

УДК 681.3.06

І.А. Стрелов, П.П. Ігнатенко

ПІДХІД ДО ПРОГНОЗУВАННЯ ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ППС

Розглядаються основи методики прогнозування основних характеристик економічної ефективності ППС, які базуються на моделюванні функціонування ППС (UML-модель), а також імітаційному моделюванні підприємства за умов впровадження ППС в його систему управління.

Вступ

Створення інформаційних технологій у цей час – важливий напрям капітальних вкладень компаній. У зв'язку з цим перед розробниками все частіше постає задача щодо обґрунтування таких вкладень, побудови раціональної і прозорої системи фінансування, яка б давала гарантії адекватної прибутковості таких проектів.

При цьому оцінювання економічних характеристик проектів з створення прикладних програмних систем (ППС) – дуже важлива складова цієї задачі. Деякі підходи до отримання таких оцінок були наведені в [1-5]. Вони дозволяють отримувати оцінки вартості та тривалості створення ППС за моделлю зовнішніх інтерфейсів ППС та UML-моделлю самої системи, починаючи з перших етапів проектування та уточнювати їх у ході здійснення розробки. Це дає організації-розробнику змогу управляти економічними характеристиками проекту на стадіях розробки ППС.

Але, з іншого боку, для користувача ППС для прийняття рішення з її замовлення більш важливо отримати оцінки економічного ефекту від впровадження ППС. У випадку спеціалізованої ППС це питання має велике значення також для її розробника, адже замовник може відмовитись від використання економічно неефективної ППС. У разі виявлення недостатньої ефективності ППС під час її проектування або розробки ще є можливість це врахувати та зкоригувати вимоги, архітектуру або інші аспекти проекту.

З фінансової точки зору, розробка та впровадження ППС є інвестиційним проектом, до якого замовник вкладає певні ресурси та отримує новий актив – прикладну програмну систему. При цьому економічна

ефективність проекту – ключовий фактор у прийнятті рішення про інвестування у нього коштів.

1. Основні характеристики ефективності інвестицій

Для організації-розробника ППС суттєвими є такі економічні показники проекту, як вартість та тривалість. Для організації-замовника ці показники також є важливими, але їх недостатньо для оцінки економічного ефекту від впровадження ППС та визначення доцільності проекту.

Впровадження ППС в організації можна розглядати як інвестиційний проект, у ході якого замовник витрачає певні кошти на придбання активу (ППС), який дозволяє зменшити видатки через оптимізацію бізнес-процесів або збільшити надходження, запропонувавши ринку нові продукти.

Інвестиційний проект є доцільним, якщо грошові потоки – **Cash Flow (CF)**, що генеруються проектом, забезпечують дві умови:

- покриття початкової інвестиції;
- віддачу на вкладені гроші (дохід інвестора).

Найбільш вживаними (основними) показниками ефективності інвестиційних проектів є такі:

чиста приведена вартість (ЧПВ, Net Present Value, NPV). Відображає різницю між видатками та прибутками, коли всі кошти приведені у часі до теперішнього моменту часу. Якщо їх різниця позитивна, тобто одержана позитивна чиста приведена вартість, даний проект прийня-

тний. Цей показник дуже ефективний при порівнянні кількох довготермінових проектів, які мають сильно рознесені у часі видатки та прибутки:

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1+r)^i} - INV, \quad (1)$$

де CF_i – грошовий потік у i -му періоді, r дорівнює WACC у i -му періоді, INV – початкові інвестиції;

внутрішня норма прибутку (ВНР, Internal Rate of Return, IRR). Так називають ставку дисконтування, за якої величина ЧПВ стає нульовою (поточна приведена вартість майбутніх надходжень коштів на дані інвестиції рівна затратам на ці інвестиції). Це ефективна ставка доходності проекту, яка може бути порівняна зі ставками банківських депозитів.

У теорії визначається шляхом розв'язання рівняння

$$\sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1+IRR)^i} = INV, \quad (2)$$

де CF_i – грошовий потік у i -му періоді, INV – початкові інвестиції.

На практиці визначається методом проб і помилок; коли чиста приведена вартість, тобто різниця між приведеними наявними затратами на інвестиційний проект і приведеними наявними надходженнями (тобто прибутки) за даним проектом рівна нулю, коефіцієнт дисконтування (приведення), який дав такий результат і буде внутрішньою нормою прибутку за проектом. Якщо внутрішня норма прибутку вища мінімально допустимої норми прибутку за проектом, то інвестиції у цей проект допустимі;

період окупності (ПО, період повернення коштів, Payback Period, PBP), – час, необхідний для того, щоб сума, інвестована в той чи інший проект, повністю повернулася за рахунок коштів, одержаних внаслідок основної діяльності за даним проектом. Є одним із найбільш загальних показників інвестиційного проекту. Він обчислюється шляхом порівняння суми інвестицій з сумою прибутків, звичайно місяць за місяцем. Більшість проектів мають великі початкові вкладення, що поступово повертаються разом з прибутками. У певний момент часу сума прибутків пе-

ревищує суму вкладених коштів. Проміжок часу від початку проекту та цим моментом і називають періодом окупності. Цей показник не є мірою прибутковості проекту, навіть при великому ПО прибутки від усього проекту можуть значно перевищити видатки. Проте цей показник певною мірою відображає ризики проекту – проекти з великим ПО більш вразливі до непередбачених змін;

приведений період окупності (ППО, Discounted Payback Period, DPP) враховує „часову вартість” грошей. Через такі фактори, як інфляція, банківський процент або інші привабливі проекти, одна гривня сьогодні коштує більше, ніж одна гривня завтра. Обраховуючи ППО, всі прибутки та видатки дисконтують для врахування можливостей інвестицій у інші проекти та ризиків проекту. Для короткотермінових проектів ПО дає достатню точність, але для довготривалих проектів, ППО є точнішим. Як ПО і ППО не є міра доходності проекту;

коефіцієнт прибутковості інвестицій (КПІ, Return on Investment, ROI). Прибуток до виплати процентів і податків, поділений на суму довготермінових зобов'язань плюс акції. Також називається коефіцієнтом віддачі на постійний капітал. Обчислюється як різниця між сумарними прибутками та сумарними видатками, поділена на суму видатків. Ця характеристика показує, скільки прибутку може принести проект на одиницю вкладених коштів. На практиці рекомендують використовувати дисконтований КПІ, що враховує часову вартість грошей та ризик проекту:

$$ROI = \frac{\sum_{i=1}^n CF_i^1 - \sum_{i=1}^n CF_i^2}{\sum_{i=1}^n CF_i^2}, \quad (3)$$

де CF_i^1 – прибутки у i -му періоді, CF_i^2 – видатки в i -му періоді;

середня зважена вартість капіталу (СЗВК, Weighted Average Cost of Capital, WACC) відображає вартість капіталу, що складається з власних та запозичених коштів:

$$WACC = inv_K \cdot r_K(1-t) + inv_E \cdot r_E, \quad (4)$$

де inv_K – обсяг позичкового капіталу, r_K – вартість позичкового капіталу, наприклад, відсотки за кредитом, t – ставка податку на прибуток, inv_E – обсяг власного капіталу, r_E – вартість власного капіталу, відображає прибутковість альтернативних вкладень власного капіталу. У нормальних умовах власний капітал не може коштувати більше, ніж запозичений, але він ніколи не має нульову вартість;

грошові потоки (ГП, Cash Flow, CF), прибутки та видатки, пов'язані з інвестиційним проектом. CF_i^j позначає суму, що пройшла за статтею j у періоді i .

Ці основні характеристики ефективності інвестицій будемо розглядати і для проекту створення ППС.

2. Моделювання процесу використання ППС та прогнозування даних для обчислення інвестиційних показників

Звичайно, необхідні дані для обчислення інвестиційних показників, як і при оцінках вартості ППС, можуть бути одержані експертними методами [1]. Але більш ефективним підходом до одержання достовірних вхідних даних є побудова імітаційної моделі функціонування підприємства за умов впровадження ППС в систему її управління.

Не зупиняючись на технології побудови імітаційної моделі підприємства (такого роду технології добре відомі [6]) відмітимо лише для розглядуваного прикладу перелік необхідних показників, динаміку прогнозних значень яких необхідно одержати для 12 місяців функціонування підприємства в нових умовах. До них, наприклад, належать:

- надходження від продаж;
- затрати на матеріали і комплектуючі;
- затрати на підрядну заробітну плату;
- сумарні прямі витрати;
- загальні витрати;
- витрати на персонал;
- вкладення в короткострокові цінні папери;
- доходи по короткострокових цінних паперах;

- сумарні постійні витрати;
- інші надходження;
- інші витрати;
- податки;
- кеш-фло від операційної діяльності;
- затрати на покупку активів;
- інші витрати підготовчого періоду;
- надходження від реалізації активів;
- покупка прав власності;
- продаж прав власності;
- доходи від інвестиційної діяльності;
- кеш-фло від інвестиційної діяльності;
- власний (акціонерний) капітал;
- запозичення;
- витрати на погашення запозичення;
- лізингові платежі;
- виплати дивідентів;
- кеш-фло від фінансової діяльності;
- баланс готівки на початок періоду;
- баланс готівки на кінець періоду.

Одержані прогнозні дані – основа для фінансового моделювання та оцінювання інвестиційних показників проекту за допомогою існуючих засобів такого моделювання.

При визначенні грошових потоків проекту із розробки та впровадження ППС найпростішим є обрахунок видатків. Типовими складовими вартості проекту є:

- вартість розробки ППС;
- ліцензії на системоутворююче та допоміжне програмне забезпечення;
- вартість комп'ютерної техніки та інфраструктури для ППС;
- вартість послуг із встановлення та налаштування ППС;
- вартість технічної підтримки встановленої ППС;
- заробітна плата додаткового технічного персоналу;
- вартість навчання технічного персоналу та користувачів роботі з ППС.

Набагато складнішою є задача визначення прибутків від впровадження ППС. У деяких випадках задача знаходження потоку прибутків від впровадження є очевидною та не потребує складних обчислень. Наприклад, коли мета впровадження ППС – надання нової послуги клієнтам засобами

самої ППС, можна вважати прибуток від цього нового напрямку діяльності грошовим потоком, створеним внаслідок впровадження ППС. Але найчастіше вплив ППС на бізнес-процеси фірми є складнішим.

У випадку, коли мета впровадження ППС – автоматизація та/або оптимізація бізнес-процесів, ППС опосередковано впливає також на ефективність процесів, не пов'язаних з її використанням. Звичайною є й ситуація, коли ППС застосовується у спосіб, не передбачений розробниками. У загальному випадку для визначення прибутків необхідно побудувати фінансову модель власне підприємства, модель підприємства із впровадженою ППС та провести порівняльний аналіз цих моделей для визначення та відокремлення впливу ППС. Для оцінки перспектив проекту потрібне також прогнозування результатів діяльності підприємства на основі цих моделей з урахування зовнішніх факторів на період запланованої експлуатації ППС. Коли ППС впливає на взаємодію з клієнтами фірми (найчастіший випадок), прогноз прибутків залежить від попиту на відповідні товари або послуги і потребує також маркетингового дослідження для визначення цього попиту.

Діаграми мережі залежностей. Одним із методів побудови фінансової моделі підприємства для визначення джерел та потоків прибутків є діаграма мережі залежностей (Dependency Network Diagram, DND). У цьому методі підприємство розглядається як система взаємодіючих активів та ресурсів. Організації використовують свої активи для створення додаткової вартості шляхом створення або використання ресурсів. Ресурси самі по собі не мають цінності, але набувають її, коли вони потрібні для досягнення певної мети. Власне вартість матеріалізується через відносини між особою (сутністю), яка має певну потребу, та особою (сутністю), яка має ресурс для задоволення цієї потреби. Між цими двома особами виникає залежність, виражена через відношення обміну, а економічна вартість є наслідком такої залежності. Виражаючи вартість через задіяні ресурси, ми можемо визначити об-

міни, в яких бере участь актив (ППС) і які створюють вартість, щоб отримати повну картину вартості активу. Щоб визначити та відстежити такі обміни, можна використати діаграму мережі залежностей, що дозволить зфокусуватись на обмінах цінних ресурсів. DND відображають ролі, цілі, активності та засоби керування, задіяні у відношеннях обміну. На відміну від інших методів, які беруть до уваги потоки інформації, матеріалів або залежностей між даними, DND відображає організаційні залежності, які є досить інформативними щодо відносної важливості активностей, сутностей та їх відносин. Активи, що задіяні у обмінах, відображаються графічно як прямокутники із закругленими кутами, розділені на три області: ім'я, активності, цілі. Залежності відображаються, як стрілки, спрямовані від активу, що потребує певний ресурс, до активу, що його постачає (рис. 1).

Хоча ППС виконують багато функцій, не всі з них безпосередньо створюють вартість. У кожному випадку використання ППС можна простежити за ланцюгом залежностей: шлях від ППС до первісної потреби. Наприклад, система керування відносинами з клієнтами (Customer Relationship Management, CRM [7]), що є ІТ-активом, задіяна у контактах клієнта з організацією. Система CRM надає інформацію про клієнта менеджеру, що працює з клієнтом (рис. 2).

Постачання інформації про клієнта є активністю, задіяною внаслідок звернення клієнта організації, і виконання такої активності створює вартість для організації. Дії, які система могла виконати, але які не були використані у взаємодії з клієнтами (наприклад, резервне копіювання даних або допоміжні програми), не включаються до обрахунку вартості. Таким чином можна розділити активності, що виконуються активом, на такі, що створюють вартість, та такі, що її не створюють.

Активи, що створюють вартість, можуть бути задіяні у багатьох сценаріях. Крім надання інтерфейсу користувача, CRM-система може створювати вартість, наприклад, через постачання звітів або аналізу потреб клієнтів для використання у

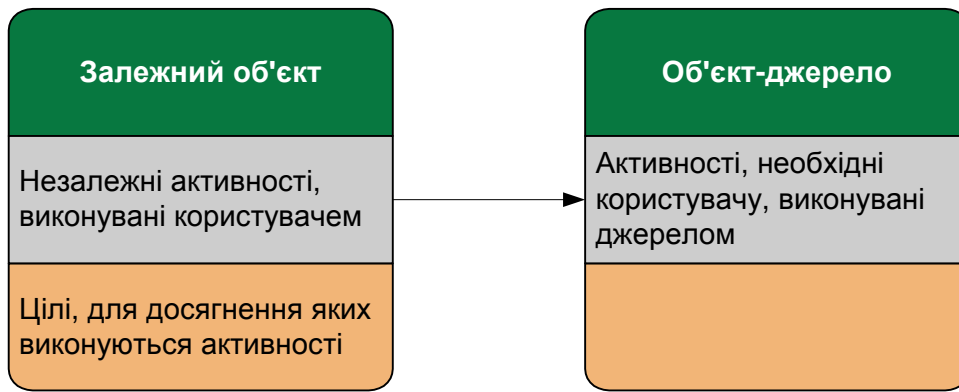


Рис. 1. Діаграма DND

маркетингових цілях. Потреба відділу маркетингу у такій інформації задіює інший набір створюючих вартість активностей CRM-системи, збільшуючи її внесок до вартості фірми. Перелік активностей, що виконуються ПС, можна отримати з діаграми сценаріїв використання UML-моделі ППС [5].

Таким чином, зрозуміло, як у межах певного активу відокремити активності, що створюють вартість, від активностей, що її не створюють. Але інформаційні системи звичайно залежать від допоміжних активностей з боку інших активів або персон. Наприклад, CRM-система для ефектної роботи потребує керівних рішень щодо пріоритетів обслуговування високоприбуткових та низькоприбуткових клієнтів. Ці рішення необхідні для керування контактами з клієнтами, а отже, є невід'ємною частиною процесу, що створює вартість. Тобто вартість CRM-системи включає до себе як доступ до інформації про клієнта за допомогою комп'ютера, так і здатність менеджера визначити ключових

клієнтів. Ця функція може бути і автоматизованою, наприклад з використанням допоміжної ПС. Оскільки початкові події визначені апіорі, як створюючі вартість (задовільняють потреби клієнтів), всі залежності та активності, задіяні при обробці початкової події, будуть також підтримувати процес створення вартості. Явним чином відстежуючи активності, що безпосередньо породжені початковою подією, DND виключає багато залежностей та активностей, що не мають відношення до створення вартості цієї події. Таким чином DND абстрагується від активностей, які не стосуються створення вартості фірми. Об'єднання множин активностей, що задіюються початковими подіями, складають повну картину вартості активу ПС. Коли таку картину отримано, кожна активність може бути оцінена окремо за критеріями вартості та вигоди від неї. Також стає можливим визначити залежності, що задовільняються ПС, та допоміжні активності, від яких ПС залежить.

Крім створення вартості через участь у

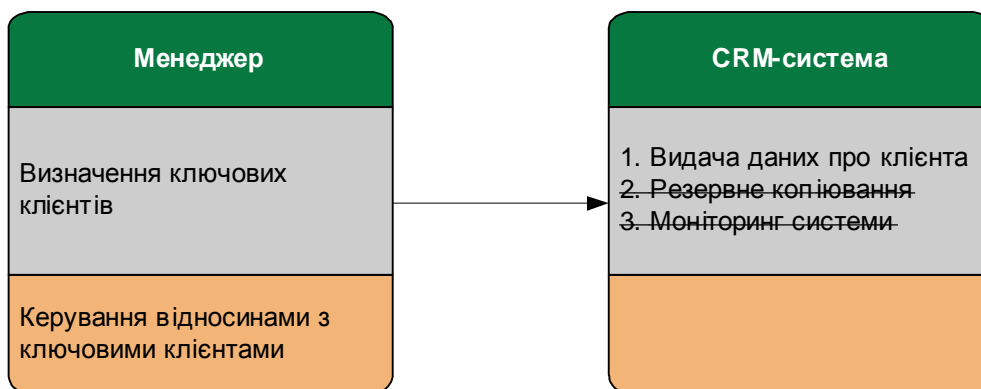


Рис. 2. Приклад діаграми DND для CRM -системи

задоволенні потреб клієнтів, ПС може створювати вартість через усування залежностей. Наприклад, автоматизація процедури резервного копіювання даних та відновлення з резервної копії робить неактуальною відповідну активність у персоні, що обслуговує інформаційну систему. Урахування таких активностей має сенс у випадку порівняння DND до впровадження ПС і після її впровадження та призводить до ефективного збільшення вартості активу ПС.

Після побудови DND можна з кожним ресурсом r_i співставити його вартість c_i^r та отримати вартість задіяних ресурсів для кожної початкової події a_j як $c_j^a = \sum_{i=1}^{n_j} c_i^r v_{ij}$, де n_j – кількість ресурсів, задіяних у обслуговуванні події a_j , v_{ij} – об'єм ресурсу r_i , задіяного у події a_j . Також для кожного типу події a_j , можна визначити середній час обробки t_j та пропускну здатність системи. Порівнюючи вартість ресурсів, необхідних для обробки кожної події з ринковою вартістю обробки такої події (звернення клієнта), можна визначити прибутковість події. Ефект від впровадження ППС можна визначити шляхом порівняння результатів моделювання (створеної вартості та вартості використаних ресурсів) для моделей з ППС та без ППС.

Ретельне врахування всіх задіяних ресурсів може виявити також непрямі ефекти впровадження ППС (наприклад, покращення планування операцій призведе до зниження критичного рівня залишків на складі, зменшення потреби у ресурсі – складській площі та відповідного зменшення арендної платні за цей ресурс). В свою чергу, висока детальність та точність моделі потребує високого професійного рівня та великих зусиль від команди експертів.

3. Моделювання та оцінювання прогностичних значень інвестиційних показників

Моделювання та обчислення інвестиційних показників з урахуванням

формул (1–4) може здійснюватись за допомогою різних засобів автоматизації, починаючи від електронних таблиць загального призначення (наприклад, MS Excel) до спеціалізованих програмних пакетів для фінансового моделювання. Як приклад такого пакету можна розглянути продукт Project Expert компанії Expert Systems.

Project Expert призначений для створення фінансових моделей та підготовки бізнес-планів нового або діючого підприємства незалежно від галузевої приналежності та масштабів. У нашому випадку він може бути застосований для прогнозування інвестиційних показників.

Фактично у фінансовій моделі Project Expert імітуються всі платежі, пов'язані з реалізацією проекту модернізації підприємства після впровадження його автоматизованої системи, основою якої є ППС, надходження від продажів, бухгалтерські операції. Модель враховує також оточення підприємства, податкову політику, зміни курсів валют та банківських ставок.

Наприклад, фінансова модель може включати в себе:

- інформацію про компанію – баланс компанії на момент початку проекту, детальний опис її активів, зобов'язань, запасів;
- інформацію про фінансове оточення – опис податків, інфляції, курсів валют й інші характеристики того оточення, в якому реалізується проект;
- інвестиційний план – опис інвестицій і підготовчих робіт, пов'язаних з реалізацією проекту – календарний план робіт, витрати, необхідні ресурси;
- операційний план – план продажів, виробництва, витрат на персонал та інших операційних витрат компанії, очікувані надходження від інвестицій;
- опис джерел фінансування – акціонери компанії, кредити, обладнання, взяті у лізинг, управління вільними коштами і дивідендна політика.

Після введення необхідних даних Project Expert дозволяє обчислювати фінансові показники модельованого інвестиційного проекту (рис. 3), а також досліджувати вплив змін параметрів моделі на них (рис. 4).

Эффективность инвестиций		
Длительность проекта: 12 мес.		
Период расчета: 12 мес.		
	Рубли	Доллар
▶ Ставка дисконтирования, %	0.00	0.00
Период окупаемости - РВ, мес.	6	6
Дисконтированный период окупаемости - DPВ, мес.	6	6
Средняя норма рентабельности - ARR, %	140.00	140.00
Чистый приведенный доход - NPV	120 000	4 000
Индекс прибыльности - PI	1.40	1.40
Внутренняя норма рентабельности - IRR, %	266.70	266.70
Модифицированная внутренняя норма рентабельности - MIRR, %	40.00	40.00

Рис. 3. Показники ефективності інвестицій, обчислені у Project Expert для демонстраційної моделі

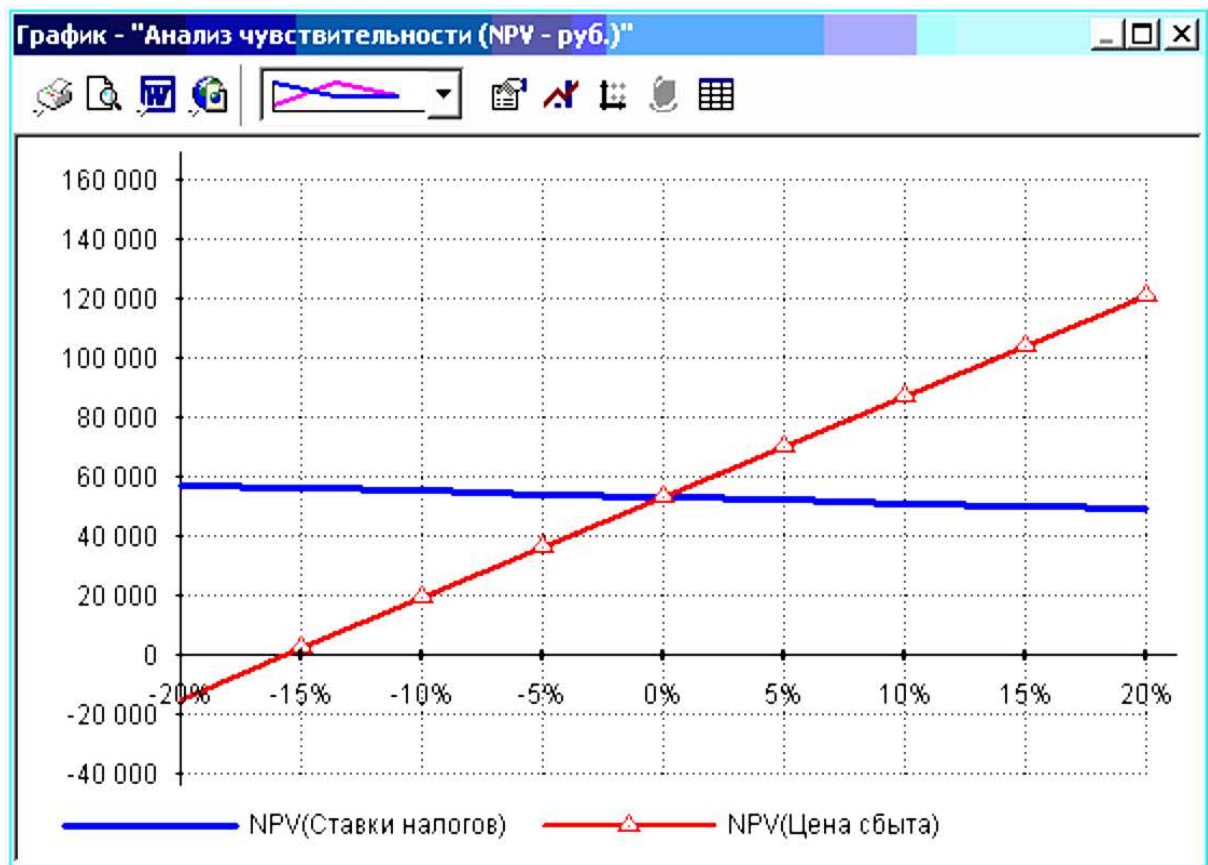


Рис. 4. Графіки залежності інвестиційного показника від параметрів демонстраційної моделі

Слід наголосити, що Project Expert – лише інструмент, що дозволяє побудувати фінансову модель для оцінювання інвестиційної привабливості проектів. При цьому первинні дані для розрахунку інвестиційних показників, грошові потоки ви-

датків та прибутків, мають бути введені зовні.

У цілому послідовність дій щодо оцінювання інвестиційних показників проекту у ході проектування ППС можна зобразити наступним чином (рис. 5).

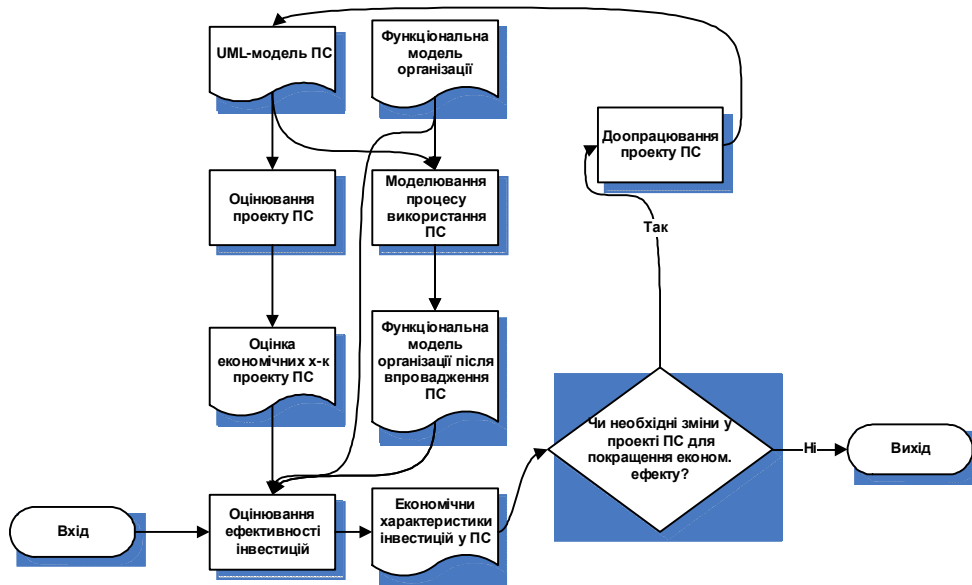


Рис. 5. Послідовність дій щодо моделювання та оцінювання інвестиційних показників проекту

Висновки

Розглянуто основи підходу до прогнозування основних характеристик економічної ефективності ППС.

Підхід включає три етапи моделювання:

моделювання та оцінювання вартісних та часових характеристик ППС з використанням її UML- моделі;

моделювання та оцінювання даних для обчислення інвестиційних показників з використанням імітаційної моделі підприємства за умов впровадження ППС в її систему управління;

моделювання та оцінювання інвестиційних показників ППС з допомогою Project Expert.

Мета авторів – створення методики прогнозування основних характеристик економічної ефективності ППС з автоматизованою підтримкою всіх етапів щодо одержання таких характеристик.

1. Стрелов І.А., Ігнатенко П.П. Підхід до оцінювання економічних характеристик проектних рішень при розробці, модифікації та реінжинірингу програмних систем // Проблеми програмування – 2004. – № 1. – С. 38–51.
2. Исследование операций в 2-х т. Модели и применения / Под ред. Дж. Моудера, С. Єлмаграби. – Пер. с англ. – М.: Мир, 1981. – 2. – 677 с.
3. KPMG, 2001 – KPMG Consulting, Inc., Mark II Function Point Analysis Guide // www.kpmg.co.uk/kpmg/uk

4. CSE, 1999 – Center for Software Engineering, "COCOMO II Model Definition Manual", Computer Science Department, USC Center for Software Engineering – 1999.
5. Стрелов І.А., Ігнатенко П.П. Ідентифікація та відображення функціональних елементів FPA-методу в UML-моделі створюваної системи для оцінювання її економічних характеристик // Проблеми програмування – 2005. – № 3. – С. 67–75.
6. Глушков В.М., Гусев В.В., Марьянович Т.П., Сахнюк М.А. Программные средства моделирования непрерывно-дискретных систем. – Киев: Наук. думка, 1975. – 152 с.
7. Ігнатенко П.П., Ткаченко В.Н., Стрелов І.А., Дудник Р.А. Підхід к моделюванню и проектуванню CRM-систем // "УСИМ". – 2005. – № 2. – С. 57–65.

Отримано 06.09.2007

Про авторів:

Стрелов Ігор Анатолійович,
молодший науковий співробітник,

Ігнатенко Петро Петрович,
кандидат технічних наук, завідувач
відділу.

Місце роботи авторів:

Інститут програмних систем НАН України,
03680, Київ-187, проспект Академіка
Глушкова, 40.
Тел.: (044) 452 5791, 526 1540.
E-mail: ignat@isofts.kiev.ua,
igor.ua@gmail.com