1. — С. 108—117.

3. Закон України «Про цінні папери та фондовий ринок» № 3480-IV від 23.02.2006 р. — [електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.rada.gov.ua>.

4. Долінський Л. Б., Галкін А. І. Оцінка вартості облігацій з урахуванням ризику неплатежу // Вісник НБУ. — 2007. — № 7. — С. 46—49.

5. Долінський Л. Б., Галкін А. І. Імовірнісні моделі оцінки ризику неплатежу та визначення вартості облігацій // Вісник НБУ. — 2007. — № 8. — С. 38—40.

6. Долінський Л. Б. Моделювання дефолтів за облігаційними позиками. // Фінанси України. — 2009. — № 4. — С. 65—74.

7. Конечные цепи Маркова. Кемени Дж. И Снелл Дж. — М.: Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1970.

8. Вітлінський В. В., Долінська Є. Б. Імовірнісні моделі оцінки ризику неплатежу операцій фінансового лізингу // Фінанси України. — Червень 2005. — № 6. — С. 62—68.

9. Долінська Є. Б. Моделі оцінки надійності лізингових операцій з використанням ланцюгів Маркова // Моделі управління в ринковій економіці. — № 8. — 2005. — С. 69—82.

Стаття надійшла до редакції 10.06.2011 р.

УДК 330.356

В. О. Макаренко, канд. екон. наук, доцент,

О. М. Гончар,

Криворізьський економічний інститут

ДВНЗ «КНЕУ імені Вадима Гетьмана»

ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕВИЗНАЧЕНИХ ЧИСЕЛ

АННОТАЦІЯ. У даній роботі приведено характеристики невизначених чисел та досліджено питання необхідності, корисності та можливості їх застосування в економіці. Результатами виконання даної роботи є рекомендації щодо практичного застосування невизначених чисел у прогнозуванні деяких макропоказників розвитку економіки.

АННОТАЦИЯ. В данной работе приводится характеристика неопределённых чисел, а также исследуется вопрос необходимости, полезности и возможности их применения в экономике. Результатами данной работы являются рекомендации по практическому применению неопределённых чисел в прогнозировании некоторых макропоказателей развития экономики.

ANNOTATION. The characteristics of uncertain numbers, its necessity, utility and suitability for economics are given in this work. The findings of this work are recommended for application uncertain numbers in the process of forecasting of some macroeconomic indicators.