

Тетяна О. Журко, Лю Ліцзянь, Анатолій А. Шиян
**ОПТИМІЗАЦІЯ УЗГОДЖЕННЯ ІНТЕРЕСІВ ФІРМИ
 ТА ВНЗ В ПРОЦЕСІ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ**

У статті побудовано модель та доведено ряд теорем, які описують узгодження інтересів фірми та ВНЗ в процесі інноваційної діяльності. Показано, що ВНЗ повинен сигналізувати про здатність стати учасником інноваційного процесу. Доведено, що фірмі вигідно вкладати ресурси у розвиток інфраструктури та ендаументу ВНЗ. Продемонстровано, що існуючі статистичні результати підтверджують отримані в рамках моделі економічні висновки.

Ключові слова: інновація; теорія ігор; узгодження інтересів; університет; фірма.
Форм. 6. Рис. 1. Літ. 12.

Татьяна А. Журко, Лю Лицзянь, Анатолий А. Шиян
**ОПТИМИЗАЦИЯ СОГЛАСОВАНИЯ ИНТЕРЕСОВ ФИРМЫ И
 ВУЗА В ПРОЦЕССЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

В статье построена модель и доказан ряд теорем, которые описывают согласование интересов фирмы и ВУЗа в процессе инновационной деятельности. Показано, что ВУЗ должен сигнализировать о способности стать участником инновационного процесса. Доказано, что фирме выгодно вкладывать ресурсы в развитие инфраструктуры и эндаумента ВУЗа. Продемонстрировано, что существующие статистические результаты подтверждают полученные в рамках модели экономические выводы.

Ключевые слова: инновация; теория игр; согласование интересов; университет; фирма.

Tetiana O. Zhurko¹, Liu Lijian², Anatoliy A. Shiyani³
**OPTIMIZATION OF INTERESTS' HARMONIZATION
 BETWEEN A COMPANY AND A UNIVERSITY
 IN THE PROCESS OF INNOVATION**

The paper describes the model and a number of theorems for interests' harmonization between a company and a university during the process of innovation. It is shown that a university should signal about its ability to become a participant of an innovation process. It is proved that it is advantageous for a company to invest own resources in the development of infrastructure and endowment of a university. The existing statistical results confirm the obtained economic conclusions.

Keywords: innovation; game theory; harmonization of interests; university; company.

Постановка проблеми. Інноваційний розвиток є сьогодні магістральним напрямком для економіки як розвинених країн, так і країн, що розвиваються. Інноваційне прискорення дозволяє країнам, що розвиваються, швидко наздогнати розвинені країни.

Інноваційний процес інкорпорує багато різномірних суб'єктів економічної діяльності. Але його незмінними та визначальними суб'єктами є інноватор та фірма, яка впроваджує інновацію.

В якості інноватора, як засвідчив історичний процес, оптимальним є використання вищого навчального закладу (ВНЗ), в якості якого в більшості країн виступають університети (у рамках статті ми будемо використовувати назви ВНЗ та університет як синоніми).

¹ Vinnytsia National Technical University, Ukraine.

² Vinnytsia National Technical University, Ukraine.

³ Vinnytsia National Technical University, Ukraine.

Успішність інноваційного розвитку економіки визначається умовами для узгодження інтересів університету. Таким чином, наукова проблема оптимізації цього процесу є актуальною науковою задачею, яка має велике практичне значення для економіки країни в цілому.

Аналіз публікацій й досліджень. В українській науковій літературі з інноваційної діяльності існує велика прогалина в дослідженні взаємодії ВНЗ та фірми під час здійснення інноваційної діяльності. Наприклад, цьому аспекту навіть не знайшлося місця на сторінках підручника [1] чи навчального посібника [3]. Разом із тим, науковці світу активно досліджують таку проблему.

У [6] проведено дослідження приблизно 20 тисяч великих та середніх фірм та університетів у 31 провінціях Китаю за період 1998–2004 років. На основі великого статистичного матеріалу показано, що вплив університетів на комерціалізацію інновацій фірмами змінюється в залежності від типу діяльності фірми, специфіки її виробництва та здатності до освоєння інновацій нею. Зокрема, доведено, що інвестування в університети є чинником, який призводить до зростання виробництва інновацій. Разом із тим звертається увага, що університети є гравцями, які мають цілий комплекс властивостей. Наприклад, «захоплення» університету його підприємницькою діяльністю може бути менш вигідним у довгостроковій перспективі.

Р. Веугелерс та інші [12] здійснили аналіз бази даних щодо використання фірмами патентів, власниками яких є університети. Вони встановили, що американські університети домінують на цьому ринку. Їм належить 68% патентів, тоді як на долю університетів ЄС-15 припадає лише 21%. При цьому на долю університетів США припадає велика доля патентів, які мають високий рівень ризику щодо можливості їх використання фірмами.

У [8] на основі дослідження 46 університетів Німеччини показано, що фінансування з боку фірм наукових досліджень в університетах призводить до того, що вченими генеруються інновації, які в подальшому впроваджуються в економіку. При цьому фінансування з боку фірм не впливає на показники публікацій університетських вчених, але збільшує кількість патентів, в яких вони виступають в якості співавторів. У [8] відмічається, що їх результати носять лите статистичний характер: питання про причинно-наслідковий зв'язок залишається все ще відкритим.

У [7] на базі даних італійської економіки проведено статистичне дослідження щодо можливості та каналів впливу наявності університету в регіоні на створення в ньому нових наукоємних фірм. Результати свідчать, наявність університету в регіоні позитивно впливає на зростання кількості наукоємних фірм. Причому найбільш ефективним є наявність університету, який спеціалізується на інженерних та медичних науках. Також показано, що найвища ефективність від присутності університету має місце для менш розвинених провінцій Італії.

У [11] проведено дослідження рівня ефективності інноваційних інститутів в Україні та Росії. Показано, що одна з причин неефективності полягає у відсутності в українських підприємців інформування про ефективність спільної із ВНЗ участі в інноваційному процесі.

У [10] в рамках математичної моделі доведено, що наявність інноваційного продукту призводить до збільшення прибутку підприємства та до виділення його в групу успішних.

Метою дослідження є розробка моделі та виявлення умов, за яких взаємодія фірми та ВНЗ в процесі інноваційної діяльності здійснюватиметься оптимальним чином.

Основні результати дослідження.

Модель. Процес інноваційної діяльності, розподілений у часі. Він починається у ВНЗ, і лише потім його підхоплює фірма, впроваджуючи його в економічну діяльність. При цьому фірма має силу влади обирати собі інновацію для впровадження, тому що весь економічний ефект забезпечується лише внаслідок її діяльності.

Таким чином, теоретико-ігрова модель взаємодії ВНЗ та фірми відповідає концепції Штакельберга для її розв'язку [4].

Розглянемо виграші сторін.

Функція корисності фірми. Розглянемо дохід фірми $U(x)$. Він, залежно від коштів x , вкладених у створення інновації, задовольняє таким умовам.

$$U(x) \geq 0, \quad U'(x) > 0, \quad U''(x) < 0. \quad (1)$$

Умови (1) відповідають умовам насичення ринку, внаслідок яких віддача від додаткової кількості виробленої інновації зменшується в залежності від її загальної кількості [9].

Ще однією умовою є те, що дохід фірми $U(x)$ є нульовим при $x < x_0$. Ця умова випливає із того, що для випуску інновації фірма повинна спочатку вкласти кошти, сума яких не може бути меншою за x_0 [9].

Таким чином, функція корисності фірми $P(x)$ може бути записана в такому вигляді.

$$P(x) = U(x) - x. \quad (2)$$

Фірма максимізує свої витрати за виконання рівняння $P'(x) = 0$ або $U'(x) = 1$. Ця умова відповідає максимуму прибутку, оскільки внаслідок умови (1) для (2) виконана умова $P''(x) < 0$.

Наведене вище можна представити графічно (рис. 1).

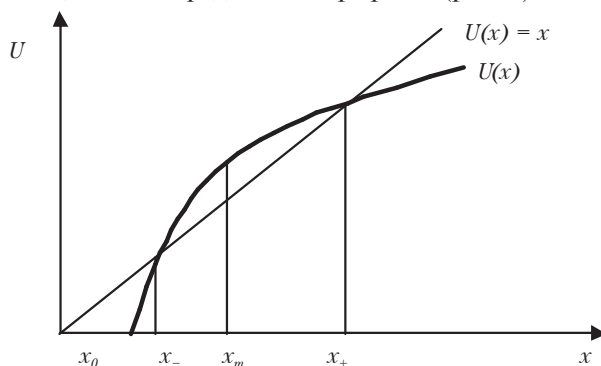


Рис. 1. Графічне зображення залежності доходу фірми від витрат, авторська побудова

На рис. 1 введено позначення x_- — для витрат на виконання інноваційного проекту, за яких досягається точка беззбитковості; x_m — для витрат, за яких досягається максимум прибутку; x_+ — для витрат, які вже роблять інноваційний проект економічно не вигідним.

Пряма є діагоналлю квадранта та відповідає лінії нульового прибутку від інноваційного проекту. Всі точки, які лежать *вище* цієї прямої, відповідають позитивним значенням прибутку, а які нижче — від'ємним.

Таким чином, інтервал прибутковості інноваційного проекту відповідає витратам фірми $x_- < x < x_+$.

Функція корисності ВНЗ. Розглянемо джерела коштів, які ВНЗ буде витрачати на створення інновації.

Перше джерело — це кошти F_1 від фірми, яка прямо зацікавлена в розробці даної інновації.

Друге джерело — це власні кошти ВНЗ F_2 , які вкладаються у розробку інновації. Наприклад, це можуть бути кошти з ендаументу ВНЗ, з фінансування наукових тем з державного бюджету тощо.

Третє джерело — це кошти F_3 від наукових тем, які ВНЗ виконує з іншими фірмами. Це може бути, наприклад, у тому випадку, коли інновація базується на стику декількох наукових напрямків або коли вона використовує результати, отримані певний час тому тощо.

Відмітимо також, що кошти F_1 не повністю надійдуть на розробку інновації: частина коштів буде витрачена на потреби ВНЗ. До речі, це одна із причин, внаслідок якої довелося ввести в розгляд кошти F_3 .

Таким чином, безпосередньо на створення інновації будуть витрачені кошти βF_1 . Відмітимо, що кошти $(1 - \beta) F_1$ можуть піти на створення ендаументу ВНЗ [2].

Загалом, сума коштів, які будуть витрачені ВНЗ на створення інновації, буде розраховуватися за такою формулою.

$$E_U = \beta F_1 + F_2 + F_3. \quad (3)$$

Підкреслимо, що в рамках даної статті ми не розглядаємо ймовірність успішного виконання інноваційного проекту [11]. Тому наявність в (3) доданків F_2 та F_3 , які будуть відповідати на проведення *попередніх* досліджень і отримання наукових результатів, які *гарантують* успішне виконання інновації, є обов'язковим.

Задачею ВНЗ є мінімізувати функцію витрат ВНЗ E_U , що зводиться до умов $\min \beta$ та $\min(F_2 + F_3)$.

Економічна інтерпретація моделі. Загальні витрати x на створення інноваційної продукції мають дві складові: витрати ВНЗ на створення інновації E_U та витрати фірми на її створення E_f (це ті кошти, які фірма витрачає на адаптацію інновації до ринкового середовища).

$$x = E_U + E_f = E_f + \beta F_1 + F_2 + F_3. \quad (4)$$

Як видно із рис. 1, оптимальне для фірми співвідношення є таким.

$$E_f + \beta F_1 + F_2 + F_3 = x_m. \quad (5)$$

Підкреслимо також, що повинні бути виконані також такі два обмеження.

$$\begin{cases} E_f + \beta F_1 + F_2 + F_3 > x_-, \\ E_f + \beta F_1 + F_2 + F_3 < x_+. \end{cases} \quad (6)$$

Із співвідношень (5) та (6) випливають такі теореми.

Теорема 1 (для фірми). Фірма без допомоги ВНЗ не зможе випустити інновацію за умови, коли $E_f + F_1 < x_-$.

Теорема 2 (для фірми). Фірмі вигідно залучати ВНЗ до створення та випуску інновації лише за умови, коли виконано нерівності $x_- < E_f + F_1 < x_m$.

Зауваження. За умов теореми 2 фірма зможе сама здійснити інновацію, але вона не зможе отримати максимальний прибуток. Саме тому їй вигідно звертатися за допомогою до ВНЗ.

Теорема 3 (для фірми). Фірма за розробкою інновацій звертатиметься тільки до таких ВНЗ, в яких, по-перше, вже наявні наукові результати, які можна застосувати для даної інновації і, по-друге, які мають свій ендаумент та згодні витратити його частину на фінансування діяльності із даної інновації.

Наслідок 1 (для ВНЗ). ВНЗ має довести наявність таких наукових результатів, які можуть бути використані для продукування інновацій. ВНЗ повинен демонструвати також *практику* використання ендаументу на здійснення викладачами *випереджувальних* наукових розробок, на закупівлю та виготовлення нового наукового обладнання тощо. ВНЗ повинен *активно рекламувати* (вкладаючи кошти) тих своїх викладачів, які *отримують* наукові результати, які можуть бути «конвертовані» в інновації. Якщо ВНЗ не здійснює такої діяльності, фірми не будуть звертатися до нього як партнера для розробки та продукування інновації.

Наслідок 2 (для ВНЗ). Оскільки ВНЗ *вносить кошти* на розробку та продукування інновації, то він може стати *партнером* для фірми. У результаті частина отриманого від реалізації інновації прибутку може бути надана ВНЗ. Ці *додаткові* кошти можуть бути витрачені ВНЗ на збільшення свого ендаументу, на закупівлю нового обладнання, на іменні доплати професорам, на заохочувальні студентські стипендії тощо. Це є свого роду *сигналізування* ВНЗ про те, що він *здатний* працювати на ринку інноваційних проектів.

Відзначимо, що, внаслідок умов (1) та за виконання умов теореми 2 додаткові кошти будуть *більші* за кошти, які витрачаються ВНЗ. Таким чином, звертаючись до ВНЗ, фірма має можливість отримати від своєї діяльності додатковий дохід, який перевищує вклад одного з партнерів. Це *перевищення* і може бути розподілено між фірмою та ВНЗ в якості *додаткового* прибутку як для фірми (у порівнянні із випадком, коли вона впроваджує інновацію самостійно), так і для ВНЗ (у порівнянні з випадком, коли ВНЗ не бере участі в розробці інновації). Це може бути сформульовано у вигляді такої теореми.

Теорема 4. За виконання для фірми умови $x_- < E_f + F_1 < x_m$ і фірмі, і ВНЗ вигідно спільно працювати над розробкою та випуском інновації за умови, що фірма вкладає у розробку інновації кошти, які задовольняють умову $\beta F_1 + F_2 + F_3 \leq x_m - E_f$.

Загалом же, розглядаючи інновації як неперервний процес розвитку фірми, справедлива така теорема.

Теорема 5 (для фірми). З точки зору довготривалого інноваційного розвитку фірмі вигідно вкладати кошти у розвиток інфраструктури та ендаументу ВНЗ.

Нарешті, якщо ВНЗ не створює фонди F_2 та F_3 , то справедлива така теорема.

Теорема 6 (для фірми). Якщо ВНЗ не вкладатиме у створення та просування інновації кошти F_2 та F_3 , то фірмі є більш вигідним звернутися безпосередньо до викладача-інноватора, уникаючи контактів із ВНЗ.

Теорема 1–6 можуть бути переформульовані для умов на характеристики конкретного ВНЗ.

Обговорення отриманих результатів. Отримані результати дозволяють пояснити деякі емпіричні закономірності, виявлені дослідниками.

Наприклад, у США університети мають досить розвинений інститут ендаументу, який вони широко використовують для розробки інновацій. Таким чином вони демонструють (сигналізують) фірмам, що вони цілком здатні використовувати кошти з фонду F_2 під час інноваційного процесу. Цю ж задачу вирішує також висока доля «ризикованих» патентів: це теж є *сигналом* для фірм, що університет готовий використати з фондів кошти F_2 та F_3 . Це може слугувати поясненням знайденого в [12] феномену, який характеризує саме університети США. Зокрема, відповіддю на запитання авторів: «Які характеристики інноваційної системи США пояснюють високий рівень якості їх університетів щодо створення технологій та/чи їх використання корпораціями?» [12].

Інвестування фірмами коштів до ВНЗ проявляється в тому, що зростають їх фонди F_2 та F_3 , що також підвищує шанси ВНЗ стати активним партнером на ринку створення/використання інновацій. Для Китаю така закономірність виявлена в [6].

Виявлений в [8] статистичний зв'язок між фінансуванням університетських наукових досліджень фірмами та кількістю патентів, в яких професора є співавторами, в рамках побудованої в статті моделі отримав причинно-наслідковий фундамент. При цьому для малих та середніх фірм, як вказано в [8], вплив буде більш виражений, ніж для великих фірм. Це випливає з того, що малі та середні фірми пропонують, як правило, короткострокові інновації, внаслідок чого отримані під час їх виконання наукові результати та акумульоване обладнання можуть бути використані для роботи в рамках інших, нових інновацій. У рамках розробленої моделі це виражається через збільшення F_3 .

Для умов України чи Китаю важливою обставиною є та, що інноваційний цикл, в якому беруть участь фірми та ВНЗ, має можливості для повторювання внаслідок здобуття ними позитивної репутації. У [5] показано, що іноземні інвестори отримують ті структури, які мають більш високу ймовірність повернення інвестованих коштів. Ця специфіка взаємодії розвинених фінансових інститутів з економікою країни, що розвивається, є важливою саме для України, економіка якої переживає не найкращі часи. Для Китаю ця специфічна особливість функціонування фінансових інститутів приведе до збільшення іноземних інвестицій саме у галузь високих технологій.

Висновки. У статті побудовано модель для опису узгодження інтересів фірми та ВНЗ в процесі інноваційної діяльності. У рамках моделі доведено ряд теорем, які описують особливості взаємодії фірми та ВНЗ.

Отримано умови, за яких фірмі вигідно залучати ВНЗ до інноваційного процесу. Показано, що ВНЗ повинен здійснювати спеціальним чином організоване сигналізування фірмі про свою здатність стати учасником інноваційного процесу. Доведено, що фірмі вигідно вкладати кошти у розвиток інфраструктури та ендументу ВНЗ.

Показано, що існуючі статистичні результати підтверджують отримані в рамках моделі економічні висновки.

1. *Ляшенко С.М.* Інноваційний менеджмент. — Суми: Університетська книга, 2010. — 334 с.
2. *Нікіфорова Л.О.* Мотивування економічних суб'єктів при створенні та функціонуванні ендументу для вищих навчальних закладів // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». — Серія: Менеджмент і підприємництво в Україні. — 2013. — №753. — С. 205–211.
3. *Петрова Н.Б., Муциньська Н.Ю., Чеканова Л.Г.* Інноваційний менеджмент у прикладах і завданнях. — Харків: ХНАМГ, 2009. — 248 с.
4. *Шиян А.А.* Управління розвитком соціально-економічних систем. Теорія ігор: основи та застосування в економіці та менеджменті. — Вінниця: ВНТУ, 2010. — 162 с.
5. *Шиян А.А., Нікіфорова Л.О., Острий І.Ф.* Механізми взаємодії фінансових інститутів розвинених та перехідних економік // Актуальні проблеми економіки. — 2011. — №2. — С. 18–25.
6. *Brehm, S., Lundin, N.* (2012). University-industry linkages and absorptive capacity: an empirical analysis of China's manufacturing industry. *Economics of Innovation and New Technology*, 21(8): 837–852.
7. *Guerini, M., Colombo, M.G., Bonaccorsi, A., Rossi Lamastra, C.* (2012). How Universities Contribute to the Creation of Knowledge Intensive Firms: Detailed Evidence on the Italian Case // *ssrn.com*.
8. *Hottenrott, H., Lawson, C.* (2012). Research Grants, Sources of Ideas and the Effects on Academic Research. Centre for European Economic Research: Discussion Paper No. 12-048 // *ssrn.com*.
9. *Mas-Collel, A., Whinston, M.D., Green, J.R.* (1995). *Microeconomic Theory*. Oxford: Oxford University Press. 977 p.
10. *Shiyan, A.A.* (1998). On the Problem of Elaboration of New Criteria for Control of Hierarchical Socio-Economic Systems. *Journal of Automation and Information Sciences*, 4–5: 216–225.
11. *Shiyan, A.A., Nikiforova, L.O.* (2012). Why Do Inefficient Innovation Institutions Exist in Russia and Ukraine? Mechanisms for Correcting Them. *Innovation & Organizational Behavior eJournal*, 1(40) // *ssrn.com*.
12. *Veugelers, R., Callaert, J., Xiaoyan, S., Van Looy, B.* (2012). The participation of universities in technology development: do creation and use coincide? An empirical investigation on the level of national innovation systems. *Economics of Innovation and New Technology*, 21(5–6): 445–472.

Стаття надійшла до редакції 20.02.2014.