

## Формалізація моделювання поведінки учасників венчурних проектів зі створення нових продуктів

### 9.1. Проблеми підвищення ефективності функціонування нових організаційних форм інвестиційно-інноваційного бізнесу

Для підприємств промисловості вирішальним фактором їх конкурентоспроможності є ефективна інноваційна діяльність. Але, на жаль, у промисловості України в цілому ще переважає технічна та технологічна відсталість, унаслідок чого багато вітчизняних товарів виявляються неконкурентоспроможними навіть на національному ринку. Поряд з перешкодами фінансового характеру (нестача власних коштів або відсутність коштів у замовника, недостатня підтримка з боку держави, високі кредитні ставки, високі вартість і строки розроблення та впровадження інновації, високий економічний ризик) проблему в розвитку інноваційної діяльності створюють старі організаційні форми її проведення, нераціональні стратегії й тактики маркетингу та управління фінансами у сфері НДДКР. На думку багатьох фахівців [1], першочерговими завданнями держави є не тільки збільшення безпосереднього фінансування суб'єктів науково-технічної діяльності, але й покращення законодавчих та інших нормативно-правових документів, що регулюють і стимулюють інноваційну діяльність, сприяння створенню нових організаційних форм інноваційно-інвестиційної діяльності, зокрема інноваційно-інвестиційних фондів з фінансовою участю держави і залученням приватного та акціонерного капіталу.

Таким чином, актуальною проблемою економічної теорії та практики є пошук нових ефективних організаційних форм інноваційно-інвестиційної діяльності, дослідження їх переваг та недоліків, оптимізація структур і параметрів.

Проблемам удосконалення інноваційно-інвестиційної діяльності присвячена велика кількість публікацій. У монографіях [2, 3], в яких досліджується інноваційний та інвестиційний розвиток підприємств, наведені бібліографічні описи видань з відповідної тематики. Питання розгортання інноваційно-інвестиційної модернізації економіки України на макrorівні глибоко та всебічно розглянуті в [1]. Зокрема, у цій роботі проведений аналіз національної інвестиційної системи, розроблені пропозиції щодо стратегії фінансування інноваційної діяльності з боку держави, економічного стимулювання інноваційного розвитку, трансферу технологій, розвитку ринку інтелектуальної власності.

Важливим напрямком організаційної трансформації інноваційно-інвестиційної діяльності є розвиток її інфраструктури. Певне поширення в Україні отримали такі форми, як вільні економічні зони, території пріоритетного розвитку, технологічні парки. Мета їх створення полягає в сприянні виходу національних фірм на зовнішні ринки, залученню інвестицій, здійсненню наукоємних розробок та їх упровадженню. Але як доводить світовий досвід, ще одним перспективним напрямком пристосування науки до ринку, комерціалізації результатів НДДКР, зближення науки із виробництвом є розвиток малих організаційних форм, відповідно з якими діють інноваційні підприємства, венчурні та інші фірми, що створюють середовище, в якому завдяки мобільній реакції на нові потреби, реалізуються проекти, що характеризуються високим ступенем новизни та ризикованості. На жаль, в Україні ці форми поки ще не набули відповідного поширення.

Упровадження малих організаційних форм потребує створення ефективних механізмів формування та використання венчурного капіталу для їх фінансування. У багатьох країнах з розвинутою економікою ризиковий капітал є практично єдиним джерелом фінансової підтримки інноваційних проектів на ранніх стадіях розроблення. У всьому світі венчурний капітал стає чинником прискорення розвитку НТП [4–11].

Венчурні фонди (*Venture Fund*) та венчурні компанії (*Venture Capital Company*) вкладають капітал у венчурні фірми (*Venture*

*Firm*), чії акції не обертаються у вільному продажі на фондовому ринку, а повністю розподілені між акціонерами – фізичними чи юридичними особами (*Unquoted Unlisted Companies*). Інвестиції спрямовуються або в акціонерний капітал (*Equity Investment Financing*) закритих або відкритих акціонерних товариств в обмін на частку чи пакет акцій або надаються у формі інвестиційного кредиту (*Debt Financing*).

Ризикове інвестування, як правило, здійснюється в малі та середні приватні чи приватизовані підприємства без надання ними якої-небудь застави на відміну, наприклад, від банківського кредитування. Інноваційні (венчурні) підприємства, які є адресатами венчурного капіталу, не зобов'язані ані виплачувати відсотки, ані повертати отримані суми. Інтерес інвестора задовольняється придбанням прав на всі інновації, як запатентовані, так і безпатентні ноу-хау, та отриманням прибутку від реалізації науково-технічних розробок. Основна умова одержання компанією інвестицій – висока прибутковість, перспективність бізнес-ідеї й можливість утілення її в прибутковому виробництві. Практика венчурного інвестування припускає підтримку підприємства-реципієнта топ-менеджментом керівної компанії венчурного фонду.

Досить показовим для України є розвиток венчурного бізнесу в Канаді. У цій країні ще з 1983 р. почали створюватися венчурні структури, фінансові ресурси яких формуються за рахунок трудових накопичень населення (*LSVCC*). Держава, здійснюючи контроль за цільовим використанням венчурного капіталу, одночасно активно підтримує ці структури. Зокрема, вкладники корпорацій венчурного капіталу отримують пільги в оподаткуванні прибуткового податку з громадян та більш вигідні умови для пенсійних заощаджень. У 2001 р. з 4,6 млрд дол. США різних вкладень у венчурні фонди Канади близько 1,75 млрд дол. (38%) забезпечувалося коштами, накопиченими *LSVCC*. Обсяги інвестицій венчурних фондів за цей рік становили 652 млн дол., що становило 13% загального обсягу вкладень [9].

Дослідженню малих організаційних форм інноваційно-інвестиційного бізнесу та венчурного капіталу приділяється все більше уваги у всьому світі [12,13]. Досвід економічно розвинутих країн у сфері використання малих організаційних форм інноваційно-інвестиційного бізнесу та венчурного капіталу давно вже

став предметом аналізу та теоретичного узагальнення російських вчених [4, 10]. Незважаючи на те, що в Україні лише формуються умови для розвитку венчурного капіталу, теоретико-методологічні проблеми його формування та використання знайшли своє відображення в працях українських економістів (Г. Андрощук, Л. Антсюк, Є. Задорожний, В. Новіков, С. Покропивний, А. Поручник, І. Софіщенко, А. Степаненко, Н. Пікуліна та ін.).

У [1] як основний напрямок організаційної трансформації інноваційної діяльності запропонована концепція інноваційно-портфельної реорганізації типових науково-виробничих об'єднань країни. Інноваційно-портфельна реорганізація спрямовується на поєднання переваг малих інноваційних фірм і великих науково-виробничих підприємств у межах єдиного інноваційно-комерційного комплексу. Такий комплекс створюється на базі інноваційного холдингу і пов'язаних з ним за допомогою акціонерної участі інноваційних венчурів. Інноваційний портфель холдингу складається з акцій інноваційних венчурів і контролюється власниками холдингу через уповноважених представників. Основна мета інноваційно-портфельної реорганізації полягає в оптимальному поєднанні ресурсів, термінів і ризику сукупності інноваційних проєктів реорганізованої структури та максимізація результатів, на підставі комерційних перспектив.

Водночас слід зауважити, що проблеми впровадження нових організаційних форм інноваційно-інвестиційного бізнесу, формування та використання венчурного капіталу ще перебувають поза основною увагою вітчизняних фахівців. Необхідні подальші дослідження малих організаційних форм інноваційно-інвестиційного бізнесу в сучасних умовах вітчизняної економіки, зокрема організаційно-економічного механізму використання венчурного капіталу на ринку інновацій, взаємостосунків та мотивації учасників реалізації венчурних проєктів, оцінки економічної ефективності інвестицій в інноваційні проєкти на різних стадіях розробок з урахуванням венчурних ризиків.

Мета роботи, результати якої наводяться нижче, полягає в обґрунтуванні ефективності використання малих організаційних форм інноваційно-інвестиційного бізнесу за допомогою моделювання та дослідження моделей поведінки учасників реалізації венчурних проєктів.

## 9.2. Формалізація ситуації реалізації проекту

Головний вплив на можливість і хід реалізації венчурного інноваційного проекту чинять три суб'єкти підприємницької діяльності: інноваційне підприємство, яке є ексклюзивним власником ідеї про новий продукт, венчурний інвестор, який володіє капіталом і прагне вигідно його використовувати, та підприємства, які виробляють і реалізують аналогічні продукти. Інноваційне підприємство реалізує процес розроблення продукту, який фінансує венчурний інвестор, що володіє необхідним капіталом.

У взаємодіях учасників реалізації інновації можна виокремити три основні етапи. На першому етапі інноваційне підприємство пропонує венчурному інвестору укласти контракт. Якщо інвестор приймає пропозицію, то починається фінансування проекту. Другому етапу відповідає фаза НДДКР (R&D), а на третьому етапі здійснюється виведення капіталу венчурного інвестора.

Виведення капіталу відбувається найчастіше після розроблення технології або освоєння випуску продукції. Вибір стратегії виведення капіталу належить до компетенції венчурного інвестора. Як правило, тільки він може вести ефективні переговори з потенційними покупцями інноваційного продукту. Якщо інноваційне підприємство не досягає успіху в розробці нового продукту, венчурний проект буде ліквідований. Ліквідаційна вартість виявляється здебільшого близькою до нуля.

Зі світового досвіду відомо, що існує три схеми виведення капіталу:

- 1) пряма продаж інноваційного підприємства підприємству-лідеру галузі (TS);
- 2) викуп частки акцій венчурного інвестора інноваційним підприємством;
- 3) випуск і продаж акцій інноваційного підприємства на фондовому ринку (IPO).

Схема виведення венчурного капіталу впливає на встановлення вартості активів венчурного проекту і, таким чином, створює мотиви для тієї чи іншої поведінки інноваційного підприємства, венчурного інвестора та підприємств, які виробляють і реалізують аналогічні продукти.

Позначимо через М підприємство-лідера галузі (інкубант). У випадку прямого продажу фірма М зберігає свою конкурентну позицію і продовжує лідирувати на ринку. Але ймовірно, що тіль-

ки деяка частина інновації буде впроваджена й успішно використуватиметься. Якщо активи інноваційного підприємства піддаються кількісному вимірюванню або продукт є патентоспроможним, тоді все, що заявлене як інновація, може бути повною мірою використане фірмою-покупцем. Але, якщо інновація містить нематеріальні активи (наприклад, ділові якості підприємця або ключового персоналу інноваційного підприємства), то існує ймовірність, що не всі нематеріальні активи будуть повністю реалізовані. Крім цього, у процесі здійснення *TS*-операції виникає проблема «вбудови» інноваційної фірми в структуру підприємства, що її поглинуло.

Якщо після завершення певної стадії розроблення нового продукту інноваційне підприємство має фінансові можливості далі самостійно розвивати результати інноваційного проекту, то це підприємство може вдатися до викупу частки акцій, які належать венчурному інвестору. У разі неможливості втілення означених двох стратегій прямого продажу та викупу частки акцій венчурного інвестора для залучення додаткового капіталу здійснюється нова емісія й продаж акцій інноваційного підприємства, що супроводжується створенням нового або реорганізацією існуючого інноваційного підприємства.

Хоча акції підприємства можуть скуповувати різні інвестори, як правило, з'являється один з них, який володітиме контрольним пакетом акцій. Представники інноваційного підприємства можуть залишитися серед власників нового підприємства і брати участь в управлінні ним, володіючи відносною автономністю в ухваленні оперативних управлінських рішень.

Інноваційне підприємство після викупу частки акцій венчурного інвестора або нове підприємство, яке здійснює безпосереднє впровадження у виробництво та комерційну реалізацію нового продукту, будемо називати венчурною фірмою. Венчурна фірма виступає на ринку як конкурент підприємства *M*.

Слід зауважити, що той виграш, який буде мати в галузі фірма-лідер *M* у випадку придбання венчурної фірми, набагато більший за той, що можуть отримати інвестори, які стануть власниками акцій інноваційного підприємства. Після придбання підприємством *M* інноваційного підприємства, воно може продовжувати реалізовувати традиційний продукт і одночасно пропонувати споживачам новий – більш високої якості. При цьому фірма *M* буде встановлювати оптимальні ціни на продукти, максимізуючи

свої прибутки. Разом з тим, якщо фірма М не купує інноваційне підприємство, вона може опинитися в скрутному становищі, коли венчурна фірма буде виступати конкурентом, який пропонує високоякісний продукт.

Процес розроблення нового продукту, який здійснює інноваційне підприємство, складається з певної кількості  $n$  стадій, що послідовно виконуються. Розробка інновації здійснюється, як правило, у двох напрямках: фундаментальному, завдяки чому підвищується очікуваний рівень якості нового продукту, та прикладному, завдяки чому визначається ймовірна об'єктна реалізація продукту та сприйнятний спосіб його виробництва. Обов'язковим результатом розроблення на кожній стадії має бути обґрунтування можливості впровадження у виробництво інноваційного продукту з очікуваним рівнем якості. Документально таке обґрунтування може виконуватися у формі технічного завдання на проектування, технічного або робочого проекту виробу, технологічної документації, бізнес-плану комерціалізації інновації.

Завершення деякої стадії розроблення нового продукту, на якій констатується певний очікуваний рівень його якості, ще не означає створення всіх умов, які необхідні для комерційної реалізації продукту з цим рівнем якості. Для цього може знадобитися проведення заключних етапів проектування, технологічної підготовки та серійного засвоєння виробництва, створення маркетингового забезпечення виробництва тощо. Якщо венчурний інвестор ухвалює рішення про виведення капіталу, то це означає припинення розроблення інновації у фундаментальному напрямку та переходу до її практичної реалізації.

З кожною стадією будемо пов'язувати рівень розроблення нового продукту (інновації)  $\delta$ ,  $\delta = h_1, h_2, \dots, h_n$ . Показник  $r$  рівня розроблення інновації має в кількісній формі інтегрально відображати, по-перше, збільшення (порівняно з аналогами) рівня якості продукту, який може бути створений на засадах досягнутого рівня розроблення, по-друге, інвестиційні витрати та ризики, які необхідні для досягнення рівня розроблення  $r$ , по-третє, інвестиційні витрати та ризики, які необхідні для безпосереднього впровадження нового продукту у виробництво та його комерційної реалізації [14].

Позначимо як  $h_{\min}$  вихідний рівень розробки, з якого починається розроблення,  $h_{\min} = h_1 > 0$ . Він може відповідати, наприклад, ідеї нового продукту. Досягнення максимального рівня  $h_{\max} = h_n$

означає, що всі можливості суттєвого підвищення якості нового продукту вичерпані (див. рис. 9.1).

На мотивацію суб'єктів підприємницької діяльності до їх участі у венчурних проєктах впливає рівень розроблення інновації, який визначається тією стадією нового продукту, наприкінці якої здійснюється виведення капіталу з інноваційного проєкту. Тому рівень розроблення інновації будемо розглядати як змінний параметр стратегії виводу венчурного капіталу, що підлягає вибору.

Інноваційна ідея в більшості випадків не є чітко визначеною. Спочатку, до отримання перших практичних результатів, неможливо достовірно оцінити вигідність фінансових вкладень. Водночас після закінчення кожної стадії проектування з'являється можливість більш точного прогнозування результатів майбутніх стадій, ризиків та витрат, що пов'язані з їх проведенням, попиту на продукт, що розробляється, тощо. Тому стадію виведення капіталу, власне кажучи, неможливо визначити відразу ж остаточно до початку розробок. Її доцільно прогнозувати (попередньо вибирати) на всіх стадіях, що їй передують. При цьому економічні показники, які впливають на вибір стадії виведення капіталу, залежатимуть від поточного досягнутого рівня  $h$  розроблення.

Процес розроблення інноваційним підприємством нового продукту завжди пов'язаний з проектними ризиками, наявність яких

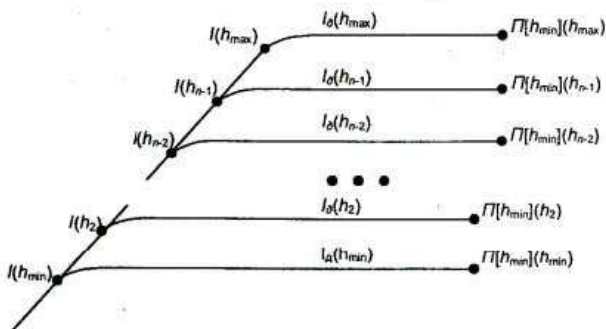


Рис. 9.1. Варіанти реалізації проєкту

призводить до того, що планований на кінець тієї чи іншої стадії рівень якості може бути не досягнутий. Імовірність успішної реалізації проекту з розроблення інновації з початкового рівня розроблення  $h$  до рівня  $\delta$  будемо позначати через  $p[h](\delta)$  або через  $p(\delta)$ .

Очевидно, що зі збільшенням рівень  $\delta$  розроблення інновації імовірність  $p[h](\delta)$  зменшується з величини  $p[h](h) = 1$  до величини  $p[h](h_{\max}) < 1$ . При фіксованому кінцевому рівні  $\delta$  імовірність  $p[h](\delta)$  збільшується зі збільшенням початкового рівня розроблення  $h$ . Отже, зазначеним умовам відповідає така функція:

$$P(\delta) = P[h](\delta) = \frac{h}{\delta}, \quad (9.1)$$

Позначимо як  $I(\delta)$  загальний розмір інвестицій венчурного інвестора для розроблення інновації з початкового рівня розроблення  $h$  до закінчення розроблення інновації на рівні  $d$ , приведений до часу початкового рівня розроблення  $h$ :

$$I(\delta) = I[h](\delta) = \sum_{s=1}^{\tau} \frac{I_s}{(1+r)^s},$$

де  $s = 1, 2, \dots, \tau$  – інтервали часу фінансування розроблення інновації з початкового рівня розроблення  $h$  до рівня  $\delta$ ,  $\tau = t(\delta)$  – період фінансування,  $I_s$  – розмір інвестицій у  $s$ -му році,  $r$  – коефіцієнт дисконтування.

Приведений розмір інвестицій  $I(\delta)$  визначимо, враховуючи те, щоб зі зростанням рівня  $\gamma$  збільшувався обсяг інвестицій, необхідний для його досягнення, а обсяг інвестицій необхідний для відносного збільшення у  $k$  разів рівня  $h$ ,  $\delta = kh$ , був би однаковим для будь-яких  $h$ , тобто залежав би тільки від величини  $k$  відносного збільшення:

$$I(\delta) = \frac{a(\delta^2 - h^2)}{\delta^2}, \quad (9.2)$$

де  $a$  – параметр залежності  $I(\delta)$ , який знаходиться з умови  $a(1 - h^2/h^2_{\min}) = I_{0a}$ ,

де  $I_{0a}$  – фактична величина інвестицій, зроблених для досягнення рівня  $h$ .

Позначимо через  $I_{до}(\delta)$  розмір приведених до поточного часу додаткових витрат (інвестицій), які за прогнозом на час, коли досягнутий рівень  $h$  розроблення, потрібні для доведення інновації з рівнем  $\gamma$  до комерційної реалізації,  $I_{до}(\delta) = I_{до}[h](\delta)$ . Якщо через  $I_{доh}(h)$  позначити додаткові витрати, що вважаються необхідними для доведення до комерційної реалізації інновації з рівнем  $h$ , то величина  $I_{д}(\delta) = I_{до}[h](\delta) - I_{доh}(h)$  буде визначати зміни в потребі в додаткових інвестиціях унаслідок розробки інновації до рівня  $\delta$ . Оскільки з процесі розроблення конкретизуються уявлення про майбутній продукт та спосіб його виробництва, то зі збільшенням  $\delta$  зменшуються обсяги та складність робіт, а тому й обсяги інвестицій, які необхідні для комерційної реалізації. На підставі цього міркування для величини  $I_{д}(\delta)$  оберемо такий вираз:

$$I_{д}(\delta) = I_{д}[h](\delta) = a_{д} \left( \frac{1}{\delta} - \frac{1}{h} \right) = -\frac{a_{д}(\delta - h)}{h\delta}, \quad (9.3)$$

де  $a_{д}$  – параметр функції  $I_{д}(\delta)$ .

Введемо такі позначення:  $\Pi_{ю}(\delta)$  – річний операційний прибуток венчурної фірми від виробництва та реалізації нового продукту з рівнем розроблення  $\delta$ , що прогнозується на час розроблення інновації до рівня  $h$ ,  $\Pi_{ю}(\delta) = \Pi_{ю}[h](\delta)$ ;  $\Pi_{ід}(\delta)$  – додатковий річний операційний прибуток венчурної фірми від комерційної реалізації інновації, який вона буде отримувати унаслідок підвищення якості нового продукту від рівня  $h$  до рівня  $\delta$ ;  $\Pi_{мо}(\delta)$  – річний операційний прибуток фірми М, що на час розроблення інновації до рівня  $h$  прогнозується нею отримувати завдяки придбання фірмою інноваційного підприємства та реалізації поряд з її іншими продуктами нового продукту з рівнем розроблення  $\delta$ ;  $\Pi_{мд}(\delta)$  – додатковий річний операційний прибуток фірми М, який вона прогнозує нею отримувати внаслідок підвищення якості нового продукту від рівня  $h$  до рівня  $\delta$ .

Будемо вважати, що величини  $\Pi_{ю}(\delta)$ ,  $\Pi_{мо}(\delta)$  змінюються за прямо пропорційними залежностями:

$$\Pi_{ю}(\delta) = \Pi_{юh}(h) + \mu \cdot \delta, \quad \Pi_{мо}(\delta) = \Pi_{юh} + f \cdot \delta,$$

де  $\Pi_{юh}$  – річний операційний прибуток венчурної фірми від виробництва та реалізації нового продукту з рівнем розроблення  $h$ , що прогнозується на час розроблення інновації до рівня  $h$ ;

$\Pi_{MOh}$  – річний операційний прибуток фірми М, що очікується на час розроблення інновації до рівня  $h$ , якщо вона купить інноваційне підприємство після розроблення ним інновації відповідно до рівня  $h$ ;

$\mu^*$ ,  $f^*$  – параметри функцій  $\Pi_{IO}(\delta)$ ,  $\Pi_{MO}(\delta)$ ,

$$\mu^* = \frac{\Pi_{IOh}(h)}{h}, \quad f^* = \frac{\Pi_{MOh}}{h}.$$

Тоді

$$\Pi_{ID}(\delta) = \Pi_{ID}[h](\delta) = \Pi_{IO}(\delta) - \Pi_{IO}(h) = \mu^*(\delta - h), \quad (9.4)$$

$$\Pi_{MD}(\delta) = \Pi_{MD}[h](\delta) = \Pi_{MO}(\delta) - \Pi_{MO}(h) = f^*(\delta - h). \quad (9.5)$$

Приведені до поточного інтервалу часу (закінчення розроблення інновації до рівня  $h$ ) додаткові річні прибутки венчурної фірми та підприємства М від комерційної реалізації нового продукту будуть становити величини

$$\Pi_{IDP}(\delta) = \Pi_{IDP}[h](\delta) = d \cdot \Pi_{ID}(\delta), \quad (9.6)$$

$$\Pi_{MDP}(\delta) = \Pi_{MDP}[h](\delta) = d \cdot \Pi_{MD}(\delta), \quad (9.7)$$

де  $d$  – коефіцієнт приведення аннуїтету  $\Pi_0(\delta)$  до поточного інтервалу часу (закінчення розроблення інновації до рівня  $h$ ),

$$d = d(\delta) = d[h](\delta) = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{1}{(1+r)^{t+T}} = \frac{1+r}{r(1+r)^T},$$

де  $T$  – термін, що прогнозується на час розроблення інновації до рівня  $h$  та визначає інтервал часу від закінчення розроблення до рівня  $h$  до початку комерційної реалізації інновації з рівнем  $\delta$  її розроблення,  $T = T(d) = T[h](d)$ . Для визначеності припустимо, що залежність  $T(d)$  має такий вигляд:  $T = \log_{1+r}(qd/h)$ , де  $q$  – параметр залежності  $T(d)$ , який задовольняє такий умові:  $q = (1+r)^T h^{(k)}$ , де  $T_h(h)$  – термін, що прогнозується на час розроблення інновації до рівня  $h$ , від поточного інтервалу часу до часу початку комерційної реалізації інновації з рівнем  $h$ . Тоді коефіцієнт  $d$  може бути представлений таким чином:

$$d = \frac{d_{\Pi} h}{\delta} = d_{\Pi} p \cdot (\delta), \quad (9.8)$$

де  $d_n = d_{nh} = (1+r)/qr$ .

Визначимо приведені до базового року додаткові прибутки  $\Pi_{IP}(\delta)$ ,  $\Pi_{MP}(\delta)$  венчурної фірми та підприємства М, що відповідають наведеним додатковим прибуткам  $\Pi_{IIP}(\delta)$ ,  $\Pi_{MIP}(\delta)$  з урахуванням імовірності  $p_n = p_K(\delta)$  успішної комерційної реалізації інновації:

$$\Pi_{IP}(\delta) = \Pi_{IP}[h](\delta) = p_K \Pi_{IIP}(\delta) = p_K \cdot d \cdot \Pi_{ID}(\delta), \quad (9.9)$$

$$\Pi_{MP}(\delta) = \Pi_{MP}[h](\delta) = p_K \Pi_{MIP}(\delta) = p_K \cdot d \cdot \Pi_{MD}(\delta). \quad (9.10)$$

Оскільки ризики комерційної реалізації інновації зменшуються зі збільшенням рівня  $\delta$  її розроблення, для визначення  $p_K$ , коли досягнутий рівень  $h$ , виберемо таку її залежність від  $\delta$ :

$$p_K(\delta) = p_K[h](\delta) = \frac{\delta - \lambda^*}{\delta}, \quad (9.11)$$

де  $\lambda^*$  - параметр залежності  $p_K(\delta)$ . Він знаходиться з умови  $p_K[h](\delta) = p_{K_n}$ , де  $p_{K_n}$  - величина ймовірності успішної комерційної реалізації інновації з рівнем розроблення  $h$ , що визначена на час розроблення інновації до рівня  $h$ . Відповідно з цим  $\lambda^* = (1 - p_{K_n}(h))h$ .

Ринкову вартість інноваційного підприємства, коли новий продукт розроблено до рівня  $h$ , визначає величина  $\Pi_h = p_{K_n} \cdot d_{nh} \cdot \Pi_{I0h} - I_{D0h}$ . Показник  $\Pi(\delta)$  збільшення ринкової вартості інноваційного підприємства через продовження розроблення інновації від рівня  $h$  до рівня  $\delta$  визначатиме відповідно до формул (9.3), (9.4), (9.9) такий вираз:

$$\Pi(\delta) = \Pi[h](\delta) = \Pi_{IP}(\delta) - I_D(\delta) = p_K \cdot d \cdot \mu^* \cdot (\delta - h) - \frac{a_D(\delta - h)}{h\delta}. \quad (9.12)$$

Ринкова вартість  $C_{IPO}(\delta)$  інноваційного підприємства, що прогнозується після завершення розроблення інновації до рівня  $h$  та відповідає рівню  $\delta$  розроблення нового продукту, визначається за формулою:

$$C_{IPO}(\delta) = C_{IPO}[h](\delta) = \Pi_h + \Pi(\delta). \quad (9.13)$$

Для фірми М величина  $P_h = p_{kh} \cdot d_{nh} \cdot \Pi_{Moh} - I_{доп}(h)$  відображає цінність інноваційного підприємства в ситуації його прямого продажу, який відбувається відразу після закінчення розроблення інновації до рівня  $h$ . Збільшенню вартості інноваційного підприємства через продовження розроблення інновації від рівня  $h$  до рівня  $\delta$  буде відповідати за формулами (9.3), (9.5), (9.10) величина

$$\Pi(\delta) = \Pi[h](\delta) = \Pi_{MP}(\delta) - I_D(\delta) = p_K df^*(\delta - h) + \frac{a_D(\delta - h)}{h\delta}. \quad (9.14)$$

Вартість інноваційного підприємства, що прогнозується під час завершення розроблення інновації до рівня  $h$  та відповідає рівню  $\delta$  розроблення нового продукту, визначається за такою формулою:

$$\Pi(\delta) = \Pi[h](\delta) = P_h + P(\delta). \quad (9.15)$$

Венчурний інвестор після закінчення кожної стадії має можливість виведення капіталу через IPO, тобто шляхом емісії акцій інноваційного підприємства та виставлення їх на біржові торги. У результаті цього він отримує за інноваційне підприємство його ринкову вартість. Тому економічний ефект (виграш)  $E_{VI}$ , який очікує отримати венчурний інвестор від розроблення інновації від рівня  $h$  до рівня  $\delta$ , може бути визначений з урахуванням формули (9.12) таким чином:

$$\begin{aligned} E_{VI} &= E_{VI}(\delta) = E_{VI}[h](\delta) = p(\delta) \Pi(\delta) - I(\delta) = \\ &= p(\delta)(\Pi_{IP}(\delta) - I_D(\delta)) - I(\delta). \end{aligned} \quad (9.16)$$

Рішення про вибір схеми виведення капіталу ухвалюється венчурним інвестором. Тому для інноваційного підприємства завжди існує загроза, що після закінчення певної стадії розроблення венчурний інвестор може ухвалити рішення про виведення капіталу, наслідком чого буде зміна напрямків розробок, звільнення певної частини працівників та інші організаційні зміни. Тому менеджери та працівники інноваційного підприємства намагаються отримати економічну компенсацію за свої майбутні «моральні» збитки. Звідси випливає, що очікуваний ефект (виграш)  $E_{III}$  інноваційного підприємства від розроблення інновації від рівня  $h$  до рівня  $\delta$  може бути визначений таким чином:

$$E_{\text{ІП}} = E_{\text{ІП}}(\delta) = E_{\text{ІП}}[h](\delta) = \omega E_{\text{ВІ}} + b, \quad (9.17)$$

де  $\omega$  – показник, за допомогою якого в грошовому вимірюванні відображається величина  $\omega E_{\text{ВІ}}$  позитивного іміджу інноваційного підприємства, що складається завдяки створенню економічного ефекту  $E_{\text{ВІ}}$  під час розроблення інновації; одночасно показник  $\omega$  може відображати частину прибутку, яка припадає в результаті його розподілу на інноваційне підприємство;

$b$  – показник, який у кількісній формі відбиває нефінансовий інтерес менеджерів і працівників інноваційного підприємства до продовження розроблення, пов'язаний з бажанням розробників успішно завершити повний науково-дослідний цикл розробок, підвищити свій авторитет фахівців, уникнути змін унаслідок реформування підприємства після його продажу,  $b = b(\delta) = b[h](\delta)$ .

У цілому інтереси персоналу інноваційного підприємства щодо рівня розроблення  $\delta$  полягають у намаганні, з одного боку, його мінімізувати, для того щоб збільшити ймовірність успішної реалізації проекту, але з іншого – максимізувати, доводячи якість продукту до максимального рівня. На підставі цих міркувань показник  $b$  подамо в такому вигляді:

$$b(\delta) = k_p(\delta) \cdot (\delta^2 - h^2) = \frac{kh^2}{\delta^2} (\delta^2 - h^2), \quad (9.18)$$

де  $k$  – параметр залежності  $b(\delta)$ , який знаходиться з умови  $kh^2 = b_h$ ;  $b_h$  – величина нефінансового виграшу інноваційного підприємства при досягненні рівня розроблення  $h$ .

Інноваційне підприємство в ході виконання венчурного проекту виконує тільки функції оперативного управління. Але «незавершеність» контракту венчурного інвестора з інноваційним підприємством через нечітке визначення шляхів розроблення та очікувані результати дає інноваційному підприємству певні можливості діяти на свій розсуд при виборі рівня розроблення інновації  $\delta$ . Ця ситуація є типовою у світовій практиці. Нефінансові інтереси інноваційного підприємства можуть знаходити своє економічне виявлення в тому, що воно буде «завищувати» порівняно з реальними трудомісткістю та складністю робіт, строки їх виконання, і в результаті – інвестиційні витрати на розроблення.

Позначимо як  $C_{\text{ІП}}(\delta)$  взаємоприйнятну для венчурного інвестора та фірми  $M$  ціну інноваційного підприємства, коли новий продукт розроблений до рівня  $\delta$ ,

$$C_{пп}(\delta) = C_{ппh} + \Delta C_{пп}(\delta),$$

де  $C_{ппh}$  – ціна інноваційного підприємства, що встановлюється для прямого продажу, коли новий продукт розроблений до рівня  $h$ ;  $\Delta C_{пп}(\delta)$  – збільшення вартості інноваційного підприємства, що прогнозується внаслідок продовження розроблення інновації від рівня  $h$  до рівня  $\delta$  під час завершення розроблення інновації до рівня  $h$ ;

$$\Delta C_{пп}(\delta) = \Delta C_{пп}[h](\delta).$$

Повний економічний ефект (вигода)  $B_{пп}(\delta)$ , що очікує фірма  $M$  від придбання інноваційного підприємства за схемою прямого продажу у випадку розроблення інновації від досягнутого рівня  $h$  до рівня  $\delta$ , становитиме величину

$$B_{пп}(\delta) = B_{пп}[h](\delta) = p(\delta)C(\delta) - C_{пп}(\delta) = B_{Мh} + B_{М}(\delta), \quad (9.19)$$

де  $B_{Мh}$  – економічний ефект (вигода), що очікує мати фірма  $M$  за умови прямого продажу їй інноваційного підприємства в поточному періоді часу без продовження подальшого розроблення, тобто коли її рівень становитиме величину  $h$ ,  $B_{Мh} = P_h - C_{ппh}$ ;

$B_{М}(\delta)$  – додатковий економічний ефект, що очікує мати фірма  $M$  за умови прямого продажу їй інноваційного підприємства після розроблення інновації від досягнутого рівня  $h$  до рівня  $\delta$ ,  $B_{М}(\delta) = -B_{М}[h](\delta) = p(\delta)P(\delta) - \Delta C_{пп}(\delta)$ . Остаточно формулу для визначення повного економічного ефекту, що відповідає схемі прямого продажу, надамо в такому вигляді:

$$B_{пп}(\delta) = B_{Мh}(h) + p^2(\delta) p_K(\delta) d_{п} f_1(\delta - h) - p(\delta) I_{до}(\delta) - \Delta C_{пп}(\delta). \quad (9.20)$$

Зауважимо, що величини  $I_{оа}$ ,  $I_{доh}$ ,  $p_{Kh}$ ,  $d_{nh}$ ,  $\Pi_h$ ,  $P_h$ ,  $b_h$ ,  $B_{Мh}$ ,  $\Pi_{ММh}$ ,  $C_{ппh}$ , визначаються з використанням усієї фактичної інформації, яка існує на той час, коли розроблення інновації доведено до рівня  $h$ . Це відрізняє їх від відповідних величин  $I[h_{\min}](h)$ ,  $I_d[h_{\min}](h)$ ,  $p_K[h_{\min}](h)$ ,  $d_n[h_{\min}](h)$ ,  $\Pi[h_{\min}](h)$ ,  $P[h_{\min}](h)$ ,  $b[h_{\min}](h)$ ,  $B_{М}[h_{\min}](h)$ ,  $\Pi_{ММ}[h_{\min}](h)$ ,  $C_{пп}[h_{\min}](h)$ , які прогножуються на момент початку розроблення, коли вона має рівень  $h_{\min}$ .

### 9.3. Оптимальні рівні розроблення інновації

З урахуванням наведених вище формул (9.1)–(9.4), (9.6), (9.8)–(9.12) можуть бути конкретизовані математичні вирази таких показників:

збільшення ринкової вартості інноваційного підприємства завдяки розробці інновації від рівня  $h$  до рівня  $\delta$

$$\begin{aligned} \Pi(\delta) &= p(\delta)p_K d_{II} \cdot \Pi_0(\delta) - I_{II}(\delta) = \frac{h(\delta - \lambda^*)}{\delta} d_{II} \mu^* (\delta - h) + \frac{a_{II}(\delta - h)}{h\delta} = \\ &= \frac{h(\delta - h)}{\delta^2} (\delta - \lambda^*) d_{II} \mu^* + \frac{a_{II}(\delta - h)}{h\delta} = \frac{(\delta - h)}{\delta^2} ((\delta - \lambda^*) d_{II} h \mu^* - a_{II} \delta) = \\ &= \frac{h\mu}{\delta^2} (\delta - h)(\delta - \lambda); \end{aligned}$$

додаткового економічного ефекту, який очікує отримати венчурний інвестор унаслідок підвищення рівня розроблення від  $h$  до  $\delta$ :

$$\begin{aligned} E_{BI}(\delta) &= p(\delta) \cdot \Pi(\delta) - I(\delta) = \frac{h^2 \mu}{\delta^3} \cdot (\delta - h) \cdot (\delta - \lambda) - \frac{a(\delta^2 - h^2)}{\delta^2} = \\ &= \frac{h^2 \mu}{\delta^3} ((\delta - h) \cdot (\delta - \lambda) + a\mu^{-1} \delta) - a; \end{aligned}$$

додаткового ефекту (виграшу) інноваційного підприємства від розроблення інновації від рівня  $h$  до рівня  $\delta$ :

$$\begin{aligned} E_{II}(\delta) &= wE_{BI}(\delta) + b(\delta) = wE_{BI}(\delta) + \frac{kh^2}{\delta^2} (\delta^2 - h^2) = \\ &= \frac{wh^2 \mu}{\delta^3} ((\delta - h) \cdot (\delta - \lambda) + (a\mu^{-1} - v)\delta) + kh^2 - wa \end{aligned}$$

де  $\mu = d_{II} \mu^* + \frac{a_{II}}{h}$ ;

$$\lambda = \frac{\lambda^* d_{II} \mu^*}{\mu};$$

$$v = kh^2/\omega\mu.$$

Зауважимо, що з отриманих формул для визначення  $\Pi(\mu)$ ,  $E_{BI}(\delta)$ ,  $E_{IP}(\mu)$  випливає, що  $\Pi(h) = E_{BI}(h) = E_{IP}(h) = 0$ .

Введемо такі позначення:

$$\rho_0 = h + \lambda;$$

$$\rho_{BI} = \rho_0 - a\mu^{-1};$$

$$\rho_{IP} = \rho_{BI} + v = \rho_0 - \frac{wa - \kappa h^2}{\omega\mu}.$$

Тоді формули для визначення  $\Pi(\delta)$ ,  $E_{BI}(\delta)$ ,  $E_{IP}(\delta)$  отримають такий вигляд:

$$\Pi(\delta) = \frac{h\mu}{\delta^2}(\delta^2 - \rho_0\delta + h\lambda), \quad (9.21)$$

$$E_{BI}(\delta) = \frac{h^2\mu}{\delta^3}(\delta^2 - \rho_{BI}\delta + h\lambda) - a, \quad (9.22)$$

$$E_{IP}(\delta) = \frac{wh^2\mu}{\delta^3}(\delta^2 - \rho_{IP}\delta + h\lambda) + \kappa h^2 - wa. \quad (9.23)$$

Проаналізуємо, як змінюється значення величини  $\Pi(\delta)$  збільшення ринкової вартості інноваційного підприємства залежно від рівня  $\delta$ . З рівняння

$$\frac{\partial \Pi}{\partial \delta} = \frac{h\mu}{\delta^3}(\rho_0\delta - 2h\lambda) = 0$$

випливає, що при  $\delta = \delta_B$ , де  $\delta_B = \frac{2h\lambda}{\rho_0}$ , величина  $\Pi(\delta)$  отримує своє мінімальне значення  $\Pi(\delta_B)$ . На інтервалі  $[\delta_B, h_{\max}]$  вона зростає до значення  $\Pi(h_{\max})$ .

Знайдемо оптимальні для венчурного інвестора та інноваційного підприємства рівні  $\delta_{BI}$ ,  $\delta_{IP}$  розроблення, на яких їх вигоди досягають максимуму. Вони знаходяться з виразів:

$$\frac{\partial E_{BI}}{\partial \delta} = -\frac{h^2 \mu}{\delta^4} (\delta^2 - 2\rho_{BI} \delta + h\lambda) = 0, \quad (9.24)$$

$$\frac{\partial E_{III}}{\partial \delta} = \frac{wh^2 \mu}{\delta^4} (\delta^2 - 2\rho_{III} \delta + h\lambda) = 0. \quad (9.25)$$

Позначимо через  $\delta_1^{BI}, \delta_2^{BI}$  корені еквівалентного умові (9.24) рівняння  $\delta^2 - 2\rho_{BI} \delta + h\lambda = 0$

і через  $\delta_1^{III}, \delta_2^{III}$  – корені еквівалентного умові (9.25) рівняння  $\delta^2 - 2\rho_{III} \delta + h\lambda = 0$ .

Коли корені  $\delta_1^{BI}, \delta_2^{BI}$  існують, то в інтервалі  $(\delta_1^{BI}, \delta_2^{BI})$  значень  $\delta$  виявляється, що  $\frac{\partial E_{BI}}{\partial \delta} > 0$ . Тому максимум  $E_{BI}(\delta)$  досягається при  $\delta = \delta_{BI} = \min\{\delta_2^{BI}, h_{\max}\}$ . Якщо коренів  $\delta_1^{BI}, \delta_2^{BI}$  не існує, то це означає, що економічний ефект  $E_{BI}(\delta)$  у венчурного інвестора зменшується від продовження розроблення за всіх значень  $\delta$  і  $h$ . У цьому випадку подальше розроблення проекту припиняється, і венчурний інвестор розглядає можливості продажу активів інноваційного підприємства.

Якщо корені  $\delta_1^{III}, \delta_2^{III}$  існують, то в інтервалі  $(\delta_1^{III}, \delta_2^{III})$  значень  $\delta$  виявляється, що  $\frac{\partial E_{III}}{\partial \delta} > 0$ . Тому максимум  $E_{III}(\delta)$  досягається при  $\delta = \delta_{III} = \min\{\delta_2^{III}, h_{\max}\}$ . Якщо коренів  $\delta_1^{III}, \delta_2^{III}$  не існує, то це означає, що виграш  $E_{III}[h](\delta)$  інноваційного підприємства зменшується від продовження розроблення за всіх значень  $\delta$  і  $h$ , тобто подальше розроблення проекту виявляється для інноваційного підприємства не вигідною.

Зазначимо, що коли не існує коренів  $\delta_1^{III}, \delta_2^{III}$ , тоді не існує і коренів  $\delta_1^{BI}, \delta_2^{BI}$ . Це означає, що збільшення економічного ефекту від продовження розроблення у венчурного інвестора,  $E_{BI}(\delta) > 0$ , може мати місце лише тоді, коли додатним є виграш інноваційного підприємства від продовження розроблення,  $E_{III}(\delta) > 0$ .

Оскільки  $\rho_{BI} < \rho_{III}$ , то з рівнянь (9.24), (9.25) випливає, що  $\delta_2^{BI} < \delta_2^{III}$ ,  $\delta_{BI} \leq \delta_{III}$ , тобто оптимальний для венчурного інвестора рівень розроблення  $\delta_{BI}$  «передую» оптимальному для інноваційного підприємства рівню розроблення  $\delta_{III}$ . Таким чином, може мати місце ситуація, коли інноваційне підприємство зацікавлене з подальшому розробленні в той час, коли у венчурного інвестора інтерес його продовження відсутній.

Порівняно з венчурним інвестором інноваційне підприємство має набагато більш точну інформацію про реальні трудомісткість та складність проектних робіт, імовірні строки їх виконання. На підставі інформації, яку надає інноваційне підприємство, венчурний інвестор вибирає той рівень розроблення, після досягнення якого буде виводити свій капітал. З погляду венчурного інвестора кількісний вираз  $b$  особистої вигоди інноваційного підприємства відображає можливість останнього впливати внаслідок перекручення інформації на розмір інвестицій в бік їх збільшення порівняно з певним об'єктивно необхідним рівнем.

Таким чином, венчурний інвестор, незважаючи навіть на заходи контролю, які він може здійснювати, практично завжди змушений нести перед виведенням капіталу певний «тягар» відшкодування втрат вигоди інноваційного підприємства. Водночас компенсація втрат вигоди в повному розмірі  $b(h_{\max}) - b(\delta_{\text{вн}})$  виявляється для венчурного інвестора економічно неефективною. Більш привабливим є шлях створення зацікавленості інноваційного підприємства в завершенні розроблення на рівні  $\delta$ , який є оптимальним для венчурного інвестора. Для цього венчурному інвестору достатньо надавати інноваційному підприємству компенсацію (у тому чи іншому вигляді), яка в грошовому вимірюванні на момент часу досягнення рівня  $h$  розроблення прогнозується в розмірі  $D(\delta) = D[h](\delta) = E_{\text{вн}}(\delta_{\text{вн}}) - E_{\text{вн}}(\delta) = w(E_{\text{вн}}(\delta_{\text{вн}}) - E_{\text{вн}}(\delta)) + b(\delta_{\text{вн}}) - b(\delta)$ . При цьому  $E_{\text{вн}}(\delta_{\text{вн}}) - E_{\text{вн}}(\delta) < 0$ ,  $E_{\text{вн}}(\delta_{\text{вн}}) - E_{\text{вн}}(\delta) \leq b(\delta_{\text{вн}}) - b(\delta) \leq b(h_{\max}) - b(\delta)$ .

Для дослідження ситуації, коли  $\delta_{\text{вн}} < h_{\max}$ , введемо показник повного ефекту  $E_{\text{внп}}$ , в якому враховуються додаткові витрати, що спрямовані на запобігання перекручення інформації:

$$\begin{aligned} E_{\text{внп}} &= E_{\text{внп}}(\delta) = E_{\text{вн}}(\delta) - D(\delta) = \\ &= (1+w)E_{\text{вн}}(\delta) + b(\delta) - E_{\text{вн}}(\delta_{\text{вн}}). \end{aligned} \quad (9.26)$$

Відповідно до формул (9.18), (9.22) отримуємо:

$$\begin{aligned} E_{\text{внп}} &= \frac{(1+w)\mu h^2}{\delta^3} (\delta^2 - \rho_{\text{вн}} \delta - \frac{\kappa h^2 \delta}{(1+w)\mu}) + \kappa h^2 - (1+w)a - E_{\text{вн}}(\delta_{\text{вн}}) = \\ &= \frac{(1+w)\mu h^2}{\delta^3} (\delta^2 - \rho_{\text{внп}} \delta + h\lambda) + \kappa h^2 - (1+w)a - E_{\text{вн}}(\delta_{\text{вн}}), \end{aligned}$$

де  $\rho_{ВИП} = \rho_{ВІ} + kh^2/(1+w)\mu$ . Оптимальний за критерієм максимуму повного ефекту рівень  $\delta_{ВИП}$  розроблення знаходиться з виразу:

$$\frac{\partial E_{ВИП}}{\partial \delta} = \frac{(1+w)kh^2}{\delta^3} (\delta^2 - 2\rho_{ВИП}\delta + h\lambda) = 0. \quad (9.27)$$

Позначимо через  $\delta_1^{ВИП}, \delta_2^{ВИП}$  корені еквівалентного цій умові рівняння  $\delta^2 - 2\rho_{ВИП}\delta + h\lambda = 0$ .

Якщо корені  $\delta_1^{ВИП}, \delta_2^{ВИП}$  існують, то максимум  $E_{ВИП}(\delta)$  досягається при  $\delta = \delta_{ВИП} = \min\{\delta_2^{ВИП}, h_{\max}\}$ . Очевидно, що  $\rho_{ВИП} > \rho_{ІП} > \rho_{ВІ}$ . З цього випливає, що корені  $\delta_1^{ВИП}, \delta_2^{ВИП}$  рівняння (9.27) та корені  $\delta_1^{ІП}, \delta_2^{ІП}$  рівняння (9.25) існують, якщо існують корені  $\delta_1^{ВІ}, \delta_2^{ВІ}$  рівняння (9.24). Крім цього, якщо корені  $\delta_1^{ВІ}, \delta_2^{ВІ}$  існують, то мають місце такі нерівності:  $\delta_2^{ВІ} < \delta_2^{ВИП} < \delta_2^{ІП}, \delta_{ВІ} \leq \delta_{ВИП} \leq \delta_{ІП}$ .

Таким чином, компроміс між інтересами знаходиться завдяки продовженню розроблення до рівня  $\delta_{ВИП}$  та відшкодування втрат вигоди інноваційного підприємства в розмірі  $b(\delta_{ІП}) - b(\delta_{ВИП}) - w(E_{ВІ}(\delta_{ВИП}) - E_{ВІ}(\delta_{ІП}))$ . При цьому шлях компромісу, умови якого безпосереднього закріплюється в умовах контракту венчурного інвестора з інноваційним підприємством, є найбільш ефективним для обох сторін. У цьому випадку інноваційне підприємство отримує компенсацію, а венчурний інвестор буде мати об'єктивну інформацію про ефективні напрямки розроблення та необхідні витрати, що дозволить йому зменшити обсяг інвестицій у здійснення проекту.

Після закінчення розроблення інновації до рівня  $\delta_{ВИП}$  та процедури виставлення акцій інноваційного підприємства на торги фірма М має можливість придбати інноваційне підприємство за схемою IPO, сплативши за нього суму в розмірі:

$$C_{IPO} = \Pi(\delta_{ВИП}) - \epsilon_{IPO},$$

де величина  $\epsilon_{IPO}$  визначається розміром контрольного пакету акцій та поведінкою учасників біржових торгів. Вона може бути як від'ємною, так і додатною величиною. Тому величину  $C_{IPO}$  треба розглядати як середню ціну придбання інноваційного підприємства через схему IPO, що прогнозується. Але для фірми М можуть виявитися неоптимальними або досягнутий рівень якості нового продукту  $s(1 + \delta_{ВИП})$ , або строк та ціна придбання інноваційного підприємства через IPO, які також залежать від рівня  $\delta_{ВИП}$ .

Дійсно, з одного боку, підприємству М може бути більш вигідним прискорити початок виведення нового продукту на ринок, не очікуючи закінчення розроблення інновації до рівня  $\delta_{ВП}$ , і сплачуючи відповідно меншу ціну за придбання інноваційного підприємства. З іншого боку, після досягнення рівня  $\delta_{ВП}$  і виставлення акцій інноваційного підприємства на торги подальше розроблення інновації в напрямку підвищення якості нового продукту є проблематичним. Але для фірми М може виявитися більш вигідним виводити на ринок продукт з більш високою якістю, ніж  $v(1 + \delta_{ВП})$ . Тому для фірми М виникає проблема вибору схеми придбання інноваційного підприємства та рівня розроблення інновації, після досягнення якого слід здійснювати купівлю.

Визначимо ціну  $C_{ПП}(\delta)$ , яку має запропонувати підприємство М, якщо воно прагне придбати інноваційне підприємство тоді, коли рівень розроблення  $\delta$  відрізняється від  $\delta_{ВП}$ .

Оскільки венчурний інвестор після закінчення кожної стадії розроблення має можливість вивести капітал через IPO, його загальний виграш  $E_{ВІ}^*$  у результаті здійснення венчурного проекту з початкового рівня  $h_{\min}$  до рівня  $h$  гарантовано не може бути меншим, ніж його виграш  $E_{ВІ}^*$ , що очікується в разі досягнення найбільш прийнятнього рівня розроблення  $\delta_{ВІ}$ :

$$E_{ВІ}^* = E_{ВП}^h + E_{ВП}[h](\delta_{ВП}) = E_{ВП}^h + \Pi^*[h](\delta_{ВП}) - \Pi[h](\delta_{ВП}) - D[h](\delta_{ВП}), \quad (9.28)$$

де  $E_{ВП}^h$  – повний виграш венчурного інвестора в разі виведення капіталу за схемою IPO безпосередньо після досягнення рівня  $h$ ;

$E_{ВП}^h = P_h - I_{0h} + b_h$ ,  $\Pi^*[h](\delta)$  – збільшення ринкової вартості інноваційного підприємства внаслідок продовження розробок від рівня  $h$  до рівня  $\delta$ , що прогнозується з урахуванням проектних ризиків,  $\Pi^*[h](\delta) = \Pi^*(\delta) = p[h](\delta_{ВП})\Pi(\delta_{ВП})$ . Прямий продаж буде для венчурного інвестора більш привабливою альтернативою виведення капіталу, ніж IPO, якщо ціна  $C_{ПП}[h](\delta)$ , за яку фірма М буде згодна придбати інноваційне підприємство після продовження розробок до рівня  $\delta$ , буде не меншою гарантованого виграшу  $E_{ВІ}^*$  венчурного інвестора:  $C_{ПП}[h](\delta)$  і  $E_{ВІ}^*$ .

У випадку, якщо  $\delta < \delta_{ВП}$ , венчурний інвестор для досягнення рівня розроблення  $\delta$  вкладає капітал на величину  $I(\delta_{ВП}) - I(\delta)$  менше, ніж ті, що потрібні для досягнення рівня  $\delta_{ВП}$ , але для відшкодування втрат інноваційного підприємства витрачає коштів біль-

ше на величину  $E_{II}(\delta_{вип}) - E_{II}[h](\delta)$ . Якщо  $\delta > \delta_{вип}$ , то для досягнення рівня розробок  $\delta$  венчурний інвестор змушений додатково вкладати капітал у розмірі  $I(\delta) - I(\delta_{вип})$ , але на величину  $E_{II}(\delta_{вип}) - E_{II}(\delta)$  витратити менше коштів для відшкодування втрат інноваційного підприємства. В обох випадках мінімальна сума, яку фірмі М буде необхідно сплатити венчурному інвесторові для компенсації його інтересів, становить величину  $C_{III}(\delta) = C_{IIIh} + \Delta C_{III}[h](\delta)$ ,

$$\text{де } C_{IIIh} = E_{вип}^h + \Pi'(\delta_{вип}) - I(\delta_{вип}) + E_{II}(\delta_{вип}),$$

$$\Delta C_{III}[h](\delta) = I(\delta) - E_{II}(\delta) = \frac{a(\delta^2 - h^2)}{\delta^2} - \frac{wh^2\mu}{\delta^3}(\delta^2 - \rho_{III}\delta + h\lambda) + \kappa h^2 - wa.$$

На підставі формул (9.14), (9.19), (9.20) економічний ефект, що очікує одержати фірма М від придбання інноваційного підприємства, має такий вигляд:

$$B_{III}(\delta) = B_{IIIh} + B_M(\delta),$$

$$\text{де } B_{IIIh} = B_{III}(h) = P_h - C_{IIIh},$$

$$B_M(\delta) = p^2(\delta)p_h(\delta) d_n f'(\delta - h) - p(\delta)I_{до}(\delta) - \Delta C_{III}(\delta) = A_0 + A(\delta),$$

$$\text{де } A_0 = -kh^2 - (1-w)a,$$

$$A(\delta) = A_1(\delta) + E_{II}(\delta) = A_1(\delta) + \frac{wh^2\mu}{\delta^3}(\delta^2 - \rho_{III}\delta + h\lambda),$$

$$A_1(\delta) = \frac{h}{\delta}P(\delta) + a\frac{h^2}{\delta^2} = \frac{h}{\delta}\left(P(\delta) + a\frac{h}{\delta}\right).$$

Величину  $P(\delta)$  збільшення вартості інноваційного підприємства внаслідок продовження розроблення інновації від рівня  $h$  до рівня  $\delta$  представимо в такому вигляді:

$$P(\delta) = \frac{h(\delta - \lambda^*)}{\delta} d_{II} f'(\delta - h) - \frac{a_{II}(\delta - h)}{h\delta} = \frac{(\delta - h)}{\delta^2} ((\delta - \lambda^*) d_{II} h f' + a_{II} \delta) = \frac{hf}{\delta^2} (\delta - h) (\delta - \lambda_M) = \frac{h\mu_M}{\delta^2} (\delta^2 - \rho_{OM}\delta + h\lambda_M),$$

$$\text{де } \mu_M = d_{\Pi} f^* + \frac{a_{\Pi}}{h}, \quad \lambda_M = \frac{\lambda^* d_{\Pi} f^*}{\mu_M}, \quad \rho_{0M} = h + \lambda_M.$$

З рівняння

$$\frac{\partial P}{\partial \delta} = \frac{h\mu_M}{\delta^3} (\rho_{0M}\delta - 2h\lambda_M) = 0$$

випливає, що при  $\delta = \delta_{\Pi}$ , де  $\delta_{\Pi} = 2h\lambda/\rho_0$ , величина  $P(\delta)$  отримує своє мінімальне значення  $P(\delta_{\Pi})$ . На інтервалі  $[\delta_{\Pi}, h_{\max}]$  вона зростає до значення  $\Pi(h_{\max})$ . З наведеного виразу  $P(\delta)$  отримуємо:

$$A_1(\delta) = \frac{h^2 \mu_M}{\delta^3} (\delta^2 - \rho_{0M}\delta + h\lambda_M) + a\mu_M^{-1}\delta = \frac{h^2 \mu_M}{\delta^3} (\delta^2 - \rho_{1M}\delta + h\lambda_M),$$

$$\begin{aligned} A_1(\delta) &= \frac{h^2 \mu_M}{\delta^3} (\delta^2 - \rho_{1M}\delta + h\lambda_M) + \frac{w h^2 \mu_M}{\delta^3} (\delta^2 - \rho_{1\Pi}\delta + h\lambda) = \\ &= \frac{h^2}{\delta^3} M (\delta^2 - \rho_M \delta + h\xi), \end{aligned}$$

$$\text{де } \rho_{1M} = \rho_{0M} - a\mu_M^{-1} = h + \lambda_M + a\mu_M^{-1}, \quad M = \mu_M + w\mu,$$

$$\rho_M = \frac{\mu_M \rho_{1M} + w\mu(\rho_{1\Pi} + \nu)}{M}, \quad \xi = \frac{\mu_M \lambda_M + w\mu\lambda}{M}.$$

Зауважимо, що відповідно до отриманих формул для визначення  $\Delta C_{\Pi\Pi}(\delta)$ ,  $P(\delta)$ ,  $B_M(\delta)$  виявляється, що  $\Delta C_{\Pi\Pi}(h) = P(h) = B_M(h) = 0$ .

Рівень  $\delta_M$  розроблення, на якому досягається максимум додаткового економічного ефекту  $B_M(\delta)$ , що очікує фірма  $M$  від його продовження розроблення, можна знайти з виразу:

$$\frac{\partial A(\delta)}{\partial \delta} = \frac{h^2 \mu}{\delta^4} (\delta^2 - 2\rho_M \delta + h\xi) = 0.$$

Позначимо через  $\delta_1^M$ ,  $\delta_2^M$  корені еквівалентного цієї умові рівняння  $\delta^2 - 2\rho_M \delta + h\xi = 0$ .

У ситуації, коли коренів  $\delta_1^M$ ,  $\delta_2^M$  не існує, величини  $A(\delta)$ ,  $B_M(\delta)$  зменшуються від продовження розроблення при всіх значеннях  $\delta$  і  $h$ . Якщо  $B_{\Pi\Pi}(h) > 0$ , то підприємству  $M$  є сенс купувати інноваційне підприємство в поточний момент часу. Якщо  $B_{\Pi\Pi}(h) \leq 0$ , то

це означає, що ціна придбання перевищує вигоди фірми М від нього з причини високих ризиків і витрат. У такому випадку прямий продаж виявляється неприйнятним для фірми М.

У випадку, коли корені  $\delta_1^M, \delta_2^M$  існують, максимуми  $A(\delta), B_{ПП}(\delta)$  досягаються при  $\delta = \delta_M = \min\{\delta_2^M, h_{\max}\}$ . Якщо  $B_{ПП}(\delta_M) > 0$ , то фірмі М найбільш доцільно купувати інноваційне підприємство після доведення розроблення нового продукту до рівня  $\delta_M$ . Фактично в цьому випадку  $\delta_M$  є пріоритетним рішенням у стратегії виводу капіталу, яке орієнтоване на отримання максимального коаліційного виграшу (очікуваного загального прибутку) для венчурного інвестора, інноваційного підприємства та фірми М, яка є лідером у галузі. Це рішення забезпечує оптимальне співвідношення між прибутками, немонетарними вигодами та вартістю інноваційного підприємства, що купується.

Якщо корені  $\delta_1^M, \delta_2^M$  існують, але  $B_{ПП}(\delta_M) \leq 0$ , то на всьому інтервалі  $\delta \in [h, h_{\max}]$  вигода  $B_{ПП}(\delta)$  фірми М становить від'ємну величину. Тому купівля фірмою М інноваційного підприємства за схемою прямого продажу виявляється недоцільною, і фірмі М залишається лише розглядати можливість придбання активів інноваційного підприємства за схемою IPO.

Таким чином, ефективна поведінка фірми М полягає в тому, щоб, починаючи з певної стадії виконання венчурного проекту, відстежувати стан розроблення нового продукту і розглядати можливість придбання інноваційного підприємства. Визначаючи свої наміри або ухвалюючи рішення після завершення кожної наступної стадії  $i$ , на якій розроблення доведено до рівня  $h_i$ , вона має керуватися критерієм максимуму економічного ефекту:

$$E_M[h](\delta) = \max\{\max B_{ПП}(\delta), \Pi(\delta_{ВІП}) + \epsilon_{IPO}, 0\}, \quad (9.29)$$

у якому враховуються всі можливі варіанти дій фірми М: придбання інноваційного підприємства за схемою прямого продажу (з існуючим рівнем розроблення  $h_i$ ) або домовленість з венчурним інвестором про його купівлю після його доведення до певного рівня  $\delta$ ; очікування завершення процесу розроблення нового продукту до рівня  $\delta_{ВІП}$  та виставлення інноваційного підприємства на торги з подальшою купівлею його акцій; відмова щодо придбання інноваційного підприємства. У формулі (9.29) також ураховується, що прямий продаж може бути здійснений тільки в тому випадку, якщо підприємство М покриє всі витрати, пов'язані з переходом інноваційного підприємства в його власність,

зокрема додаткові інвестиційні витрати венчурного інвестора та втрати вигод інноваційного підприємства.

Для розвитку інноваційної діяльності в Україні в умовах існуючого високого людського потенціалу доцільним є впровадження малих організаційних форм реалізації інноваційних проектів, створення ефективних механізмів формування та використання венчурного капіталу для їх фінансування. Різносторонні інтереси агентів інноваційно-інвестиційної діяльності ставлять проблему організації взаємовигідної взаємодії безпосередніх та потенційних учасників реалізації венчурних проектів в особі венчурних інвесторів, малих інноваційних підприємств та великих виробничих фірм, які зацікавлені у використанні результатів розробок нових продуктів.

Успіх здійснення інноваційного проекту, його економічні результати багато в чому залежать від можливості знаходження венчурним інвестором взаємоприйнятної схеми виведення з інноваційного проекту свого капіталу. У свою чергу, техніко-економічні характеристики майбутнього продукту, які очікуються безпосередньо перед виведенням капіталу, суттєво впливають на мотивацію суб'єктів підприємницької діяльності до їх участі в тих чи інших схемах виведення капіталу. Для формалізації цього впливу доцільно використовувати показник рівня розроблення інновації, який у кількісній формі інтегрально відображає характеристики якості майбутнього продукту, можливості його впровадження у виробництво та комерційної реалізації. Показник рівня розроблення інновації запропоновано розглядати як змінний параметр стратегії виводу венчурного капіталу, що підлягає вибору. Досліджено такі схеми виведення капіталу, що найбільш поширені у світовій практиці: прямий продаж, IPO та ліквідація проекту.

Показано, що ефективна поведінка учасників реалізації венчурного проекту має бути рефлексивною, тобто кожний з учасників у своїх рішеннях має враховувати інтереси своїх партнерів. Проведено дослідження та формалізацію економічних та позаекономічних інтересів учасників реалізації проекту, що дозволило визначити вплив цих інтересів на шляхи розроблення нових продуктів.

Розроблені економіко-математичні моделі вибору рівня розроблення інновації, які є найбільш прийнятними для всіх учасників реалізації проекту. У моделях ураховуються вплив рівня

розроблення інновації, що планується досягти, на потреби в проектних та додаткових інвестиціях, економічні ризики, економічний ефект від комерціалізації нового продукту, а також залежність вартості інвестицій та розміру економічного ефекту від часу їх реалізації. Моделі мають динамічний, адаптивний характер завдяки можливості корегування їх параметрів залежно від поточних результатів розробок. У них ураховується слабка визначеність економічних результатів проекту на ранішніх стадіях та залежність рішень, що приймаються учасниками, від ступеня визначеності цих результатів.

Головна перевага запропонованих моделей полягає в тому, що вони в логіко-математичній формі розкривають якісну картину явищ, які можуть спостерігатися під час реалізації венчурних проектів, допомагають створити більш чітке уявлення про функціонування малих організаційних форм інноваційно-інвестиційної діяльності. Проте на практиці залежності між показниками бувають складнішими, ніж такі, що використовувалися в запропонованих моделях. Подальші дослідження в напрямку моделювання поведінки учасників реалізації венчурних проектів можуть бути спрямовані на надання моделям більш універсального характеру та використання чисельних методів із застосуванням ПЕОМ для пошуку оптимальних взаємовигідних стратегій виведення капіталу венчурного інвестора.

#### Список використаної літератури

1. Економіка України: стратегія і політика довгострокового розвитку / За ред. акад. НАН України В.М. Гейця. – К.: Ін-т екон. прогноз.; Фенікс, 2003. – 1008 с.
2. Ілляшенко С.М. Управління інноваційним розвитком: проблеми, концепції, методи: Навч. посіб. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2003. – С. 278.
3. Гриньов А.В. Інноваційний розвиток промислових підприємств: концепція, методологія, стратегічне управління. – Х.: ВД «ІНЖЕК», 2003. – 308 с.
4. Лебедева Е.Н., Недотко П.А. Внедрение изобретений в промышленности США: роль мелкого исследовательского бизнеса. – М.: Наука, 1984. – 256 с.
5. Дагаев А.А. Рисковый капитал и его роль в процессе освоения нововведений. – М.: ВНИСИ, 1986. – 52 с.

6. Инновационный процесс в странах развитого капитализма (методы, формы, механизм) / Под ред. И.Е. Рудаковой. – М.: МГУ, 1991. – 144 с.
7. Денисов Е.Ф. Инновационный процесс в условиях рыночной экономики. – СПб.: УЭиФ, 1993. – 59 с.
8. Грачева М.В. Инновационная деятельность в промышленности: теория и практика в странах рыночной экономики и инновационные опросы российских предприятий. – М.: РАН ИМЭМО, 1994. – 56 с.
9. Инвестирование в инновационный бизнес: мировая практика – венчурный капитал / Сост. и общ. ред. Н.М. Фояштейн. – М.: Дело, 1996. – 172 с.
10. Инновации плюс инвестиции. Организационный механизм поддержки инновационно-инвестиционной деятельности. – СПб.: 1995. – 135 с.
11. Научно-инновационная сфера в регионе: проблемы и перспективы развития / Под ред. А.А. Румянцева. – СПб.: Наука, 1996. – 194 с.
12. Hellman T., Puri M. The interaction between product market and financing strategy: The role of venture capital // *Review of Financial Studies*. – 2000. – № 13. – P. 959–984.
13. Rosemary R. Structural Cointegration Analysis of Private and Public Investment // *International Journal of Business and Economics*. – 2002. – Vol. 1. – № 1. – P. 59–67.
14. Грозний І.С. Стратегія виводу венчурного капіталу з інноваційного проекту // *Вісник Львівської комерційної академії*. – Сер. економічна. – Вип. 18 – Ч. 1. – Л.: Видавництво Львівської комерційної академії, 2005. – С. 160–165.