

- О. В. Зур'ян**, д-р філософії в галузі економіки, заступник директора з виробництва, економіки та загальних питань (Український державний геологорозвідувальний інститут), olegzurian@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8786-807X>,
- А. Б. Шапран**, завідувач відділу (Український державний геологорозвідувальний інститут), shapran\_ab@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-0469-4372>,
- О. І. Качалова**, провідний економіст (Український державний геологорозвідувальний інститут), e\_kachalova@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-8201-7858>,
- О. О. Ісонкін**, д-р філософії в галузі економіки, провідний економіст (Український державний геологорозвідувальний інститут), isonkin.o@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3631-1877>,
- Ю. Ф. Марченко**, старший науковий співробітник (Український державний геологорозвідувальний інститут), atos4@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-6958-3820>,
- Т. В. Величко**, науковий співробітник (Український державний геологорозвідувальний інститут), tvell36@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-1036-4057>,
- А. В. Шалдибіна**, економіст I категорії (Український державний геологорозвідувальний інститут), shaldubina@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-4283-3380>

## **ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ ІНСТРУМЕНТІВ ЕКОНОМІЧНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ОБ'ЄКТІВ НАДРОКОРИСТУВАННЯ**

*Нормативні та методичні вимоги, які висувають під час проведення геолого-економічної оцінки, не спонукають виконавців до широкого застосування інструментів економічного аналізу, які б дали змогу поглиблено вивчити взаємний вплив техніко-економічних чинників на кінцевий результат експлуатації родовища корисної копалини.*

*Така ситуація призводить до нехтування як запровадження управлінського обліку, так і застосування варіантності технологічних рішень під час видобування та збагачення корисної копалини.*

*У цій праці автори наводять приклади застосування інструментів економічного аналізу для вирішення завдань оптимізації техніко-економічних показників на конкретному гірничодобувному підприємстві.*

**Ключові слова:** економічний аналіз, оптимізація, моделювання, техніко-економічні показники.

### **Мета та завдання досліджень**

Головною метою досліджень є визначення засобами управлінського обліку [7] та інвестиційного аналізу [2] економічної стійкості гірничодобувного підприємства в різних геолого-економічних умовах.

Потреба виконання таких робіт може бути зумовлена, з одного боку, бажанням надрокористувача визначитися з можливими економічними ризиками (в разі зміни обсягів видобутку та вартісних характеристик своєї товарної продукції в сучасних мінливих економічних умовах) через застосування інструментів маржинального аналізу. З іншого боку, актуальність досліджень пов'язана з тим, що в попередніх техніко-економічних обґрунтуваннях (ТЕО) дослідження виконували за стандартними схемами, а маржинального аналізу не проводили зовсім або проводили формально, без належного вивчення структури собівартості та її впливу на ступінь економічного ризику діяльності добувального підприємства й поваріантного підходу. А елементи інвестиційного аналізу під час складання ТЕО хоч і застосовували, але варіантність самого аналізу обмежена нормативними вимогами. Окрім того, дослідження проводять без належного вивчення чутливості розрахункових критеріїв до зміни вихідних даних [3, 4].

Дослідження виконані за двома напрямками: для статичної та динамічної груп вихідних даних і критеріїв оцінки. Окремо обґрунтовані як вихідні параметри, так і розрахункові критерії для кожного напрямку розрахунків.

Ґрунтуючись на вихідних даних конкретного надрокористувача (техніко-економічних показниках), виконано такі дослідження:

- аналіз динаміки обсягів виробництва підприємства за попередні роки;
- дослідження структури витрат виробництва;
- за допомогою інструментів економічного аналізу поваріантно визначено:
  - мінімальну рентабельну потужність;
  - межу та коефіцієнт економічної безпеки;

- силу впливу операційного важеля;
- окреслено чутливість розрахункових критеріїв до змін вихідних параметрів.
  - методом дисконтування виконано прогнозні розрахунки за такими критеріями оцінки:
    - чиста дисконтована вартість балансових запасів вугілля шахти;
    - індекс прибутковості інвестицій;
    - внутрішня норма прибутковості;
    - дисконтований термін окупності інвестицій;
    - графічно інтерпретовано показники життєвого циклу прогнозування для обраних варіантів.

На основі всебічного аналізу результатів досліджень розроблено відповідні рекомендації щодо оптимізації техніко-економічних показників експлуатації об'єкта надрокористування.

### **Постановка завдання**

Фінансово-економічна оцінка гірничодобувних підприємств ґрунтується на певних показниках, частина яких може раптово змінюватися, а інша частина не може бути визначена достеменно. Процедура, яка досліджує вплив таких змін або неточностей на визначення критеріальних показників роботи підприємства, має назву аналізу економічної стійкості виробництва [5].

Загальну блок-схему виконаних досліджень наведено на рис. 1.

Як видно зі схеми, унаслідок досліджень будуть окреслені ризики гірничодобувного підприємства для різних змодельованих реально можливих ситуацій під час виробничої діяльності з видобування мінеральної сировини. Ґрунтуючись на аналізі цих ризиків, буде надано рекомендації надрокористувачеві щодо уникнення найнебезпечніших ситуацій під час планування обсягів видобутку, зміни вартісних показників, інвестиційної політики на найближчі роки прогнозування. Такі застереження, на думку розробників, дадуть змогу надрокористувачеві застосувати найбезпечніші сценарії в разі варіативного прогнозування добувної діяльності на період до наступної повторної оцінки

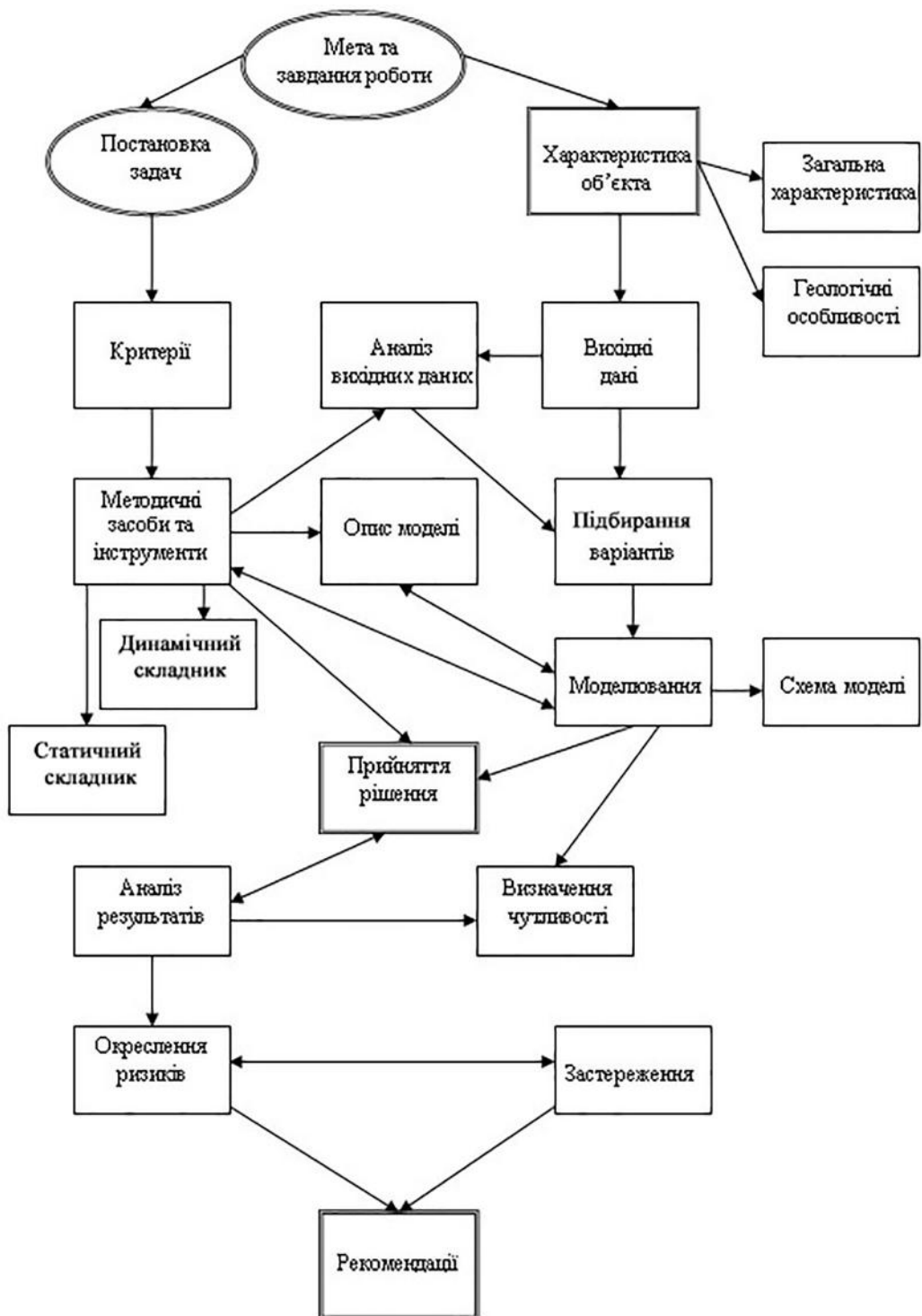


Рис. 1. Блок-схема досліджень для оптимізації техніко-економічних показників експлуатації об'єкта надрокористування

запасів корисної копалини на зазначеній ділянці.

Стисло, така процедура обмежена такими кроками:

– як змінну похідну обирають лише один з декількох вихідних (незалежних) показників, усі решта – є незмінними і мають конкретно задані значення (або досягнуті, або ж проектні залежно від завдання, що вирішується та стадії експлуатації родовища);

– обирають реальний діапазон і дискретність можливих відхилень параметра в обидва боки: від’ємний і додатний;

– між граничними значеннями вибраного діапазону з вибраною дискретністю зміни параметра обраховують всі критеріальні показники і в такий спосіб визначають ступінь впливу на них вибраної змінної, тобто їхню чутливість або еластичність;

– далі вибирають наступну змінну і визначають вже її однозначний вплив за аналогічною процедурою;

– в усіх випадках вихідні дані формують з огляду на конкретну техніко-економічну ситуацію на об’єкті дослідження, але позиціонують як очікувані на період прогнозування, а все, що сталося до початку цього періоду, – ігнорують.

Наведений алгоритм визначення економічної стійкості застосовують як для статичних, так і динамічних показників.

Для статичних показників дослідження проводять у межах управлінського обліку (директ-костингу) за допомогою операційного аналізу по схемі:

“витрати – обсяг – прибуток” або “cost – volume – profit” (CVP) [2].

Для динамічних показників дослідження проводять за процедурою дисконтування, зважаючи на зміни вартості грошей у часі [1].

Результати поваріантних розрахунків ранжують за ступенем впливу та подають як діаграми (“павук” і “торнадо”) [2].

Для обох груп показників обирають розрахункові критерії і методичні засоби, за допомогою яких їх визначатимуть та аналізуватимуть.

### **Критеріальні показники**

Вище зазначено, що для різних груп вихідних даних (статичних і динамічних) критерії оцінки економічної стійкості гірничодобувного підприємства різняться.

Для статичних показників це насамперед:

– термін окупності капіталовкладень (PP);

– показник рентабельності чистого прибутку щодо собівартості товарної продукції ( $R_c$ );

– коефіцієнт рентабельності гірничодобувного підприємства (відношення валового прибутку до валових витрат) ( $R_{пт}$ );

– мінімальна рентабельна потужність (продуктивність) гірничодобувного підприємства ( $Q_{\min}$ );

– сила впливу операційного важеля (леверидж) (DOL).

Для динамічних показників критерії дещо інші, а саме:

– чистий накопичений прибуток (NPV) за весь період запланованої експлуатації родовища (ділянки);

– внутрішня норма доходності (IRR);

– індекс прибутковості інвестицій (I);

– дисконтований термін окупності інвестицій (DP).

### **Моделювання**

#### ***Опис моделі та її схема***

Техніко-економічне дослідження процесу експлуатації родовища здійснено за допомогою економічних моделей. Водночас моделюються як статичні техніко-економічні процеси, так і динамічні.

Принципи побудови економічної моделі такі:

– вихідні параметри, окрім запасів корисної копалини, змінюватимуться в процесі дослідження (ціна, собівартість, продуктивність);

– модель ураховує зміну вартості грошей у часі;

– майбутня вартість грошей приводиться до теперішнього часу через процедуру дисконтування;

– ставка дисконтування співвідноситься з таким базовим

економічним чинником, як облікова ставка Національного банку України (НБУ), котра відображає вартість грошей, зважаючи на інфляцію;

– для отримання оптимального результату потрібно виконати моделювання щонайменше за двома варіантами, які відрізняються один від одного тим, що, закріпивши декілька параметрів, один вибірково змінюємо;

– оптимальним вважатимемо той варіант, в якому буде досягнуто консенсусу між інтересами виробника (надрокористувача) та інтересами держави (власника надр) з дотриманням наявних нормативних і методичних вимог;

– оскільки дослідження виконують у комерційному варіанті, то такі ключові параметри, як рентабельність і ставка дисконтування можуть варіюватися в широких межах на розсуд надрокористувача, тобто на умовах економічного ризику, не обмежуючись чинними нормативними вимогами.

Для визначення прийняттого для подальшого аналізу результату моделювання керуються такими критеріями:

1) чистий накопичений дисконтований грошовий потік має бути додатним, тобто  $NPV > 1$ ;

2) термін окупності (як прямий, так і дисконтований) має бути в межах терміну прогнозування;

3) термін прогнозування має відповідати обсягу експлуатаційних запасів та інтенсивності їхнього відпрацювання;

4) коефіцієнт економічної безпеки, розрахований за допомогою показників, які характеризують “точку беззбитковості”, має бути більшим за 1 ( $RS > 1$ );

5) внутрішня норма прибутковості має бути більшою за ставку дисконтування ( $IRR > E$ );

6) дохід держави має бути співвимірним з річним чистим прибутком надрокористувача;

7) індекс прибутковості має бути більшим за 1 ( $IP > 1$ );

8) коефіцієнт рентабельності гірничодобувного підприємства має відповідати

загальному стану економіки з огляду на можливі ризики та бути характерним для галузі загалом; його визначенню надають особливої уваги, тому що в подальшому він бере участь у визначенні розрахункової ціни під час нарахування податкових зобов'язань за рентними платежами за використання надр відповідно до вимог ПК України.

Геолого-економічну модель можна відобразити схематично (рис. 2).

Визначення терміна “перший товарний продукт” прийнято відповідно до наукової праці [6].

### ***Поваріантне моделювання для конкретного об'єкта надрокористування***

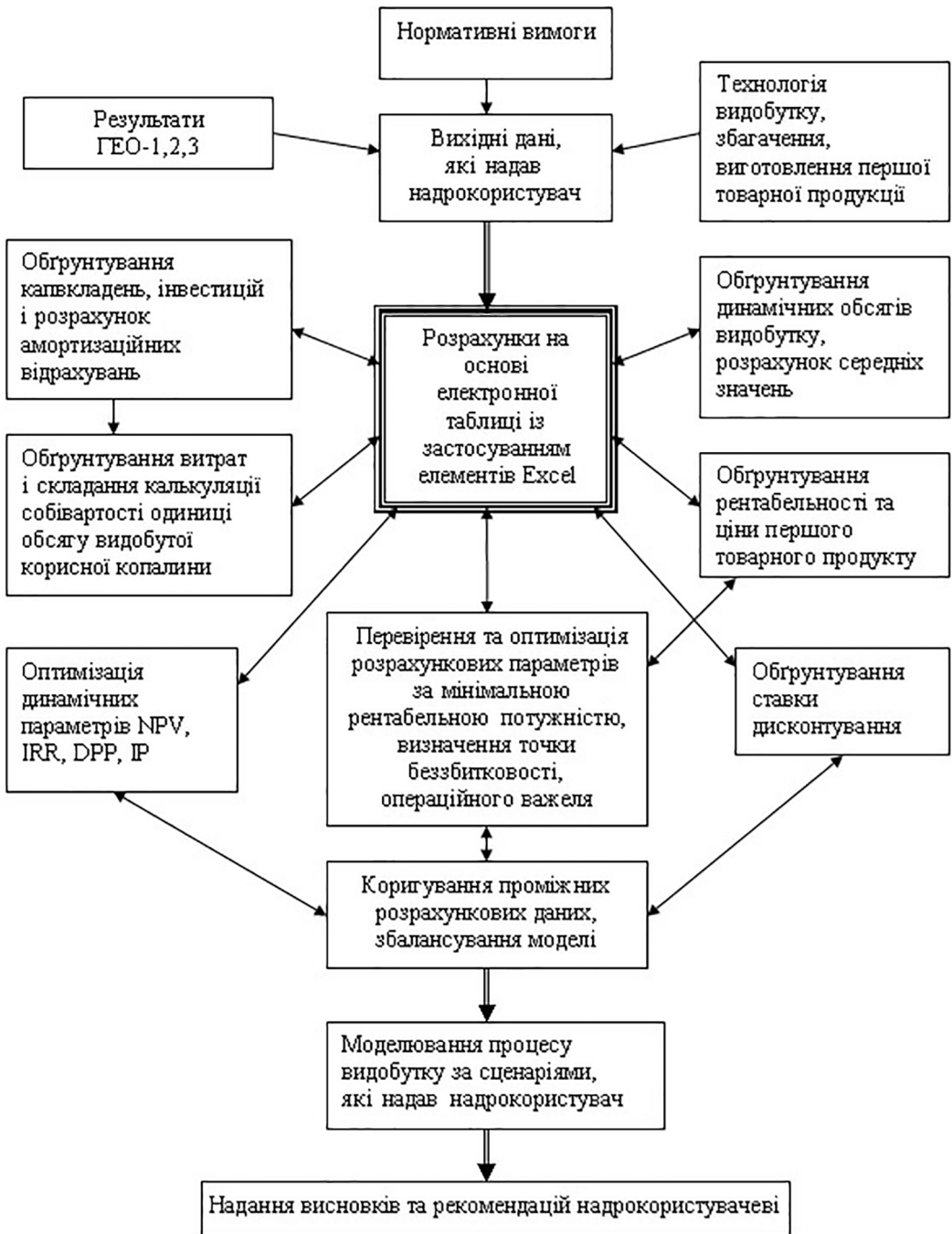
Моделювання проводиться для трьох варіантів з трьома класичними сценаріями: базовим, оптимістичним і песимістичним.

Варіанти сценаріїв передбачають вивчення впливу зміни **незалежних параметрів**: ціни 1 т товарної продукції, собівартості 1 т товарної продукції та річної потужності підприємства з випуску товарної продукції на **розрахункові параметри (критерії)** роботи підприємства.

Перший варіант передбачає вивчення впливу зміни ціни 1 т товарної продукції на розрахункові критерії. Другий варіант відповідно виявляє вплив зміни структури собівартості на стійкість економічного стану підприємства, а третій вивчає вплив зміни річної потужності підприємства з випуску товарної продукції на розрахункові критерії.

Поваріантне моделювання здійснюється в такий спосіб.

Обирають один з варіантів, для якого моделюють почергово змінні показники для трьох сценаріїв, але водночас решта показників по варіантах є, як уже зазначено вище, незмінною. Наприклад, для варіанта I моделюють збільшення й зменшення на 5 % ціни від базового варіанта, а решта показників (собівартість, річна потужність) є незмінною відповідно до базового сценарію. Такий підхід зумовлений потребою аналізу результатів для ви-



**Рис. 2.** Схема геолого-економічної моделі для процедури оптимізації розрахункових параметрів

значення ступеня впливу зміни вихідного показника на зміну розрахункових параметрів.

Для песимістичного, оптимістичного й базового сценаріїв були використані такі межі змін показників.

Ціну одиниці готової товарної вугільної продукції встановлюємо, зважаючи на витрати на послуги зі збагачення рядового вугілля. За даними звітності по шахті вона становила 1521,5 грн за 1 т. Цю величину приймаємо за базовий сценарій, а для песимістичного й оптимістичного сценаріїв вона відрізнятиметься на 5 % відповідно, причому для песимістичного сценарію становитиме менше значення, а для оптимістичного – навпаки.

Собівартість одиниці готової товарної вугільної продукції також устанавлюємо з огляду на додаткові витрати на послуги збагачувальної фабрики та транспортування. За даними консолідованої звітності по шахті вона становила 1369,4 грн за 1 т. Для песимістичного й оптимістичного сценаріїв вона відрізнятиметься на 5 % у більший і менший бік відповідно.

Річна потужність підприємства визначена згідно з трьома показниками – проектний обсяг видобутку – 1600 тис. т, мінімальний обсяг видобутку – 1000 тис. т, що близько до фактично досягнутого та максимального обсягу видобутку – 2200 тис. т. Найменший з них відповідатиме песимістичному сценарію, найбільший – оптимістичному, а середнє значення – базовому сценарію.

#### **Результати визначення статичних критеріїв**

Визначалася мінімальна рентабельна потужність підприємства, а також операційний леверидж.

Вихідні дані та результати операційного аналізу роботи підприємства для песимістичного, базового й оптимістичного сценаріїв наведено в табл. 1. Визначення показників і критеріїв, які розраховані в табл. 1, прийнято відповідно до джерела [3].

З табл. 1 випливає, що значення таких критеріїв, як коефіцієнт економічної безпеки та межа економічної безпеки свідчать про стабільну економічну ситуацію в разі співвідношення ціни й собівартості як у базовому, так і в оптимістичному сценаріях, а відносний показник зони економіч-

ної безпеки засвідчує, що потужність виробництва для песимістичного сценарію перебуває на межі й не має зменшуватися більше ніж на 10 %.

Чутливість розрахункових параметрів до зміни вихідних даних наведена у вигляді графіка типу “торнадо” (рис. 3).

Аналіз графіка дає змогу стверджувати, що найчутливішими до змін незалежних параметрів є такі розрахункові параметри: сила впливу операційного важеля; операційний прибуток до сплати податків і відносний показник зони економічної безпеки.

Графічний спосіб визначення точки безбитковості зображено на рис. 4.

#### **Результати динамічного моделювання та їхній аналіз**

Аналіз результатів передбачає як графічні засоби, так і аналітичні. Результати динамічного моделювання для одного зі сценаріїв зображені на рис. 5, 6.

Отримані результати поваріантного моделювання для песимістичного, базового й оптимістичного сценаріїв зведені у табл. 2 і є основою для подальшого аналізу.

Аналіз отриманих результатів виконується для виявлення ризиків щодо економічної стійкості гірничодобувного підприємства.

Як видно з табл. 2, зі зміною ціни на 5 %, модель реагує змінами розрахункових параметрів від 41 до 53 %. Найчутливішим серед них є показник внутрішньої норми прибутковості, який збільшується на 52,9 та зменшується відповідно на 48,3 %.

Зі зміною собівартості на 5 % модель реагує змінами розрахункових параметрів від 37 до 52 %. Найчутливішим серед них є показник рентабельності до собівартості, який збільшується на 52,7 та зменшується відповідно на 47,7 %.

Зі зміною річної потужності на 37,5 % модель реагує змінами розрахункових параметрів від 32 до 44 %. Найчутливішим серед них є показник внутрішньої норми прибутковості, який збільшується на 44,6 та зменшується відповідно на 40,8 %.

Таблиця 1. Результати операційного аналізу для сценаріїв І варіанта

Назва показників, критеріїв	Од. вимірю- вання	Схема розрахунку	Значення для І варіанта			Порівняння з базовим сценарієм, %	
			Сценарії			Песиміст. (+/-)	Оптиміст. (+/-)
			Песиміст.	Базовий	Оптиміст.		
1. Фактичний обсяг виготовлення товарної продукції	тис. т	-	1600,0	1600,0	1600,0	0,0	0,0
2. Собівартість 1 т товарної продукції	грн	ряд 5/ряд 1	1369,40	1369,40	1369,40	0,0	0,0
3. Ціна 1 т товарної продукції	грн	ряд 4/ряд 1	1445,40	1521,50	1597,60	-5,0	5,0
4. Валовий дохід	тис. грн	ряд 3 · ряд 1	2312640,0	2434400,0	2556160,0	-5,0	5,0
5. Загальні (валові) витрати	тис. грн	ряд 2 · ряд 1	2191040,0	2191040,0	2191040,0	0,0	0,0
6. Постійні витрати	тис. грн	факт.	1000000,0	1000000,0	1000000,0	0,0	0,0
7. Змінні витрати	тис. грн	ряд 6 - ряд 5	1191040,0	1191040,0	1191040,0	0,0	0,0
8. Питомі постійні витрати на одиницю товарної продукції	грн/т	ряд 6/ряд 1	625,0	625,0	625,0	0,0	0,0
9. Питомі змінні витрати на одиницю товарної продукції	грн/т	ряд 7/ряд 1	744,4	744,4	744,4	0,0	0,0
10. Операційний прибуток до сплати податків	тис. грн	ряд 4 - ряд 5	121600,0	243360,0	365120,0	-50,0	50,0
11. Маржинальний прибуток	тис. грн	ряд 4 - ряд 7	1121600,0	1243360,0	1365120,0	-9,8	9,8
12. Питомий маржинальний прибуток на одиницю товарної продукції	грн/т	ряд 3 - ряд 9	701,0	777,1	853,2	-9,8	9,8
13. Коефіцієнт маржинального прибутку	частка од.	ряд 11/ряд 1	701,0	777,1	853,2	-9,8	9,8
14. Мінімальний рентабельний обсяг продукції у "точці беззбитковості"	частка од.	ряд 11/ряд 4	0,485	0,511	0,534	-5,0	4,6
15. Рівень беззбитковості	тис. т	ряд 6/ряд 12	1426,5	1286,84	1172,1	10,9	-8,9
16. Зона (межа) безпеки	частка од.	ряд 14/ряд 1	0,892	0,804	0,733	10,9	-8,9
17. Відносний показник зони (межі) безпеки	тис. т	ряд 1 - ряд 14	173,5	313,2	427,9	-44,6	36,7
18. Коефіцієнт безпеки виробництва	%	ряд 16/ряд 1	10,84	19,57	26,75	-44,6	36,7
19. Коефіцієнт беззбитковості	частка од.	ряд 1/ряд 14	1,12	1,24	1,37	-9,8	9,8
20. Коефіцієнт операційного левериджу	частка од.	ряд 6/ряд 11	0,892	0,804	0,733	10,9	-8,9
21. Сила впливу операційного важеля	частка од.	ряд 6/ряд 5	0,456	0,456	0,456	0,0	0,0
22. Співвідношення постійних і змінних витрат	частка од.	ряд 11/ряд 10	9,22	5,11	3,74	80,5	-26,8
	%	ряд 6/ряд 7	83,96	83,96	83,96	0,0	0,0



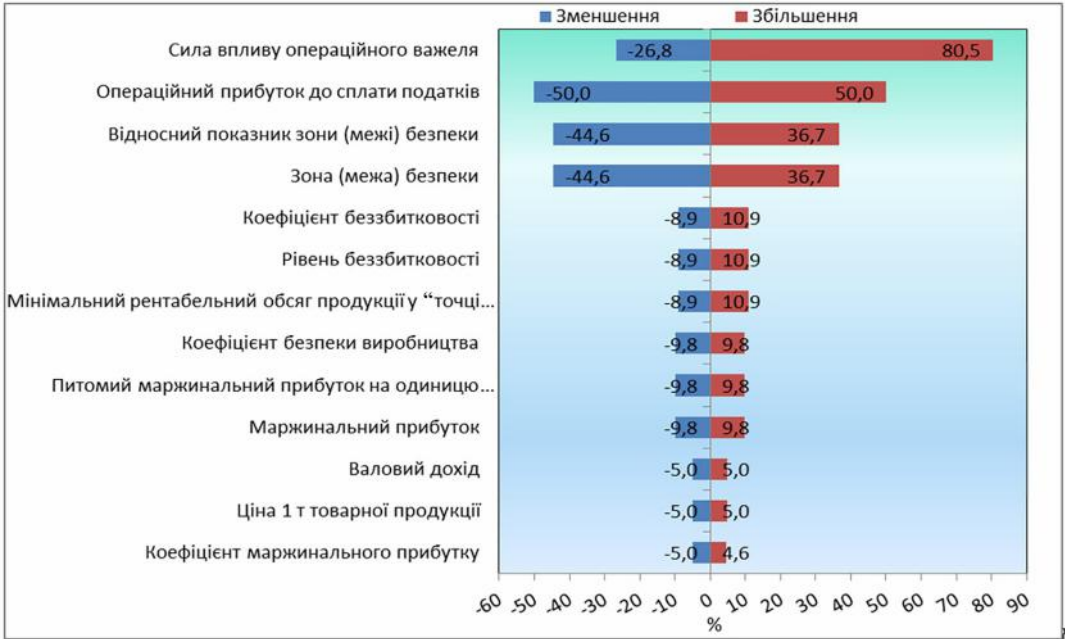


Рис. 3. Чутливість розрахункових параметрів до зміни вихідних даних

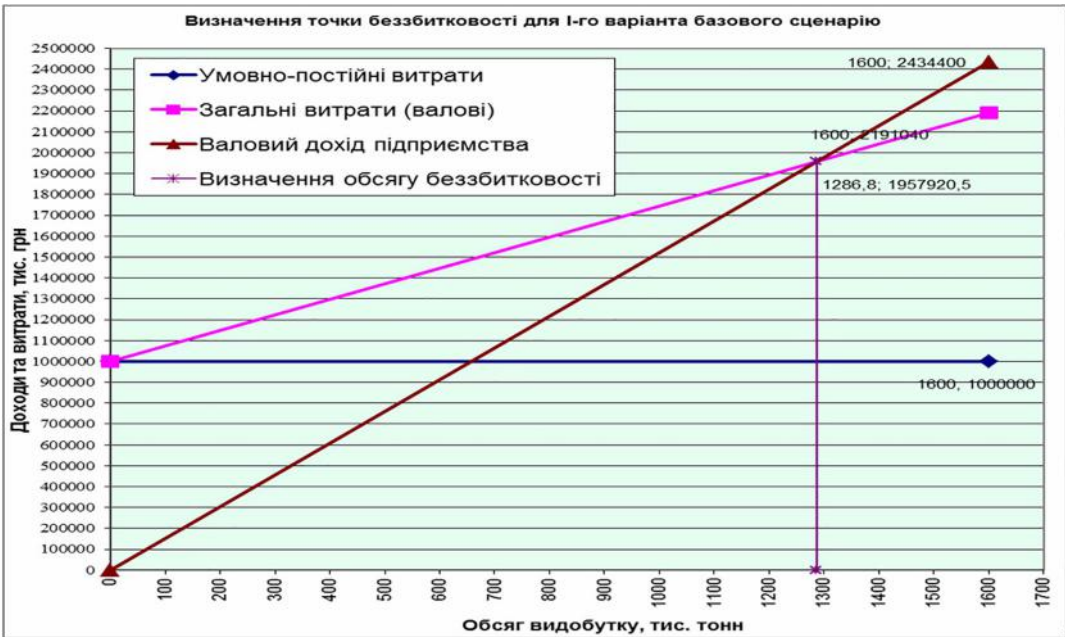


Рис. 4. Визначення точки беззбитковості для базового сценарію

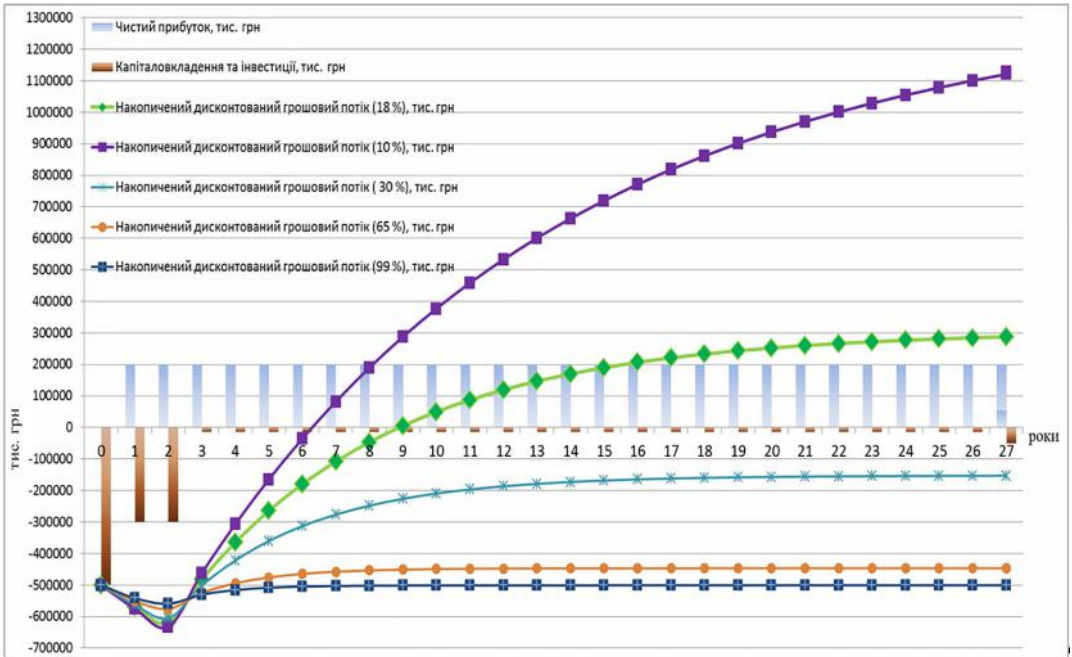


Рис. 5. Життєвий цикл прогнозованої експлуатації шахти для базового сценарію

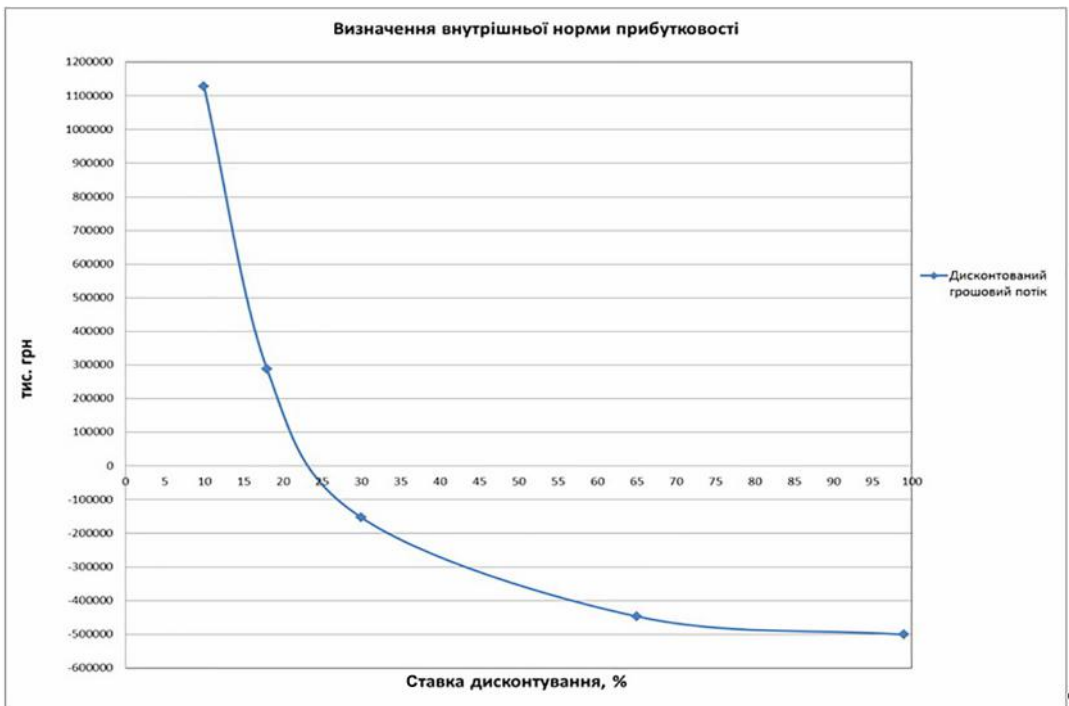


Рис. 6. Визначення внутрішньої норми прибутковості для базового сценарію

**Таблиця 2. Результати динамічного моделювання для ставки дисконтування 18 %**

Варіанти	Показник	Сценарії			Δ (зміни)		Зміни щодо базового сценарію (K <sub>вип.</sub> ), %
		Песиміст.	Базовий	Оптиміст.	+	-	
I Ціна	Ціна, грн /т	1445,4	1521,5	15976	76,1	-76,1	5,00
	NPV, тис. од.	765,2	1313,8	1862,5	548,6	-548,6	41,76
	IRR	12,54	24,26	3709	12,8	-11,7	52,89
	Термін окупності	-	9,55	5,10	-	-4,5	-
	Рентабельність до собівартості	4,55	9,11	13,66	4,6	-4,6	50,03
II Собівартість	Індекс прибутковості	0,75	1,28	1,82	0,5	-0,5	42,19
	Собівартість, грн /т	14379	1369,4	1300,9	68,5	-68,5	5,00
	NPV, тис. од.	820,0	1313,8	1807,7	493,8	-493,8	37,59
	IRR	13,68	24,26	35,75	11,5	-10,6	47,36
	Термін окупності	-	9,55	5,45	-	-4,1	-
III Річна потужність	Рентабельність до собівартості	4,77	9,11	13,91	4,8	-4,3	52,67
	Індекс прибутковості	0,80	1,28	1,76	0,5	-0,5	37,50
	Річна потужність, тис. т	1000,0	1600,0	2200,0	600,0	-600,0	37,50
	NPV, тис. од.	823,5	1313,8	1771,1	457,3	-490,4	34,80
	IRR	14,35	24,26	35,07	10,8	-9,9	44,56
Річна потужність	Термін окупності	-	9,55	5,50	-	-4,1	-
	Рентабельність до собівартості	9,11	9,11	9,11	0,0	0,0	0,00
	Індекс прибутковості	0,82	1,28	1,69	0,4	-0,5	32,03
							-35,94

### Визначення чутливості

Отримані внаслідок моделювання дані можна інтерпретувати у вигляді “павукоподібних” променевих діаграм. Вони зручні для дослідження результатів моделювання тим, що дають змогу наочно виявити ступінь зміни того чи іншого розрахованого параметра залежно від зміни похідних даних варіанта моделювання (незалежного показника).

Для побудови зазначеної променевої діаграми формується таблиця, в якій відображається зміна незалежного показника в оптимістичному та песимістичному сценаріях стосовно до базового сценарію.

У табл. 2 надано також зміни отриманих на моделі розрахункових параметрів.

Перші зі згаданих значень (незалежні) наносять на горизонтальну вісь, а розраховані (залежні) показники – на вертикальну вісь із дотриманням позитивних і негативних відхилень. Кожен графік проходить через нульову точку, яка відповідає базовому сценарію. Кут нахилу лінії є мірою залежності між показниками. Так, наприклад, якщо в одному з варіантів досліджено реакцію моделі (NPV) на зміну ціни товарної продукції, коефіцієнт впливу ( $K_{\text{впл}}$ ) визначатиметься із пропорційності за сценаріями [5]:

– для оптимістичного сценарію

$$K_{\text{впл,онт}} = \frac{(NPV_{\text{онт}} - NPV_{\text{баз}}) * S_{\text{баз}}}{(S_{\text{онт}} - S_{\text{баз}}) * NPV_{\text{баз}}} = \frac{3_{NPV_{\text{онт}}}}{3_S} ; \quad (1)$$

– для песимістичного сценарію

$$K_{\text{впл,песим}} = \frac{(NPV_{\text{песим}} - NPV_{\text{баз}}) * S_{\text{баз}}}{(S_{\text{песим}} - S_{\text{баз}}) * NPV_{\text{баз}}} = \frac{3_{NPV_{\text{песим}}}}{3_S} . \quad (2)$$

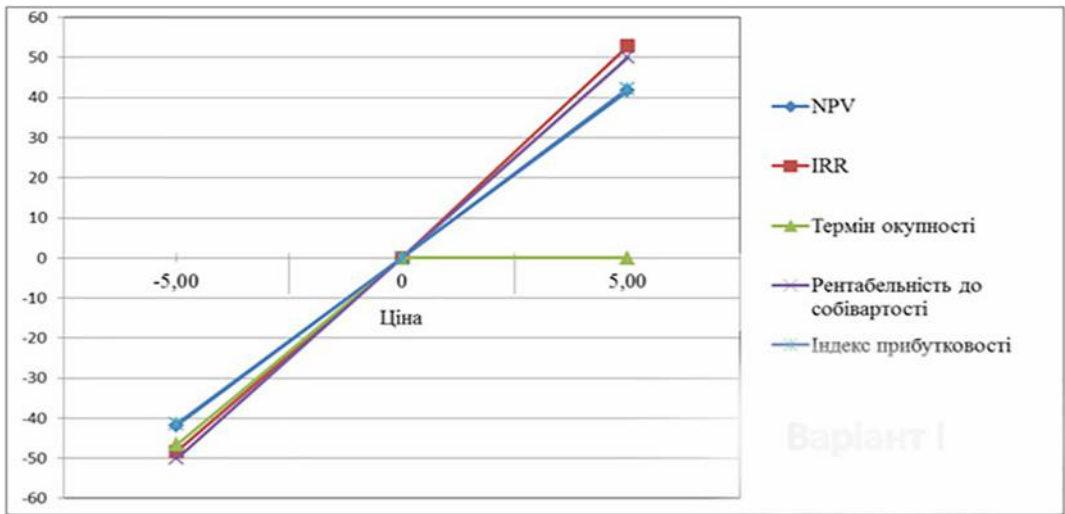
У процесі аналізу отриманих на економічній моделі результатів визначено чутливість розрахункових параметрів до зміни незалежних вихідних даних для розрахунку.

За процедурою аналізу визначено групу критеріїв, які досить відчутно реагують на зміну незалежних параметрів і відповідно групу параметрів, реакція яких на зміну незалежних параметрів незначна.

Нижче, у табл. 3 наведено інформацію для побудови променевої діаграми типу “павук” (рис. 7).

Таблиця 3. Визначення чутливості моделі

Варіант	Назва параметра	Зміни незалежних параметрів	Зміни залежних (розрахункові), %, %				Індекс прибутковості
			NPV/100000	IRR	Термін окупності	Рентабельність до собівартості	
I	Ціна	-5,00	-41,76	-48,31	-46,60	-50,03	-41,41
		5,00	41,76	52,89	-	50,03	42,19
II	Собівартість	-5,00	-37,59	-43,61	-42,93	-47,65	-37,50
		5,00	37,59	47,36	-	52,67	37,50
III	Річна потужність	-37,50	-37,32	-40,85	-42,41	0,00	-35,94
		37,50	34,80	44,56	-	0,00	32,03



**Рис. 7.** Аналіз чутливості проекту за лінійними графіками типу “павук” залежності NPV від зміни незалежних показників

### **Визначення еластичності**

Аналіз чутливості інвестиційного проекту передбачає застосування такого інструменту, як показник еластичності вибраного критерію ефективності. Для інвестиційного проекту це зазвичай показники NPV, IRR та IP.

Показник еластичності засвідчує, на скільки відсотків зміниться отриманий критерій ефективності зі зміною чинника на 1 %.

Так, наприклад, під час оцінки критерію NPV його розраховують для кожного чинника за такою формулою

$$E = \frac{\text{Темп приросту критерію}}{\text{Темп приросту чинника}} \quad (3)$$

Чинником тут виступає ціна, собівартість і річна потужність видобутку. Темп приросту критерію визначають за коефіцієнтом чутливості або так званим “базовим коефіцієнтом приросту”.

Якщо показник еластичності  $E \geq 1$ , то зміна чинника вважається небезпечною й потребує підвищеної уваги та прискіпливого вивчення. Якщо ж навпаки,  $E < 1$ , то чинник вважається безпечним і потребує меншої уваги, тому що його зміна приводить до порівняно меншої зміни критерію ефективності.

За результатами розрахунків показників еластичності для окремих чинників проводиться їхнє ранжування в послідовності спадання значень цього показника та їхнє експертне групування за рівнем чутливості критерію ефективності, наприклад, з високою, середньою та низькою чутливістю.

Для виділених груп відповідно до рівня чутливості передбачено організаційні заходи.

Висока чутливість – ґрунтовний аналіз і активний ризик-менеджмент.

Середня чутливість – моніторинг даних і регулювання в разі потреби.

Низька чутливість – неризикові чинники, які не потребують контролю та управління.

### **Рекомендації надрокористувачеві**

Виконані дослідження дали змогу виявити залежні параметри моделі (NPV, IRR, IP), які найрізкіше реагують на навіть незначні зміни незалежних параметрів (як-от ціна, собівартість, річний обсяг видобутку).

Надрокористувачеві треба виважніше ставитися до планування змін у цінній політиці та складників собівартості товарної продукції.

Виявлені співвідношення еластичності критеріїв відповідно до зміни чинників наведено в табл. 4.

**Таблиця 4. Зміна показників еластичності розрахункових параметрів відповідно до зміни чинників**

Назва чинника	Темп приросту критерію			Темп приросту чинника				Показник еластичності		
	NPV	IRR	IP	Ціна	Собівартість	Потужність	NPV	IRR	IP	
Ціна	41,8	52,9	42,2	5,00	-	-	8,3	10,6	8,4	
Собівартість	37,6	47,4	37,5	-	5,00	-	7,5	9,5	7,5	
Потужність	34,8	44,6	32,0	-	-	37,50	0,9	1,2	0,9	

Аналіз табл. 4 дає змогу стверджувати, що вплив такого чинника, як потужність видобутку на критеріальні показники є незначним, тому що значення показника еластичності близькі або менші за 1.

Водночас вартісні чинники, зокрема ціна й собівартість, суттєво впливають на критерії: зміна чинника на 1 % призводить до зміни критерію від 7 до 11 %.

### Підсумки

Наведені результати досліджень виявили залежні параметри моделі (NPV, IRR, IP), які найрізкіше реагують навіть на незначні зміни незалежних параметрів (як-от ціна, собівартість, річний обсяг видобутку).

Отже, надрокористувачеві треба виважніше ставитися до планування змін у цінній політиці та складників собівартості товарної продукції.

Виявлене співвідношення еластичності критеріїв відповідно до зміни чинників, які наведено в табл. 4, дає змогу стверджувати, що вплив такого чинника, як потужність видобутку на критеріальні показники є незначним, тому що значення показника еластичності близькі або менші за 1. Водночас вартісні чинники, зокрема ціна та собівартість, суттєво впливають на критерії: зміна чинника на 1 % призводить до зміни критерію від 7 до 11 %.

Виконані дослідження дали змогу лише окреслити коло найважливіших проблем в економіці надрокористування для конкретної вугільної шахти. Для вибраного об'єкта надрокористування ми збудували економічну модель, яка дає змогу відтворювати в схематизованому вигляді взаємодію основних геолого-економічних чинників та їхній вплив на кінцевий результат експлуатації родовища аж до виснаження запасів вугілля.

Варто зауважити, що прогнози повариантні розрахунки для класичних сценаріїв виконані в межах функціональних зовнішніх економічних чинників: облікова ставка НБУ, інфляційні показники,

ставки податків. Впливати на ці чинники надкористувачі не в змозі, отже й автори досліджень на сьогодні не можуть упевнено спрогнозувати їхні зміни на далеку перспективу (понад 5 років). Через це надкористувачеві запропоновано розраховувати на побудовану економічну модель як на постійну, що функціонує в режимі очікування. Такий статус дає змогу використовувати її на бажання надкористувача для вирішення конкретних поточних завдань.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Беренс В. Руководство по оценке эффективности инвестиций/В. Беренс, П. Хавранек. – М.: Инфра, 1995. – 235 с.
2. Боярко І. М. Інвестиційний аналіз/І. М. Боярко, Л. Л. Грищенко. – К.: Центр навчальної літератури, 2011. – 400 с
3. Вельмер Ф. В. Экономические оценки месторождений/Ф. В. Вельмер. – К.: Логос, 2001. – 200 с.
4. Геолого-економічна та вартісна оцінка родовищ корисних копалин як показник ефективності інвестиційних проектів/Ред. Г. І. Рудько. – Чернівці: Букрек, 2013. – 304 с.
5. Дергачов А. Л. Финансово-экономическая оценка минеральных месторождений/А. Л. Дергачов, Дж. Хилл, Л. Д. Козаченко. – М., 2000. – 176 с.
6. Зур'ян О. В., Шапран А. Б. та ін. Про забезпечення прозорості розрахунків під час визначення вартості родовищ корисних копалин//Збірник наукових праць УкрДГРІ. – 2017. – № 4. – С. 89–98.
7. Энтони Р. Учет: ситуации и примеры/Р. Энтони, Дж. Рис. – М.: Финансы и статистика, 2001.

#### REFERENCES

1. Berens V., Havranek P. Manual by an estimation and efficiency of investments. – Moskva: Infra, 1995. – 528 p. (In Russian).
2. Boiarko I. M., Hryshchenko L. L. The investment analysis. – Kyiv: Tsentr navchalnoi literatury, 2011. – 400 p. (In Ukrainian).
3. Velmer F. V. Economic estimations of deposits. – Kiev: Logos, 2001. – 200 p. (In Russian).
4. Geological economic and cost estimation of mineral deposits as a parameter of in-

vestment projects efficiency/Red. G. I. Rudko. – Chernivtsi: Bukrek, 2013. – 304 p. (In Ukrainian).

5. Dergachov A. L., Hill Dzh., Kozachenko L. D. Financial and economic an estimation of mineral deposits. – Moskva, 2000. – 176 p. (In Russian).

6. Zurian O. V., Shapran A. B. et al. About the transparency of calculations when determining the value of the mineral deposits// Zbirnyk naukovykh prats UkrDHRI. – 2017. – № 4. – P. 89–98. (In Ukrainian).

7. Je. Entoni R., Ris Dzh. The account: situations and examples. – Moskva: Finansy i statistika, 2000. (In Russian).

Рукопис отримано 31.01.2019.

**О. В. Зурьян**, Украинский государственный геологоразведочный институт, olegzurian@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8786-807X>,

**А. Б. Шапран**, Украинский государственный геологоразведочный институт, shapran\_ab@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-0469-4372>,

**Е. И. Качалова**, Украинский государственный геологоразведочный институт, e\_kachalova@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-8201-7858>,

**А. А. Исонкин**, Украинский государственный геологоразведочный институт, isonkin.o@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3631-1877>,

**Ю. Ф. Марченко**, Украинский государственный геологоразведочный институт, atos4@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-6958-3820>,

**Т. В. Величко**, Украинский государственный геологоразведочный институт, tvel136@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-1036-4057>,

**А. В. Шалдыбина**, Украинский государственный геологоразведочный институт, shaldubina@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-4283-3380>

### **ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ИНСТРУМЕНТАРИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБЪЕКТОВ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ**

*Нормативные и методические требования, которые предъявляются в ходе проведения геолого-экономической оценки, не побуждают исполнителей к широкому применению инструментов экономического анализа, которые позволили бы углубленно изучить взаимное влияние технико-экономических факторов на конечный результат эксплуатации месторождений полезных ископаемых.*

*Такая ситуация приводит к игнорированию как внедрения управленческого учета, так и применения вариантности технологических решений при добыче и обогащении полезных ископаемых.*

*В данной работе авторы приводят примеры применения инструментов экономического анализа для решения задач оптимизации технико-экономических показателей на конкретном горнодобывающем предприятии.*

**Ключевые слова:** экономический анализ, моделирование, оптимизация, технико-экономические показатели.

**O. V. Zurian**, Ukrainian State Geological Research Institute, olegzurian@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8786-807X>,

**A. B. Shapran**, Ukrainian State Geological Research Institute, shapran\_ab@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-0469-4372>,

**O. I. Kachalova**, Ukrainian State Geological Research Institute, e\_kachalova@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-8201-7858>,

**O. O. Isonkin**, Ukrainian State Geological Research Institute, isonkin.o@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3631-1877>,

**Yu. F. Marchenko**, Ukrainian State Geological Research Institute, atos4@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-6958-3820>,

**T. V. Velychko**, Ukrainian State Geological Research Institute, tvel136@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-1036-4057>,

**A. V. Shaldybina**, Ukrainian State Geological Research Institute, shaldubina@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-4283-3380>

### **EXPERIENCE OF APPLICATION OF TOOLKITS OF THE ECONOMIC ANALYSIS FOR THE DECISION OF PROBLEMS OF OPTIMIZATION OF TECHNICAL AND ECONOMIC PARAMETERS FOR SUBSURFACE USAGE OBJECTS**

*Existing normative and methodical requirements for a geological economic estimation do not induce executors to wide application of tools of the economic analysis which would allow is profound to study relative influence of technical and economic factors on a result of exploitation of deposits of minerals.*



*Such situation results in ignoring an opportunity of introduction of as management and application of alternativeness of technological decisions at extraction and enrichment of minerals.*

*In the given article the authors showed of an example of application of existing tools of the economic analysis for the decision of problems of optimization of technical and economic parameters at the some mining enterprise.*

*Necessity of such works is caused by desire of subsurface user to be determined with probable economic risks at change of volumes of extraction and cost characteristics of a commodity output in changeable modern conditions by application marginal analyses. Also the urgency of researches is caused by insufficient studying of structure of the cost-price and its influence on a degree of economic risk and variability of the mining enterprise.*

**Keywords:** *the economic analysis, optimization, modeling, technical and economic parameters.*