

УДК 621:658.8

ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ НА ІННОВАЦІЙНУ ПРОДУКЦІЮ МАШИНОБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА

М'ячин В.Г., к.т.н.

Жукова А.Г.

*Дніпропетровський університет імені Альфреда Нобеля
м. Дніпропетровськ*

У статті розглянуто імітаційну модель, побудовану за методом Монте-Карло на основі прогнозування попиту на інноваційну продукцію машинобудівного підприємства. Запропоновані три сценарії прогнозних значення попиту на машинобудівну продукцію – пессимістичний, найбільш вірогідний і оптимістичний – для розрахунку ефективності інноваційного проекту. Показано, що за найбільш вірогідним сценарієм з ймовірністю 97,95 % інноваційний проект можна розглядати як ефективний.

Ключові слова: попит, інноваційна продукція, машинобудівне підприємство, інноваційний проект, імітаційна модель.

The article describes the simulation model by the method of Monte-Carlo and simulation model based on forecasting demand for innovation products of the machine-building enterprise. To calculate the efficiency of the innovation project three scenarios for demand forecast values of machine-building products pessimistic, the most probable and optimistic are proposed. In this context authors show that innovative project with the most likely scenario of the probability of 97,95 % can be seen as efficient.

Key words: demand, innovation products, machine-building enterprise, innovative project, simulation model.

Актуальність проблеми. В результаті розвитку високих технологій і підвищення матеріального рівня населення відбувається перехід від масового виробництва до індивідуалізації задоволення попиту споживачів. Така ситуація змушує підприємства пристосовуватися до умов мінливого ринку, за рахунок, насамперед, пропозиції інновацій, нових видів продукції, нових технологій виробництва. Основним принципом діяльності виробничого підприємства стає принцип МТМ (minimal time-to-market), що означає момент появи продукції на ринку в потрібний час, інакше вона буде незатребуваною.

Великі виробничі підприємства та промислові групи, що мають у розпорядженні значні виробничі потужності й оборотні кошти, мають можливість вирішувати такі завдання. Але для малих і середніх підприємств, які не мають достатньо коштів, єдиним виходом стає швидка переорієнтація виробництва на нові актуальні напрямки та інноваційну продукцію за рахунок залучення позикових коштів. Для будь-якого промислового підприємства, в цьому випадку виникають проблеми визначення залежності попиту на інноваційну продукцію від можливостей її випуску, оцінки ефективності інноваційних проектів і ризику в процесі прийняття управлінських рішень.

Основною проблемою, що стоїть перед виробничими підприємствами, є складність, висока вартість і тривалість процесу освоєння інноваційної продукції.

Складність інноваційного процесу обумовлюється виникненням ризикових ситуацій, особливо на початкових стадіях життєвого циклу інноваційного проекту. Такі ситуації можуть призводити до відмови від подальшого освоєння продукції. До їх числа можна віднести: відсутність матеріально-енергетичних ресурсів, необхідних для успішного освоєння продукції, виробничого устаткування, виробничої документації або можливостей її своєчасного створення, а також негативні результати патентного аналізу, випробувань продукції, зміни ринкової ситуації в процесі освоєння, наприклад, поява на ринку аналога тощо.

Величина втрат стає особливо відчутною з наближенням інноваційного проекту до завершення. Вартість виробничого устаткування, проектних робіт з монтажу, наладки і запуску обладнання може становити десятки і сотні тисяч гривень.

На цьому етапі можливий ризик збільшення термінів і витрат, пов'язаних з освоєнням інноваційної продукції, що, у свою чергу, може привести до зменшення ринкового попиту. Одним з чинників такого ризику є необхідність виконання значного обсягу додаткових робіт, загальний обсяг яких попередньо визначається випадковими результатами технічного аналізу, випробувань дослідних зразків і т.п. і може сягати близько 30-60 % сукупного обсягу робіт проекту.

Аналіз останніх наукових досліджень. Питаннями ефективності інноваційних проектів та впровадження інноваційної продукції за-

ймалися І. Бузова, С. Іл'єнкова, У. Шарп [1-3]. Заслуговують на увагу дослідження у цій сфері таких українських економістів, як: Л. Антонюк, О. Бондаренко, О. Василенко, Є. Галушко, В. Геєць, В. Громека, І. Джайн, В. Дорофієнко, В. Єспіфанов, С. Ілляшенко, М. Ільїн, А. Костенко, Є. Лапін, Л. Мельник, М. Одрехівський, А. Поручник, В. Савчук, І. Сало та ін. Проте, в умовах економічної кризи ця проблема і надалі залишається актуальною і потребує подальшого дослідження, зокрема, прогнозування попиту на інноваційну продукцію і можливостей її пропозиції.

Метою роботи є систематизація підходів до прогнозування попиту на інноваційну продукцію машинобудівного підприємства за його кількісною оцінкою за умови різних варіантів реалізації інноваційного проекту.

Викладення основного матеріалу дослідження. Прогнозування попиту на інноваційну продукцію тісно пов'язано з інноваційними проектами, які мають такі етапи: дослідження та прийняття рішень про освоєння нового інноваційного виду продукції; розробка документації, проведення випробувань і реєстрація нового продукту; освоєння інноваційного продукту у виробництві та його просування [2].

Перший етап характеризується невеликими тимчасовими рамками та витратами, до яких відносяться в основному поточні витрати на утримання штатних фахівців-аналітиків. Важливість його полягає у високій відповідальності за ухвалення рішення про початок освоєння і високу ймовірність відмови від освоєння нового виду продукції.

Другий етап характеризується тривалими тимчасовими рамками (різняться для кожного виду інноваційної продукції) і високою вартістю досліджень.

Останній етап пов'язаний з відносно високим рівнем витрат на придбання, встановлення та налагодження устаткування, випуском перших пробних партій нової продукції, а також високим рівнем витрат на її просування. Ризик відмови від освоєння нової продукції тут також існує, хоча і незначний.

Для прийняття рішення важливим є оцінка ефективності інноваційного проекту. Така оцінка проводиться за показниками, що базуються на структурному аналізі вхідних (витратних) і вихідних (прибуткових) потоків

грошових коштів протягом всього життєвого циклу проекту. Такий аналіз проводиться з використанням чистого грошового потоку, що являє собою різницю між величинами доходів, одержаних в процесі реалізації проекту і витрат за відповідні періоди часу, обчислені у вартісному вираженні [3]. Чистий грошовий потік слугує основою отримання оцінок показників ефективності проекту. Однак на початкових етапах інноваційного проекту, внаслідок багатоетапності і невизначеності значень параметрів, отримати достовірні оцінки потоків коштів в більшості випадків не можливо. Тому показниками оцінки ефективності інноваційного проекту на початкових етапах життєвого циклу можуть стати показники очікуваної тривалості і сукупних витрат проекту (окремих етапів проекту).

Означений метод найбільш повно характеризує невизначеності реального інноваційного проекту, оскільки початкові обмеження дозволяють враховувати всю доступну для дослідження інформацію. Застосування імітації Монте-Карло дозволяє враховувати будь-які розподіли екзогенних змінних і отримувати розподіл результиручого показника [1].

Метод Монте-Карло [4] передбачає побудову імітаційної математичної моделі зі стохастичними характеристиками. Визначивши ймовірнісні параметри проекту, а також оцінивши їх кореляційний вплив, можна отримати ймовірнісний розподіл чистої приведеної вартості.

Крім того, метод Монте-Карло передбачає повне оновлення прогнозної моделі при зміні параметрів проекту. Це дозволяє виключити з розгляду пройдені етапи реалізації проекту і заново змоделювати коефіцієнти, у тому числі взаємовпливу.

Математична модель може забезпечувати розрахунок нових значень за кожного нового імітаційного експерименту, завдяки вибору випадковим чином генерації випадкових чисел. Результати всіх імітаційних експериментів об'єднуються у вибірку і аналізуються за допомогою статистичних методів з метою отримання розподілу ймовірностей результуючого показника.

У вітчизняній і зарубіжній практиці в процесі розробки та експертизи інноваційного проекту оцінка його ефективності найчастіше здійснюється на основі аналізу значень інтегральних показників, одним з яких є чиста приведена вартість (*NPI*), що характеризує перевищення сумарних грошових надходжень над сумарними витратами для даного

проекту [3]:

$$NPV = \sum_{k=0}^n \frac{CF_k}{(1+r)^k} - IC \quad , \quad (1)$$

де NPV – чиста приведена вартість; CF_k – грошові надходження за k -ий рік; r – ставка дисконтування; n – тривалість проекту; IC – початкові інвестиції.

Якщо $NPV > 0$, то проект забезпечує одержання прибутку і його доцільно прийняти до реалізації, якщо $NPV < 0$, то від проекту доцільніше відмовитися; значення $NPV = 0$ означає, що надходжень від проекту достатньо, щоб забезпечити мінімальний рівень прибутковості.

За допомогою критерію NPV можна визначити не тільки ефективність проекту, але й розрахувати ряд додаткових показників. Значна сфера застосування і відносна простота розрахунків забезпечують NPV -методу суттєве поширення, і в даний час він є одним із стандартних методів розрахунку ефективності інвестицій, рекомендованих до застосування ООН і Світовим банком [5].

У нашому дослідженні метод Монте-Карло апробований на провідному підприємстві України, що виробляє електротехнічне устаткування та оснащення для залізничного транспорту. Основний напрямок діяльності підприємства – розробка, виробництво автоматичного устаткування сигналізації, зв’язку і управління для залізничного транспорту (шлагбауми, світлофори, арматура).

Інноваційний проект передбачає обґрунтування випуску модифікованої моделі шлагбаума за оцінкою попиту на нього.

На основі аналізу ринку обладнання та його сегменту для ПАТ “Укрзалізниця”, проведеного спільно з аналітичним відділом підприємства за динамікою продажів продукції у 2007-2011 рр., визначено пессимістичний, найбільш вірогідний і оптимістичний варіанти (прогнози) значень попиту на шлагбауми, згідно з якими встановлюються діапазони змінної (табл. 1).

Інноваційний проект фінансується за рахунок власних коштів.

Виручка від продажів визначається обсягом реалізованої продукції в натуральному виражені та її ціною. Витрати залежать від обсягу реалізованої продукції, змінних витрат на виробництво одиниці продукції і постійних витрат. Змінні витрати на виробництво одиниці продукції

визначаються витратами на сировину та матеріали, а також витратами на оплату праці в розрахунку на одну одиницю продукції. Щорічні платежі залежать від виручки від наданих послуг, витрат виробництва, амортизації, ставки податку на прибуток, а також від інвестиційних витрат.

Таблиця 1. Прогнозні значення попиту на машинобудівну продукцію та основні параметри інноваційного проекту

Песимістичний варіант	Найбільш вірогідний варіант	Оптимістичний варіант
Прогнозований обсяг попиту на продукцію (шлагбауми), шт. (Q_t)		
1-й рік		
320	350	380
2-й рік		
320	350	380
3-й рік		
320	350	380
4-й рік		
320	350	380
Ціна одиниці продукції (шлагбаума) (p_t) – 33000 грн		
Початкові витрати (I_0) – 3460000 грн		
Ставка податку на прибуток (T) – 21%		
Щорічні постійні витрати (FC_t) – 2250000 грн		
Змінні витрати (VC_t) – 65% від прибутку		
Щорічна амортизація (A_t) – 200000 грн		

Величина грошового потоку, необхідного для розрахунку NPV розраховано за моделлю авторів дослідження:

$$CF_t = (Q_t \times p_t - VC_t - FC_t - A_t) \times (1 - T) + A_t - I_t , \quad (2)$$

де CF_t – грошовий потік у t -у році, Q_t – обсяг реалізованої продукції в натуральному виразі у t -у році; p_t – ціна одиниці продукції у t -у році; VC_t – змінні витрати у t -у році; FC_t – постійні витрати у t -у році; A_t – амортизаційні відрахування у t -у році; T – ставка податку на прибуток; I_t – інвестиційні витрати у t -у році.

Враховуючи щорічні зміни попиту на продукцію, ефективність інноваційного проекту оцінено за математичною моделлю авторів дослідження:

$$NPV = \sum_{t=1}^4 \frac{CF_t}{(1+j)^t} - I_0 = \sum_{t=1}^4 \frac{(Q_t \times p_t - VC_t - FC_t - A_t) \cdot (1 - T) + A_t - I_t}{(1+j)^t} - I_0 , \quad (3)$$

де Q_t – обсяг продажу в натуральному виразі у t -у році; p_t – ціна за одиницю продукції у t -у році.

За постійні величини (параметри моделі) приймають: I_0 – початкові витрати на інновації; j – номінальна ставка дисконтування; FC_t – постійні витрати у t -у році; A_t – амортизаційні відрахування у t -у році; T – ставку податку на прибуток.

При цьому номінальна ставка дисконтування може бути визначена за формулою:

$$1 + j = (1 + r) \times (1 + i), \quad (4)$$

де j – номінальна ставка дисконтування; r – звичайна ставка дисконтування; i – темп інфляції.

У моделі попит приймається за випадкову величину, яка має незначний розмах можливого середнього значення. Розрахунки проведено за розподілом Пуассона [6] за одним параметром за допомогою некомерційної версії програми Crystal Ball компанії Oracle [7].

За моделлю було сгенеровано 5000 значень для змінної попиту і отримано відповідну кількість значень результируючого показника (NPV). На рис. 1-3 представлено розподіл величини NPV для різних сценаріїв (прогнозів).

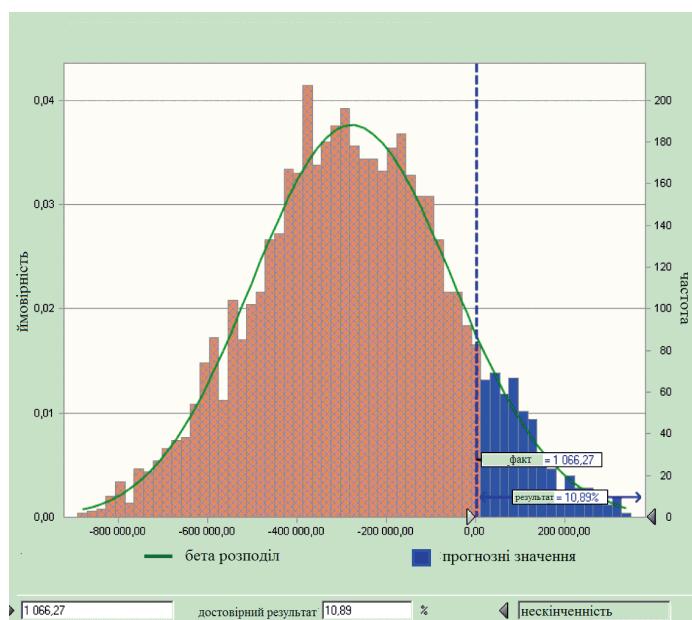


Рис.1. Розподіл чистої приведеної вартості (NPV) за пессимістичним варіантом попиту на інноваційну продукцію

За пессимістичним сценарієм (рис. 1) тільки 10,89% можливих значень NPV є позитивними, що дозволяє зробити висновок про недоцільність реалізації інноваційного проекту.

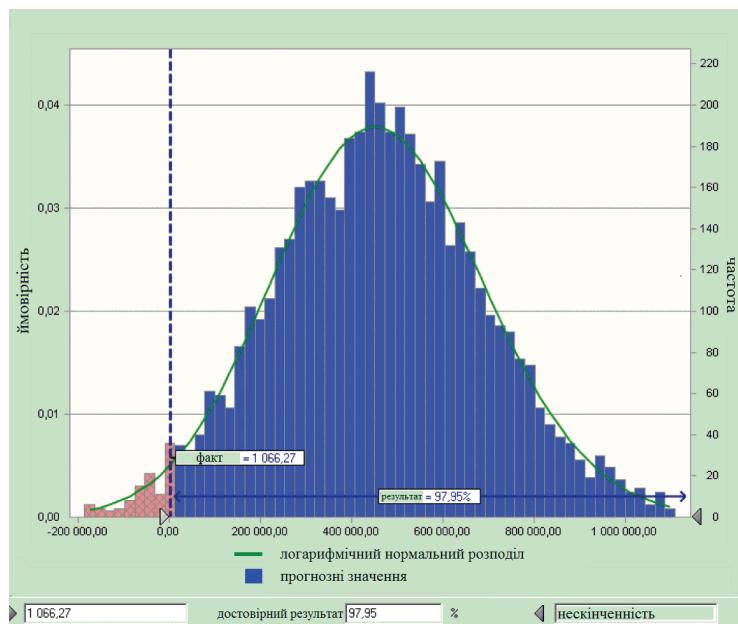


Рис. 2. Розподіл чистої приведеної вартості (NPV) за найбільшим вірогідним варіантом попиту на інноваційну продукцію

За найбільш вірогідного сценарію (рис. 2) приблизно 97,95% можливих значень NPV є позитивними, а, відтак, інноваційний проект можна розглядати як ймовірний до реалізації.

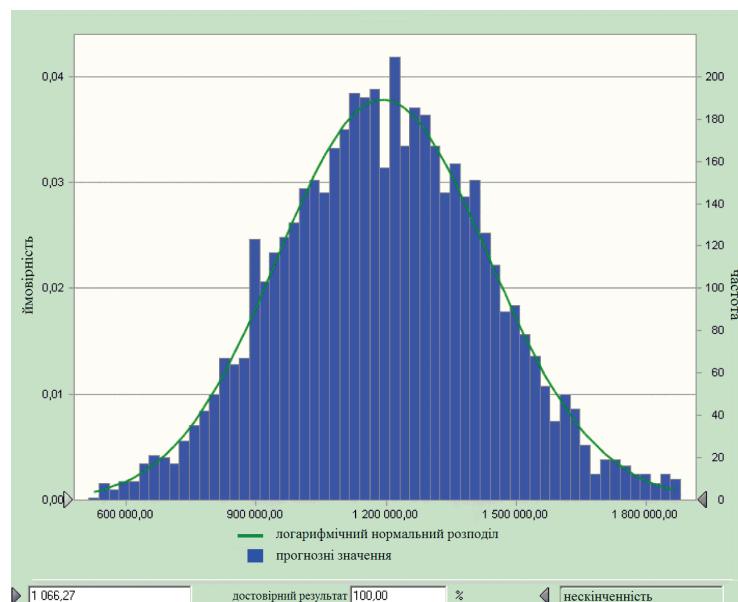


Рис. 3. Розподіл чистої приведеної вартості (NPV) за оптимістичним варіантом попиту на інноваційну продукцію

За оптимістичним сценарієм (рис. 3) значення NPV буде позитивним в 100% випадків, тобто ризики є мінімальними, а проект слід прийняти до реалізації.

Основні показники статистичних характеристик чистої приведеної вартості NPV для пессимістичного, найбільш вірогідного і оптимістичного сценаріїв наведено в табл. 2.

Таблиця 2. Основні характеристики попиту на інноваційну продукцію машинобудівного підприємства

Показники	Значення		
	Пессимістичний варіант	Найбільш вірогідний варіант	Оптимістичний варіант
Математичне очікування NPV , грн	-272319,22	461400,29	1196397,62
Стандартне відхилення NPV , грн	221138,26	23195, 84	243458,42
Коефіцієнт варіації NPV	-0,8121	0,5111	0,2035

Як видно з таблиці 2, до реалізації слід прийняти оптимістичний варіант інноваційного проекту, який забезпечує попит на 380 шлагбаумів щорічно.

Висновки. Таким чином, імітаційне моделювання як один з найбільш ефективних методів аналізу економічних процесів і систем, що дозволяє враховувати вплив невизначеності на ефективність інноваційного проекту, дозволяє отримати значний розподіл результируючого показника. Розроблені моделі забезпечують прогнозування ефективності інноваційного проекту на основі встановлення межі діапазону значень попиту на інноваційну продукцію машинобудівного підприємства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Бузова И.А. Коммерческая оценка инвестиций / И.А. Бузова, Г.А. Маховикова, В.В. Терехова / под ред. Есипова В.Е. – СПб.: Питер, 2004. – 432 с.
2. Ильенкова С.Д. Управление инновационным проектом: учебно-методический комплекс / С.Д. Ильенков, С.Ю. Ягудин, В.В. Гуров / под ред. проф. С.Ю. Ягудина. – М.: Изд. Центр ЕАОИ, 2009. – 182 с.
3. Шарп У.Ф. Инвестиции: пер. с англ. / У.Ф. Шарп, Г.Д. Александр, В.Д. Бейли. – М.: Инфра-М, 2001. – 1028 с.

4. Соболь И.М. Численные методы Монте-Карло / И.М. Соболь. – М.: Наука, 1973. – 312с.
5. Облакова А.В. Моделирование инвестиционных процессов в секторе телекоммуникационных услуг / А.В. Облакова, И.В. Трегуб // Имитационное моделирование. Теория и практика: сборник докладов третьей всероссийской научно-практической конференции. – СПб.: ЦНИИ, 2007. – С.147-151.
6. Вилсон У.Л. Microsoft Excel: анализ данных и построение бизнес-моделей: пер. с англ. / Уэйн Л. Вилсон. – М.: Издательско-торговый дом «Русская Редакция», 2005. – 576 с.
7. Мур Д. Экономическое моделирование в Microsoft EXCEL / Джейфри Мур, Лари Р. Уэдерфорд. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 1024 с.