

Моделювання процесу створення нового підприємства при стохастичній поведінці оточуючого середовища

Анотація.

У цій роботі визначається оптимальний моменту інвестування коштів для створення нового виробничого підприємства з урахуванням впливу податків, ризику та стохастичної зміни ринкових цін на матеріали та виготовлену продукцію.

Розглянуто математичну модель, яка описує оптимальний момент зупинки випадкового процесу прогнозованого прибутку підприємства. Проведені відповідні обчислення та розрахований чисельний приклад по даним виробничого підприємства.

Summary.

In this work we define the optimum moment of investment of means in creation of a new industrial enterprise with allowance for influences of taxes, risk and stochastic change of market prices for materials and made production.

Here was considered the mathematical model which describes the optimum moment of a stop of casual process of the predicted enterprise profit. Corresponding calculations are carried out and the numerical example is designed according to the data of an industrial enterprise.

Ключові слова.

Інвестиції, податок на майно, оптимальний момет інвестування, ризик, зведений дохід.

Вступ.

Економічний розвиток суспільства вимагає створення нових підприємств, що, в свою чергу, призводить до створення нових робочих місць, збільшення надходжень до бюджету та розвитку виробничої інфраструктури.

Можна сказати, що перед інвестором постає проблема – створення нового виробничого підприємства. Для вирішення цієї проблеми він повинен розв'язати таку задачу: знаючи технологічну частину проекту, ринкові ціни на матеріали та виготовлену продукцію, можна обчислити прогнозований

прибуток підприємства на будь-який майбутній момент часу. Задача, в цьому випадку, полягає в знаходженні оптимального моменту вкладення коштів у проект, тобто такого моменту часу при якому прогнозований прибуток підприємства буде максимальним.

Якщо представити прогнозований прибуток підприємства у вигляді випадкового процесу, то для розв'язання подібної задачі можна скористатися математичними методами зупинки випадкових процесів. Тобто визначити оптимальний момент зупинки спостереження за процесом та початком дій (вкладання коштів).

Постановка задачі.

Прийняття рішення про створення нового підприємства вимагає від інвестора його впевненості у тому, що він отримає якусь вигоду від цього у майбутньому. Звичайно ж можна і, безумовно треба, покладатися на свою інтуїцію та досвід, проте не слід списувати з рахунків математичний апарат, який дозволяє визначити, якщо не оптимальний варіант, то принаймні допомагає звужити область пошуку вірного рішення.

Задача роботи полягає у побудові моделі для визначення оптимального моменту вкладення коштів у інвестиційний проект адаптовану для українських реалій, тобто таку, яка б враховувала нюанси національного законодавства. Для цього було проведено модифікацію вже існуючої моделі Аркіна [2].

Методологія.

За методологічну базу дослідження було взято математичний апарат дослідження оптимальної зупинки багатомірного випадкового процесу розробленого та вдосконаленого вітчизняними та зарубіжними фахівцями.

Відправною точкою в даній роботі є модель визначення оптимального рівня та моменту інвестування Аркіна, яка, в свою чергу, ґрунтується на моделі поведінки інвестора в умовах невизначеності (модель Макдональда-Зігеля), що поклала початок теорії реальних опціонів [6]. У цій моделі авторами була детально вивчена та описана поведінка інвестора, приведений прибуток якого після зроблених вкладень у деякий проект описується випадковим процесом, а інвестиції вважаються незворотними. Враховуючи досвід попередніх дослідників, приведений прибуток інвестора тут описувався за допомогою геометричного процесу броунівського руху. Основним предметом дослідження авторів був вибір оптимального (згідно критерію NPV) моменту інвестування, який трактується як оптимальний момент зупинки процесу спостереження за приведеним прибутком та початком інвестування коштів у проект.

Теорія реальних опціонів вважається достатньо зручним і адекватним інструментом для моделювання процесу створення нових підприємств (фірм), оскільки дозволяє досліджувати ефекти, пов'язані з інвестиційними очікуваннями (затримкою інвестування). В останній час з'явилося чимало робіт, які вивчають та досліджують вплив окремих аспектів податкової

системи на поведінку інвестора в рамках реальних опціонів. Так, у [7] досліджувалася взаємодія невизначеності та нелінійних податкових обмежень для проектів в гірничодобувній промисловості. У [5] на основі «опціонного» підходу до створення нових малих підприємств (фірм) був проведений порівняльний аналіз різноманітних податкових систем, у тій чи іншій мірі діючих у скандинавських країнах. Предметом дослідження були проблеми, пов'язані з невизначеністю податкової політики [4], нейтральністю та несиметричністю податкових систем [3]. Податкова система в цих роботах представлялася у вигляді як один - два «узагальнених» податки.

Що ж стосується української системи оподаткування, то тут можна проводити певні паралелі з системами оподаткування деяких зарубіжних країн (наприклад Росії, Великобританії, Голландії, та з деякими додатковими припущеннями, Німеччини та США).

Предметом дослідження нашої роботи виступало визначення моменту, оптимального у часі, для інвестування коштів у створення нового виробничого підприємства з метою отримання максимального доходу.

Результати дослідження.

Припустимо, що є проект створення в деякому регіоні (області, районі, місті) нового виробничого підприємства (фірми). Технологічну частину опису проекту можна представити собі як деяку послідовність (у часі) витрат та випусків в натуральному вимірі. Ціни на ресурси, які використовуються підприємством під час виробництва та на продукцію, що виробляється піддаються випадковим коливанням, пов'язаним з ринковою кон'юнктурою. Таким чином, спостерігаючи за конкретною реалізацією цих цін і знаючи технологічне описання проекту, можна обчислити в кожний момент часу виручку (дохід) фірми та її витрати пов'язані з придбанням необхідних для виробництва ресурсів ще до реального створення підприємства. Тобто можна розрахувати так званий «віртуальний» дохід – такий дохід, який був би отриманий підприємством у результаті інвестування коштів у проект у попередній період при відповідних ринковій цінах на необхідні для виробництва матеріали та виготовлену продукцію.

Створення підприємства (фірми) вимагає певної кількості різноманітних ресурсів у натуральному вираженні. В силу стохастичної динаміки ринкових цін на ці ресурси обсяг необхідних інвестицій у грошовому вираженні можна вважати випадковим процесом. Для зручності припустимо, що інвестиції є миттєвими і підприємство починає функціонувати відразу після моменту інвестування.

Відповідно до цих припущень в момент інвестування виникають грошові потоки, пов'язані з доходами від реалізації випущеної продукції і витратами на виробництво та реалізацію продукції. Вказані витрати поділяються на матеріальні витрати, витрати на оплату праці, суми нарахованої амортизації та інші витрати. До інших витрат, відповідно до [1], віднесемо «соціальні» податки та податок на майно. Зазначені доходи та витрати формують

податкову базу з розрахунку податку на прибуток, який явним чином залежить від амортизаційної і облікової політики підприємства. Таким чином, починаючи з моменту інвестування, визначаються всі грошові потоки фірми, які в силу відміченого вище стохастичного характеру ринкових цін являються випадковими процесами.

Поведінка потенційного інвестора припускається раціональною у тому сенсі, що, спостерігаючи інформацію про ринкові ціни (ті, які мають відношення до проекту), він може або прийняти рішення про інвестування, або відкласти його до настання більш сприятливої ситуації. Приймаючи таке рішення, інвестор враховує окрім грошових потоків фірми ще й можливість настання після створення фірми різноманітних несприятливих подій, пов'язаних, наприклад з втратами частини створеної ним власності і, отже, деякої частини прибутку (ризик).

Таким чином, в кожний момент часу інвестор може розраховувати (на основі цін та прогнозів майбутніх грошових потоків, які склалися до цього часу) на очікуваний чистий приведений дохід від створеної ним фірми. Задача інвестора полягає в тому, щоб на основі інформації про ціни, які спостерігаються в кожний момент часу, вибрати момент інвестування таким чином, щоб цей дохід був максимальним. Правило, згідно з яким вибирається момент інвестування, і визначає поведінку інвестора.

На цей оптимальний момент інвестування впливає багато факторів, серед них не остання роль належить податкам.

Податки поділяються на загальнодержавні (ПДВ, акцизи, податок на прибуток, нарахування на фонд заробітної плати, тощо) та місцеві (податок на майно, податок на рекламу, тощо). В останні роки у багатьох країнах світу намітилася тенденція до зростання ваги місцевих та, відповідно, зменшення ваги загальнодержавних податків та зборів. І наша держава не є винятком. Так у проекті адміністративної реформи пропонується збільшити самостійність влади на місцях, а це означає, що місцеві податки почнуть відігравати помітну роль при формуванні місцевих бюджетів. Основними ж повинні стати саме податки на майно (нерухомість). Станом на початок травня 2007 року у Верховній Раді України зареєстровано чотири альтернативних законопроекти, які регулюють відносини стосовно оподаткування майна і в недалекому майбутньому, треба сподіватись, один з них таки стане законом.

Система оподаткування нерухомості діє у багатьох країнах і виконує фіскальну та стимулюючу функції, як в країнах з розвиненою економікою, так і в державах з перехідною економікою. Наприклад, податок на нерухомість складає до 95% всіх надходжень до місцевих бюджетів у Нідерландах, близько 81% - в Канаді та до 52% у Франції. В США, в залежності від штату, ця частка може складати від 10% до 70%. Згідно зі звітом Міжнародного банку у ряді країн з ринковою економікою, що розвиваються податок на нерухомість складає 40 – 80% місцевих бюджетів. Якщо розглядати його фіскальну функцію, то податок на нерухомість здатний забезпечувати стійкий рівень надходжень в місцеві бюджети, тому

що саме нерухоме майно є одним з найбільш стабільних (та прозорих) об'єктів оподаткування.

За податкову базу при розрахунку податку на нерухомість в даній роботі бралася оцінка вартості нерухомості.

Судячи з літератури, дані питання, щодо вивчення оптимального моменту інвестування коштів у проекти, неможливо розглядати без використання певного математичного апарату. Цей крок, а саме використання математики, забезпечує досліднику можливість отримувати не тільки якісні, але й кількісні результати, розраховувати майбутні прогнозовані чисельні значення величин та на їх основі робити комплексний аналіз проектів. Пропонуємо увазі читача математичний опис моделі, яка розглядається у роботі.

У процесі діяльності на підприємстві виникають певні грошові потоки. Нехай фірма починає свою діяльність в момент t_0 відразу після інвестування коштів. Виручку від реалізації продукції (дохід) позначимо через $X_t^{t_0}$ (без врахування ПДВ), а матеріальні витрати – через $M_t^{t_0}$ (також без врахування ПДВ). Для спрощення розрахунків та можливості отримання формул у явному вигляді приймемо досить «грубе» припущення про те, що величина доданої вартості створеної на підприємстві складає $\pi_t^{t_0}$, де $\pi_t^{t_0} = X_t^{t_0} - M_t^{t_0}$.

Врахувавши всі надходження грошових коштів на підприємство та витрати на виготовлення та реалізацію продукції, можна розрахувати чистий грошовий потік, що виникає на підприємстві після сплати всіх податків.

Через те, що існує можливість недоотримання частини доходу через настання несприятливих подій та, приймаючи до уваги вартість грошей у часі, прибуток Pr_{t_0} , що його отримує підприємство буде відрізнятися від величини чистого грошового потоку. Прибуток буде визначатися як умовне математичне сподівання від чистого грошового потоку зменшеного на величину втрат та продисконтованого на момент інвестування.

$$Pr_{t_0} = E \left(\int_{t_0}^{\infty} \zeta_t^{t_0} \{ \text{чистий грошовий потік} \} e^{-r(t-t_0)} dt \mid F_{t_0} \right),$$

де r - норма дисконту; $E(\cdot \mid F_{t_0})$ - умовне математичне сподівання при відомій інформації F_{t_0} до моменту t_0 ; $\zeta_t^{t_0}$ - процес пов'язаний з втратою частини чистого прибутку.

Поведінка інвестора, який обирає момент інвестування, припускається раціональною у тому сенсі, що він обирає такий момент t_0 (правило інвестування), щоб очікуваний чистий зведений дохід від фірми (згідно критерію NPV) був би максимальним:

$$E(Pr_{t_0} - I_{t_0}) e^{-rt_0} \rightarrow \max_{t_0},$$

де Pr_{t_0} - це прибуток, генерований інвестиціями I_{t_0} вкладеними в момент часу t_0 .

Для отримання явних аналітичних формул модель розглядається в неперервному часі, а її дослідження опирається на розроблений в [2] варіаційний підхід до вирішення задач оптимальної зупинки багатомірних дифузійних процесів.

Оптимальним моментом інвестування приймається перший момент часу при якому виконується відповідна умова $t_o^* = \min\{t \geq 0 : \pi_t \geq p^* \cdot I_t\}$, тут p^* виступає розрахунковою величиною, що визначає рівень інвестування.

У процесі розрахунків постає проблема знаходження чисельних значень стохастичних інтегралів виду

$$I_t = I_0 + \int_0^t I_s \cdot (\alpha_1 ds + \sigma_1 dw_s^1), \quad t \geq 0 \text{ та } \pi_t^{t_0} = \pi_{t_0} + \int_{t_0}^t \pi_s^{t_0} \cdot (\alpha_2 ds + \sigma_2 dw_s^2), \quad t \geq t_0$$

якими описувалися обсяг необхідних інвестиції та додана вартість відповідно. Було прийнято рішення ці інтеграли розраховувати наближено за допомогою побудови інтерполяційних поліномів за даними існуючої статистики ринкових цін.

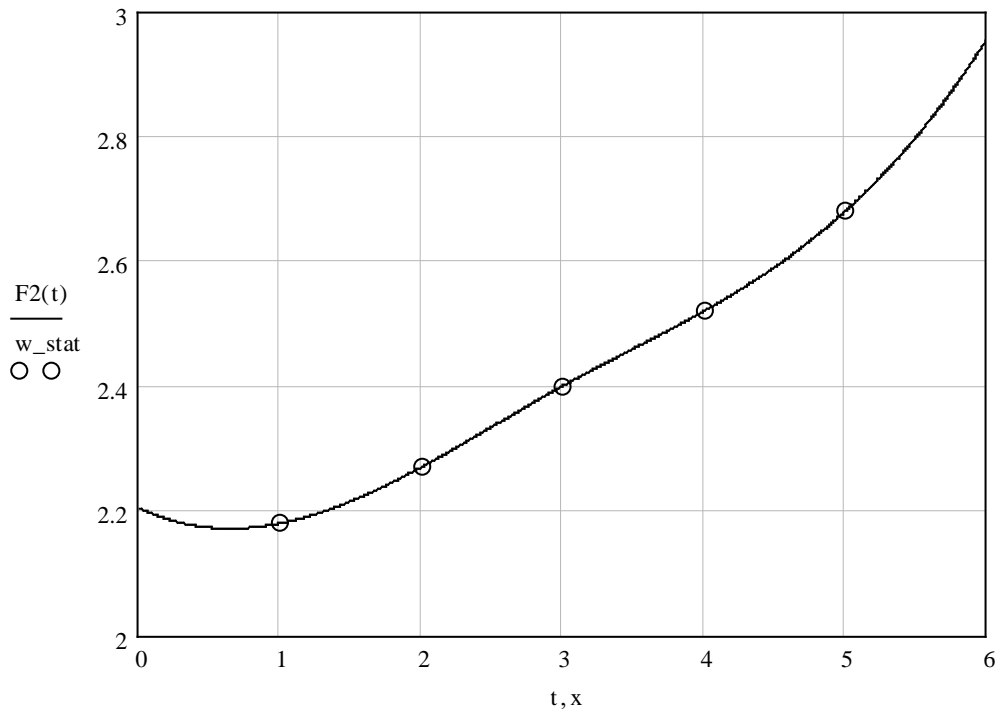


Рис. 1. Інтерполяційний поліном однозначного відображення значення часу у значення величини доданої вартості

За допомогою побудови інтерполяційних поліномів стало можливе отримання чисельних значень на майбутні періоди, тобто можливість розрахувати майбутнє прогнозоване чисельне значення доданої вартості та побудувати функцію, що однозначно відображає значення з множини ринкових цін у множину чистих прибутків підприємства.

В роботі було показано, що оптимальне правило інвестування в моделі задається деяким порогом. Оптимальним моментом інвестування є момент, коли відношення процесу віртуальної доданої вартості до обсягу необхідних інвестицій вперше досягає цього порогу. Проте, необхідно відмітити, що на відміну від багатьох інших методів зупинки випадкових процесів, що

грунтувалися на побудові якоїсь сталої області та спостереженні за значеннями процесу (зупинка відбувалася при потраплянні значення у дану область), у роботі було використані варіаційний підхід, який ґрунтується на тому, що з часом змінюється не тільки значення процесу, але й відбувається зміна границь області зупинки спостережень.

Під час виконання практичної частини роботи було розраховано оптимальний момент інвестування коштів для створення нового підприємства. Для цього використовувалися дані статистики ринкових цін за період з жовтня 2004 по березень 2005 року. В якості технологічної частини проекту була використана інформація вже існуючого виробничого підприємства.

Для виконання обчислень було написано два програмні модулі: один у середовищі MathCad 2000, інший – у Borland Delphi 7.0. Зробивши порівняльний аналіз результатів, можна зробити наступний висновок. Використання середовища MathCad 2000 для вирішення подібних задач представляється більш доцільним. Річ у тому, що, проводячи допоміжні розрахунки пов'язані із знаходженням значення стохастичних інтегралів, ми стикаємося з проблемою побудови інтерполяційних поліномів по відомим нам значенням статистики. Так, як MathCad 2000 є спеціалізованим програмним продуктом для проведення складних інженерних та математичних розрахунків, чисельні методи, які там використовуються, є дуже складними для програмування їх самостійно та мають високу ступінь точності наближення до справжнього значення. Ще однією перевагою використання MathCad 2000 для розв'язання такої задачі є швидкість розрахунків чисельних значень інтегралів, що є вищою за швидкість аналогічних розрахунків виконаних в програмі у Borland Delphi 7.0.

В цілому, незважаючи на деяку різницю у значенні оптимального обсягу інвестицій, обидві програми показують однаковий результат, щодо часу вкладання коштів у проект (у прикладі це був 6 період з початку спостережень, тобто березень 2005 року).

Висновки.

Під час виконання цієї роботи було представлено приклад можливого застосування існуючих методів для розрахунку оптимального рівня та оптимального часу інвестування коштів у проект з урахуванням впливу податків, ризику та стохастичної зміни ринкових цін на матеріали та виготовлену продукцію. Для чисельного розрахунку прикладу та для отримання аналітичних результатів було використано новий варіаційний підхід до оптимальної зупинки двомірного дифузійного процесу, що дало змогу отримати цілком нові результати у неперервному часі. Також було створено два паралельних програмних продукти для забезпечення автоматизації проведення обчислень за відомими вхідними даними та можливості порівняння отриманих результатів.

Література.

1. Правила (стандарт) бухгалтерського обліку 16 «Витрати». Затверджено наказом Міністерства фінансів України від 31 грудня 1999 року №318 [Текст] / Бюлетень законодавства і юридичної політики України. – 2004. - №4. – 416 с. Тираж 8500 прим. Зам.№4-81.
2. Аркин, В. И. Стимулирование инвестиционных проектов с помощью механизма амортизации [Текст] / В. И. Аркин, А. Д. Слестников, С. В. Аркина // Экономика и математические методы. – 2002. - №4. – С. 68-79. – ISSN 0424-7388.
3. Галасюк, В. Метод NPV: фундаментальные недостатки [Текст] / В. Галасюк // Финансовый директор. – 2005. - №1. – С. 11-14. – ISSN 1680-1148.
4. Agliardi, E. Taxation and Investment Decisions: A Real Option Approach [Текст] / E. Agliardi // Australian Econ. Papers. – 2001. – Vol. 40. – p. 69 – ISSN 0004-900X.
5. Forsfalt, T. Taxation Of Small Firms under Uncertainly – A Real Option View of Firm Creation [Текст] / T. Forsfalt // Res. Papers in Econ. – 1999. – p. 63 – ISSN 0049-1290.
6. McDonald, R. The Value of Waiting to Invest [Текст] / R. McDonald, D. Siegel // Quarterly J. of Econ. – 1986. – Vol. 101. – p. 50 – №4. – ISSN 0033-5533.
7. MacKie-Mason, J. K. Some Nonlinear Tax Effects on Asset Values and Investment Decisions under Uncertainly [Текст] / J. K. MacKie-Mason // J. of Public. Econ. – 1990. – Vol. 42. – p. 48 – ISSN 0047-2727.

ДАНІ ПРО АВТОРІВ

Прізвище, ім'я, по батькові	Іваненко Віктор Іванович
Науковий ступінь	Доктор технічних наук
Вчене звання	Професор
Посада	Професор кафедри математичного моделювання економічних систем
Місце роботи	Факультет менеджменту та маркетингу Національний технічний університет України „КПІ”
Назва статті	Моделювання процесу створення нового підприємства при стохастичній поведінці оточуючого середовища
Адреса для листування	м. Київ, Проспект Науки 42, кв. 25
Контактні телефони	525 75 13
Адреса електронної пошти	vivan@zeos.net

Прізвище, ім'я, по батькові Зеленько Андрій Миколайович

Науковий ступінь -

Вчене звання -

Посада магістрант

Місце роботи ФММ НТУУ «КПІ»

Назва статті Моделювання процесу створення нового підприємства при стохастичній поведінці оточуючого середовища

Адреса для листування 03179 м.Київ, вул. Ушакова 16, кв. 278

Контактні телефони +380675001546

Адреса електронної пошти svan19@nbi.com.ua