

DOI: 10.15276/EJ.02.2022.7
DOI: 10.5281/zenodo.7686331
UDC: 658.5:658.152
JEL: D24, C00

ІМІТАЦІЙНО-ОПТИМІЗАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОДІЇ ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНОГО ПІДПРИЄМСТВА І ФІНАНСОВО-КРЕДИТНОЇ УСТАНОВИ

SIMULATION-OPTIMIZATION MODELING OF INTERACTION BETWEEN A HIGH-TECH ENTERPRISE AND A FINANCIAL AND CREDIT INSTITUTION

Vitaliy I. Zakharchenko, DEcon, Professor
Odesa Polytechnic State University, Odesa, Ukraine
ORCID: 0000-0003-2903-2471
E-mail: kafedra.info@mzeid.in

Svitlana V. Oneshko, PhD in Economics, Associate Professor
Odesa National Maritime University, Odesa, Ukraine
ORCID: 0000-0003-2313-3984
Email: osvfox1@gmail.com

Received 22.04.2022

Захарченко В.І., Онешко С.В. Імітаційно-оптимізаційне моделювання взаємодії високотехнологічного підприємства і фінансово-кредитної установи. Науково-методична стаття.

У статті зроблено спробу вирішення задачі з математичного обґрунтування організації інноваційної діяльності на високотехнологічному промисловому підприємстві у взаємодії з фінансово-кредитними установами декомпозиційним методом на основі побудови комплексу імітаційних моделей з включенням блоків оптимізації. Сформовано та проаналізовано концептуальну модель управління інноваційною діяльністю високотехнологічного підприємства в умовах взаємодії з фінансово-кредитною установою, яка дозволяє у агрегованій формі зробити опис основних залежностей їх сумісної взаємодії. Вона дозволяє забезпечувати дослідження таких динамічних характеристик системи, які сприяють максимізації ринкової вартості власного капіталу підприємства як узагальнюючого показника ефективності його діяльності. Рішення нелінійних оптимізаційних задач виявляється достатньо складним, так як потребує створення спеціальних алгоритмів. Завдання ще більше ускладнюється, коли враховувати, що параметри управління функціями залежать від часу. Взаємодія високотехнологічного підприємства з фінансовою установою характеризується великим числом параметрів, невизначеною структурою і багатьма цілями. Складність побудови моделі таких систем полягає у коректній постановці або формулюванні задачі моделювання, яка потребує комплексного опису найбільш важливих сторін об'єкту.

Ключові слова: модель, система, управління, високі технології, фінанси, оптимізація, фактор, ефективність, вартість

Zakharchenko V.I., Oneshko S.V. Simulation-Optimization Modeling of Interaction Between a High-Tech Enterprise and a Financial and Credit Institution. Scientific and methodical article.

The article attempts to solve the problem of mathematical justification of the organization of innovation in high-tech industrial enterprises in cooperation with financial institutions by decomposition method based on the construction of a set of simulation models with the inclusion of optimization units. The conceptual model of management of innovative activity of the high-tech enterprise in the conditions of interaction with financial and credit institution which allows to make the description of the basic dependences of their joint interaction in the aggregate form is formed and analyzed. It provides research on such dynamic characteristics of the system that help maximize the market value of the company's equity as a general indicator of the efficiency of its activities. Solving nonlinear optimization problems is quite difficult, as it requires the creation of special algorithms. The task is even more complicated when you consider that the parameters of function control depend on time. The interaction of a high-tech enterprise with a financial institution is characterized by a large number of parameters, uncertain structure and many goals. The difficulty of building a model of such systems is the correct statement or formulation of the modeling problem, which requires a comprehensive description of the most important aspects of the object.

Keywords: model, system, management, high technology, finance, optimization, factor, efficiency, cost

Будь-який підхід при застосуванні математичних методів у реальних умовах, як і підхід з використанням оптимізації, складається з двох моментів. Перший з них – це побудувати математичну модель, як зробити опис багатоваріантної задачі, як підібрати критерій оптимізації, як зробити його опис і створити можливість отримати кількісне значення цього критерію [12]. Другий момент полягає у викладенні існуючих методів вирішення задач.

Принцип оптимального господарювання може бути застосованим у тому випадку, коли ціль і процес будь-якої виробничої діяльності відображені величинами, що вимірюються. Такий принцип вказує на те, що максимум реалізації цілі можливо досягнути таким чином, що за даною витратою необхідних заходів добитися цілі у максимальному ступені. Такий принцип економічності називають принципом найбільшої ефективності. Інший принцип економічності визначається як принцип мінімальної витрати необхідних заходів. У цьому випадку максимум реалізації цілі досягається таким чином, що даний ступінь реалізації

цілі потребує мінімальних витрат запроваджених заходів. Сумісне використання двох вищенаведених принципів скоріше за все призведе до протиріч.

Сфери використання оптимізаційних моделей у промисловості, так і у фінансово-кредитній сфері є у сучасності достатньо звичайним і охоплює широкий спектр функцій управління. Імітаційно-оптимізаційні методи мають багаточисельні використання у різних сферах промисловості, галузях діяльності страхових компаній, банків, у маркетингових організаціях, підприємствах комунального господарства, транспортних агенствах. Враховуючи не дуже вдалий процес реалізації інноваційної моделі розвитку в національній економіці, вважаємо за необхідне в першу чергу звернути увагу на оптимізацію процесів діяльності у високотехнологічному секторі за допомогою співпраці з фінансово-кредитною сферою.

Звернемося до Вікіпедії: високі технології – найновітніші та найпрогресивніші технології сучасності. До високих технологій належать найбільш наукоміські галузі промисловості, а також: мікроелектроніка, програмування, робототехніка, нанотехнології, атомна енергетика, аерокосмічна техніка, біотехнології, фармацевтика, генна інженерія, штучний інтелект. Високі технології дозволяють підвищувати продуктивність праці, забезпечувати лідерство на ринку, зменшувати собівартість виробництва. Відповідно, випереджаючий розвиток технологій дозволяє країнам за рахунок перелічених факторів забезпечувати високий рівень ВВП на душу населення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Під час проведення цього дослідження авторами були проаналізовані праці таких фахівців: К. Бояринова [1], С. Войтко та К. Куксенко [2], І. Гужва [3], В. Денисюк [4], Ф. Євдокимов і В. Лисяков [5], О. Кузьменко та колеги [7], І. Маркіна [8], В. Мізгулін і колеги [9], І. Оdotюк [10], Б. Юхименко [12].

Так, Ф. Євдокимов і В. Лисяков наполягають: «Першорядне значення для запровадження високих технологій належить сукупності основних виробничих фондів і застосування нових технологій, яку можна об'єднати терміном «техніко-технологічний потенціал підприємства» [5]. Аналогічної точки зору дотримується В. Денисюк [4]. С. Войтко та К. Куксенко роблять висновок: «..., що слабкі сторони значною мірою впливають на розвиток сфери Hi-Tech технологій України. Слід зазначити, що високий рівень корупції та слабка матеріально-технічна база вітчизняних підприємств ускладнює динамічний розвиток досліджуваної сфери» [2]. І. Маркіна підтверджує: «Реалізація нововведень у господарській практиці промислових підприємств має бути тісно пов'язана з інноваційним підприємництвом» [8]. І. Оdotюк, підсумовуючи, зазначає: «..., що відзначені економічні реалії розвитку високотехнологічної сфери виробництва та виокремлені недоліки наявної державної системи її регулювання дозволяють характеризувати попередній період інноваційних трансформацій як такий, котрий, з позиції часу, став фактично втрачений для економіки країни» [10].

К. Бояринова систематизує у своїй праці відповідність методів управління ризиком у інвестиційно-інноваційних проєктах: внутрішнє середовище підприємства (методи упередження ризику), бізнес-середовище підприємства (методи зниження ризику), зовнішнє економічне середовище підприємства (методи нівелювання негативного впливу ризикових подій) [1].

Б. Юхименко стверджує: «У сьогоднішній час методи оптимізації або іншими словами, знаходження оптимальних рішень, має дуже широке застосування. ... Оптимізація це знаходження всіх максимізуючих або мінімізуючих елементів, що складають сутність системи або об'єкту, що розглядається» [12]. В. Мізгулін та його колеги застосовують, наприклад, під час пошуку оптимальної моделі гранулометричного складу матеріалу, вводячи критерій якості моделювання та застосовуючи регресивну модель імітаційного моделювання мікроструктур і 3D-реконструкції [9]. О. Кузьменко з колегами, на основі економіко-математичної моделі кількісного оцінювання та якісної інтерпретації стратегії реформування Національної системи фінансового моніторингу на базі застосування методу цілочислової оптимізації, отримали якісну та кількісну оцінку сценаріїв реформування цієї системи, що у перспективі надає Україні можливість стати регіональним лідером по боротьбі з фінансовими правопорушеннями [7]. І. Гужва на основі використання методів компаративного та ретроспективного аналізів оцінює стан розвитку промисловості України і констатує: «Далеко не всі галузі переробної промисловості змогли переорієнтуватися з ринків СНД на ринки країн ЄС і ЄАВТ навіть в умовах набуття чинності Угоди про асоціацію між Україною та ЄС.» [3]; «Питання модернізації та розвитку промисловості України потребує вжиття системи заходів державної політики, спрямованої на надання підтримки вітчизняному виробництву» [3].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми

Однією з особливостей сучасного етапу розвитку української економіки є скорочення державної підтримки інноваційної сфери, тому потрібні кардинальна модернізація систем управління високотехнологічними промисловими підприємствами, їхня переорієнтація на ринкові показники.

Сформуємо та проаналізуємо концептуальну модель управління інноваційною діяльністю високотехнологічного промислового підприємства (ВПП) в умовах взаємодії з фінансово-кредитною установою (ФКУ). Пропонована модель дозволить в агрегованій формі описати основні залежності, що характеризують їхній спільний розвиток. Вона має забезпечувати дослідження таких динамічних характеристик системи (внутрішніх та зовнішніх ситуаційних факторів), що сприяють максимізації

ринкової вартості власного капіталу підприємства як узагальнюючого показника ефективності його діяльності.

Метою статті є математичне обґрунтування інноваційної діяльності високотехнологічного промислового підприємства у взаємодії з фінансово-кредитною установою на основі побудови імітаційної моделі з включенням блоків оптимізації.

Виклад основного матеріалу дослідження

Розглянемо взаємодію ВПП і ФКУ (рис. 1). Як видно зі схеми, ФКУ може виступати у високотехнологічному бізнесі в ролі акціонера та/або кредитора ВПП.

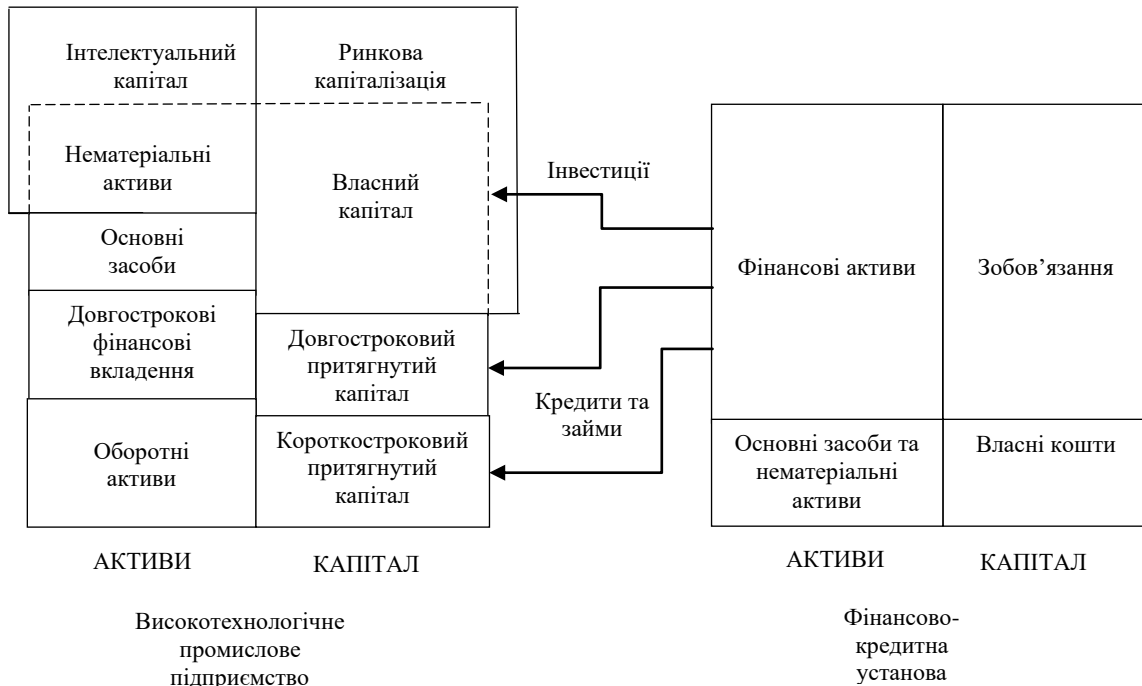


Рисунок 1. Схема взаємодії високотехнологічного промислового підприємства з фінансово-кредитною установою
Джерело: власна розробка авторів

Фінансова взаємодія ВПП та ФКУ є ефективною лише в тому випадку, якщо забезпечує економічні вигоди обом системам. Проведемо математичну формалізацію індивідуальних цілей цих систем.

1. Метою функціонування високотехнологічного промислового підприємства є наявність чи має бути максимізація вартості для власників (акціонерів), тобто економічної вигоди, що вони отримують від вкладення капіталу в це підприємство.

Вартість діючого підприємства (V_D) визначатимемо як суму балансової вартості чистих активів, доданої вартості у прогностичний період та ліквідаційної вартості у постпрогностичний період:

$$V_D = A_{\text{чист.0}} + V_{\text{прог}} + V_{\text{пост}}, \quad (1)$$

де $A_{\text{чист.0}}$ – балансова вартість чистих активів підприємства у в даний момент часу (на інтервалі $t=0$). Економічна додана вартість у прогностичний період розраховується за формулою:

$$V_{\text{прог}} = \sum_{t=1}^T \frac{(r_{\text{КВК}t} - \delta_{\text{КВК}t}) \cdot A_{\text{чист.t-1}}}{(1 + \delta_{\text{КВК}})^t}, \quad (2)$$

де T – тривалість прогностичного періоду,

$r_{\text{КВК}t}$ – рентабельність власного капіталу на інтервалі t ,

$\delta_{\text{КВК}t}$ – витрати на залучення власного капіталу,

$A_{\text{чист.t-1}}$ – балансова вартість чистих активів підприємства на інтервалі $t-1$.

Додана вартість у постпрогностичний період розраховується за формулою:

$$V_{\text{пост}} = \sum_{t=1}^T \frac{(r_{\text{КВК}t+1} - \delta_{\text{КВК}t}) \cdot A_{\text{чист.T}}}{\delta_{\text{КВК}} \cdot (1 + \delta_{\text{КВК}})^{T+1}}. \quad (3)$$

Основними параметрами у формулах (2) та (3) виступають рентабельність власного капіталу r_{KBK_i} , яка характеризує дохідність вкладення коштів власника в конкретне підприємство, і витрати на залучення капіталу δ_{KBK_i} , які є дохідністю альтернативного вкладення коштів власника в інше підприємство тієї ж галузі.

Тоді цільове завдання ВПП (підвищення ринкової вартості бізнесу), що визначається по кожному i -му інноваційному проєкту підприємства в кожен період часу t , може бути записана у вигляді наступної формули:

$$\max \left\{ F = \sum_{i=1}^n r_{KBK_i} - \sum_{i=1}^n \delta_{KBK_i} \right\}, \quad (4)$$

де i – вид інноваційного проєкту ВПП,

r_{KBK_i} – рентабельність вкладень власного капіталу в i -й інноваційний проєкт,

δ_{KBK_i} – витрати на залучення власного капіталу в i -й інноваційний проєкт.

2. Метою функціонування фінансово-кредитної установки є максимізація відсоткового доходу з урахуванням забезпечення стабільності структурності балансу. Остання умова є вкрай важливою для ФКУ, для якої характерні короткостроковий характер вимог та значний обсяг депозитів щодо власного капіталу. Це зумовлює необхідність мати оптимальне співвідношення ліквідних та довгострокових активів у кредитно-інвестиційному портфелі ФКУ.

У банківській практиці зазвичай використовують показник спред (англ. spread), який є різницею між середнім рівнем відсотка, отриманого на активи, що приносять дохід, та середнім рівнем відсотка, виплаченого за зобов'язаннями ФКУ:

$$s = \frac{\sum_{i=1}^n A_i^R \cdot k_i^{kp}}{\sum_{i=1}^n A_i^R} - \frac{\sum_{j=1}^m \Pi_j^R \cdot k_j^{dep}}{\sum_{j=1}^m \Pi_j^R}, \quad (5)$$

де i – вид кредитів ФКУ,

j – вид депозитів ФКУ,

A_i^R – чутливі до ризику активи виду i ,

Π_j^R – чутливі до ризику пасиви виду j ,

k_i^{kp} – кредитна ставка,

k_j^{dep} – депозитна ставка.

Тоді цільове завдання ФКУ (максимізація відсоткового доходу запишеться у вигляді наступної формули:

$$\max \left\{ F = \sum_{i=1}^n A_i^R \cdot k_i^{kp} - \sum_{j=1}^m \Pi_j^R \cdot k_j^{dep} \right\} \quad (6)$$

Математична формалізація цільових завдань двох досліджуваних нами економічних систем у вигляді формул (4) та (6) дозволяє перейти до побудови оптимізаційних моделей.

3. Оптимізаційна модель розвитку ВПП в умовах взаємодії з ФКУ може бути представлена у такому вигляді:

$$A_{\text{чист}} > 0, \quad (7)$$

$$A_{\text{об}} - \Pi_{\text{кр.зоб}} > 0, \quad (8)$$

$$k_{\text{л}}^{\min} \leq k_{\text{л}} \leq k_{\text{л}}^{\max}, \quad (9)$$

$$k_{\text{фін}} \leq k_{\text{фін}}^{\max}, \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^n r_{KBK_i} \geq 0, \quad (11)$$

$$\sum_{i=1}^n \delta_{KBK_i} \geq 0, \quad (12)$$

$$\text{opt} \left\{ F = f \left[r_{KBK_i}, \delta_{KBK_i} \right] \right\}, \quad (13)$$

де $A_{\text{чист}}$ – чисті активи,

$A_{\text{об}}$ – оборотні активи,

$\Pi_{\text{кр.зоб}}$ – короткострокові зобов'язання,

$k_{\text{л}}$ – коефіцієнт поточної ліквідності,

$k_{\text{фін}}$ – коефіцієнт фінансування.

Як цільову функцію розглядається максимізація економічної доданої вартості:

$$\max \left\{ F = \sum_{i=1}^n r_{KBK_i} - \sum_{j=1}^m \delta_{KBK_j} \right\}. \quad (14)$$

Інтерпретуємо модель (7)-(14) та пояснимо зміст сформульованих виразів.

Нерівність (7) є нормативне обмеження на величину чистих активів підприємства, що визначається шляхом віднімання із суми активів, що приймаються до розрахунку. Порядок визначення чистих активів для акціонерних товариств встановлюється положенням Міністерству фінансів України та Державною комісією з цінних паперів та фінансового ринку [6, 11].

Аналогічний сенс має нерівність (8), що відбиває позитивну величину власного оборотного капіталу підприємства як різницю між оборотними активами та короткостроковими зобов'язаннями.

Нерівність (9) накладає нормативні обмеження на коефіцієнт поточної ліквідності підприємства: $k_{л}^{\min}=2,0$ та $k_{л}^{\max}=2,5$.

Нерівність (10) визначає обмеження на коефіцієнт фінансування (ставлення позикових коштів до власного капіталу підприємства).

Нерівності (11) і (12) є умовами невід'ємності шуканих змінних, що описують розвиток ВПП, а вираз (13) є цільовою функцією F, вид якої описується рівнянням (14).

Слід зазначити, що склад нерівності в оптимізаційній моделі розвитку ВПП може змінюватись в залежності від вимог, що виникають у процесі практичного застосування моделі. При цьому у якості параметрів можуть використовуватися різні набори організаційно-економічних показників.

4. Оптимізаційна модель розвитку ФКУ в умовах взаємодії з ВПП може бути представлена у такому вигляді:

$$\sum_j \Pi_j^R (k_j^{\text{деп}}) \leq S_0, \quad (15)$$

$$\sum_i A_i^R (k_i^{\text{кред}}) \leq D_0 - K_{\text{вл.}}^{\text{н/л}}. \quad (16)$$

$$(1 - R^{\Pi}) \cdot \sum_{j=1}^m \Pi_j^R (k_j^{\text{деп}}) - (1 - R^A) \cdot \sum_{i=1}^n A_i^R (k_i^{\text{кред}}) + K_{\text{вл.}}^{\text{н/л}} \geq 0, \quad (17)$$

$$\sum_{i=1}^n A_i^R (k_i^{\text{кред}}) - \sum_{j=1}^m \Pi_j^R (k_j^{\text{деп}}) \leq g, \quad (18)$$

$$k_{л}^{\text{norm}} \cdot \sum_{i=1}^n A_i^R (k_i^{\text{кред}}) \leq k_{л}, \quad (19)$$

$$A_i^R (k_i^{\text{кред}}) \geq 0, \quad (20)$$

$$\Pi_j^R (k_j^{\text{деп}}) \geq 0, \quad (21)$$

$$\text{opt}\{F = f[\Pi_j^R (k_j^{\text{деп}}), A_i^R (k_i^{\text{кред}})]\}. \quad (22)$$

де S_0 – граничний прогнозний обсяг депозитів,

D_0 – граничний прогнозний обсяг кредитів,

$K_{\text{вл.}}^{\text{н/л}}$ – неліквідна частина власного капіталу,

R^{Π} – резерви, що відраховуються до НБУ,

R^A – резерви створювані з урахуванням ризику неповернення кредитів,

$k_{л}^{\text{norm}}$ – норматив ліквідності.

У якості цільових функцій можуть бути розглянуті:

а) максимум відсоткового доходу –

$$\max\{F = \sum_{i=1}^n A_i^R (k_i^{\text{кред}}) \cdot k_i^{\text{кред}} - \sum_{j=1}^m \Pi_j^R (k_j^{\text{деп}}) \cdot k_j^{\text{деп}}\}, \quad (23)$$

б) максимум відсоткового доходу з урахуванням ризику неповернення кредиту –

$$\max\{F = \sum_{i=1}^n \lambda_i A_i^R (k_i^{\text{кред}}) \cdot k_i^{\text{кред}} - \sum_{j=1}^m \Pi_j^R (k_j^{\text{деп}}) \cdot k_j^{\text{деп}}\}, \quad (24)$$

$$\lambda_i = f(k_i^{\text{кред}}); 0 \leq \lambda_i \leq 1.$$

Пояснимо зміст виразів (15)-(24), що входять до складу моделі. Нижні індекси i та j означають вид кредитів та депозитів ФКУ. При цьому вклади P_j^R виду j є нелінійної функцією депозитної ставки $k_j^{\text{деп}}$, а інвестиційні вкладення A_i^R виду i нелінійного залежить від кредитної ставки $k_j^{\text{кр}}$.

Нерівність (15) визначає обмеження за сумарною величиною вкладення коштів на депозитному ринку, які не можуть перевищувати граничну величину заощаджень S_0 , що розміщуються за прогнозом у депозити.

Нерівність (16) відбиває процес розміщення кредитних ресурсів з урахуванням як залучуваних пасивів, так і власного капіталу. При цьому нерозміщена в кредитах частина власного капіталу $K_{\text{вл.}}^{\text{н/л}}$, що має неліквідну форму (будівлі, споруди, обладнання тощо), але є потенційним резервом працюючих активів $\sum_{i=1}^n A_i^R$, шляхом спрямування в них коштів, отриманих під заставу, утворює другий доданок активів ФКУ. У цьому загальна величина розміщення кредитних ресурсів неспроможна перевищувати ємність інвестиційного ринку D_0 .

Нерівність (17) є балансом ФКУ виду $\Pi - A + K_{\text{вл.}} > 0$ і враховує норми обов'язкового резервування:

1) резерви, що відраховуються до НБУ, залежно від виду депозитів визначаються параметром-нормативом R^{Π} ;

2) резерви, створювані ФКУ з урахуванням ризику неповернення кредитів – змінною R^A .

У завдання введено обмеження (18) на показник геп (англ. gap), який у банківській практиці означає різницю між чутливими до зміни відсоткової ставки активами та пасивами. Це обмеження виконує роль стабілізатора кредитно-інвестиційної політики, при цьому передбачається, що A_i^R та P_j^R є активами та пасивами, які чутливі до зміни відсоткової ставки.

Обмеження на ліквідність, яке представлено в нерівності (19), включає до себе параметр-норматив $k_{\text{л}}^{\text{норм}}$. Нерівності (20) і (21) є умовами невід'ємності змінних, що описують стратегію розвитку ФКУ, а вираз (22) є цільовою функцією F , вид якої визначається конкретною постановкою завдання і може бути описаний, зокрема, рівняннями (23) і (24).

У запропонованій моделі параметри управління ВПП ($A_{\text{чист.}}$, $A_{\text{об.}}$, $P_{\text{кр.об.}}$, $k_{\text{л.}}$, $k_{\text{фін.}}$, $r_{\text{Квл.і.}}$, $\delta_{\text{Квл.і.}}$) та ФКУ ($k_j^{\text{деп}}$, $k_{\text{ji}}^{\text{кр}}$, R^{Π} , R^A , $k_{\text{л}}^{\text{норм}}$, g) змінюються у певному інтервалі, що визначається як впливами зовнішнього середовища, так і факторами управління.

У рамках сформульованої постановки завдання очевидно, що оптимізаційна модель (7)–(24) є нелінійною, а ряд її параметрів, у тому числі $r_{\text{Квл.і.}}$, $\delta_{\text{Квл.і.}}$, $A_i^R(k_j^{\text{кр}})$ та $P_j^R(k_j^{\text{деп}})$, важко піддаються формальному опису через вплив на них цілого ряду структурних факторів. До цих факторів належать рівень доходів, схильність до відкладеного попиту, змінна прибутковість залежно від альтернативних вкладень, економічне становище галузей, регіонів та підприємств, конкурентні пропозиції інших ФКУ тощо.

Як відомо, точне вирішення подібних нелінійних оптимізаційних задач виявляється досить складним, оскільки воно зазвичай вимагає створення спеціальних алгоритмів. Взаємодія ВПП та ФКУ характеризується великою кількістю параметрів, складним переплетенням інтересів, невизначеною структурою та численними цілями. Складність побудови моделей великих систем полягає насамперед у складності постановки чи формулювання завдання моделювання, що потребує комплексного системного опису найважливіших сторін об'єкта.

У подібних випадках використовують методи декомпозиції складного завдання на простіші локальні завдання та побудову імітаційних моделей отриманих таким чином підсистем. Імітаційні моделі дозволяють описати поведінку компонентів складної системи та взаємодію між ними. Розрахунки з цих програм за різних вихідних даних, дозволяють імітувати динамічні процеси, які відбуваються у реальній системі. Змінюючи вихідні дані моделювання, можна отримати достовірну інформацію щодо поведінки об'єкта у тій чи іншій ситуації. Ці дані згодом можуть бути використані для оптимізації управлінських рішень.

5. Розглянемо докладніше запропонований імітаційно-оптимізаційний підхід з урахуванням чинника часу. Укрупнений алгоритм розв'язання задачі на основі декомпозиції представлено на рис. 2.

Імітаційно-оптимізаційна модель взаємодії ВПП та ФКУ складається з двох великих блоків, кожен з яких визначає поведінку відповідної системи високотехнологічного промислового підприємства (ліва частина схеми) та фінансово-кредитної установи (права частина схеми). У свою чергу кожен із модулів розбивається на три основні блоки.

До складу модуля 1, який відповідає за імітацію діяльності ВПП входять:

блок 1.1. Імітація динаміки виручки від реалізації;

блок 1.2. Оптимізація використання власних та позикових коштів;

блок 1.3. Імітація узагальнюючого показника ринкової вартості ВПП.

До складу модуля 2, який відповідає за імітацію діяльності ФКУ, входять:

блок 2.1. Імітація динаміки ресурсів, що залучаються;

блок 2.2. Оптимізація розподілу кредитних та інвестиційних ресурсів;

блок 2.3. Імітація основних показників діяльності ФКУ.

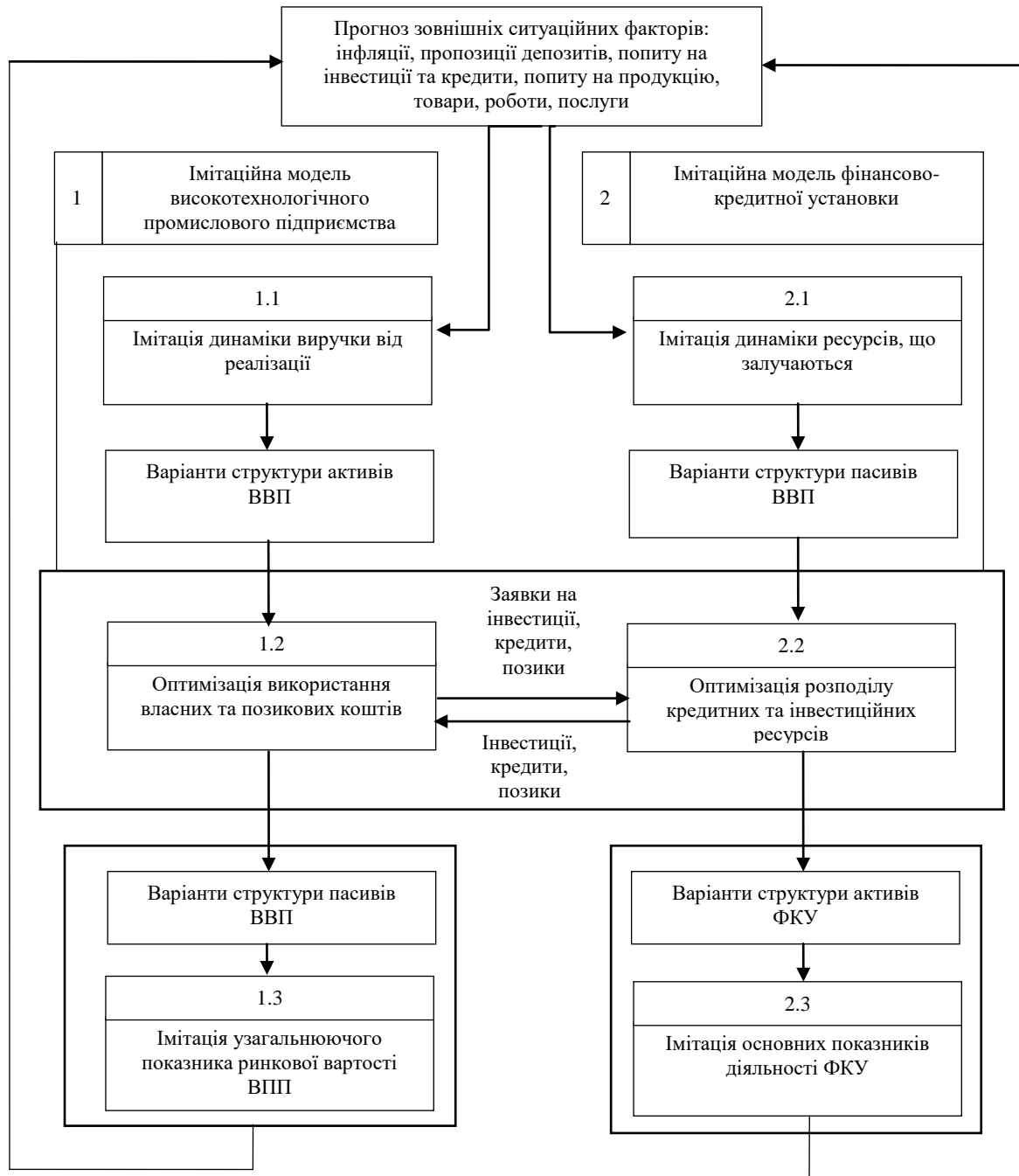


Рисунок 2. Структурна схема комплексу імітаційно-оптимізаційних моделей взаємодії високотехнологічного промислового підприємства з фінансово-кредитною установою
Джерело: власна розробка авторів

Обидва модулі використовують загальний «банк» даних, який забезпечує прогноз зовнішніх ситуаційних факторів (рівня та темпів інфляції, пропозиції депозитів, попиту на інвестиції та кредити, попиту на продукцію, товари, роботи та послуги).

Розкриємо зміст блоків модуля 1, що описують діяльність ВПП.

Блок 1.1 реалізує імітаційну модель динаміки виручки від наукомісткої інноваційної продукції підприємства. Цей блок забезпечує формування варіантів структури активів ВПП.

Блок 1.2 є оптимізаційною моделлю розподілу власних та позикових коштів, на виході якого формуються варіанти структури пасивів ВПП. Цільовою функцією є вираз (14).

Блок 1.3 реалізує імітаційну модель розрахунку узагальнюючого показника ринкової вартості ВПП відповідно до оптимального співвідношення власних та позикових коштів, отриманих у блоці 1.2. Отримане блоці 1.2 оптимальне рішення дозволяє розрахувати збільшення чистих активів $A_{\text{чист}}$.

Цим блоком закінчується цикл розрахунків і здійснюється перехід до блоку 1.1 на момент часу $t+1$. При цьому до блоку 1.1 надходить інформація про збільшення чистих активів, що отримана раніше з

блоку 1.3. Таким чином, цикл розрахунків замикається і повторюється далі кожного тимчасового кроку горизонту розгляду.

Аналогічно будується взаємодія блоків модуля 2, що описують діяльність ФКУ. Принциповою відмінністю є те, що спочатку модулюється структура пасивів виходячи з динаміки ринку депозитів, та потім – структура активів з урахуванням взаємодії з ВПП.

Блок 2.1 є імітаційною моделлю динаміки залучуваних кредитно-інвестиційних ресурсів. На основі прогнозу інфляції та динаміки ставки відсотка визначаються можливі значення ресурсів $\Pi_j^R(k_j^{\text{ден}})$ на ринку депозитів. При цьому можуть бути розглянуті як різні сценарії перебігу інфляції, так і можливі комбінації відсоткової політики НБУ та величину відповідних резервів R , а також з огляду на власний капітал K_{BK} можна визначити величину кредитних та інвестиційних ресурсів, тобто обсяг коштів, які ФКУ може спрямувати на операції інвестування та кредитування, у тому числі на фінансування ВПП.

Блок 2.2 є оптимізаційною моделлю розподілу кредитних та інвестиційних ресурсів з урахуванням заявок на інвестиції, кредити та позики від ВПП. Цільовою функцією може бути вираз (23) або (24).

Блок 2.3 реалізує імітаційну модель розрахунку основних показників функціонування ФКУ. Отримане в блоці 2.2 оптимальне рішення дозволяє розраховувати величину відсоткового доходу, загальних витрат, загального та чистого прибутку ФКУ, здійснювати розподіл прибутку та визначити збільшення власного капіталу K_{BK} .

Вирішення сформульованої задачі можна розглядати як пошук парето-оптимальних рішень в умовах багатокритеріальності. Як відомо, багатокритеріальна задача у ряді випадків може бути зведена до однокритеріальної, коли задаються бажані граничні значення ряду критеріїв, які включаються до системи обмежень оптимізаційної задачі, а оптимізація здійснюється по одному – найважливішому з них. Після знаходження всіх оптимальних значень вони аналізуються і остаточний компромісний варіант вибирається експертним шляхом з безлічі отриманих рішень.

Висновки

Отже, можна зробити висновок, що організація інноваційної діяльності високотехнологічного промислового підприємства та управління нею за сучасних умов, тобто з урахуванням особливостей кредитно-інвестиційної політики фінансово-кредитних організацій, навіть за зроблених нами припущеннях є складним нелінійним динамічним завданням. Його доцільно вирішувати декомпозиційним методом на основі побудови імітаційних моделей із включенням блоків оптимізації.

Abstract

The article attempts to solve the problem of mathematical justification of the organization of innovation in high-tech industrial enterprises in cooperation with financial institutions by decomposition method based on the construction of a set of simulation models with the inclusion of optimization units. The conceptual model of management of innovative activity of the high-tech enterprise in the conditions of interaction with financial and credit institution which allows to make the description of the basic dependences of their joint interaction in the aggregate form is formed and analyzed. It provides research on such dynamic characteristics of the system that help maximize the market value of the company's equity as a general indicator of the efficiency of its activities. Solving nonlinear optimization problems is quite difficult, as it requires the creation of special algorithms. The task is even more complicated when you consider that the parameters of function control depend on time. The interaction of a high-tech enterprise with a financial institution is characterized by a large number of parameters, uncertain structure and many goals. The difficulty of building a model of such systems is the correct statement or formulation of the modeling problem, which requires a comprehensive description of the most important aspects of the object. Thus, we can conclude that the organization of innovation of high-tech industrial enterprise and its management in modern conditions, i.e. taking into account the peculiarities of credit and investment policy of financial institutions, even under our assumptions is a complex nonlinear dynamic task. It is expedient to solve it by the decomposition method on the basis of construction of simulation models with the inclusion of optimization blocks.

Список літератури:

1. Бояринова К.О. Невизначеність та ризики в управлінні реалізацією інвестиційно-інноваційних проєктів підприємств. Економіка та держава. 2020. №2. С. 4-9. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6806.2020.2.4>.
2. Войтко С., Куксенко К. SWOT-аналіз сфери Hi-Tech технологій України. Актуальні проблеми економіки. 2018. №5-6 (203-204). С. 89-96.
3. Гужва І.Ю., Гончаренко К.О. Промисловість України: сучасні тенденції та фактори розвитку. Формування ринкових відносин в Україні. 2020. №1 (224). С. 18-24. DOI: 10.5281/zenodo.3699047.
4. Денисюк В. Високі технології і високонаукоємні галузі – ключові напрями в інноваційному розвитку. Економіст. 2004. №5. С. 76-81.

5. Євдокимов Ф.І., Лисяков В.П. Оцінка техніко-технологічного потенціалу високотехнологічного підприємства. Наукове видання ДонНТУ: Економічна серія. 2005. Вип. 97. С. 25-30.
6. Про акціонерні товариства: Закон України. Урядовий кур'єр. 2008. №202. С. 5-12.
7. Кузьменко О.В., Бойко А.О., Яровенко Г.М., Доценко Т.В. Сценарії реформування національної системи фінансового моніторингу. Економіка та держава. 2020. №1. С. 9-15. DOI: 10.32702/23066806.2020.1.9.
8. Маркіна І.А., Марчишинець С.М. Особливості формування інноваційно-інвестиційної політики промислових підприємств. Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України. 2019. Вип. 3(137). С. 58-62.
9. Мизгулин В.В., Косульников В.В., Карушников Р.М. Оптимизационный подход к имитационному моделированию микроструктур. Компьютерные исследования и моделирование. 2013. Т. 5. Вып. 4. С. 597-606.
10. Одотюк І.В. Економічні реалії державного регулювання високотехнологічного виробництва напередодні введення в дію нових умов господарювання. Проблеми науки. 2015. №9-10 (177-178). С. 2-9.
11. Принципи корпоративного управління (проект). Інвестгазета, 2008. №35(658). С. 10-31.
12. Юхименко Б.И. Методы оптимизации: учебное пособие. Одесса: Интерсервис, 2012. 268 с.

References:

1. Boyarinova, K.O. (2020). Insignificance of this risk in the management of the implementation of investment and innovation projects of enterprises. *Ekonomika ta derzhava*, 2, 4-9. DOI: 10.32702/2306-6806.2020.2.4 [in Ukrainian].
2. Voitko, S., & Kuksenko, K. (2018). SWOT-analysis of the field of Hi-Tech technologies in Ukraine. *Aktualni problemy ekonomiky*, 5-6 (203-204), 89-96 [in Ukrainian].
3. Huzhva, I.Yu., & Honcharenko, K.O. (2020). Industry of Ukraine: current trends and factors of development. *Formuvannya rynkovykh vidnosyn v Ukraini*, 1 (224), 18-24. DOI: 10.5281/zenodo.3699047 [in Ukrainian].
4. Denysiuk, V. (2004). High technologies and high-tech industries are key areas in innovative development. *Ekonomist*, 5, 76-81 [in Ukrainian].
5. Yevdokymov, F.I., & Lysiakov, V.P. (2005). Assessment of technical and technological potential of a high-tech enterprise. *Naukove vydannia DonNTU: Ekonomichna seriia*, 97, 25-30 [in Ukrainian].
6. About joint stock companies: Law of Ukraine (2008). *Uriadovyi kurier*, 202, 5-12 [in Ukrainian].
7. Kuzmenko, O.V., Boiko, A.O., Yarovenko, H.M., & Dotsenko, T.V. (2020). Scenarios for reforming the national financial monitoring system. *Ekonomika ta derzhava*, 1, 9-15. DOI: 10.32702/23066806.2020.1.9 [in Ukrainian].
8. Markina, I.A., & Marchyshynets, S.M. (2019). Features of formation of innovation and investment policy of industrial enterprises. *Sotsialno-ekonomichni problemy suchasnoho periodu Ukrainy*, 3 (137), 58-62 [in Ukrainian].
9. Mizgulyn, V.V., Kosulnikov, V.V., & Karushnikov R.M. (2013). Optimization approach to simulation modeling of microstructures. *Kompyuternye issledovaniya i modelirovanie*, 4, 597-606 [in Russian].
10. Odotiuk, I.V. (2015). Economic realities of state regulation of high-tech production on the eve of the introduction of new economic conditions. *Problemy nauky*, 9-10 (177-178), 2-9 [in Ukrainian].
11. Principles of corporate governance (project) (2008). *Investgazeta*, 35(658), 10-31 [in Ukrainian].
12. Yukhymenko, B.I. (2012). Optimization methods. Odessa: Interservis [in Russian].

Посилання на статтю:

Захарченко В.І. Імітаційно-оптимізаційне моделювання взаємодії високотехнологічного підприємства і фінансово-кредитної установи / В.І. Захарченко, С.В. Онешко // Економічний журнал Одеського політехнічного університету. – 2022. – № 2 (20). – С. 60-68. – Режим доступу до журн.: <https://economics.net.ua/ejopu/2022/No2/60.pdf>. DOI: 10.15276/EJ.02.2022.7. DOI: 10.5281/zenodo.7686331.

Reference a Journal Article:

Zakharchenko V.I. Simulation-Optimization Modeling of Interaction Between a High-Tech Enterprise and a Financial and Credit Institution / V.I. Zakharchenko, S.V. Oneshko // *Economic journal Odessa polytechnic university*. – 2022. – № 2 (20). – P. 60-68. – Retrieved from <https://economics.net.ua/ejopu/2022/No2/60.pdf>. DOI: 10.15276/EJ.02.2022.7. DOI: 10.5281/zenodo.7686331.

