

НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ ДИНАМІЧНОГО АНАЛІЗУ НЕВИЗНАЧЕНОСТЕЙ І РИЗИКІВ НАФТОГАЗОВИДОБУВНИХ ПРОЄКТІВ І ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ З ЇХ РЕАЛІЗАЦІЇ

ГАФИЧ О. І.

УДК 330.46:553.98

Гафич О. І. Научно-методические основы построения системы динамического анализа неопределенностей и рисков нефтегазовидобывающих проектов и поддержки принятия решений по их реализации

Розглядаються основні принципи побудови інформаційної системи підтримки прийняття рішень (СППР) процесу розвідки та розробки родовищ нафти і газу. Пропонується система, що базується на міждисциплінарному аналізі даних і оперативній оцінці нової інформації, яка надходить у ході реалізації проєктів з точки зору її впливу на діапазон зміни невизначеностей нафтогазовидобувних проєктів та існуючі рівні ризику. Особливістю системи, що пропонується, полягає в застосуванні методів стохастичного моделювання невизначеностей параметрів проєкту і пов'язаних з ними ризиків та їх кількісному оцінюванні. Ймовірнісне моделювання і динамічний аналіз невизначеностей дозволяють оптимізувати управлінські рішення з урахуванням взаємозв'язку можливих ризиків і техніко-економічних параметрів проєктів. Запропоновано алгоритми ідентифікації та аналізу ризиків і розробки та прийняття рішень, що базуються на динамічному аналізі даних, вірогідному моделюванні невизначеностей і пов'язаних з ними ризиків. Розглянуто основні завдання наукових досліджень з удосконалення запропонованої динамічної системи підтримки прийняття рішень у геологорозвідувальній і нафтогазовидобувній галузях виробництва та методи їх реалізації.

Ключові слова: нафтогазовидобувний проєкт, інформаційна невизначеність, стохастичне моделювання, міждисциплінарний аналіз даних, геолого-економічна оцінка, рівень ризику, управління ризиками, оптимізація рішень.

Рис.: 6. Бібл.: 16.

Гафич Олег Іванович – аспірант, кафедра інформаційних систем в економіці, Київський національний економічний університет ім. В. Гетьмана (пр. Перемоги, 54/1, Київ, 03068, Україна)

E-mail: oleg.gafych@gmail.com

УДК 330.46:553.98

Гафич О. И. Научно-методические основы построения системы динамического анализа неопределенностей и рисков нефтегазовидобывающих проектов и поддержки принятия решений по их реализации

Рассматриваются основные принципы построения информационной системы поддержки принятия решений (СППР) процесса разведки и разработки месторождений нефти и газа. Предлагается система, которая базируется на междисциплинарном анализе данных и оперативной оценке новой информации, поступающей в ходе реализации проектов с точки зрения ее влияния на диапазон изменения неопределенностей нефтегазовидобывающих проектов и существующих уровней риска. Особенность предлагаемой системы состоит в применении методов стохастического моделирования неопределенностей параметров проекта и связанных с ними рисков и их количественном оценивании. Вероятностное моделирование и динамический анализ неопределенностей позволяют оптимизировать управленческие решения с учетом взаимосвязи возможных рисков и технико-экономических параметров проектов. Предложены алгоритмы идентификации и анализа рисков, разработки и принятия решений, базирующихся на динамическом анализе данных, вероятностном моделировании неопределенностей и связанных с ними рисков. Рассмотрены основные задачи научных исследований по усовершенствованию предлагаемой динамической системы поддержки принятия решений в геологоразведочной и нефтегазовидобывающей отраслях производства, а также методы их реализации.

Ключевые слова: нефтегазовидобывающий проект, информационная неопределенность, стохастическое моделирование, междисциплинарный анализ данных, геолого-экономическая оценка, управление рисками, оптимизация решений.

Рис.: 6. Библ.: 16.

Гафич Олег Иванович – аспирант, кафедра информационных систем в экономике, Киевский национальный экономический университет им. В. Гетьмана (пр. Победы, 54/1, Киев, 03068, Украина)

E-mail: oleg.gafych@gmail.com

UDC 330.46:553.98

Gafich O. I. Scientific and Methodical Foundations of Building up a System of Dynamic Analysis of Uncertainties and Risks of the Gas-and-Petroleum Producing Projects and Support of Making Decisions on their Realisation

The article considers main principles of building up an information system of support of making decisions on the process of exploring and development of petroleum and natural gas deposits. It offers a system that is based on an inter-disciplinary analysis of data and operative assessment of new information that is received in the course of projects realisation from the point of view of its impact on the range of changes of uncertainties of the gas-and-petroleum producing projects and existing levels of risk. Specific feature of the proposed system lies in application of methods of stochastic modelling of uncertainties of parameters of a project and project-connected risks and their quality assessment. Probabilistic modelling and dynamic analysis of uncertainties allow optimisation of managerial decisions with consideration of interconnection of possible risks and technical and economic parameters of projects. The article offers algorithms of identification and analysis of risks, development and making the decisions based on the dynamic analysis of data, probabilistic modelling of uncertainties and risks connected with them. It considers main tasks of scientific studies on improvement of the proposed dynamic system of support of decision making in geological survey and gas-and-petroleum producing branches of production and also methods of their realisation.

Key words: gas-and-petroleum producing project, information uncertainty, stochastic modelling, inter-disciplinary analysis of data, geologic and economic assessment, risk management, optimisation of decisions.

Pic.: 6. Bibl.: 16.

Gafich Oleg I. – Postgraduate Student, Department of Information Systems in Economics, Kyiv National Economic University named after. V. Getman (pr. Peremogy, 54/1, Kyiv, 03068, Ukraine)

E-mail: oleg.gafych@gmail.com

Нафтогазовидобувний бізнес пов'язаний з геологічними об'єктами і покладами вуглеводнів, параметри яких постійно змінюються і уточнюються в процесі їх освоєння. Особливістю інформаційних ресурсів про геотехнічні характеристики цих об'єктів є їх неповнота і недосконалість. У цих умовах важливу роль у фінансових результатах видобувної діяльності починає відігравати вплив невизначеностей параметрів об'єктів і пов'язаного з ним бізнес-середовищем і спричинені ними ризики. Суттєвим є також те, що нова інформація, котра надходить в процесі розвідки і розробки родовища, може значною мірою впливати на зміну міри невизначеностей і рівні ризиків та очікувані виробничі та фінансові результати видобувних проектів у цілому.

За таких обставин розробка інформаційної системи підтримки прийняття рішень (СППР), котра могла б ефективно функціонувати в умовах динамічної зміни бази знань про об'єкт і умови його освоєння, інформаційної невизначеності їх параметрів і спричинених даними факторами ризиків, є важливим науковим і народногосподарським завданням.

Створенням автоматизованих і інтерактивних СППР у нафтогазовій галузі займається ряд дослідників, як в Україні [1 – 4], так і за кордоном [5 – 16]. Основними проблемами, котрі потребують вирішення при створенні таких систем чи їх подальшого наукового розвитку і доопрацювання, є необхідність оперативного (в ідеалі – у режимі реального часу) аналізу нової інформації, котра надходить у процесі освоєння нафтогазоперспективних об'єктів, як з точки зору впливу на техніко-економічні параметри видобувної діяльності, так і ризиків її реалізації. Невирішеною повною мірою залишається й задача динамічного аналізу нових даних про проект стосовно її впливу на невизначеності показників, що контролюють геолого-економічну ефективність робіт і можливу зміну допустимих рівнів ризиків проектів, у т. ч. виникнення нових. Щодо задачі динамічного аналізу даних, то створювана СППР повинна орієнтуватись на розробку таких рішень, котрі б дозволяли, спираючись на нову інформацію, забезпечувати оптимальні технічні та фінансові результати нафтогазовидобувної діяльності на кожному з етапів розвитку проектів.

У даній роботі розглядаються основні методичні засади і принципи побудови СППР, що базується на динамічному міждисциплінарному аналізі нової інформації, котра поступає в процесі освоєння перспектив-

них об'єктів і родовищ нафти та газу. Було досліджено впливи інформаційних потоків і невизначеностей на можливі рішення з управління проектами розвідки і розробки родовищ. За результатами досліджень створено алгоритми системи розробки і аналізу оптимальних рішень, методичні засади моделювання і оцінювання результатів їх впливу на зміну інвестиційних і техніко-економічних параметрів геологорозвідувальної та видобувної діяльності.

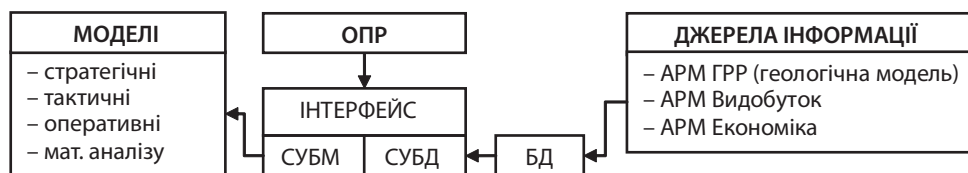
Серед основних вимог, що ставилися до розробки динамічної моделі СППР, були такі:

- ✦ *адаптивність* (здатність системи змінюватись відповідно до вимог конкретних ситуацій та сприймати нові моделі);
- ✦ *інтегрованість* (сумісність систем і моделей СППР з іншими програмними і спеціальними засобами моделювання, аналізу і обробки даних);
- ✦ *динамічність* (орієнтація на оперативну обробку нових даних).

При створенні моделей і алгоритмів системного аналізу нових даних про проект та оптимізації проектних рішень з урахуванням невизначеності їх параметрів були поставлені такі загальні вимоги:

- ✦ орієнтація на рішення погано структурованих задач;
- ✦ поєднання можливостей створюваних математико-економічних моделей і традиційних галузевих методів обробки даних;
- ✦ система управління ризиками повинна ініціюватись тоді, коли рівень ризиків, невизначеностей чи основних економічних параметрів проекту перевищує визначену межу;
- ✦ графі обробки даних і застосовувані алгоритми повинні бути гнучкими, а результати досліджень забезпечувати швидкий аналіз даних обчислень та порівняння варіантів.

Вищезгаданим вимогам відповідає структура СППР, побудована за принципами, наведеними на рис. 1. Для рівня стратегічного планування основні засади такої системи (*Asset Decision Solution Services*) були розроблені рядом зарубіжних дослідників [11, 15]. Тому при побудові даної структури основні зусилля зосереджено на створенні моделей оперативно-тактичного рівня, що дозволяли б підвищити геолого-економічну ефективність реалізації як окремих проектів, так і оптимізувати



Примітки:

БД – база даних;

ОПР – особа, що приймає рішення;

СУБМ, СУБД – системи управління базами даних і моделей.

АРМ ГРР – Автоматизоване робоче місце спеціаліста з пошуку і розробки родовищ нафти і газу

Рис. 1. Основні елементи ІТ підтримки прийняття рішень з реалізації нафтогазовидобувного проекту

структуру та ефективність управління портфелем проектів в умовах інформаційної невизначеності і ризику.

Робочі моделі та алгоритми геолого-економічного аналізу створювались з урахуванням нових тенденцій розвитку інформаційних технологій і бізнес-процесів галузі, які характеризуються переходом від лінійних систем до міждисциплінарного багатосценарного аналізу даних. Суть такого підходу полягає в тому, що інтеграція бізнес-процесів у межах запропонованої структури міждисциплінарного аналізу нових даних про проект дозволяє виконувати вибір рішень, котрі базуються на більш точному моделюванні його технічних і економічних параметрів з урахуванням невизначеності й ризиків.

Для міждисциплінарного аналізу даних та оптимізації рішень з управління нафтогазовидобувними проектами пропонується системний підхід, основні методичні засади якого викладено в блок-схемі алгоритму, представленого на *рис. 2*.

Стохастичне моделювання застосовано для встановлення діапазону зміни основних параметрів проекту з метою використання їх при аналізі чутливості. Результати аналізу чутливості, разом із частотними законами

розподілу основних геотехнічних і економічних параметрів проекту, служать основою встановлення рівнів ризику з метою прийняття оптимальних рішень [13].

Поточні системи геолого-економічного оцінювання і побудовані на їх основі СППР базуються, як правило, на використанні статистичної моделі аналізу даних та їх невизначеностей. Однак у ході реалізації проектів постійно надходить нова інформація, що може мати важливий вплив на проект чи структуру портфеля. Оцінюючи цю інформацію детерміністичними методами, складно виконати поточний аналіз для всього діапазону зміни параметрів проекту та забезпечити гнучкий підхід до вибору оптимального рішення [11]. Очевидно, що необхідною стає система аналізу даних, орієнтована на динамічні зміни параметрів проекту і портфеля. У зв'язку з цим пропонується система управління інформаційними ресурсами, що надходять у процесі реалізації бізнес-процесів нафтогазовидобувної діяльності, з метою аналізу її впливу на проект та вибору оптимальних рішень, основні риси якої представлені на *рис. 3*.

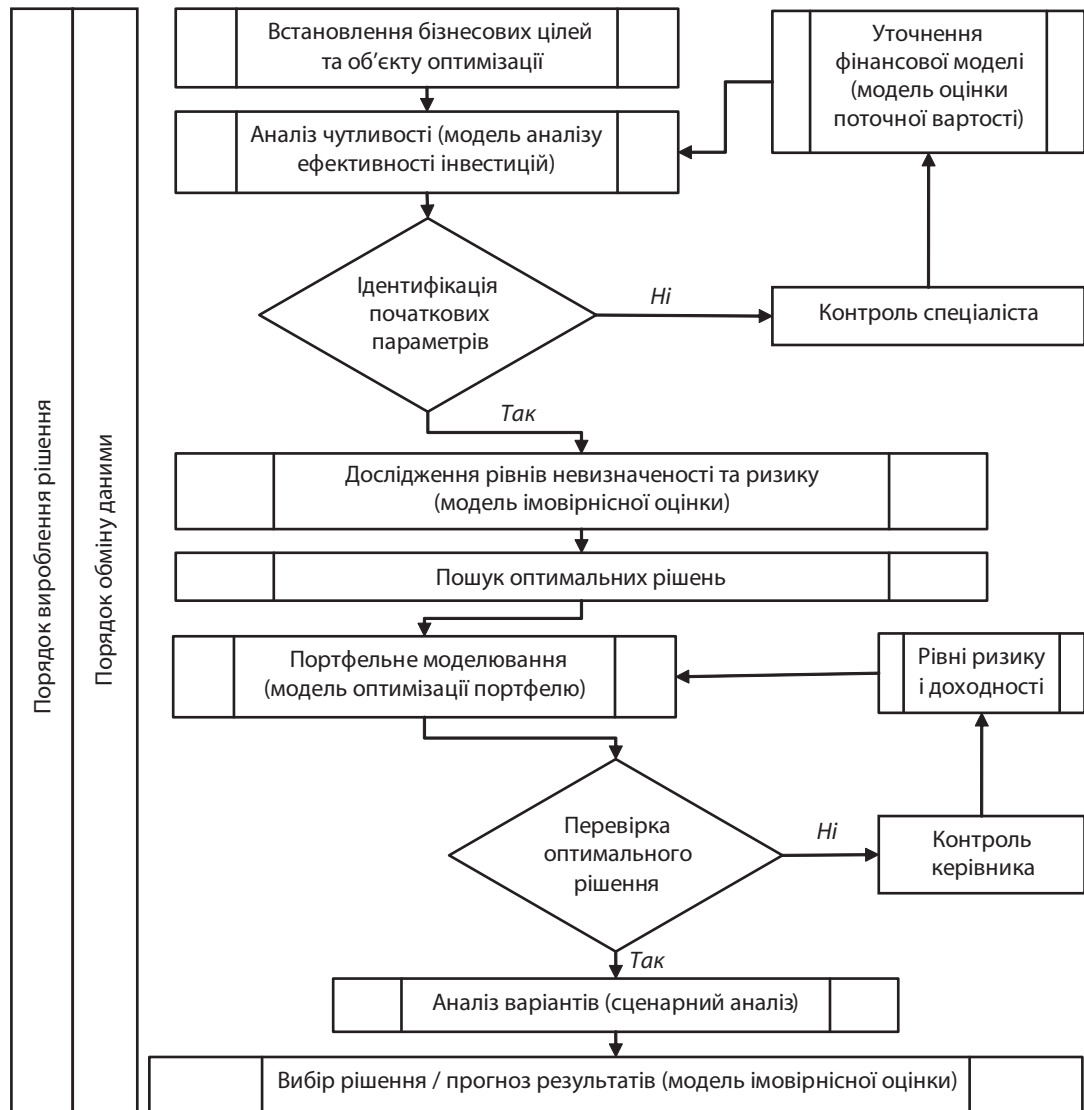


Рис. 2. Блок-схема алгоритму прийняття рішень на тактичному рівні управління нафтогазовидобувним проектом



Рис. 3. Міждисциплінарний аналіз даних створення оптимальної бізнес-моделі проекту/портфелю

Оскільки поряд з фінансовою моделлю розглядається геологічна і видобувна моделі та модель невизначеностей і ризиків проекту, необхідна співпраця з напрацювання оптимального рішення, що передбачає міждисциплінарний аналіз даних фахівцями геологами, інженерами, економістами і управлінським персоналом. Інтеграція виробничих процесів у межах пропонованої структури управління буде сприяти вибору рішень, які базуються на більш точному моделюванні параметрів родовища, рівнів видобутку і економічних показників, незважаючи на ризики управління (див. рис. 3).

Головною ланкою в системі моделювання є динамічна модель, оскільки вона фокусує всі невизначеності і ризики проекту та дозволяє оцінити їх вплив на кінцеві показники ефективності проекту чи портфелю.

Перехід від статичної до динамічної моделі дозволяє реагувати на всі відхилення від прийнятих параметрів проекту, а у випадку забезпечення оперативного аналізу даних і опрацювання адекватних управлінських рішень – значно підвищити цінність інформаційних ресурсів і їх вплив на економічні результати виробничої діяльності.

Особливістю системи є інтеграція об'єднаних даних, що поступають у процесі реалізації проектів, котра ґрунтується на імовірнісному моделюванні техніко-економічних параметрів кожної з моделей проекту. Такий підхід дозволяє ідентифікувати невизначеності, встановити діапазони зміни параметрів-індикаторів проектів та оцінювати ризики вироблених рішень стосовно окремих родовищ і портфелю в цілому.

На рис. 4 показано відмінності в оцінці рішень щодо оптимізації управління нафтогазовидобувним

проектом за традиційною (рис. 4а), і пропонованою моделлю, котра передбачає оперативне стохастичне моделювання і аналіз невизначеностей (рис. 4б).

Перехід від детермінованої оцінки до стохастичного моделювання техніко-економічних параметрів з урахуванням невизначеностей дозволяє відійти від конвергентного аналізу результатів і встановлювати критерії відповідності для рішення, що приймається з урахуванням імовірного ризику від його прийняття.

У пропонованій системі дані та технічні параметри, необхідні для геолого-економічного оцінювання і напрацювання рішень, повинні бути отримані за результатами геологічного й гідродинамічного моделювання, для чого використовуються спеціалізовані програмні продукти.

Окремим важливим блоком системи виступає Монте-Карло-моделювання невизначеностей та їх впливу на ключові параметри, що визначають рішення, які можуть бути прийняті в процесі реалізації проекту.

Метод Монте-Карло – ключовий компонент системи виходячи із декількох причин. *По-перше*, інформація про повний розподіл необхідна, щоб повністю зрозуміти невизначеність у змінних продукції (метрика величин), а не тільки оперувати очікуваними детермінованими значеннями.

По-друге, окремі моделі параметрів і результати їхньої взаємодії, як правило, мають нелінійний характер. На жаль, математичні очікування кінцевої продукції не можуть бути отримані з математичних очікувань вхідних параметрів для нелінійних моделей, які зазвичай описують природні системи або ринок. Правильне математичне очікування розподілу продукції може бути обчислено лише методом Монте-Карло (використовую-

чи повні вхідні розподіли), через моделювання розподілу видобутку, від якого будь-яка статистика, включаючи математичне очікування, може бути обрахована.

По-третє, моделювання генерує інформацію, необхідну для обчислення чутливості змінних видобутку до невизначеності у вхідних змінних, встановлюючи залежності між останніми.

Нарешті, використання мінливості у вхідних параметрах, таких, як ціна на нафту, вимагає обґрунтування вартості певної схеми розробки, що дозволяє управляти об'ємами видобутку залежно від підвищення або зниження цін. Ігнорування цінових коливань переміщає фокус у невизначену область для довгострокової перспективи розвитку тенденції усереднених значень і, таким чином, не в змозі виокремити вартість, яка пов'язана із чутливими до ціни варіантами.

ня фінансових ризиків нафтогазовидобувного проекту/портфеля.

У системі підтримки прийняття рішень важливе значення має не тільки ідентифікація ризику, але його якісна і кількісна оцінка, як основа управління ризиками проекту, що дозволяє виробити відповідні рішення щодо уникнення ризиків, зменшення їх впливу та оптимізації техніко-економічних показників проекту в умовах невизначеності. Пропоновану принципову схему управління ризиками нафтогазовидобувного проекту наведено на *рис. 6*.

При її розробці використано результати [1, 3] та узагальнену блок-схему процесу управління ризиком (Вітлінський В. В., 1996 р.). Принциповою схемою передбачений динамічний процес управління проектом, що включає оперативний аналіз і оцінку важливості нових

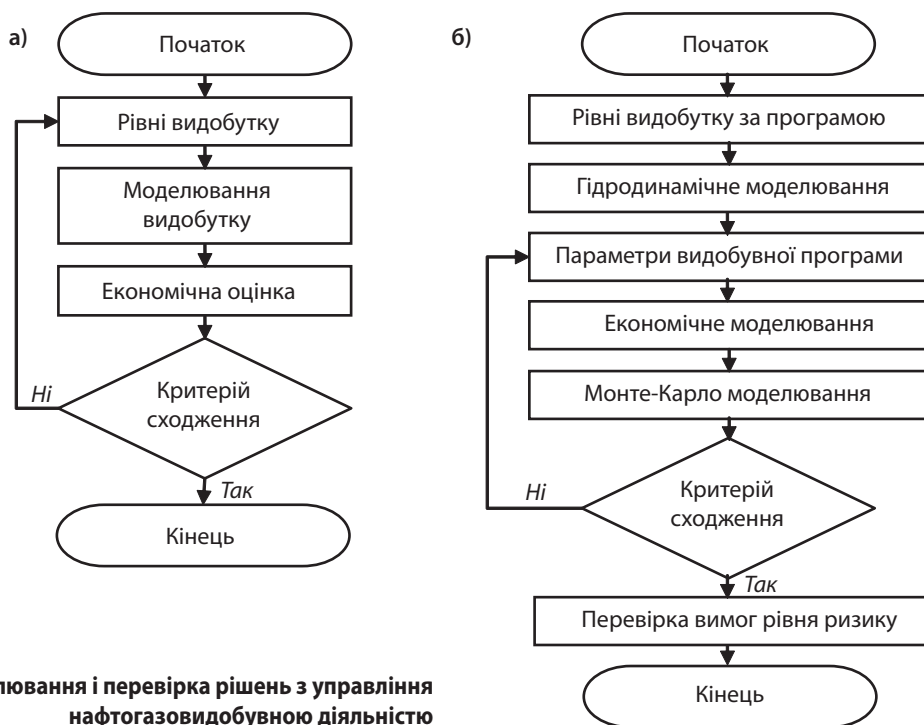


Рис. 4. Моделювання і перевірка рішень з управління нафтогазовидобувною діяльністю

Оскільки для реалізації проекту потрібні конкретні економічні деталі та рішення, замість традиційного геолого-економічного опису проекту, фінансові моделі повинні бути гнучкими до змін зовнішніх параметрів і ризику з тим, щоб давати можливість інвестору чи оператору оцінювати варіанти і показувати зміну вартості проекту під впливом ринку. Практичне застосування цієї ідеї, розширення класичного методу оцінок вимагає, поряд з уже запропонованими розробками, застосування нових методів економічного аналізу (Сміт і Маккардл, 1998, 1999; Лофтон та ін.; 2000; Брілі та Майерс, 2003), що дозволить оцінювати ризики безпосередньо в межах грошових потоків, замість включення ризиків до дисконтної ставки, встановленої з урахуванням ризику, яка отримана з евристики, середньозваженої вартості капіталу.

У кожному із запропонованих вище алгоритмів і інформаційних моделей вибору оптимального рішення є блок моделювання ризику. На *рис. 5* пропонується узагальнена логічна схема стохастичного моделюван-

даних, котрі поступають у ході його реалізації. Якщо нова інформація є суттєвою з точки зору можливого ризику, пропонується стохастичне моделювання показників проекту, для яких ризик, що виник, є суттєвим. Якщо ризик перевищує корпоративний рівень ризику R чи допустимий ризик проекту, наступним кроком є розробка рішення з управління проектом/портфелем з метою його уникнення, або оптимізації рівня впливу.

Імовірнісне моделювання та динамічний аналіз техніко-економічних параметрів проекту дозволяє встановлювати діапазон їх невизначеності у кожному разі надходження нової суттєвої інформації. Аналіз невизначеностей дає змогу ідентифікувати ризики, вивчити їх взаємозв'язки та вплив на економічні результати проекту і портфеля через завдання відповідних, коригованих з урахуванням ризиків, показників фінансової моделі.

Однак, як згадано вище, математичне очікування, що впливає з дерева рішення, повністю не передає ризики, які пов'язані з конкретним рішенням, отже, є

потреба додати компонент моделювання, котрий може зробити розподіл вартостей у кожному вузлі кінця дерева і забезпечити здатність розгорнути їх до повного профілю невизначеності для даного проекту. Рішення звичайно залежать від багатьох критеріїв, відтак запропонована система вимагає розвитку шляхом застосування методик багатокритеріального аналізу даних, розроблених Гудвіном і Райтом (2005).

Крім того, не всі фактори, які впливають на рішення, піддаються імовірнісному (суб'єктивному або об'єктивному) моделюванню. Застосування методів, запропонованих Холлом [12], повинно забезпечити формальну процедуру для злиття й аналізу впливу факторів, які описані лінгвістично.

Нарешті, високоефективні методи аналізу даних, описані в роботах [11, 16], будуть доцільними для швидкого дослідження багатовимірних даних, отриманих за результатами моделювання та для напрацювання і розуміння ключових залежностей між параметрами входу та виходу.

У цілому, аналізуючи доцільність реалізації запропонованої СППР динамічного аналізу даних, слід відмітити, що основними цілями нафтогазовидобувного бізнесу є досягнення максимального прибутку та високих коефіцієнтів

вилучення вуглеводнів з пласта. Завади на шляху їх досягнення – невизначеності параметрів розробки родовища, котрі є неточними і не можуть бути перевірені: геологічна будова покладу і його геотехнічні параметри, прогноз вартості вуглеводнів, затрати майбутніх періодів і т. п. В умовах впливу невизначеностей процес оптимізації робіт з освоєння запасів родовища (досягнення вищезазначених цілей) не обов'язково повинен зводиться до пошуку одного правильного рішення. Головним є поступова локалізація цілей, шляхом пошуку оптимальних рішень у процесі розвитку робіт і надходження нових даних про об'єкт чи умови його освоєння. ■

ЛІТЕРАТУРА

1. Витлинский В. Экономический риск и проблемы его моделирования в принятии решений / В. Витлинский // Деловая Украина. – 1994. – № 79. – С. 32 – 43.

2. Краснюк М. Економіко-математичне моделювання нафтогазової компанії як цілісної складової специфічної системи / М. Краснюк // Моделювання та інформаційні системи в економіці : міжвідом. наук. зб. Вип. 69. – К. : КНЕУ, – 2003. – 167 с.

3. Краснюк М. Т. Систематизація, моделювання та оцінка галузевих ризиків при техніко- та геолого-економічному

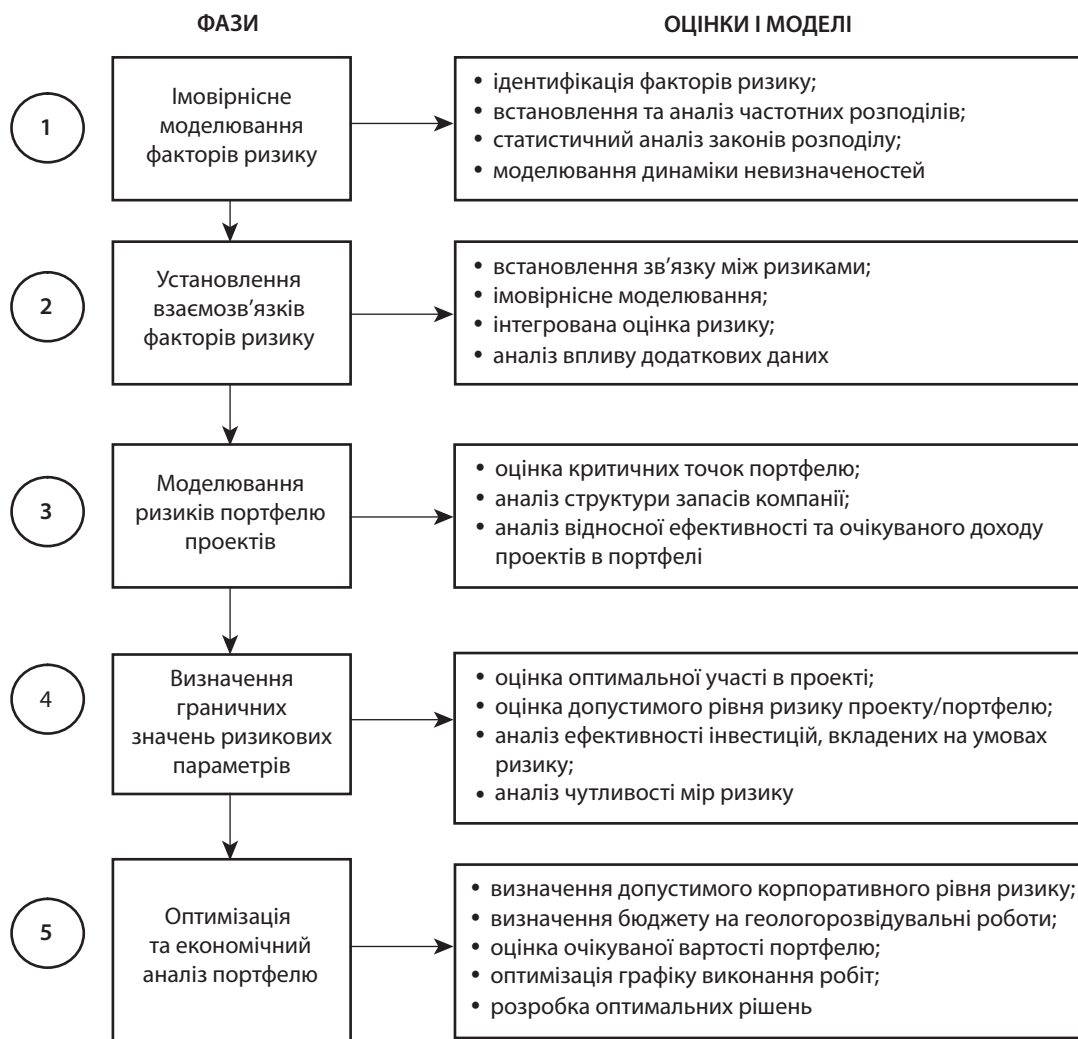


Рис. 5. Логіка імовірнісного моделювання фінансового ризику

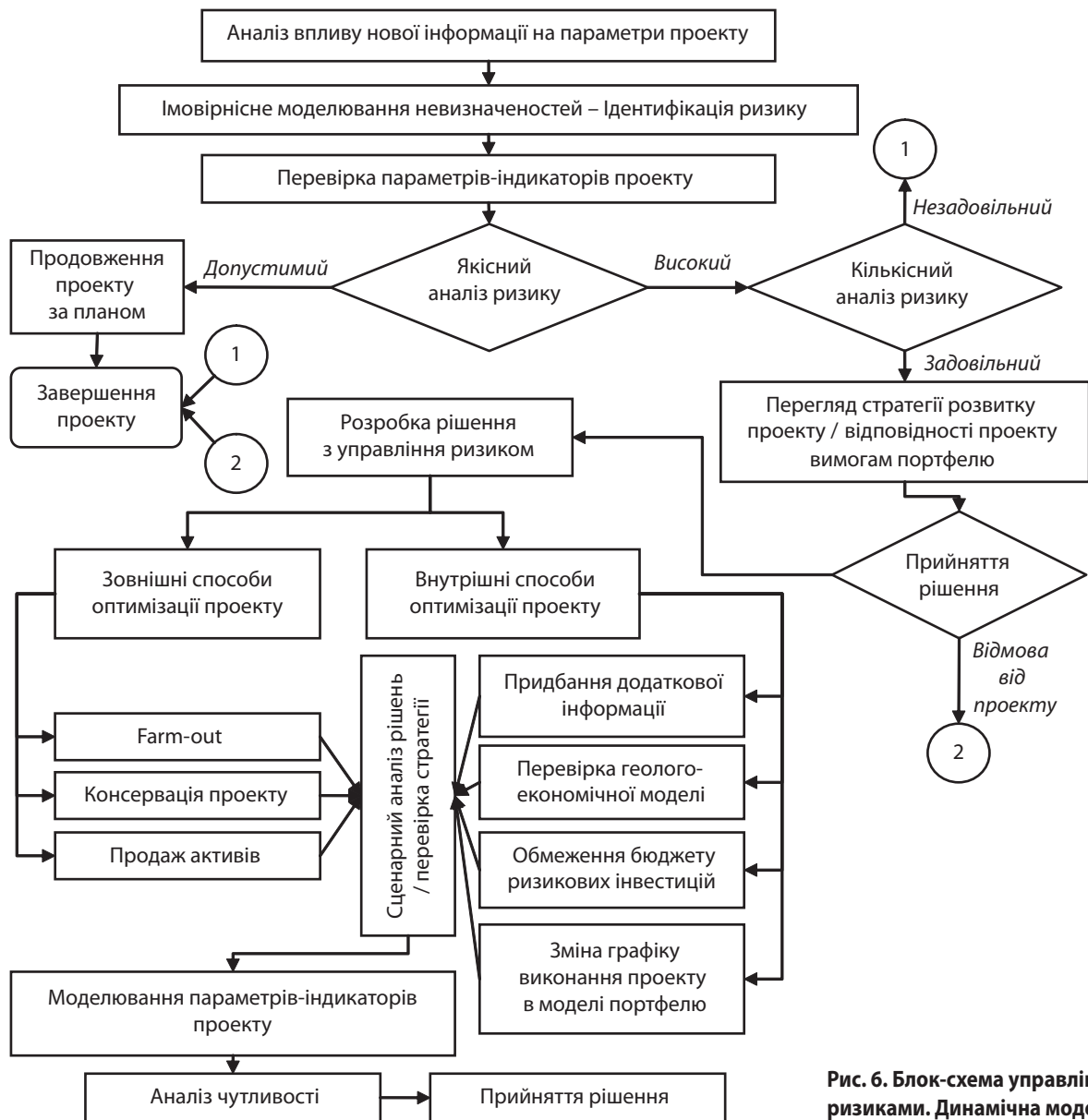


Рис. 6. Блок-схема управління ризиками. Динамічна модель

обґрунтуванні інвестиційних проектів нафто газовидобутку / М. Т. Краснюк, О. І. Гафич // Моделювання та інформаційні системи в економіці. – К.: КНЕУ. – 2007. – № 76. – С. 95 – 106.

4. Ситник В. Ф. Проблеми підтримки прийняття ризикових рішень засобами СППР, орієнтованих на знання (на прикладі нафтогазовидобувної галузі України) / В. Ф. Ситник, М. Т. Краснюк // 36. наук. пр. за матеріалами міжнародної науково-практичної конференції «Ризикологія в економіці та підприємстві». – К.: КНЕУ. – 2001. – С. 369 – 370.

5. Алиев Т. М. Информационные системы в нефтяной промышленности / Т. М. Алиев, А. М. Мелик-Шахназаров, А. Г. Мамиконов. – М.: Недра. – 1972. – 240 с. – ISBN 5-98003-256-8.

6. Малярова Т. А. Преимущества использования передовых информационных технологий в нефтегазовой индустрии / Т. А. Малярова // Технологии ТЭК. – М., 2005. – № 6. – С. 75 – 77.

7. Омелин В. М. Автоматизированная система мониторинга углеводородных ресурсов региона / В. М. Омелин // Тезисы докладов «Теория и практика геолого-экономической оценки разномасштабных нефтегазовых объектов». – Санкт-Петербург, 1998. – С. 33 – 34.

8. Проскурин В. И. Теоретические и методические основы принятия решений при поиске и разведке месторождений нефти и газа с использованием компьютерных технологий / В. И. Проскурин : Автореф. дис. ... д-ра экон. наук. – Москва, 2006. – 43с.

9. Стернин М. Ю. Принятие решений в условиях неопределенности и риска в задачах оценки нефтегазовых месторождений / М. Ю. Стернин, Г. И. Шепелев, В. И. Проскурин // Экономика и управление нефтегазовой промышленности. – 1995. – № 8. – С. 17 – 21.

10. Corre Bart, Thore Van de Feraudy, and Garold Vincent, 2000. Integrated uncertainty assessment for project evaluation and risk analysis : SPE Paper 65205, SPE European Petroleum Conference, Paris, France, October 24-25, p. 341 – 355.

11. David Sullivan. E&P data management in the real world / D. Sullivan // EAGE, First Break, vol. 24. 01.2006, 71-75 p.

12. Harbaugh William, Dawis Charls, Wendebourg John, 1996, "Computing Risk for Oil Prospects: Principles and Programs". Elsevier, Amsterdam Harolin, G.C., Magdol Kerby, 1986, Geologic success and economic failure. AAPG. Bull. 52, p. 2079 – 2091.

13. Mc Cray Alexander W., 1975, *Petroleum Evaluations and Economic Decisions*, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs N.J., 246 p.

14. Paul Newendorp, Frank Schuyler, 2000. "Decision Analysis for Petroleum Exploration". Colorado, USA, 606 p.

15. Peter Rouse, 2001. *Risk Analysis and Management of Petroleum Exploration Ventures*: AAPG, Tulsa, Oklahoma, USA, 164 p.

16. Trudy Curtis, 2005. Standard-based knowledge environments for the oil and gas industry. *EAGE, First Break*, vol. 23, p. 49 – 53.

REFERENCES

Aliev, T. M., Melik-Shakhnazarov, A. M., and Mamikonov, A. G. *Informatsionnye sistemy v neftianoy promyshlennosti* [Information systems in the oil industry]. Moscow: Nedra, 1972.

Bart, C., Van de Feraudy, T., and Vincent, G. *SPE European Petroleum Conference*. Paris: SPE Paper 65205, 2000. 341-355.

Curtis, T. "Standard-based knowledge environments for the oil and gas industry". *EAGE, First Break*, vol. 23 (2005): 49-53.

Harbaugh, W., Dawis, C., and Wendebourg, J. "Computing Risk for Oil Prospects: Principles and Programs". *Geologic success and economic failure*. AAPG. Elsevier, Amsterdam Harolin, G. C., Magdol Kerby, 1986. 2079-2091.

Krasniuk, M. "Ekonomiko-matematychne modeliuвання naftohazovoi kompanii iak tselisnoi skladovoi spetsyficnoi systemy" [Economic modeling as an integrated oil and gas company specific component of the system]. *Modeliuvannia ta informatsiini systemy v ekonomitsi*, no. 69 (2003): 167-.

Krasniuk, M. T., and Hafych, O. I. "Systematyzatsiia, modeliuвання ta otsinka haluzevykh ryzykiv pry tekhniko- ta heoloho-ekonomichnomu obgruntuvanni investytsiinykh proektiv nafto hazovydobutku" [Systematization, Modeling and evaluation of sectoral risks in technical, geological and economic assessment of investment projects of oil gas production]. *Modeliuvannia ta informatsiini systemy v ekonomitsi*, no. 76 (2007): 95-106.

Mc, Cray Alekxander W. *Petroleum Evaluations and Economic Decisions*: Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs N. J., 1975.

Maliarova, T. A. "Preimushchestva ispolzovaniia poredovikh informatsionnykh tekhnologiy v neftegazovoy industrii" [Advantages of the use of advanced information technology in the oil and gas industry]. *Tekhnologii TEK*, no. 6 (2005): 75-77.

Newendorp, P., and Schuyler, F. *Decision Analysis for Petroleum Exploration*. Colorado, 2000.

Omelin, V. M. "Avtomatizirovannaia sistema monitoringa uglevodorodnykh resursov regiona" [Automated Monitoring of hydrocarbon resources in the region]. *Teoriia i praktika geologo-ekonomicheskoy otsenki raznomasshtabnykh neftegazovykh obektov*. Sankt-Peterburg: , 1998. 33-34.

Proskurin, V. I. "Teoreticheskie i metodicheskie osnovy priniatii resheniy pri poiske i razvedke mestorozhdeniy nefti i gaza s ispolzovaniem kompiuternykh tekhnologiy" [The theoretical and methodological basis for decision-making in prospecting and exploration of oil and gas using computer technology]. *Avtoref. dis. ... d-ra ekon. nauk*, 2006.

Rouse, P. *Risk Analysis and Management of Petroleum Exploration Ventures*: AAPG, Tulsa, Oklahoma, 2001.

Sternin, M. Yu., Shepelev, G. I., and Proskurin, V. I. "Priniatie resheniy v usloviakh neopredelennosti i riska v zadachakh otsenki neftegazovykh mestorozhdeniy" [Decision-making under uncertainty and risk in problems of oil and gas fields].

Ekonomika i upravlenie neftegazovoy promyshlennosti, no. 8 (1995): 17-21.

Sytnyk, V. F., and Krasniuk, M. T. "Problemy pidtrymky pryiniattia ryzykovykh rishen zasobamy SPPR, oriiantovanykh na znannia (na prykladi naftohazovydobuvnoi haluzi Ukrainy)" [Problems support decision-making tools DSS risk-oriented knowledge (for example, oil and gas industry of Ukraine)]. *Ryzykolohiia v ekonomitsi ta pidpriemnytstvi*. Kyiv: KNEU, 2001. 369-370.

Sullivan, D. "E&P data management in the real world". *EAGE, First Break* 24, 2006.

Vitlinskiy, V. "Ekonomicheskyy risk i problemy ego modelirovaniia v priniatii resheniy" [Economic risks and challenges of its modeling in decision making]. *Delovaia Ukraina*, no. 79 (1994): 32-43.