

УДК 005.31: 303.7  
Г 60

# ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТОМ НА ПЕРЕДІНВЕСТИЦІЙНІЙ ФАЗІ

І. В. Голіков, канд. техн. наук

*Миколаївський національний університет, м. Миколаїв*

**Анотація.** Сформована інформаційна система управління проектом виробництва, яка дозволяє управляти інформаційними потоками на фазі передінвестиційного дослідження з урахуванням усього життєвого циклу. Дані рекомендації з вибору початкового вектора незалежних змінних, описані інформаційні потоки щодо оптимізації та вибору парето-оптимальних варіантів проекту.

**Ключові слова:** інформаційна система, параметри інвестиційно-інноваційного проекту, передінвестиційна фаза, нечіткі інтервали, критерії ефективності, оптимізація параметрів.

**Аннотация.** Сформирована информационная система управления проектом производства, которая позволяет управлять информационными потоками на фазе прединвестиционного исследования с учетом всего жизненного цикла. Даны рекомендации по выбору начального вектора независимых переменных, описаны информационные потоки по оптимизации и выбору парето-оптимальных вариантов проекта.

**Ключевые слова:** информационная система, параметры инвестиционно-инновационного проекта, прединвестиционная фаза, нечеткие интервалы, критерии эффективности, оптимизация параметров.

**Abstract.** The information system for production project management, which gives an opportunity to control the information flows at the stage of the pre-investment research including the whole life cycle, is formed. The recommendations on the choice of the initial vector of independent variables and the information flows concerning the optimization and the pareto-optimal project alternatives are given.

**Keywords:** information system, parameters of innovation and investment project, pre-investment phase, fuzzy intervals, efficiency criteria, parameters optimization.

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Впровадження на практиці будь-якого інноваційного проекту пов'язано з тим, що найкращий результат формується в умовах компромісу між затратами на здійснення проекту, прибутком від нього та ризиком проекту. Задача оптимального інвестиційно-інноваційного проектування полягає у пошуку кращого з усіх можливих варіантів проекту. При цьому ресурси, як правило, змінюються від мінімально можливого об-

сягу використання, коли проект імовірніше не можна здійснити, до максимально можливих обсягів. У таких випадках виникає необхідність розробки та дослідження різних варіантів з метою забезпечення оптимальних показників ефективності проекту.

При традиційному підході існує можливість оцінити тільки найкращий та найгірший варіанти інвестиційно-інноваційного проекту. При цьому формуються деякі початкові дані, а остаточні умови проекту

приймаються у визначеному діапазоні. Цей факт ставить під сумнів розробку оптимального інвестиційного проекту.

**МЕТА РОБОТИ** — формування інформаційної системи управління проектом виробництва, яка дозволяє управляти інформаційними потоками на фазі передінвестиційного дослідження з урахуванням усього життєвого циклу проекту.

### ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

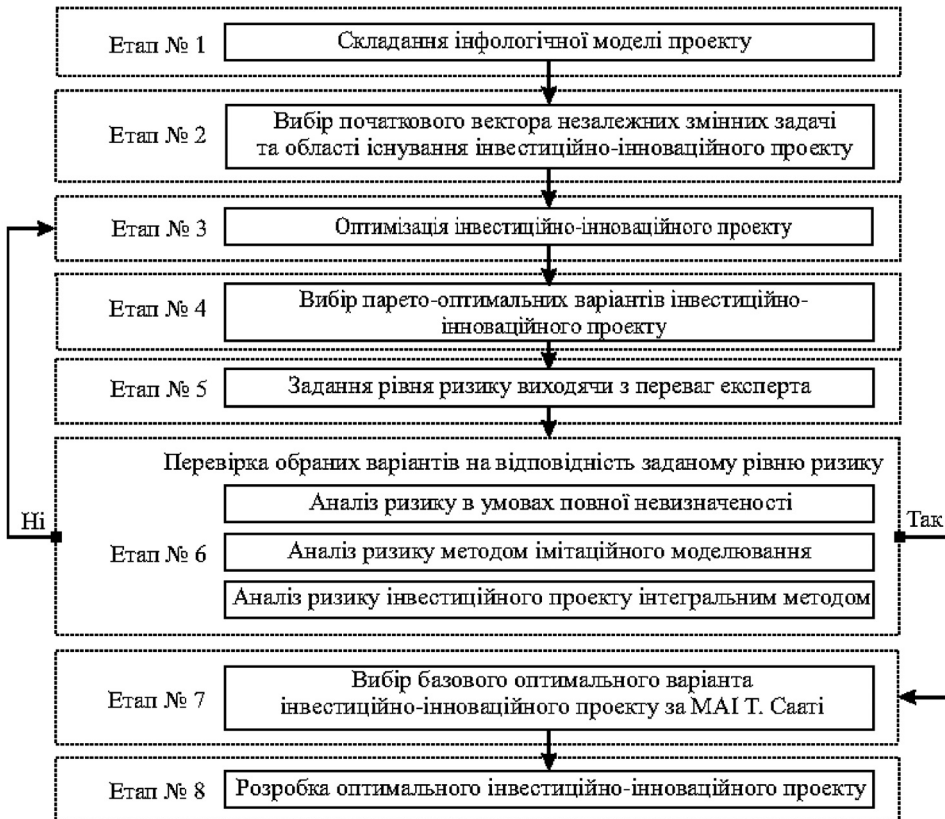
Для вирішення зазначеної проблеми розроблено алгоритм пошуку оптимального варіанта інвестиційно-інноваційного проекту на передінвестиційній фазі [1, 2] (рис. 1).

Кожен з етапів алгоритму являє собою змістовний блок з описом інформаційного забезпечення, потрібного для визначення оптимальної ефективності інвестиційно-інноваційних проектів на передінвестиційній

фазі. Цей підхід дозволяє здійснити комплексну економічну оцінку та визначити оптимальний варіант інвестиційно-інноваційного проекту з прийнятним рівнем ризику. Запропонований алгоритм неодноразово використовувався на практиці, довів свою спроможність та отримав гарні відгуки інвесторів. Розробка оптимального варіанта наведена на прикладі дослідження проекту розвитку інфраструктури ТОВ «Порт N». Методика складається з восьми етапів.

**Етап № 1. Складання інфологічної моделі проекту підприємства.** На цьому етапі відбувається формування бази початкових даних.

Інвестиційний проект розвитку ТОВ «Порт N» передбачає поетапне розширення інфраструктури підприємства для збільшення перевантажувальної потужності порту за рахунок реалізації наступного:



**Рис. 1.** Алгоритм визначення оптимального інвестиційно-інноваційного проекту на передінвестиційній фазі



**Таблиця 1.** Розподіл видів вантажу по причалах

№ з/п	Найменування вантажу	Одиниці вимірювання	Причал		
			1-й	2-й	3-й
1	Тарно-штучні (2 тарифна група 1 категорія)	пакет	+	+	–
2	Контейнери (2 тарифна група 1 категорія)	контейнер	+	+	+
3	RO-RO	автомобіль	–	–	+
4	Металева руда	т	+	+	–
5	Зберігання п. № 1 (тарно-штучні)	пакет	на території порту		
6	Зберігання п. № 2 (контейнери)	контейнер			
7	Зберігання п. № 3 (RO-RO)	автомобіль			
8	Зберігання п. № 4 (металева руда)	т			
9	Збори	судно	+	+	+
<i>Послуги працюючого порту N</i>					
10	Тарно-штучні (2 тарифна група 1 категорія)	пакет	+	+	–
11	Навалочні вантажі	т	+	+	–
12	Зберігання п. № 11 (навалочні вантажі)	т	на території порту		
13	Пісок, добутий при днозаглибленні	т	продажі незалежно від роботи причалів		

Вартість комплексної акордної ставки перевалки одиниці вантажу відповідно до Наказу Міністерства транспорту та зв'язку № 392 від 31 жовтня 1995 року та наступних його доповнень і змін наступна: тарно-штучні вантажі — 7,00 дол. США за тонну; контейнери — 80,00 дол. США за контейнер; автомобілі — 68,00 дол. США за автомобіль; навалочні вантажі — 2,13 дол. США за тонну.

Загальні місячні витрати проекту беруться згідно з нормативами порту N.

**Етап № 2. Вибір початкового вектора незалежних змінних задачі та області існування інвестиційно-інноваційного проекту.** Для того щоб проаналізувати за допомогою оптимізаційного алгоритму інноваційний проект розвитку підприємства, перш за все, необхідно розробити детальний інвестиційний проект інноваційного розвитку підприємства. У практиці інвестиційного аналізу це бізнес-план, який уже можна презентувати замовнику. Однак, як свідчить практика, не один з багатомільйонних проектів не приймається без ретельного аналізу всіх можливих сценаріїв розвитку. Останні визначають область існування інвестиційно-інноваційного проекту.

*Вибір початкового вектора незалежних змінних задачі.* Оскільки реальний інвестиційно-інноваційний проект, розроблений за

допомогою програмного комплексу MCI-Expert [2], включає у себе множину дрібних деталей, то оптимізацію такого проекту важко здійснити. Побудова програмних моделей з оптимізацією багатьох даних призвела б до невиправдано великих машинних витрат часу на пошук оптимального рішення і у цілому не вплинула на якість отриманого результату. Тому пропонується доцільне застосування методики переходу від проекту з множиною змінних до адекватної оптимізаційної моделі. Проведений числовий експеримент довів, що отримані критерії ефективності інвестиційно-інноваційного проекту відрізняються від критеріїв ефективності проекту, підготовленого до оптимізації, не більше ніж на 3,1%, у середньому на 1,6% (табл. 2), що є нормою [3, 4].

*Вибір області існування інвестиційно-інноваційного проекту.* Проведений аналіз економіко-математичної моделі інвестиційно-інноваційного проекту дозволив зробити висновок, що до основних параметрів, які впливають на кінцевий результат, належать: будь-які витрати підготовчого періоду, які не відносять до основних фондів; вартість основних фондів, які беруть участь у проекті; прибуток, який надходить від реалізації продукції; прямі та постійні витрати; заробітна плата; обсяг й умови фінансування проекту; ставка дисконтування.

**Таблиця 2.** Стійкість незалежних змінних оптимізаційної задачі

Показники	Детальний проект	Адекватна оптимізаційна модель	Різниця, %
Ставка дисконтування, %	12,00	12,00	0,0
Період окупності (PB), міс.	32	33	3,1
Дисконтований період окупності (DPBP), міс.	42	43	2,4
Середня норма рентабельності (ARR), %	43,2	43,6	0,9
Чиста теперішня вартість (NPV), грн	21 211 204	21 454 571	1,1
Індекс прибутковості (PI), разів	1,42	1,42	0,0
Внутрішня ставка прибутковості інвестицій (IRR), %	23,7	23,2	2,1

Кожен із цих параметрів може змінюватися у певному діапазоні. Наприклад, при закупівлі вітчизняного устаткування ціна буде одна, імпортного — інша. Заробітна плата може збільшуватися за роками проекту, прибуток також не є фіксованою величиною та ін. Таким чином, формуються межі існування незалежних змінних проекту.

Згідно з умовами завдання була досліджена область існування базового варіанта при відхиленні незалежних змінних проекту за наступних умов (табл. 3):

коливання обсягів перевалки вантажу від мінімально очікуваних 70 до 120 %;

коливання прямих витрат від мінімально очікуваних 70 до 130 %;

коливання постійних витрат від 0 до 130 %; коливання заробітної плати від 0 до 150 %.

**Етап № 3. Оптимізація інвестиційно-інноваційного проекту.** Для проекту розвитку ТОВ «Порт N» було отримано 307 варіантів проекту, які задовольняють обмеженням задачі та оптимальним критеріям ефективності. Для цього було використано оптимізаційний модуль програмного комплексу MSCExpert, який застосовується для дослідження всієї області існування проекту.

Модуль оптимізації програмного комплексу MSCExpert дозволяє ранжувати всі критерії ефективності від мінімального до максимального значень. Тому є можливість досліджувати варіанти не тільки з мінімаль-

**Таблиця 3.** Область зміни початкових даних інноваційного проекту розвитку ТОВ «Порт N»

Початкові параметри (у місяць)	Значення	
	мінімальне	максимальне
Вартість основних фондів, грн	40 500 000	50 500 000
Місяць введення в експлуатацію	9	
Період до ліквідації, міс.	300	
Вартість продукції (дохід від продажу в місяць), грн	3 697 257	6 338 149
Місяць початку продажів	11	
Зростання обсягу продажів, міс.	11	
Початок спаду обсягу продажів, міс.	60	
Життєвий цикл продукту, міс.	60	
Прямі витрати, грн	769 812	1 429 645
3 місяця	11	
Постійні витрати, грн	101 000	131 300
3 місяця	11	
Заробітна плата, грн	428 745	643 118
3 місяця	11	
Фінансування всього проекту (кредит), грн	40 500 000	50 500 000
Місяць залучення	5	
Місяць повернення	60	
Метод повернення кредиту	Регулярно	
Ставка, %	9	

ними або максимальними критеріями ефективності, але також з варіантами, які знаходяться всередині граничних значень. Пошук варіантів існування інвестиційно-інноваційного проекту наведений на рис. 4.

Аналіз інвестиційного проекту розвитку ТОВ «Порт N» згідно з оцінкою ЄБВІС-рейтингу дозволив обрати варіант № 420 (рис. 5). Сертифікація ЄБВІС-рейтингу — «ER Ba». Даний варіант має наступні значення критеріїв ефективності: *PB* — 33 міс., *DPBP* — 42 міс., *ARR* — 46,79 %, *NPV* — 25 802 927 грн, *PI* — 1,51 разів, *IRR* 25,20%.

**Етап № 4. Вибір парето-оптимальних варіантів інвестиційно-інноваційного проекту.** Для знаходження оптимальних (з найкращими значеннями критеріїв ефективності) варіантів інвестиційного проекту розвитку ТОВ «Порт N» було використано метод парето-оптимального вибору. Він дозволяє ефективно вирішувати проблеми вибору найкращих варіантів та звужувати область пошуку до мінімуму.

Більша частина процесу вибору найкращих варіантів не доступна користувачу і від-

бувається у програмному комплексі MSCExpert за допомогою критеріальних обмежень разом з відбором найкращих варіантів методом невідомованих альтернатив Парето. Однак цей підхід не завжди приводить до вибору єдиного варіанта, і може скластися ситуація, коли найкращих проектів декілька. Це відбувається тому, що не можна зробити однозначний вибір якого-небудь варіанта інвестиційно-інноваційного проекту внаслідок нерівнозначності й різнонаправленості його критеріїв ефективності. У результаті проведеного аналізу область було звужено із 307 до одного варіанта (рис. 6).

Обраний варіант № 899 має наступні значення критеріїв ефективності: *PB* — 30 міс., *DPBP* — 37 міс., *ARR* — 54,69%, *NPV* — 38 795 607 грн, *PI* — 1,77 разів, *IRR* 30,90%.

**Етап № 5. Задання рівня ризику виходячи з переваг експерта.** Рівень ризику задається в умовах вимог експерта. За умовами задання ступінь ризику за критеріями ефективності не повинний перевищувати 60%.

**Етап № 6. Перевірка обраних варіантів на відповідність заданому рівню ризику.**

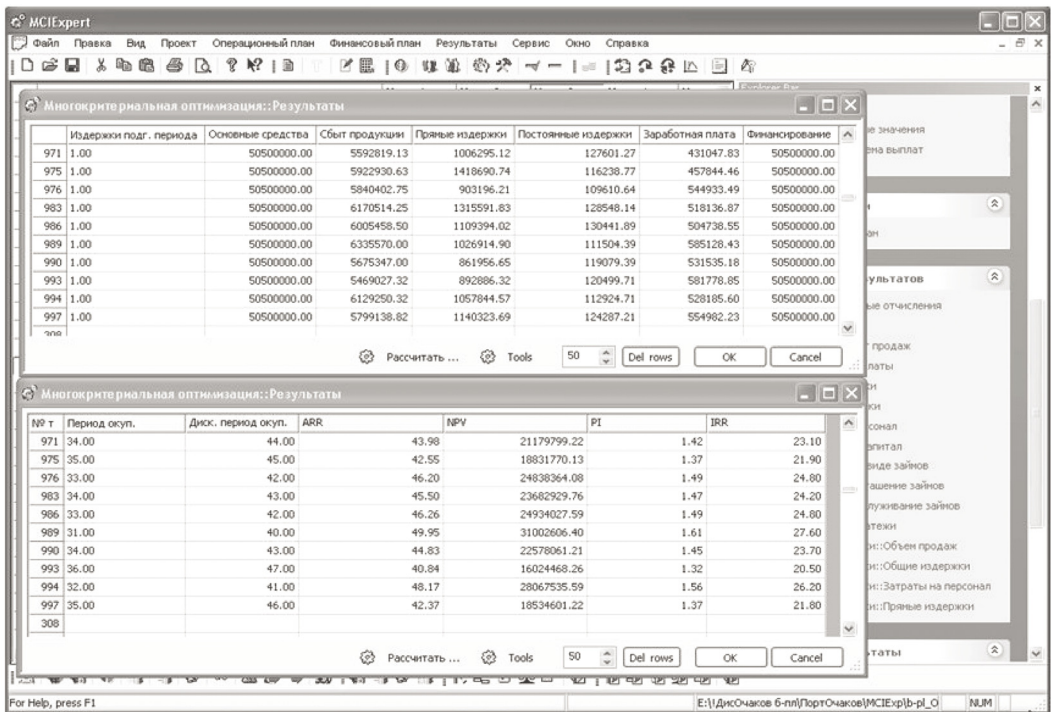


Рис. 4. Пошук варіантів існування інвестиційно-інноваційного проекту розвитку ТОВ «Порт N» в умовах оптимізації в MSCExpert



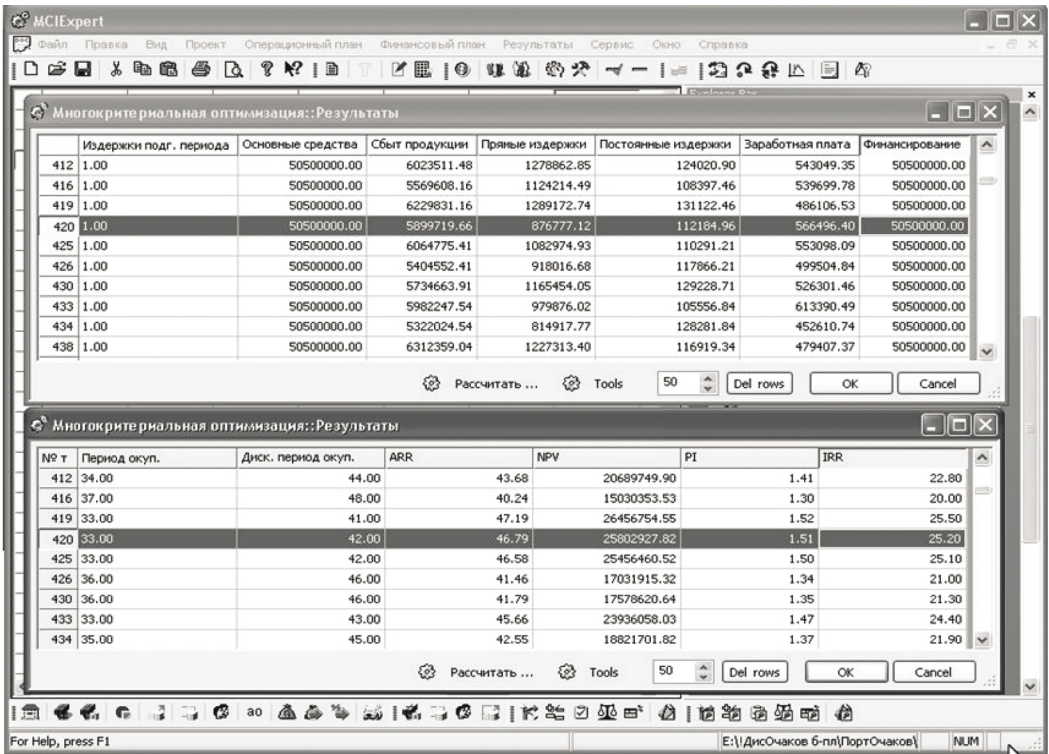


Рис. 5. Параметры обраного варианта № 420

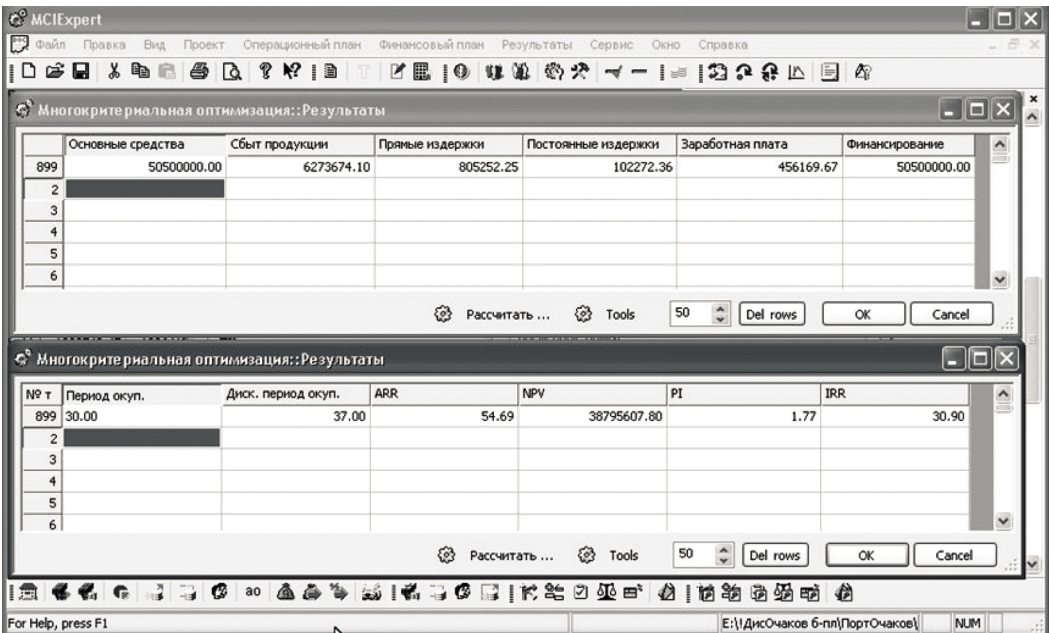


Рис. 6. Отримання парето-оптимальної області існування інвестиційно-інноваційного проекту за допомогою програмного комплексу MSCExpert

Аналіз ризику в умовах повної невизначеності. Аналіз ризику інвестиційного проекту розвитку ТОВ «Порт N» неможливо здійснити на базі статистичних спостережень, тому в умовах повної невизначеності сценаріїв розвитку проекту повинна застосовуватися оцінка показників ефективності інвестицій методом нечітких інтервалів.

Для перевірки обраних варіантів на відповідність заданому рівню ризику були взяті два варіанти, одержані на попередніх етапах.

*Перший варіант № 420.* Завдання полягає в оцінці ризику стосовно отримання результатів:  $NPV_1$  — 25 802 927 грн;  $PI_1$  — 1,51 разів;  $DPBP_1$  — 42 міс.

*Другий варіант № 899* розглядається як найкращий з точки зору критеріїв ефективності та взятий з отриманої парето-оптимальної області існування інвестиційно-інноваційного проекту. Завдання полягає в оцінці ризику стосовно одержання результатів:  $NPV_2$  — 38 795 607 грн;  $PI_2$  — 1,77 разів;  $DPBP_2$  — 37 міс.

Для оцінки ризику варіанта № 420 методом нечітких інтервалів отримані критерії ефективності ( $NPV_1$ ,  $PI_1$ ,  $DPBP_1$ ) було представлено у вікно «Налаштування розрахунку» (рис. 7). При цьому за допомогою вікна «Лінгвістична інтерпретація ступеня ризику» було лінгвістично охарактеризовано ступінь ризику. За умовами завдання ступінь ризику не повинний перевищувати 60 %, що відображено як «середній ризик» від 0,6 (рис. 8). Аналіз ризику проекту проводився в умовах зміни ставки дисконтування від 8 до 25 %.

Оцінка ризику проводилася для першого (№ 420) і другого (№ 899) варіантів. Приклад оцінки ризику варіанта № 420, проведеного у програмному комплексі MSCExpert, наведено на рис. 9. За допомогою MSCExpert отримані результати оцінки ризику для обох варіантів (табл. 4 і 5).

Таким чином, використовуючи результати оцінки ризику методом нечітко-множинного аналізу, можна одержати кількісне значення ризику та його лінгвістичну інтерпретацію.

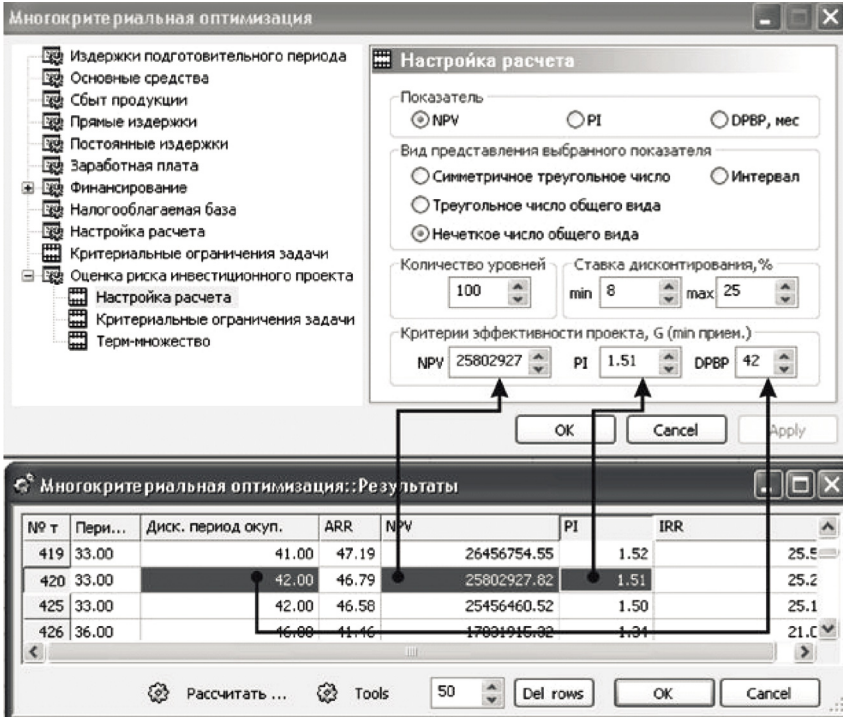


Рис. 7. Оцінка ризику варіанта № 420 методом нечітких інтервалів за допомогою програмного комплексу MSCExpert



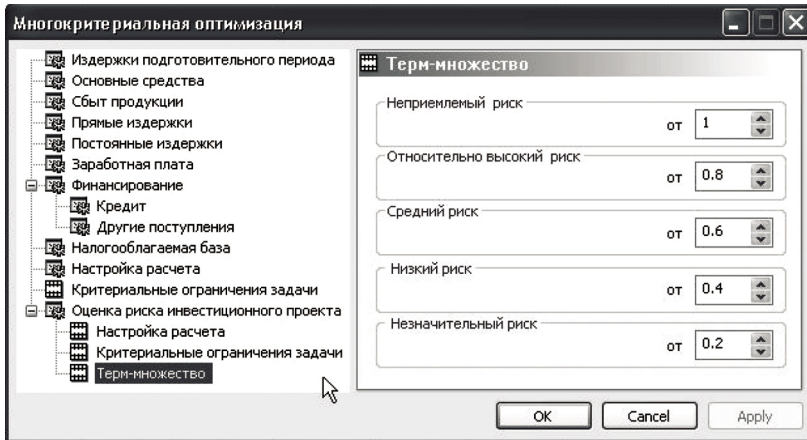


Рис. 8. Лінгвістична інтерпретація ступеня ризику

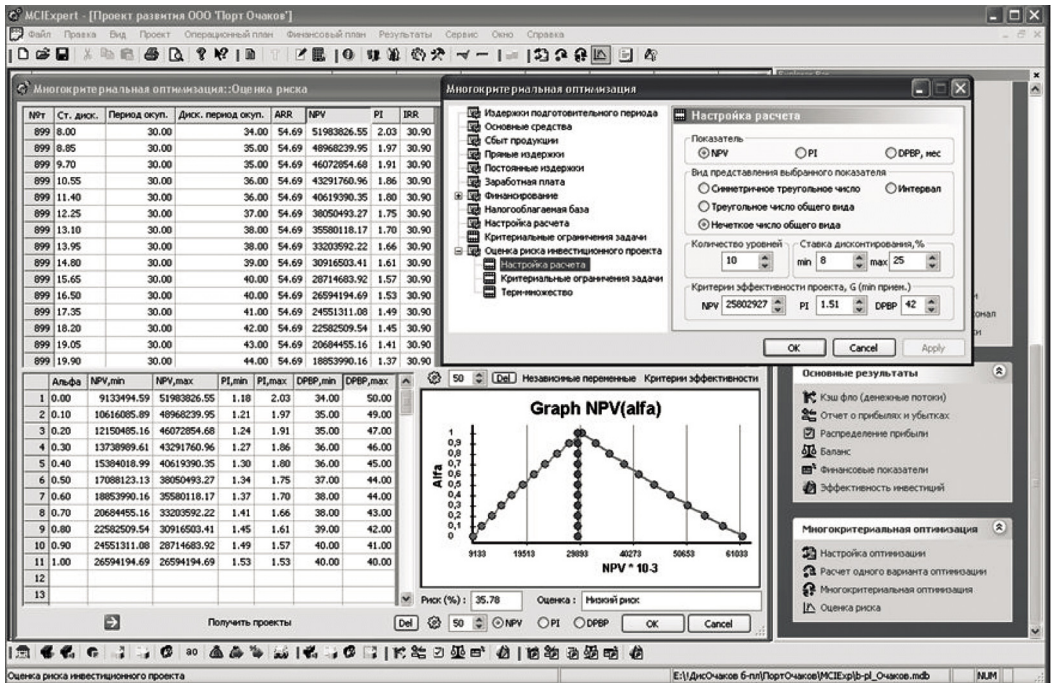


Рис. 9. Аналіз ризику інвестиційно-інноваційного проекту розвитку ТОВ «Порт №» у програмному комплексі MSCExpert

Таблиця 4. Результати оцінки ризику варіанта №420

Найменування оцінки	$NPV_1$	$PI_1$	$DPBP_1$
Інтервал	38,90	38,79	50,00
Симетричне трикутне число	33,19	32,85	29,88
Трикутне число загального вигляду	22,48	22,31	25,64
Нечітке число загального вигляду	35,78	35,47	54,83
Середня оцінка	32,6	32,4	40,1

Таблиця 5. Результати оцінки ризику варіанта №899

Найменування оцінки	$NPV_2$	$PI_2$	$DPBP_2$
Інтервал	69,22	69,43	81,25
Симетричне трикутне число	90,09	90,24	75,07
Трикутне число загального вигляду	87,73	87,93	68,38
Нечітке число загального вигляду	90,80	90,92	51,89
Середня оцінка	84,5	84,6	69,1

**Таблиця 6.** Аналіз ризику інвестиційного проекту розвитку ТОВ «Порт N» методом імітаційного моделювання

Показники	Критерії ефективності проекту					
	PB, міс.	DPB, міс.	ARR, %	NPV, грн	PI, разів	IRR, %
Середнє значення	38	49	38	2 451 337	1,25	17,8
Стандартне відхилення	8	9	10	3 206 121	0,32	8,8
Коефіцієнт варіації	0,210	0,192	0,258	1,308	0,257	0,493
Мінімум	27	33	17	- 4 436 150	0,56	0
Максимум	61	61	60	9 452 534	1,95	34,9

**Таблиця 7.** Результати оцінки ризику варіанта № 420

Імовірність настання події	Величина X	Нормальне значення X	$p(NPV \leq X)$
Імовірність $p(DPBP \geq X)$	42	- 0,77	0,78
Імовірність $p(ARR \leq X)$	46,8	0,88	0,81
Імовірність $p(NPV \leq X)$	25 802 927	0,83	0,80
Імовірність $p(PI \leq X)$	1,51	0,83	0,80
Імовірність $p(IRR \leq X)$	25,2	0,84	0,80

**Таблиця 8.** Результати оцінки ризику варіанта № 899

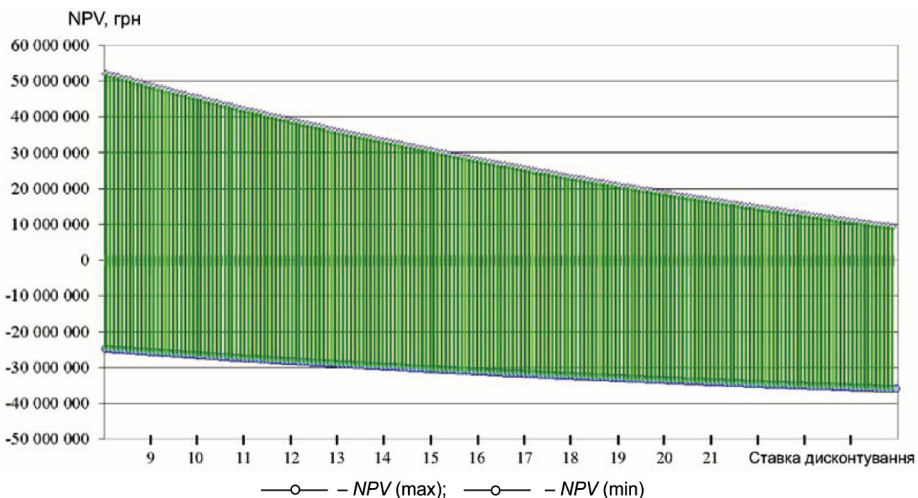
Імовірність настання події	Величина X	Нормальне значення X	$p(NPV \leq X)$
Імовірність $p(DPBP \geq X)$	37	- 1,30	0,90
Імовірність $p(ARR \leq X)$	54,7	1,69	0,95
Імовірність $p(NPV \leq X)$	38 795 607	1,63	0,95
Імовірність $p(PI \leq X)$	1,8	1,73	0,96
Імовірність $p(IRR \leq X)$	30,9	1,48	0,93

Аналіз ризику методом імітаційного моделювання (Монте-Карло). Аналіз ризику інвестиційно-інноваційного проекту розвитку ТОВ «Порт N» методом імітаційного моделювання показав результати, наведені у табл. 6–8.

Аналіз ризику інвестиційного проекту інтегральним методом. Аналіз ризику ін-

вестиційно-інноваційного проекту розвитку ТОВ «Порт N» інтегральним способом, який уперше був розроблений та запропонований автором для використання, показав результати, наведені на рис. 10.

Аналіз показав, що коефіцієнт відсутності ризику дорівнює 0,9 та можливість



**Рис. 10.** Область існування проекту розвитку ТОВ «Порт N»:

позитивного варіанта розвитку проекту — 47,3%. Результати аналізу ризику інвестиційно-інноваційного проекту розвитку ТОВ «Порт N» наведено нижче:

Максимальна ставка дисконтування	25
Мінімальна ставка дисконтування	8
Глибина дослідження ставки дисконтування	201
Крок зміни ставки дисконтування	0,085
Загальна площа:	198699183
«(+)-» площа	93979887
«(-)-» площа	-104719296
Покриття «(+)-» площею, %	47,30
Покриття «(-)-» площею, %	52,70
Коефіцієнт відсутності ризику	0,9

**Етап № 7. Вибір базового оптимального варіанта інвестиційно-інноваційного проекту за методом аналізу ієрархії (MAI) Т. Сааті.** При виникненні ситуацій, коли перевага одного варіанта проекту над іншим піддається сумніву, треба застосовувати методику MAI Т. Сааті. У даному випадку маємо два варіанти, причому в другому (варіант № 135) рівень прибутку значно більше, ніж у першому (варіант № 464). Од-

нак ризик впровадження другого варіанта розвитку дуже високий.

Для прийняття остаточного рішення за допомогою MAI Т. Сааті проведено вибір між двома варіантами, що дозволило ефективно вирішити задачу вибору найкращого (табл. 9).

**Етап № 8. Розробка оптимального інвестиційно-інноваційного проекту.** Аналіз інформаційної бази стосовно проекту розвитку ТОВ «Порт N» дав змогу розробити початковий варіант на етапі № 2.

У результаті застосування методики оптимального інвестиційно-інноваційного проектування було обґрунтовано можливість впровадження вдосконаленого варіанта (рис. 11–13).

Показники економічної ефективності початкового та оптимального варіантів розвитку ТОВ «Порт N» наведено нижче:

	Початковий варіант	Оптимальний варіант
<i>PB</i> , міс.	33	33
<i>DPBP</i> , міс.	42	42
<i>ARR</i> , %	43,19	46,79
<i>NPV</i> , грн	21 211 204	25 802 927
<i>PI</i> , разів	1,42	1,51
<i>IRR</i> , %	23,70	25,2

Таблиця 9. Результати вибору кращого варіанта

Альтернативи	Критерії						Глобальні пріоритети
	Ступінь ризику	<i>DRB</i> , міс.	<i>NPV</i> , грн	<i>IRR</i> , %	<i>PI</i> , разів	<i>ARR</i> , %	
	Числове значення вектора пріоритету						
	0,5036	0,1679	0,1259	0,0834	0,0633	0,0560	
Варіант № 464	0,89	0,67	0,11	0,88	0,86	0,83	0,747*
Варіант № 135	0,11	0,33	0,89	0,13	0,14	0,17	0,252

\* Варто зупинити свій вибір на альтернативі з максимальним значенням глобального пріоритету, який дорівнює 0,747.

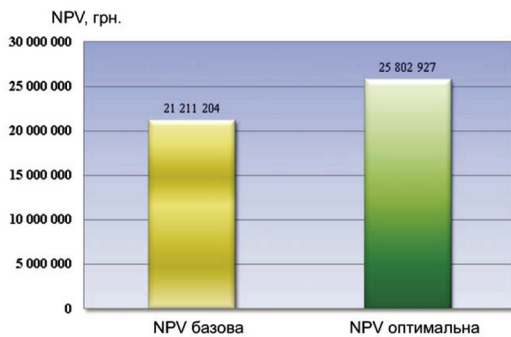


Рис. 11. Чиста теперішня вартість базового і оптимального варіантів розвитку ТОВ «Порт N»

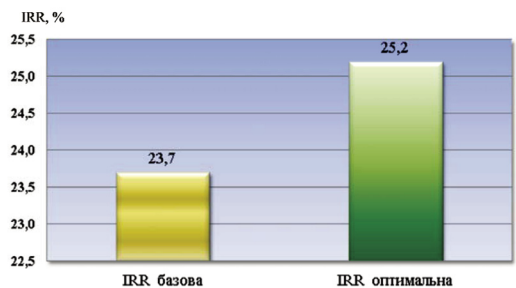
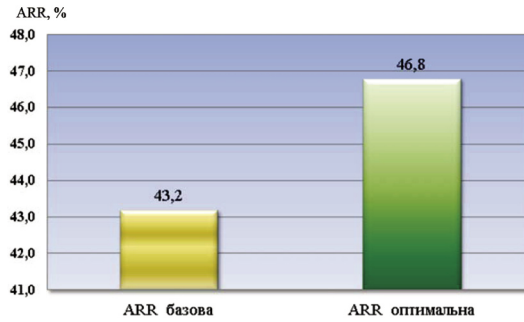


Рис. 12. Приріст внутрішньої норми рентабельності оптимального варіанта розвитку ТОВ «Порт N» по відношенню до базового



**Рис. 13.** Приріст середньої норми рентабельності оптимального варіанта розвитку ТОВ «Порт N» по відношенню до базового

## ВИСНОВКИ

1. Сформована інформаційна система управління проектом виробництва, яка дозволяє управляти інформаційними потоками на фазі передінвестиційного дослідження з урахуванням усього життєвого циклу проекту. Дані рекомендації з вибору початкового вектора незалежних змінних, сформовані інформаційні потоки щодо оптимізації та

вибору парето-оптимальних варіантів проекту, визначені інформаційно-технологічні засади функціонування модуля оцінки ризику в умовах повної невизначеності та за допомогою імітаційного моделювання.

2. Розроблений алгоритм вибору параметрів проекту, який дозволяє здійснити його комплексну оцінку та визначити оптимальний варіант з прийнятним рівнем ризику на всіх стадіях передінвестиційної фази.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] *Голиков, І. В.* Вдосконалення інвестиційно-інноваційних процесів птахопереробних підприємств АПК [Текст] / І. В. Голиков // Матеріали VI Міжнар. наук.-практ. конф. «Облік, контроль і аналіз в управлінні підприємницькою діяльністю» (Черкаси, 11–13 квітня 2007 р.). – С. 343–344.
- [2] *Голиков, І. В.* Решение задач инвестиционного проектирования в программном комплексе MSCExpert [Текст] / И. В. Голиков // Труды Одесского политехнического университета. — Вып. «Научный и производственно-практический сборник по техническим и естественным наукам». — 2004. — Спецвыпуск : в 3 т. — Т. 1. — С. 178–181.
- [3] *Шарп, У. Александер.* Инвестиции [Текст] / У. Александер Шарп : [пер. с англ.]. — М. : Инфра-М, 2003. — 1028 с.
- [4] UNIDO Manuel For The Preparation Of Industrial Feasibility Studies [Text]. — Vienna : UNIDO, ID/206, 1986. — 469 p.