

УДК 330.46: 553.9

М. Т. Краснюк,
 д. е. н., доцент, доцент кафедри інформаційних систем в економіці,
 Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана
 О. І. Гафич,
 аспірант, Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВИБОРУ ПЕРСПЕКТИВНИХ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ОБ'ЄКТІВ І ФОРМУВАННЯ ЕФЕКТИВНОГО ПОРТФЕЛЯ ПРОЕКТІВ НАФТОГАЗОВИДОБУВНОГО БІЗНЕСУ

М. Krasniuk,
 candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Economics Information Systems
 Department, Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman
 O. Gafich,
 graduate student, Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

SIMULATION OF THE PROCESS OF SELECTING PROMISING INVESTMENT PROJECTS AND THE FORMATION OF AN EFFICIENT PORTFOLIO OF OIL & GAS BUSINESS

Розглядаються принципи формування портфеля проектів видобувної компанії орієнтовано-го на отримання оптимальних фінансових результатів при допустимому корпоративному рівні ризику інвестиційного капіталу. Пропонується комплекс параметрів, за котрими перспективні об'єкти, претенденти включення до портфеля, повинні досліджуватись і порівнюватись між собою. Розроблено методичні засади економічного аналізу доцільності включення нових проектів до портфеля, їх впливу на параметри портфеля та рекомендації щодо порядку реалізації.

The principles of forming portfolio mining company focused on obtaining the best financial results at the corporate level acceptable risk capital investment. Proposed a set of parameters by which prospective facilities include candidates for the portfolio should be investigated and be compared to each other. Methodical principles of economic analysis of the feasibility of introducing new projects to the portfolio, their impact on the portfolio options and recommendations on the implementation.

Ключові слова: портфельне моделювання, порівняльний аналіз, геолого-економічна оцінка, ризику інвестування, зв'язана дохідність, відносна важливість, очікуваний прибуток, новий проект, бюджет на розвідку родовищ.

Key words: portfolio modeling, comparative analysis, geological and economic evaluation, investment risks, linked profitability, the relative importance, expected earnings, new project, budget for exploration.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АКТУАЛЬНІСТЬ ДОСЛІДЖЕННЯ. ЗВ'ЯЗОК АВТОРСЬКОГО ДОРОБКУ ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ТА ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Традиційно рішення про вибір і доцільність включення нових нафтогазоперспективних об'єктів до портфелю проектів видобувної компанії готуються спеціалістами чи управлінським персоналом підприємства, а результати їх діяльності головним чином залежать від фаховості і досвіду роботи. В зв'язку з цим існує потреба в розробці на-

уково обґрунтованих методів відбору нових проектів до портфеля, орієнтованої на аналіз ризиків інвестування та прогнозування оптимальних очікуваних економічних результатів зважених за ризик.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ ТА ВИДІЛЕННЯ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ, КОТРИМ ПРИСВЯЧУЄТЬСЯ ОЗНАЧЕНА СТАТТЯ

Теоретичні аспекти і проблеми застосування сучасних досягнень науки в портфельному моделюванні для

бізнесу в цілому, та геологорозвідувальної і нафтогазовидобувної галузей зокрема, висвітлені рядом авторів в роботах [1, с. 21—36; 2, с. 181; 3, с. 320; 4, с. 468; 5, с. 201]. Основна увага в них зосереджується на оцінюванні зв'язаного впливу нових проектів на економіку портфеля з врахуванням ризиків інвестування та невизначеності параметрів і достовірності даних про будову і запаси нафтогазоперспективних об'єктів.

Науково-методичні засади портфельного моделювання в галузі розвідки і розробки родовищ нафти та газу останніх років розвиваються за двома напрямками: аналізу статистичних даних пошукової і видобувної діяльності та математичних методів теорії ймовірності, ризикології і сценарного аналізу. Перший напрям розвивається переважно пострадянською школою дослідників. Основні його принципи і досягнення викладені в роботах [6, с. 111—115; 7, с. 19—27; 8, с. 46—53]. Вони базуються на статистичному аналізі результатів геологорозвідувальних робіт окремих регіонів з характерним для них ступенем розвіданості та підтвердженості запасів і умов залягання покладів вуглеводнів. Другий напрям розвивається, в основному, американськими і європейськими науковцями і фахівцями нафтового бізнесу та орієнтований на використання методів Bayesian аналізу, ймовірнісному моделюванні з врахуванням невизначеності інформаційних ресурсів і спричинених ними ризиків. Основні результати цих досліджень викладені в роботах [9, с. 708—714; 10, с. 606].

Ряд наукових праць присвячено проблемам практичного застосування результатів досліджень. Останні досягнення в використанні портфельного моделювання для розробки стратегії розвитку бізнесу нафтогазовидобувних підприємств розглядаються в монографії [11, с. 45—53]. Тенденції розвитку методів взаємозалежного імовірнісного аналізу групи різнорідних проектів та оцінювання результатів їх реалізації викладено в роботі [12, с. 1315—1335]. Можливості врахування ризиків як окремого проекту, так і його очікуваного впливу на результати реалізації портфеля, висвітлені в роботі [13, с. 201]. В роботі [14, с. 164] узагальнено методи прийняття рішень при формуванні і аналізі портфеля та показано шляхи практичного застосування результатів науково-методичних досліджень у нафтогазовій галузі. В роботах [15, с. 191; 16, с. 55—62] досліджено використання гібридних інтелектуальних методів та алгоритмів для підвищення ефективності інвестиційної діяльності нафтогазовидобувної компанії.

Однак, окремі питання науково-методичного характеру і практичного використання результатів дослідницьких робіт, у тому числі в умовах України, вимагають подальшого опрацювання. Зокрема це стосується задач стратегії формування портфеля проектів, обґрунтування параметрів відбору та методології аналізу нових проектів і їх впливу на структуру портфеля, обґрунтування черговості їх реалізації з метою оптимізації економічних результатів і ризиків інвестиційної діяльності компанії — оператора портфеля. Нижче подаються основні результати науково-дослідних робіт та методичні аспекти їх практичного застосування для вирішення задач створення збалансованого портфеля нафтогазовидобувної компанії.

НОВИЗНА, МЕТОДОЛОГІЧНЕ АБО ЗАГАЛЬНОНАУКОВЕ ЗНАЧЕННЯ, ВИКЛАДЕННЯ ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

На першому кроці проведемо дослідження ефективної стратегії формування інвестиційного портфеля.

Портфель проектів видобувної компанії повинен забезпечувати очікувані обсяги грошових потоків, корпоративний рівень прибутковості бізнесу при допустимому рівні ризику капіталу та ресурсний потенціал для стабільної роботи підприємства і його розвитку. Тому при відборі нових проектів і формуванні портфеля, потенційні об'єкти інвестування повинні аналізуватися та порівнюватися з проектами портфеля як окремо, так і в сукупності за рядом критеріїв. Основні з них це комерційна привабливість за показниками очікуваного доходу, капітальних вкладень, прибутковості і окупності; інфраструктурні умови, котрі характеризуються близькістю до нафтогазової інфраструктури району робіт, технологією освоєння запасів та часовими рамками налагодження їх промислової розробки; конкурентна позиція за запасами, ресурсним потенціалом і геологічними умовами їх залягання, рівнями видобутку; внутрішні ризики проектів — геотехнічні, промислові та екологічні.

Для інтегрованого аналізу даних у тому числі експертних, які є різнорідними і характеризуються невизначеностями, пропонується наступна стратегія формування портфеля нафтогазовидобувних проектів, основні засади якої показано на рисунку 1.

Вона базується на використанні вищезгаданих і ряду допоміжних критеріїв та оцінюванні їх важливості. В кожному конкретному випадку (за потреби), перелік параметрів може доповнюватись, а вагові коефіцієнти корегуватись. Відносна важливість критеріїв (вказана на рис. 1), за якими повинен формуватись портфель проектів видобувної компанії, розроблена для умов України, зокрема її основного нафтогазовидобувного регіону — Дніпровсько-Донецької западини.

На даній стадії формування портфеля проектів можуть бути застосовані і математичні методи моделювання. Розглянемо послідовність пропонованих до портфеля проектів $i = 1, 2, \dots, N$, для яких відшкодування за ризик $BP(i; Y_i)$ розраховане, як функція оптимальної дольової участі в проекті Y_i за допустимого корпоративного ризику PP . Зауважимо, що для їх розрахунку було оцінено вартість кожного з проектів P_i , затрати B_i , імовірність успіху P_{yi} і допустимий ризик PP . Беручи до уваги базові положення теорії ймовірності та згідно з основними принципами її застосування для аналізу очікуваної вартості нафтогазовидобувного проекту, викладеними в роботі [10, с. 606] його очікувана вартість буде описуватись наступним рівнянням:

$$E_i = P_{yi}P_i - P_{ni}B_i,$$

де $P_{ni} = 1 - P_{yi}$ — імовірність невдачі.

Стандартна похибка δ_i очікуваної вартості буде:

$$\delta_i = |(P_i + B_i)|(P_{yi}P_{ni})^{1/2}, \text{ а дисперсія } v_i = \delta_i/|E_i|.$$

Виходячи з наведеного вище, можуть бути розраховані два наступні параметри, котрі визначають цінність проекту в портфелі:

— відносна важливість;

— дохідність.

Відносна важливість (ВВ) проекту в співвідношенні з іншими проектами, може бути записана, як:

$$BB_i(Y) = \frac{BP(i; Y)}{\sum_{j=1}^N BP(j; Y)} \quad (\text{не зважена})$$

чи зважена стосовно дисперсії, як

$$BB_i(Y) = \frac{\{BP(i; Y)/v_i\}}{\sum_{j=1}^N \{BP(j; Y)/v_j\}}.$$



Рис. 1. Стратегія формування портфеля проектів нафтогазовидобувної компанії

Доходність (Д) можна описати формулами:

$$D_i = VP(i; U_i) \quad (\text{незважена}),$$

$$\text{чи } D_i = \frac{VP(i; U_i) / v_i}{\sum_{j=1}^N 1/v_j} \quad (\text{зважена}).$$

$$\text{Звідси } D = \sum_{j=1}^N D_j.$$

Вищеописані параметри можуть бути використані як додаткові для оцінки їх впливу на консолідовані показники портфеля.

Проаналізуємо раціональний вибір параметрів для аналізу впливу нових проектів на інвестиційний портфель.

Особливість розгляду проектів у портфелі є необхідність системного порівняльного дослідження параметрів, за якими вони аналізуються. Нижче подаються результати досліджень щодо вибору найбільш оптимальних показників для портфельного аналізу. Технічні і економічні параметри проектів, котрі аналізуються, рекомендується систематизувати за наступними групами:

— Запаси: середні очікувані та діапазон їх можливої зміни. Більш доцільно використовувати дані імовірнісної оцінки (найбільш імовірні — P50, а діапазон зміни буде знаходитись в межах P90 — P10: мінімально і максимально можливі). Важливо також оцінити, як буде впливати кількісна оцінка шансу геологічного успіху на середню величину запасів. Для цього пропонується використовувати добуток величини запасів і ймовірності відкриття родовища.

— Інвестиційні параметри такі, як розмір і ефективність інвестицій, рівень ризику та відшкодування за ризик і оптимальний процент участі в проекті.

— Економічні параметри, головними з яких є найбільш імовірні значення чистих накопичених грошових потоків (NPV), їх дисконтованих величин (DNPV) та очікувана зважена за ризик вартість проекту (ENPV), внутрішня норма рентабельності (IRR) і інші в т.ч. питомі показники з розрахунку на одиницю продукції — тону умовного палива (1 т у.п.).

— Фінансові параметри, до яких належить розмір капітальних вкладень (CAPEX), експлуатаційні витрати (OPEX) мінімальні від'ємні значення грошових потоків та невідшкодовані втрати у випадку отримання негативного результату геологорозвідувальних робіт (ГРР).

У залежності від типу проектів що аналізуються, ступеня їх реалізації і інших характеристик, вибір параметрів може доповнюватись. Найбільш оптимальний їх перелік подано в таблиці 1.

Проекти повинні відбиратись і аналізуватись як за абсолютними показниками, так і за результатами оцінювання їх значень зважених за ризик.

Проведем аналіз економічної доцільності включення нових інвестиційних проектів до портфелю.

З метою обґрунтування методичних засад аналізу, сформуємо синтетичний портфель проектів, що складається з діючих родовищ А, В, С, D та двох перспективних об'єктів (нові проекти). Пропонована послідовність дій зводиться до наступного. На першому етапі проводиться аналіз основних техніко-економічних параметрів і очікуваних результатів проектів. Результати цього аналізу наведено в таблиці 2. В якості основного технічного показника, вибрано існуючі і прогностні рівні видобутку нафти і газу з родовища. Головні інвестиційні параметри — це капітальні вкладення в ГРР і облаштування родовищ. В якості економічного критерію, вибрано NPV кожного з проектів.

Початковий етап порівняльного аналізу за проектами, пропонується проводити з допомогою графічного зображення розміру капітальних вкладень та відповідних їм значень прогнозованих чистих доходів. Приклад такого порівняння за результатами моделювання в програмному комплексі ASSET, компанії IHS Energy (США) наведено на рисунку 2.

Для поглибленого аналізу грошових потоків, будь-якого з нових проектів, може бути застосований метод аналізу часових графіків їх реалізації. На рисунку 3 наведено динаміку зміни основних економічних результатів

Таблиця 1. Оптимальний набір параметрів для порівняльного аналізу при виборі нових проектів для портфельного моделювання

Технічні (геологічні)	Інвестиційні	Комерційні	Економічні
Без врахування невизначеностей і ризиків			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Запаси видобувні (P10, P50, P90, P10/P90). ▪ Глибини залягання. ▪ Складність геологічної будови 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Очікувані інвестиції. ▪ Втрати при невдачі. ▪ Коефіцієнт ефективності інвестицій 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Коефіцієнт ефективності затрат на ГРП. ▪ Наявність нафтогазової інфраструктури 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ NPV. ▪ DNPV. ▪ IRR. ▪ Витрати на ГРП/1 т у.п. ▪ CAPEX/1 т у.п. ▪ OPEX/1 т у.п.
З врахуванням невизначеностей і ризиків			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ризикові запаси. ▪ Шанс на геологічний успіх 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Зважена імовірність позитивного економічного результату. ▪ Розмір ризикового капіталу. ▪ Коефіцієнт повернення ризику 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Шанс на комерційний успіх. ▪ Оптимальна дольова участь у проекті. ▪ Рівень ризику. ▪ Окупність та період отримання стабільних прибутків. ▪ Відносна важливість проекту 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Шанс на економічний успіх. ▪ Очікуваний чистий дохід. ▪ Відшкодування за ризик. (NPV10 - NPV90)/NPV50

Таблиця 2. Основні техніко-економічні параметри портфеля

Родовище	NPV, дисконт. (15%)	Витрати на дослідження, млн USD	Витрати на розробку, млн USD	Загальні витрати, млн USD	Видобуток нафти, млн т	Видобуток газу, 1000 м ³
A	473,67	0,00	300,00	300,00	315,00	0,00
B	133,09	20,00	160,00	185,00	55,51	0,00
C	98,86	20,00	160,00	185,00	55,51	0,00
D	66,84	20,00	160,00	185,00	55,51	0,00
Новий проект 1	6,90	4,68	120,59	165,32	45,45	37,91
Новий проект 2	5,45	20,00	160,00	185,00	55,51	0,00
Всього	784,80	84,68	1 060,59	1 205,32	582,50	37,91

одного з нових проектів (новий проект 2), а саме: доходу, накопиченого грошового потоку, прибутків після сплати податків, рентних платежів і вирахувань та експлуатаційних витрат.

Аналіз очікуваних прибутків проекту — претендента включення до портфеля вказує на те, що їх рівень критично знижується після сплати податків і рентних платежів, а капітальні вкладені є високими в порівнянні до інших про-

ектів. Виникає запитання, як будуть змінені економічні параметри портфеля у випадку включення даного проекту.

Для подальшого аналізу ефективності нового проекту в портфелі, необхідно провести консолідоване моделювання за наступними варіантами:

- портфель проектів без нового проекту;
- новий проект;
- портфель, включаючи новий проект.

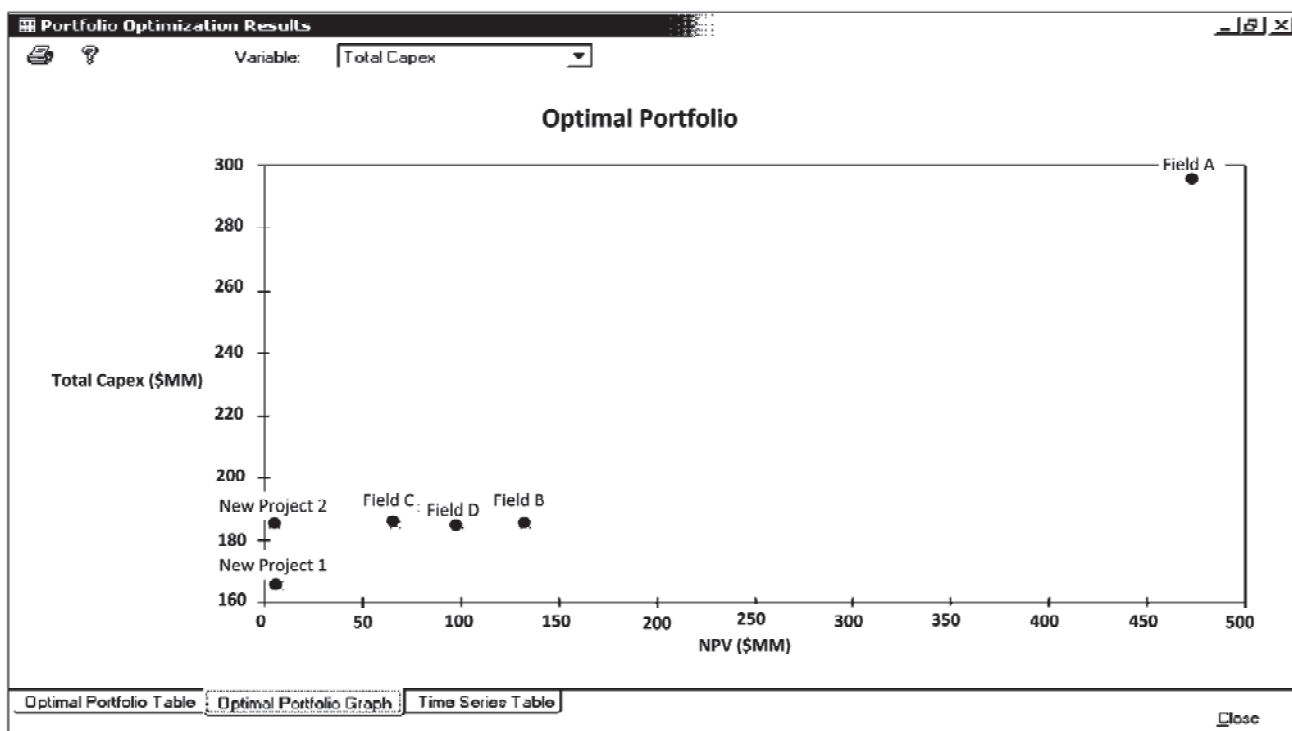


Рис. 2. Графічне зіставлення CAPEX та NPV портфеля проектів

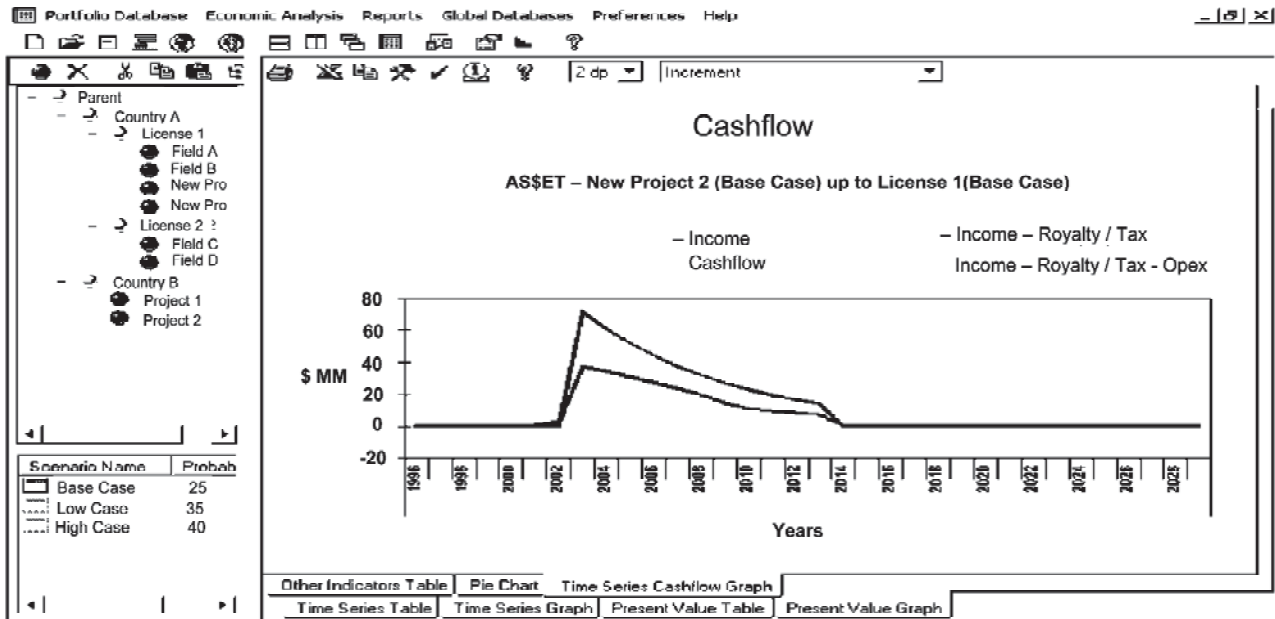


Рис. 3. Часові графіки грошових потоків нового проекту

Аналіз результатів доцільно проводити за основними техніко-економічними параметрами, наведеними в таблиці 3. Для забезпечення порівнюваності результатів оцінювання за проектами, використані питомі значення їх економічних показників.

В якості ефективного методу оцінювання невизначеностей нових проектів, пропонується застосування розширеного дерева рішень та Монте-Карло моделювання. В подальшому, визначені за даними ймовірнісного моделювання економічні параметри проектів, рекомендується аналізувати з врахуванням ймовірності всіх варіантів їх реалізації. Приклад результатів оцінювання варіантів розвитку нового проекту з врахуванням їх ймовірності, представлених у графічному вигляді, наведено на рисунку 4.

Проведемо оптимізацію графіку реалізації проектів в портфелі (зниження ризиків, оптимізація доходності).

Портфель проектів нафтогазовидобувної компанії, як правило, поруч з діючими родовищами включає ряд нових проектів з пошуків та розвідки нових родовищ вуглеводнів, завдяки яким формуються перспективні ресурси підприємства, котрі є основою її стабільної прибуткової діяльності і розвитку. Однак реалізація нових проектів потребує значних капіталовкладень на умовах високого ризику для відкриття родовища та оцінювання обсягів і структури його запасів. У середньому коефіцієнт успішності відкриття родовища на нових об'єктах, як правило, не перевищує 0,3—0,4, а інвестиції для його відкриття можуть скласти від десятків до сотень мільйонів гривень і більше. У разі невдачі (в межах перспективного об'єкту відсутні поклади вуглеводнів) невідшкодовані втрати за проектом можуть привести до суттєвого зниження прибутковості видобувного підприємства, чи навіть до катастрофічних економічних наслідків його діяльності. У випадку одночасної реалізації декількох проектів пошуку нових родовищ, ця проблема стає ще більш гострою. Звідси випливає необхідність рознесення в часі критичних мінімумів накопичених грошових потоків для кожного з проектів, за якими здійснюється інвестиційна діяльність для мінімізації ризику та оптимізації фінансових результатів

портфеля в цілому. Покажемо можливість її реалізації на прикладі результатів моделювання. Портфель проектів створено таким чином, щоб наочно показати типові ситуації, котрі можуть мати місце при його формуванні в реальному бізнес-середовищі. Для кожного з проектів проведено роботи з геолого-економічного аналізу, описані вище. Для наочності порівняльного аналізу пропонується, окрім табличних даних, використовувати графічні залежності, котрі б відображали, як зіставляються ризики і очікувані доходи кожного з пропонуваних до портфеля проектів. На рисунку 5 показана залежність дисперсії портфеля проектів від величини їх очікуваної чистої вартості. Як видно з рисунка, проекти в портфелі можна розділити на три групи:

- 1) низькоризикові (a, b, c, d, o);
- 2) середньоризикові (e, f, i);
- 3) високоризикові (j, k, l, m, n).

За логікою формування портфеля, високо ризикові проекти повинні бути виключені. Однак для них, в ряді випадків, коли очікується суттєвий приріст запасів, характерні і максимальні очікувані доходи. Мінімізація технічних ризиків при реалізації високоризикових проектів за умови отримання оптимальних позитивних економічних параметрів портфеля, може бути досягнута об'єднанням проектів, котрі повинні реалізовуватися одночасно. Так, наприклад, низько ризиковий проект С (відкрите родовище) з економічно рента-

Таблиця 3. Результати впливу нового проекту на параметри портфеля

Показники	Портфель проектів без нового проекту	Новий проект	Портфель включаючи новий проект
Загальні запаси, млн т у.п.	15,76	6,45	22,21
Експлуатаційні витрати, млн USD	689,63	287,04	976,67
Витрати на дослідження, млн USD	23,27	31,27	54,54
Витрати на освоєння, млн USD	544,42	68,18	612,60
Інші витрати, млн USD	33,03	35,03	68,06
Середня ціна за 1 т у.п., USD	380	385	381
Експлуатаційні витрати на 1 т у.п., USD	10,20	11,04	10,34
Витрати на ГРП на 1 т у.п., USD	0,36	0,42	0,39
Витрати на освоєння на 1 т у.п., USD	8,04	8,52	8,28
Інші витрати на 1 т у.п., USD	0,48	0,48	0,48
Окупність проекту, роки	5	9	6
Тривалість проекту, роки	34	35	38

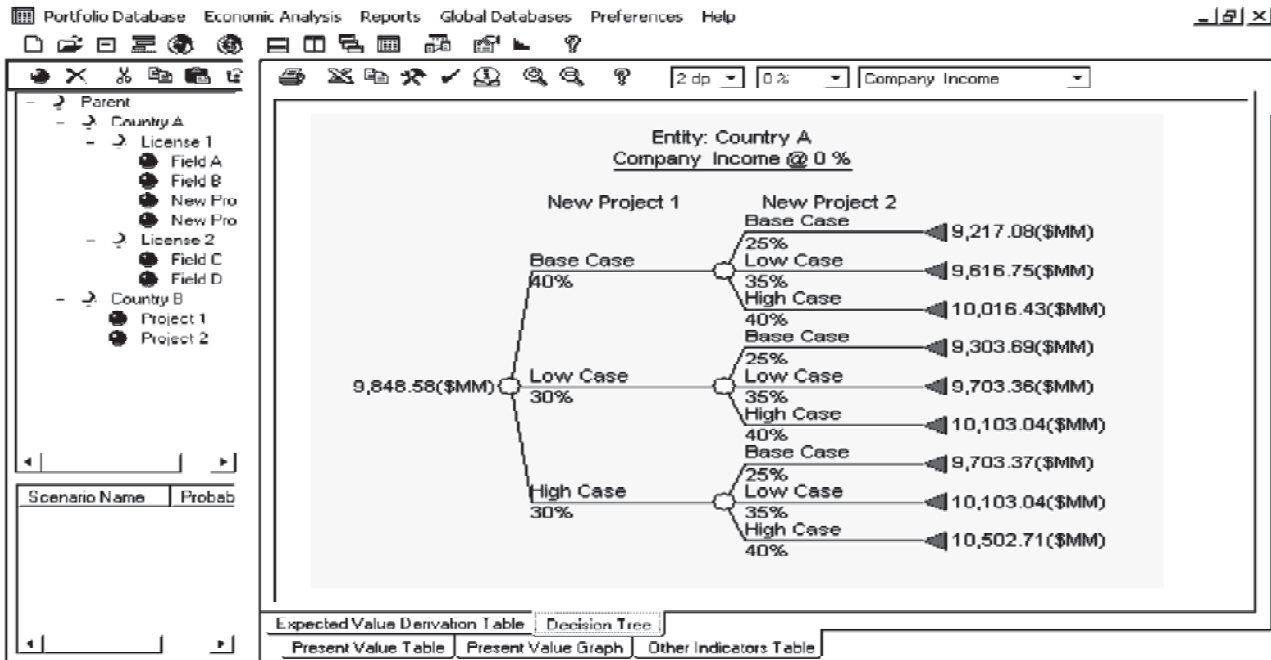


Рис. 4. Результати моделювання очікуваної вартості нових проектів

большими запасами, що забезпечують середні для компанії показники доходності, може бути об'єднаний з високо ризиковим проектом (буріння глибокої пошукової свердловини в новому нафтогазовидобувному районі), котрий, в разі успіху, дозволить значно збільшити корпоративні активи в результаті відкриття значного за запасами родовища.

За цим же принципом може бути відібрана будь-яка інша пара проектів за умови, що піки їхніх інвестиційних програм на геологорозвідувальні роботи і пошукове буріння (основний ризик втрати капіталу) будуть розведені в часі. Разом з цим, пару проектів (наприклад (i) і (m)) не рекомендується одночасно включати до портфеля, оскільки висока дисперсія їх техніко-економічних параметрів, може суттєво підвищити ризик бізнесу компанії в цілому. Обмеженням у виборі кількості проектів портфеля повинен бути бюджет на геологічну розвідку та допустимі корпоративні рівні загальної доходності і ризику.

ГОЛОВНІ ВИСНОВКИ

Моделювання процесу відбору нових проектів до портфеля і пропонувані методичні засади аналізу їх впливу на ефективність реалізації портфеля проектів у цілому дозволяє досягнути мінімального від'ємного значення об'єднаного грошового потоку та забезпечити стабільно високий рівень доходів оператора портфеля, враховуючи ризики та особливості кожного з проектів.

Пропонувані методичні засади економічного аналізу доцільності включення нового проекту до портфеля нафтогазовидобувного підприємства, дозволяють більш ефективно досліджувати вплив кожного з проектів на параметри портфеля, оптимізувати процес їх реалізації з урахуванням поточних рівнів ризику і невизначеностей їх техніко-економічних показників.

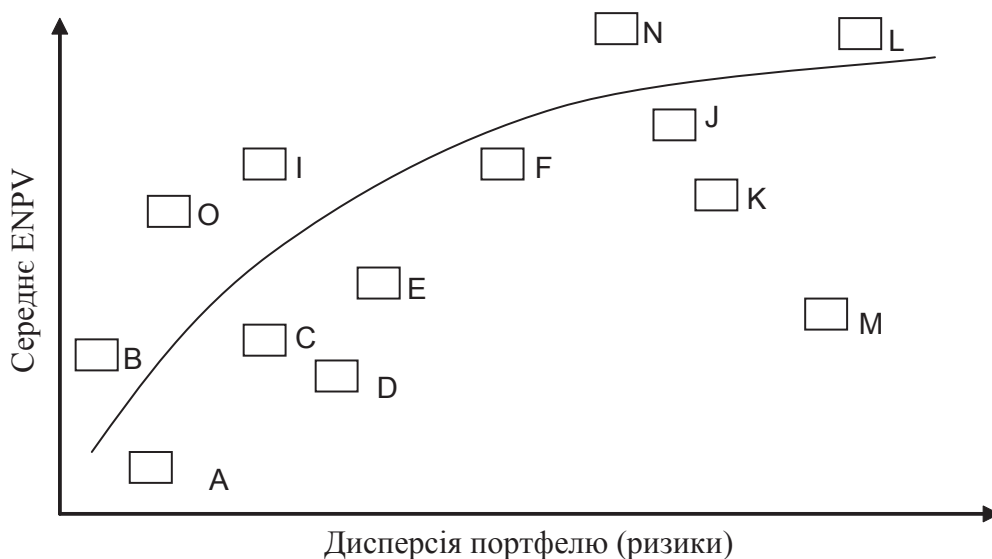


Рис. 5. Зіставлення величин очікуваної чистої вартості і ризиків проектів в портфельному моделюванні

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Результати, викладені в статті є частиною загального напрямку досліджень щодо розробки методичних засад вибору і інвестиційного оцінювання інвестиційних об'єктів, імітаційного моделювання очікуваних результатів їх освоєння та створення, на цій основі, моделей техніко-економічного аналізу проєктів розвідки і розробки родовищ нафти та газу в умовах невизначеності і ризику, як складових вдосконалення існуючої системи підтримки прийняття рішень в управлінні геологорозвідувальною і нафтогазовидобувною діяльністю.

Результати проведених досліджень можуть бути впроваджені як державними, так і приватними корпораціями та знайдуть практичне застосування при інвестиційному оцінюванні перспективних об'єктів та аналізі шляхів оптимізації їх техніко-економічних параметрів і фінансових результатів.

Література:

1. Черняк О.І., Камінський А.Б. Історія та перспективи розвитку сучасної портфельної теорії // Економічна кібернетика. — 2004. — №3—4. — С. 21—36.
2. Вітлінський В.В. Моделювання раціональної структури портфеля // Машинна обробка інформації. — 1996. — Вип. 58.
3. Хургин Я.И. Проблемы неопределенности в задачах нефти и газа. — Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004. — 320 с.
4. Dixit A., Pindyck R. Investment Under Uncertainty: Princeton University Press, Princeton, 1994. — 468 p.
5. Lerche I., Mac Kay J. Economic Risk in Hydrocarbon Exploration: Academic Press, USA, 2009. — 201 p.
6. Завялов В.М., Кучма Л.М. Об учете геологических вероятностных показателей поисково-разведочных работ при геолого-экономической оценке перспективных нефтегазоносных объектов // Збірник наукових праць УкрДГРІ. — 2008. — № 4. — С. 111—115.
7. Рабинович А.А. Использование коэффициентов успешности и подтверждаемости при анализе и прогнозировании геологоразведочных работ // Геология нефти и газа. — № 1, — 1990. — С. 19—27.
8. Євдошук М.І., Бардін О.О., Кравченко І.В. і ін. Методологія визначення ризиків в оцінці рейтингу потенційно нафтогазоносних структур // Геоінформатика. — 2007. — № 1. — С. 46—53.
9. Campbell J., Optimization of Capital Expenditures in Petroleum Investment, Journal of Petroleum Technology. — July. — 2012. — P. 708—714.
10. Newendorp P., Schuyler F. "Decision Analysis for Petroleum Exploration". Colorado, USA, 2010. — 606 p.
11. Howell J., Tyler P. Using portfolio analysis to develop corporate strategy: SPE Paper 68576, Society of Petroleum Engineers Hydrocarbon Economics and Evaluation Symposium, Dallas, Texas. — April 2—3. — 2001. — P. 45— 53.
12. Van Wees, Harold Mijnlief, John Lutgert, Jeremy Breunese, Charls Bos, Peter Rosenkranz, Frank Neele, 2008, A Bayesian belief network approach for assessing the impact of exploration prospect interdependency: An application to predict gas discoveries in the Netherlands: AAPG Bulletin. — V. 92. — no. 10. — P. 1315— 1335.
13. Lerche I., Jeremy Mac Kay. Economic Risk in Hydrocarbon Exploration: Academic Press, USA, 2009. —201 p.
14. Rouse P. Risk Analysis and Management of Petroleum Exploration Ventures: AAPG, Tulsa, Oklahoma, USA, 2011. — 164 p.

15. Краснюк М.Т. Нечіткі орієнтовані на знання засоби підтримки прийняття інвестиційних рішень нафтогазовидобувної компанії // Економіка та підприємництво: Зб. наук. праць молодих учених та аспірантів. — Вип. 9 / Відп. ред. С.І. Дем'яненко. — К.: КНЕУ, 2002. — С. 191— 198.

16. Краснюк М.Т. Економіко-математичне моделювання нафтогазової компанії як цілісної складної специфічної системи // Моделювання та інформаційні системи в економіці: Міжвідом. наук. зб. Вип. 69 / Відп. ред. М.Г. Твердохліб. — К.: КНЕУ, 2003. — С. 55—62.

References:

1. Cherniak, O.I. and Kamins'kyj, A.B. (2004), "History and prospects of modern portfolio theory", Ekonomichna kibernetyka, vol. 3—4, pp. 21—36.
2. Vitlins'kyj, V.V. (1996), "Modeling rational structure of the portfolio", Mashynna obrobka informatsii, vol. 58, p. 181.
3. Hurgin, J.I. (2004), Problemy neopredelennosti v zadachah nefiti i gaza [The problems of uncertainty in objectives gas and oil production], Institut komp'juternyh issledovanij, Moscow, Russia.
4. Dixit, A. and Robert, P. (1994), Investment Under Uncertainty, Princeton University Press, Princeton, USA.
5. Lerche, I. and Jeremy, M.K. (2009), "Economic Risk in Hydrocarbon", Exploration: Academic Press, USA, p. 201.
6. Zavjalov, V.M. and Kuchma, L.M. (2008), "On account of the probability of geological indicators of exploration with geological and economic evaluation of promising oil and gas facilities", Zbirnik naukovih prac' UkrDGRI, vol. 4, pp. 111—115.
7. Rabinovich, A.A. (1990), "Using the coefficients of success and verifiability in the analysis and forecasting of geological exploration", Geologija nefiti i gaza, vol. 1, pp. 19—27.
8. Yevdoschuk, M.I. Bardin, O.O and Kravchenko, I.V. (2007), "Methodology to assess the risk rating of the potential oil and gas structures", Heoinformatyka, vol. 1, pp. 46—53.
9. Campbell, J. (2012), "Optimization of Capital Expenditures in Petroleum Investment", Journal of Petroleum Technology, vol. 7, pp. 708—714.
10. Paul, N. and Frank, S. (2010), "Decision Analysis for Petroleum Exploration", Colorado, USA.
11. Howell, J. and Paul, T. (2001), "Using portfolio analysis to develop corporate strategy", SPE Paper 68576, Society of Petroleum Engineers Hydrocarbon Economics and Evaluation Symposium, Dallas, Vol. Texas, April 2—3, pp. 45—53.
12. Wees, V. Mijnlief, H. Lutgert, J. Breunese, J. Bos, C. Rosenkranz, P. and Neele, F. (2008), "A Bayesian belief network approach for assessing the impact of exploration prospect interdependency: An application to predict gas discoveries in the Netherlands", AAPG Bulletin, vol. 92, pp. 1315—1335.
13. Lerche, I. and MacKay, J. (2009), "Economic Risk in Hydrocarbon Exploration", Academic Press, USA.
14. Rouse, P. (2011), Risk Analysis and Management of Petroleum Exploration Ventures, AAPG, Tulsa, USA.
15. Krasniuk, M.T. (2002), "Fuzzy oriented knowledge means to support investment decision-making oil companies", Ekonomika ta pidpriemnytstvo: Zb. nauk. prats' molodykh uchenykh ta aspirantiv, vol. 9, pp. 191—198.
16. Krasniuk, M.T. (2003), "Economic modeling as an integrated oil and gas company specific complex systems", Modeliuvannia ta informatsijni systemy v ekonomitsi: Mizhvidom. nauk. zb., vol. 69, pp. 55—62.

Стаття надійшла до редакції 06.04.2016 р.