

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙ В ГАЛУЗІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Андрій Василюк¹, Тарас Басюк²

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра інформаційних систем та мереж, Львів, Україна

¹ E-mail: Andrii.S.Vasyliuk@lpnu.ua, ORCID: 0000-0002-3666-7232

² E-mail: Taras.M.Basyuk@lpnu.ua, ORCID: 0000-0003-0813-0785

© Василюк А., Басюк Т., 2024

Створення інформаційної системи для оцінювання інвестицій в галузі інформаційних технологій є актуальним завданням, оскільки впливає на ефективність використання ресурсів у цій стратегічно важливій галузі. Інформаційні технології стрімко розвиваються, і належне оцінювання інвестицій може сприяти максимізації прибутковості та зниженню ризиків. Дослідження охоплює різноманітні підходи до вирішення цієї проблеми, кожен з яких має певні особливості. У роботі проаналізовано інвестиційний процес. Запропоновано математичну модель задачі інвестування у вигляді багатокритерійної задачі оптимізації з булевими змінними. Використано структурний підхід для відображення принципів функціонування системи та інформаційних потоків. Вибрано інструментальні засоби розроблення та реалізовано прототип програмного забезпечення. Подальші напрями досліджень – верифікація роботи системи та розроблення додаткових модулів для покращення функціональності.

Ключові слова: інвестування; інформаційні технології; оцінювання інвестицій.

Вступ. Загальна постановка проблеми

Інвестиційні моделі дуже важливі з теоретичного погляду (теорія відтворення капіталу), їх широко використовують на практиці (оцінювання вартості компаній та активів, прийняття рішень щодо розвитку бізнесу компанії тощо). [1]. Для того, щоб інвестиційні компанії могли приймати зважені рішення, необхідно враховувати велику кількість факторів, які впливають на зовнішнє середовище та його внутрішній стан. Унаслідок цього необхідно використовувати велику кількість інформації з різноманітних джерел, причому ця інформація може стосуватися різних періодів часу. Тому виникає проблема збереження та обробки великих обсягів інформації, яку використовують для ухвалення оперативних та стратегічних рішень [2]. Для прийняття обґрунтованих інвестиційних рішень необхідно вирішити певні проблеми, що неможливо зробити без застосування математичних моделей і алгоритмів, реалізованих у межах інформаційних технологій.

Інформаційно-аналітичне забезпечення прийняття інвестиційних рішень здійснюють за допомогою інформаційних технологій (ІТ). Організації, пов'язані або безпосередньо залучені до сфери ІТ, – це переважно проєктні високотехнологічні компанії з активним операційним середовищем через жорстку конкуренцію, яка визначає особливості ІТ-інвестицій та відповідних математичних моделей, використовуваних для оцінювання ефективності інвестицій. У більшості професійних інформаційних систем ще не реалізовано можливість виявлення поточної ситуації на фінансових ринках і її прогнозування, формування інвестиційної політики. Оцінювання ефективності інвестиційних проєктів і формування інвестиційних портфелів не залежать від інвестиційної політики компанії. Тому актуальним є

створення інформаційних систем в інвестиційній сфері, які використовують математичні моделі та сучасні технології для збереження та оброблення даних і знань [3].

Ще одним аспектом, який впливає на інвестиції в інформаційні технології, є широкомасштабне вторгнення Росії. Воєнний конфлікт спричинив економічну нестабільність, зниження обсягів виробництва та зростання збитків у різних галузях, що призвело до зменшення обсягів інвестицій у ІТ. Це, своєю чергою, зробило країну менш привабливою для іноземних та внутрішніх інвесторів через ризики, пов'язані з нестабільністю, можливими обмеженнями на ринку та загрозами для безпеки. Крім того, в умовах кризи та обмежень ймовірна поява нових можливостей для інновацій у сфері ІТ, що стане стимулом для розвитку нових технологій, спрямованих на вирішення конкретних проблем, спричинених війною.

З огляду на викладене вище, актуальним завданням є автоматизація управління процесом інвестування з метою його оптимізації та прискорення.

Зв'язок висвітленої проблеми із важливими науковими та практичними завданнями

Оцінка інвестицій у сфері інформаційних технологій – важливий етап для інвесторів і підприємств, які розглядають можливість вкладення коштів у цей сектор. Інформаційні технології стрімко розвиваються, і належне оцінювання інвестицій може сприяти максимізації прибутковості та зниженню ризиків. У цьому контексті ключовими аспектами, які необхідно враховувати, є аналіз ринку, вивчення стратегії управління та планів розвитку, оцінювання фінансових показників, таких як дохід, прибуток та обсяги інвестицій, визначення основних ризиків, пов'язаних із вкладеннями в галузь ІТ. Зазначимо, що в сучасній ситуації в Україні особливо важливий аналіз ключових ризиків, пов'язаних із вкладеннями в інформаційні технології.

Зважаючи на це, важливим науковим та науково-практичним завданням вважаємо визначення основних факторів, що впливають на інвестиційну діяльність, з урахуванням тенденцій розвитку сфери ІТ. Розв'язання цієї задачі надасть необхідний інструментарій для формування рекомендацій з оцінювання інвестицій у галузі інформаційних технологій.

Аналіз досліджень та публікацій

Світовий ринок ІТ містить декілька основних сегментів [4]: ІТ-послуги, програмне забезпечення, комп'ютерна техніка, устаткування зв'язку. Обсяг світового ринку ІТ-послуг у 2021 р. оцінювали в 1114,22 млрд доларів США. Очікують, що він досягне 2554,76 млрд доларів США до 2030 р., зростаючи на 5,8 % протягом 2021–2030 рр. [5].

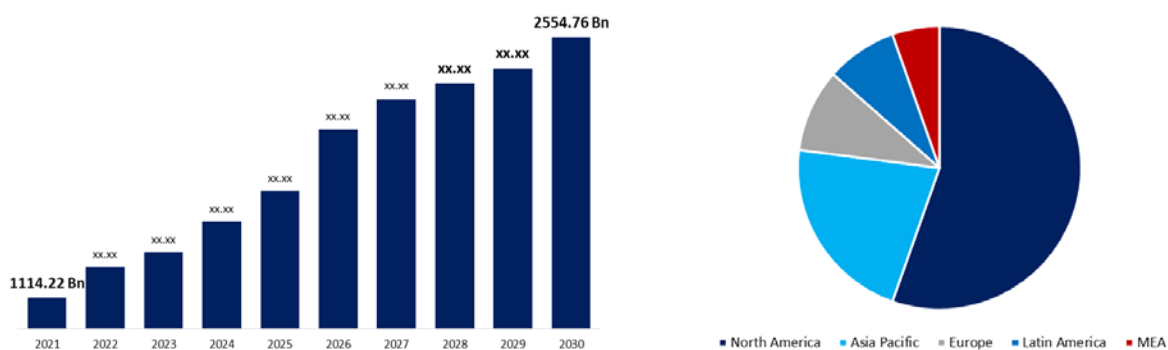


Рис. 1. Зростання та сегментація ринку ІТ

Варто зазначити, що в найближчі десять років Сполучені Штати Америки будуть лідерами в інформаційній сфері. Як видно з рис. 1, Сполучені Штати та Канада мають хороші можливості для вирішення потенційних викликів. Розвиток такої тенденції зумовлений прийнятим інформаційним

законодавством, яке може забезпечити належний рівень захисту авторських прав та прав інтелектуальної власності [6].

Дослідження показує [7], що за темпами розвитку інформаційних технологій Європа відстає від США та Канади. Водночас, хоча між цими групами країн є певні відмінності, фактори, що впливають на рівень їх розвитку, майже однакові. В Україні, на жаль, ця галузь поки що не може зайняти позиції лідера в ІТ-сфері. Такі кризові явища, як економічне й соціальне середовище, війна з російською федерацією, не можуть не впливати на розвиток інформаційних технологій [8]. Проте, хоч зростання українського ІТ-ринку вражає, він залишається невеликим у світовому масштабі, на нього припадає приблизно 4 % світового ринку [9]. Частка галузі в загальному експорті товарів і послуг України зростає з 8,8 % до 13,4 % за півтора роки війни. Проте розгляд ІТ-індустрії як основи для збільшення експортних можливостей нині відхиляється від оптимістичних довоєнних очікувань.

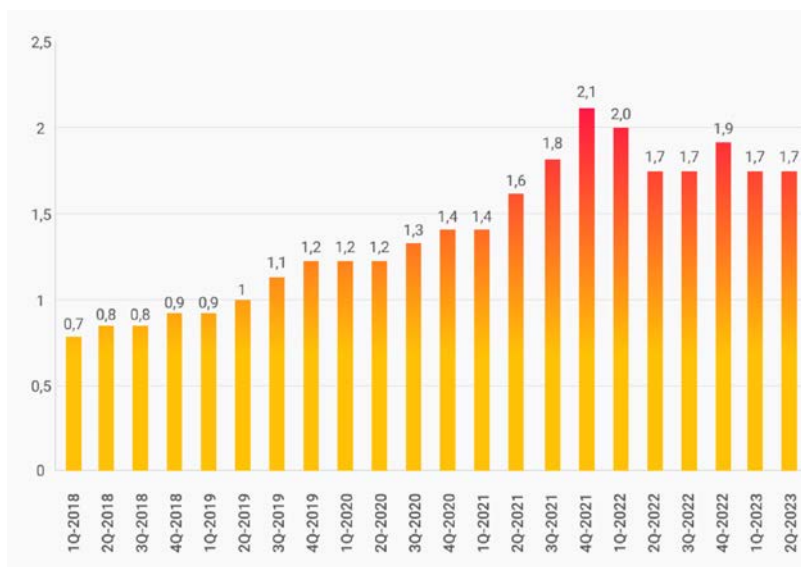


Рис. 2. Експорт ІТ-послуг України

Якщо проаналізувати інвестиції в Україну, то в період після отримання незалежності в 1991 р. і до початку 2000-х років Україна стикалася з економічними труднощами, що призвели до обмеження іноземних інвестицій. Проте після впровадження реформ та лібералізації економіки в кінці 1990-х та на початку 2000-х років інвестиції почали зростати, зокрема в секторі приватного бізнесу та ІТ. Протягом останніх десятиліть були періоди як зростання, так і зменшення інвестицій в Україну. Наприклад, після Революції Гідності в 2014 р., анексії Криму та початку війни інвестиції зазнали спаду через політичну та економічну нестабільність, а також зміни в бізнес-середовищі. Зокрема, важливими напрямками інвестицій в Україну були сільське господарство, інформаційні технології, енергетика, машинобудування та інфраструктурні проекти. Динаміку інвестицій в Україну відображено на рис. 3.

Тому можна стверджувати, що інформаційна галузь стала однією з найважливіших основ вітчизняної економіки та економічного зростання України. Ця роль зумовлена не лише найвищими темпами зростання порівняно з іншими галузями, але і є одним із найважливіших факторів її конкурентоспроможності та підвищення ефективності інших секторів економіки. Якщо поточні темпи зростання протягом п'яти років залишаться незмінними, інформаційні технології мають усі шанси посісти друге місце в структурі експорту України [10, 11].

З огляду на це, актуальним питанням є зростання попиту на інвестиційну діяльність в ІТ-секторі. Адже всім відомо, що в економічному процесі ключову роль відіграють інвестиції, що сприяють загальному економічному зростанню. Вкладання коштів у економіку приводять до

збільшення обсягів виробництва та підвищення національного доходу, що надзвичайно важливо у воєнний та повоєнний період. Тому актуальним завданням є дослідження процесу оцінювання інвестицій в галузі інформаційних технологій.

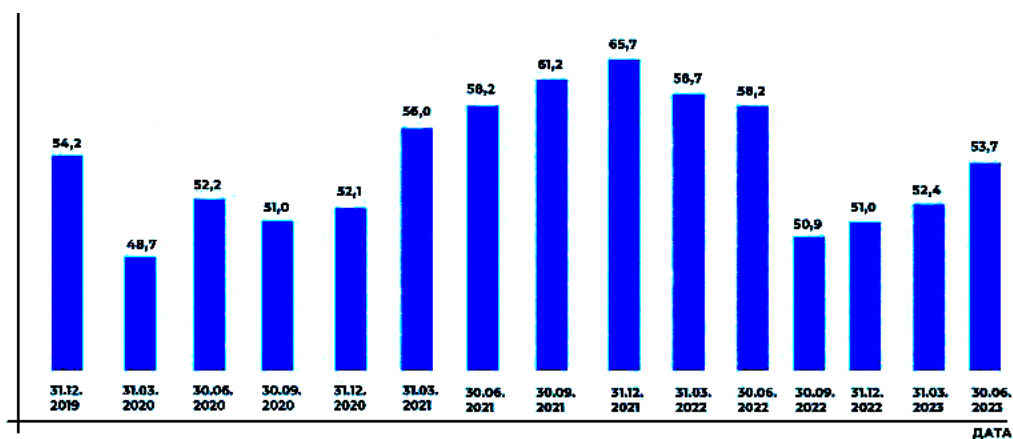


Рис. 3. Прямі іноземні інвестиції в Україну за даними <https://www.me.gov.ua/>

Формулювання цілі статті

Більшість задач інвестування, які розв'язують в галузі інформаційних технологій, є по суті дескриптивними. Вони дають змогу лише розрахувати значення тих чи інших показників або критеріїв для визначеної ситуації, і в кращому випадку, здійснити прогнозування тенденції її розвитку. Тому основна мета дослідження – вирішення проблеми досягнення максимальної ефективності інвестицій, тобто формування системи оптимізаційних задач. Однією з найважливіших серед них є задача вибору оптимального моменту часу інвестування, а також обсягу інвестиції та розподілу її в часі. Вирішення зазначеного завдання надасть необхідне методологічне підґрунтя для оцінювання інвестицій у галузі інформаційних технологій.

Основні результати досліджень

В інвестиційному процесі виділяють п'ять етапів: вибір політики інвестування, аналіз ринку ІТ, формування та коригування інвестиційного портфеля, перегляд інвестиційного портфеля, оцінювання результативності вкладення інвестицій в ІТ [12]. Вибір політики інвестування передбачає визначення цілі інвестора та обсягу вкладених коштів. Варто усвідомити, що бажання отримати великий прибуток може з деякою ймовірністю призвести до значних втрат. В галузі ІТ це виявляється особливо чітко – проекти є високотехнологічними, але й зі значним ступенем ризику, і зазвичай чим вищий ступінь ризику, тим більше значення очікуваного прибутку інвестора. Загалом відсоток неуспішних проєктів у галузі ІТ доволі великий і становить близько 60 %. Мету капіталовкладення необхідно формулювати з урахуванням як прибутку, так і ризику. Цей крок інвестиційного процесу закінчується вибором потенційних типів фінансових активів, які входитимуть в основний портфель. Вибір має враховувати цілі інвестора, обсяг вкладених коштів та статус інвестора у ролі платника податків.

Аналіз ринку ІТ передбачає вивчення окремих напрямів ІТ-технологій у межах основних категорій. Метою такого дослідження – вибір тих цінних паперів, які подають неправильно оціненими. Існує багато різноманітних тактик аналізу цінних паперів, та більшість з цих підходів належать до двох основних напрямів: технічний та фундаментальний аналіз. Найпростіша форма технічного аналізу містить вивчення кон'юнктури ринку акцій, для того щоб надати прогноз динаміки курсів акції певної фірми. Фундаментальний аналіз ґрунтується на тому, що справжня вартість будь-якого фінансового активу дорівнює сумарній вартості усіх грошових потоків, які власник активу очікує отримати в майбутньому [13].

На етапі формування портфеля цінних паперів здійснюється визначення конкретних активів для вкладення засобів, а також пропорції розподілу інвестованого капіталу між активами. Наступний етап – оцінювання результативності портфеля – передбачає періодичну оцінку як отриманого доходу, так і показників ризику, які враховує інвестор. Необхідно забезпечити задовільні показники доходу та ризику, а також відповідні критерії для порівняння. Для покращення розуміння та систематизації після описаних вище етапів інвестиційного процесу виникає необхідність застосування методології системного аналізу. На рис. 4 наведено діаграму потоків даних DFD (Data Flow Diagrams) процесу інвестування [14–16]. До контекстної діаграми входять три сутності: “Інвестор”, “Об’єкт інвестування” та “Банк”.

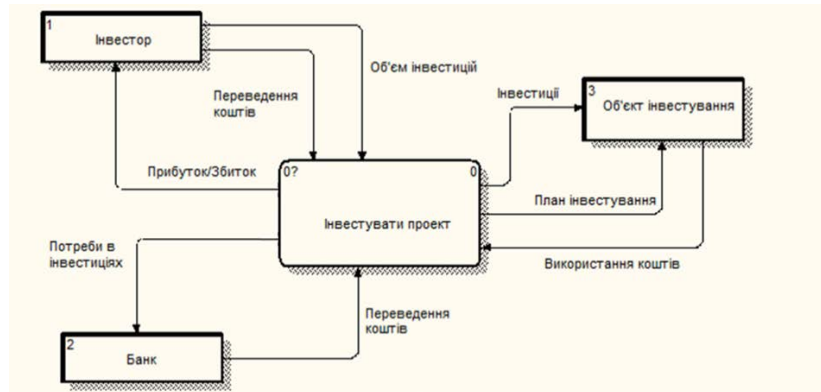


Рис. 4. Контекстна діаграма

Зовнішня сутність Інвестор має вхідний інформаційний потік “прибуток/збиток” та два вихідні потоки: “переведення коштів” та “об’єм інвестицій”. До зовнішньої сутності Банк прямує інформаційний потік “потреби в інвестиціях”, а вихідним потоком до процесу є “переведення коштів”. Для зовнішньої сутності Об’єкт інвестування є кілька вхідних інформаційних потоків: “інвестиції” та “план інвестування”, а вихідним є потік “використання коштів”.

Контекстна діаграма деталізована до першого рівня (рис. 5). На ній відображено складові процеси головного процесу, а також необхідні сховища даних та інформаційні зв’язки між ними.

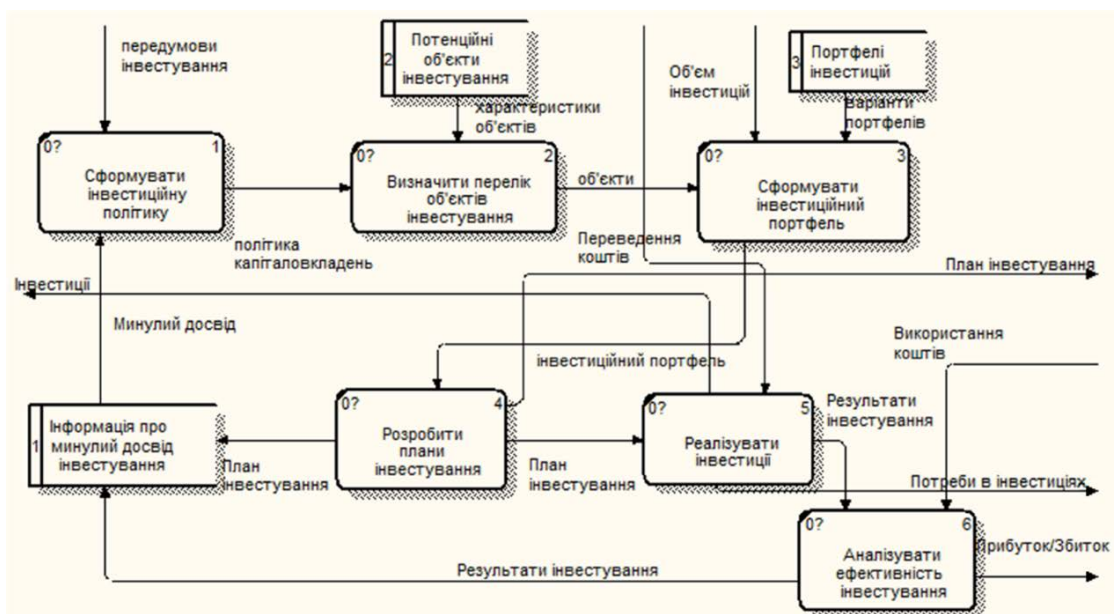


Рис. 5. Діаграма декомпозиції процесу “Інвестувати в проект”

Після декомпозиції процесу “Інвестувати проєкт” з’явилося шість процесів на першому рівні: “сформувати інвестиційну політику”, “визначити перелік об’єктів інвестування”, “сформувати інвестиційний портфель”, “розробити плани інвестування”, “реалізувати інвестиції”, “аналізувати ефективність інвестування”. Також на цьому рівні деталізації з’являються сховища “інформація про минулий досвід інвестування”, “потенційні об’єкти інвестування” та “портфелі інвестицій”, які дають змогу зберігати інформації між процесами та використовувати надалі за потреби.

Інвестиційні моделі дуже важливі із теоретичного погляду (теорія відтворення капіталу), їх широко використовують на практиці (для оцінювання вартості компаній, активів і прийняття рішень щодо розвитку бізнесу компанії) [17]. Для того, щоб інвестиційні компанії могли приймати зважені рішення, необхідно враховувати численні фактори, які впливають на зовнішнє середовище та його внутрішній стан. Наслідком цього є необхідність використання великої кількості інформації з різномірних джерел, причому ця інформація може стосуватися різних періодів. Науковці та аналітики сходяться на думці, що аналіз потенційних об’єктів інвестування з погляду інвестиційної привабливості є невід’ємною частиною інвестиційної діяльності. Хоча встановлено, що функціональної залежності між рівнем інвестиційної привабливості підприємства та його інвестиційною діяльністю немає [18, 19].

Оцінка інвестиційної привабливості підприємства впливає передусім на формування ділових відносин з об’єктами інвестування, а також на інвестиційну стратегію і тактику кожного учасника інвестиційного процесу. Одними із найважливіших критеріїв, які впливають на ефективність інвестицій, є частка інвестицій в ІТ, вартість ІТ, ВВП на душу населення та частка ринку [20].

На основі цього створено багатокритеріальну модель для розподілу ІТ-інвестицій за часовими інтервалами:

$$\begin{aligned} Q_1(x) &= \sum_{i=1}^n a_i x_i \Rightarrow \max, Q_2(x) = \sum_{i=1}^n v_i x_i \Rightarrow \min, \\ Q_3(x) &= \sum_{i=1}^n c_i x_i \Rightarrow \max, Q_4(x) = \sum_{i=1}^n r_i x_i \Rightarrow \max, \end{aligned} \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^n a_i = 1, 0 < a_i < 1, v_i > 0, c_i > 0, 0 < r_i < 1, x_i \in (0; 1), i = \overline{1, n}$$

де $x_i = 0$, якщо i -й період не інвестується; $x_i = 1$ – якщо здійснюються інвестиція; n – кількість періодів; a_i – частка інвестицій в ІТ у ВВП країни; v_i – середня вартість сучасних ІТ на локальному ринку в i -му періоді; c_i – значення ВВП на душу населення країни в i -му періоді; r_i – частка ринку, яку займає інвестована установа в i -му періоді. Критеріями якості є $Q_1(x)$ – загальна частка ІТ-інвестицій протягом розглянутого періоду – необхідно вибрати часовий інтервал інвестицій так, щоб ця частка була максимальною; $Q_2(x)$ – загальні ІТ-витрати за весь період, необхідно вибрати такі проміжки часу, щоб зробити його найменшим; $Q_3(x)$ – загальний ВВП у вибраному періоді має бути найбільшим; $Q_4(x)$ – загальна частка ринку у вибраному періоді має також бути найбільшою. Розрахунок прогнозних значень параметрів критеріїв реалізується за допомогою таких методів: адитивного та мультиплікативного згладжування, звичайного та подвійного експоненціального згладжування, методів звичайного та подвійного поточного середнього [21].

Розв’язком цієї задачі буде набір оптимальних розв’язків за законом Парето, отриманих за частково або повністю суперечливими критеріями. Але оскільки для реалізації необхідно вибрати варіант, цієї невизначеності потрібно позбутися. Це можна зробити лише за допомогою додаткової інформації від експертів або прямого вибору рішення з набору можливих рішень на основі досвіду. З іншого боку, здебільшого неможливо безпосередньо побудувати набір оптимальних рішень за законом Парето, і майже єдиною можливістю отримати рішення є участь особи, яка приймає рішення, у вирішенні проблеми. Для поступового звуження інтервалу пошуку, пов’язаного набором оптимальних за законом Парето рішень, або для визначення напрямку руху до набору оптимальних за цим самим законом рішень у такому разі вважають перше знайдене оптимальне за законом Парето рішення [22].

У багатьох випадках доцільно обмежитися двома критеріями, які відображають найважливіші аспекти ваших інвестицій в ІТ: $дохід \rightarrow \max$, $ризик \rightarrow \min$. Особливістю такого формулювання проблеми є те, що наслідки прийнятих рішень стануть очевидними лише в майбутньому. Це відображає особливість ІТ-інвестицій: здебільшого ступінь невизначеності високий. Цей вид невизначеності не описують як стохастичну модель завдяки унікальності та високому рівню розвитку технологій. Є низка методів, які дають змогу знайти розв'язок задачі про розподіл інвестицій за часом.

Таблиця 1

Порівняльний аналіз методів

| Метод | Тип алгоритму | Переваги | Недоліки |
|-----------------------|---------------|--|--|
| Повний перебір | Точний | Простота реалізації; точний розв'язок | Вхідні дані невеликі; часова складність |
| Метод гілок і границь | Точний | Можливе відчутне зменшення часу роботи; простота реалізації | Працює як повний перебір |
| Жадібний алгоритм | Наближений | Висока швидкість; може працювати з великими значеннями n ; простота реалізації | Неточний розв'язок |
| Генетичний алгоритм | Наближений | Висока швидкість; може працювати з великими значеннями n ; незалежність від типу вхідних даних | Не гарантує знаходження оптимального розв'язку |
| Адитивний метод | Точний | Незалежність від типу вхідних даних; точний розв'язок | Великий обсяг обчислюваної роботи |

Спочатку необхідно розробити набір критеріїв оцінки якості ІТ-інвестицій. Цю процедуру необхідно виконувати кожного разу перед пошуком найкращих варіантів інвестування. У багатьох випадках вибір критерію з набору можливих критеріїв ґрунтується на досвіді та інтуїції особи, яка приймає рішення (особи, яка приймає інвестиційне рішення). Однак в інвестиційних завданнях налічується до десяти можливих базових критеріїв. На практиці це завдання (критерії відбору) реалізують, ставлячи певні вимоги, зокрема для кращого узгодження з основними цілями компанії; критерії мають бути кількісними та чутливими до зміни альтернатив тощо. Сам процес відбору критеріїв часто здійснюється неформально. Аналіз сценаріїв реалізації інвестиційних проєктів дає змогу сформулювати набір показників (критеріїв) ефективності інвестиційних проєктів, які залежать від факторів зовнішнього середовища, але не дозволяє вибрати оптимальний період (момент) запуску реалізації проєкту. Як відомо, ефективність тих самих інвестицій відрізнятиметься в різні моменти часу. В принципі, інвестиції треба починати в той момент, коли комплексний вплив різних факторів може забезпечити максимальний прибуток від реалізації інвестицій.

Для розв'язання поставленого завдання з оцінювання інвестицій за періодами часу застосовано адитивний алгоритм Балаша. Створений програмний додаток можна використовувати для будь-якої кількості змінних та обмежень у відповідній задачі булевого програмування. Приклад для адитивного методу Балаша у відповідному контексті задачі передбачає розподіл складових інвестованого капіталу на п'ять періодів. Цьому відповідають значення змінних 0 – коли не реалізується інвестування, 1 – коли реалізується. Змінна з найменшим індексом, яка набуває значення 1, визначає інтервал початку інвестиції. Для кожного періоду визначений та відомий очікуваний дохід від інвестиції, а також обсяг інвестування та необхідний ресурс робочої сили. Тоді запропонована математична модель процесу інвестування матиме такий вигляд:

$$\begin{aligned}
 Q_1 &= 3x_1 + 10x_2 + 2x_3 + 8x_4 + 15x_5 \Rightarrow \max \\
 Q_2 &= 5x_1 - 7x_2 + 4x_3 + 3x_4 + 6x_5 \Rightarrow \max \\
 8x_1 + 4x_2 + 10x_3 + 5x_4 + 2x_5 &\leq 19 \\
 15x_1 + 9x_2 + 20x_3 + 12x_4 + 7x_5 &\leq 44 \\
 \forall x_i &\in \{0; 1\},
 \end{aligned}$$

де критеріями оптимальності є дохід та частка ринку, які потрібно максимізувати, та два обмеження: на можливі обсяги інвестування в періоди та на необхідний ресурс для виконання інвестиційного проєкту. Множину парето-оптимальних розв'язків подано у табл. 2.

Таблиця 2

Порівняльний аналіз методів

| | | | |
|----|----|----|----|
| Q1 | 17 | 26 | 36 |
| Q2 | 10 | 2 | -7 |
| X1 | 0 | 1 | 1 |
| X2 | 0 | 0 | 1 |
| X3 | 1 | 0 | 0 |
| X4 | 0 | 1 | 1 |
| X5 | 1 | 1 | 1 |

Створене програмне забезпечення написано мовою C++ в середовищі Microsoft Visual Studio [23]. Під час реалізації проєкту було розроблено графічний інтерфейс, який спрощує введення вхідних даних, їх опрацювання та оцінювання результатів виконання програми.

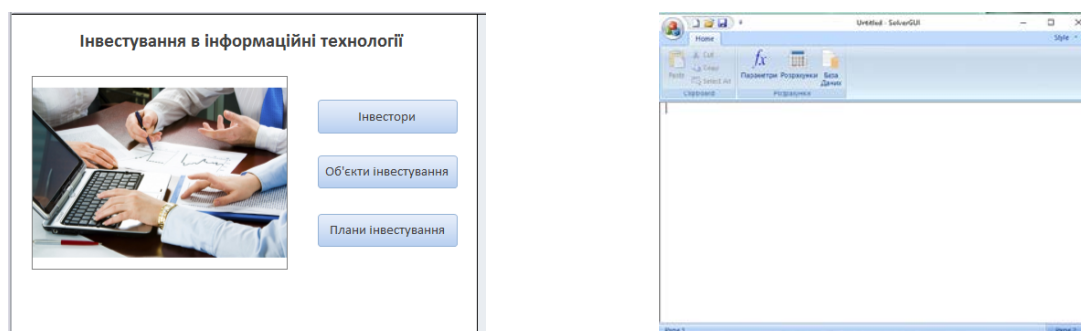


Рис. 6. Головне та початкове вікно інформаційної системи

Після завантаження користувач вносить параметри задачі для розрахунку. Спершу необхідно натиснути кнопку “Параметри”. З’явиться вікно “Параметри розрахунків”. Потім біля тимчасово пустого поля “Цільова функція” необхідно натиснути кнопку “Змінити”, для появи вікна “Редагування цільової функції”. Для початку розв’язання задачі за допомогою вибраного адитивного алгоритму Балаша потрібно натиснути кнопку “Застосувати” у вікні “Параметри розрахунків”, щоб зберегти значення для роботи алгоритму, або, якщо дані завантажені з бази, для початку роботи натиснути “Розрахунки”.

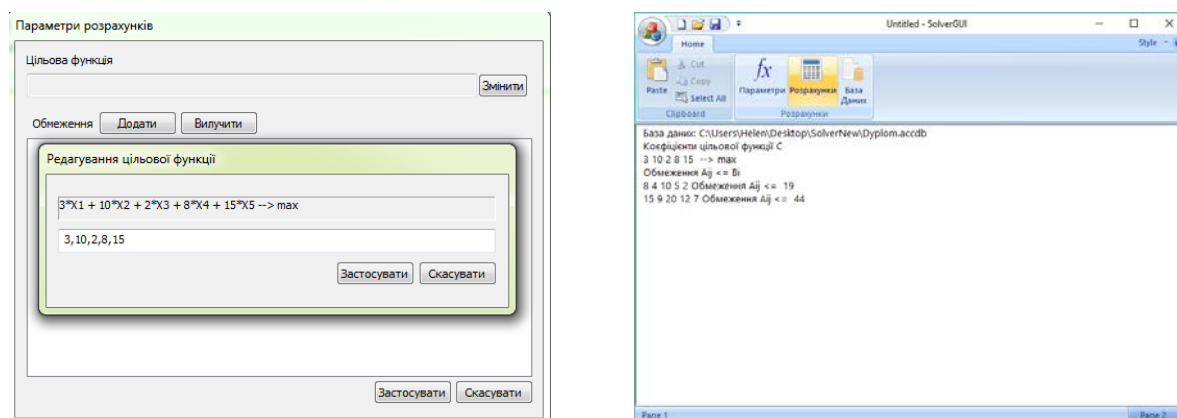


Рис. 7. Вікно редагування коефіцієнтів критерію та початок розрахунків

Результат опрацювання даних алгоритмом можна побачити на рис. 8. Під час розв’язання відображено порядковий номер ітерації, частковий розв’язок у момент поточної ітерації, обмеження, наявні на момент поточної ітерації, список задач, які ще потрібно виконати, та найоптимальніший розв’язок під час цієї ітерації. Після завершення етапу проходження усіх задач на екран виводиться остаточного найоптимальніший розв’язок. У нашому випадку конкретно це оптимальний дохід.

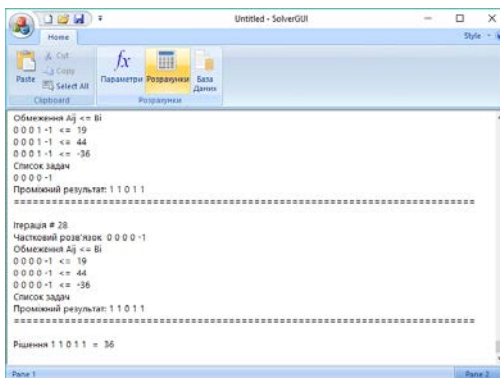


Рис. 8. Результати роботи

У наступних версіях розробки передбачено збільшення кількості функцій додатка, зокрема експорт отриманого розв’язку в інші програмні додатки та покращення роботи програмного застосунку.

Висновок

У роботі розглянуто процес прийняття рішень стосовно інвестування. Здійснено аналіз основних видів та методів оцінювання якості інвестицій в галузі інформаційних технологій, що дає змогу вибрати найдоцільніший метод для компанії. Виконано системний аналіз проблеми та здійснено проектування системи із використанням структурного підходу. Запропоновано математичну модель задачі інвестування у вигляді багатокритерійної задачі оптимізації з булевими змінними. Для розв’язання задачі розподілу інвестиції використано адаптивний алгоритм Балаша. Розроблено програмне забезпечення в середовищі VisualStudio (мова програмування C++), що надає рекомендації із розподілу складових інвестованого капіталу на п’ять періодів.

Подальші дослідження будуть спрямовані на оптимізацію процесів оцінювання якості інвестицій і галузі інформаційних технологій.

Список літератури

1. Rosenbaum, J., Pearl, J. (2022). Investment Banking: Valuation, LBOs, M&A, and IPOs (Book + Valuation Models) (Wiley Finance). Wiley; 3rd edition.
2. Gropelli, A., Nikbakht, E. (2018). Finance (Barron’s Business Review). Barrons Educational Services; Seventh edition.
3. Inmon, W., Linstedt, D., Levins, M. (2019). Data Architecture: A Primer for the Data Scientist. Academic Press; 2nd edition.
4. The Business Research Company. (2024). Information Technology Market Definition And Segments. Retrieved from: <https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/information-technology-global-market-report>
5. Spherical Insights. (2023). IT services market: Overview. Retrieved from: <https://www.sphericalinsights.com/reports/it-services-market>.
6. Zhong, H., & Chang, J., & Yang, Z., & Wu, T., & Arachcige, P., & Pathmabandu, C., & Xue, M. (2023). Copyright Protection and Accountability of Generative AI. Attack, Watermarking and Attribution. In Companion Proceedings of the ACM Web Conference 2023, New York, NY, USA, 94–98. <https://doi.org/10.1145/3543873.3587321>
7. Nearshare Friends. (2023). Top IT outsourcing destinations of Eastern Europe_ Market report. Retrieved from: https://nearshorefriends.de/top-it-outsourcing-destinations-of-eastern-europe_-market-report/

8. Ncube. (2023). The Impact of War in Ukraine on the Tech Industry of Europe and Beyond. Retrieved from: <https://ncube.com/the-impact-of-war-in-ukraine-on-the-tech-industry-of-europe-and-beyond/>
9. BBC. (2023). The growing IT sector in Ukraine. Retrieved from: <https://www.bbc.com/storyworks/future/ukraine-innovating-for-the-future/ukraines-dynamic-it-sector>
10. Kornyluk, R. (2023). IT development in Ukraine: Current situation and prospects. Retrieved from: <https://blog.youcontrol.market/it-development-in-ukraine-current-situation-and-prospects/>
11. Василюк А., Басюк Т. (2023). Алгебри алгоритмів для моделювання розподілу ресурсів в IT проектах. Вісник Національного університету “Львівська політехніка”. Серія: “Інформаційні системи та мережі”. № 13. С. 156–166. <https://doi.org/10.23939/sisn2023.13.156>
12. Allman, K. (2015). Impact Investment. Fisicalbook.
13. CFA Institute. (2020). Quantitative Investment Analysis , Set (CFA Institute Investment Series). Wiley; 4th edition.
14. Hathaway, T., Hathaway, A. (2016). Data Flow Diagrams – Simply Put!: Process Modeling Techniques for Requirements Elicitation and Workflow Analysis. CreateSpace Independent Publishing Platform.
15. Blokdyk, G. (2021). Data Flow Diagram A Complete Guide – 2020 Edition. 5STARCOOKS.
16. Valacich, J., George, J., Hoffer, J. (2020). Modern Systems Analysis and Design 9th Edition. Pearson; 9th edition
17. Luenberger, D. (2013). Investment Science. Oxford University Press; 2nd edition.
18. Jansons, V., Jurēnoks, V. (2008) Optimization Model for Distribution of Investments in Enterprises by Operation Types. Business and Management
19. Zheng, Y., & Shukla, K., & Xu, J., & Wang, D., & O’Leary, M. (2023). Multi-Objective Portfolio Optimization Towards Sustainable Investments. Proceedings of the 6th ACM SIGCAS/SIGCHI Conference on Computing and Sustainable Societies (COMPASS ’23). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 124–128. <https://doi.org/10.1145/3588001.3609373>
20. Hodgson, T., & Breban, S., & Ford, C., & Streatfield, M., & Urwin, R. (2000). The Concept of Investment Efficiency and its Application to Investment Management Structures. British Actuarial Journal. 2000;6(3):451–545. DOI:10.1017/S1357321700001884
21. Ghosh, A., & Mahanti, A. (2014). An information system for investment advisory process. In Proceedings of the International Conference on Information Systems and Design of Communication (ISDOC ’14). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 143–148. <https://doi.org/10.1145/2618168.2618191>
22. Sengupta, R., Gupta, A., Dutta, J. (2016). Decision Sciences: Theory and Practice. CRC Press; 1st ed.
23. Preez, O. (2019). Visual Studio 2019 In Depth: Discover and make use of the powerful features of the Visual Studio 2019 IDE to develop better and faster mobile, web, and desktop applications. BPB Publications.

References

1. Rosenbaum, J., Pearl, J. (2022). Investment Banking: Valuation, LBOs, M&A, and IPOs (Book + Valuation Models) (Wiley Finance). Wiley; 3rd edition.
2. Gropelli, A., Nikbakht, E. (2018). Finance (Barron’s Business Review). Barrons Educational Services; seventh edition.
3. Inmon, W., Linstedt, D., Levins, M. (2019). Data Architecture: A Primer for the Data Scientist. Academic Press; 2nd edition.
4. The Business Research Company. (2024). Information Technology Market Definition And Segments. Retrieved from: <https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/information-technology-global-market-report>
5. Spherical Insights. (2023). IT services market: Overview. Retrieved from: <https://www.sphericalinsights.com/reports/it-services-market>.
6. Zhong, H., & Chang, J., & Yang, Z., & Wu, T., & Arachige, P., & Pathmabandu, C., & Xue, M. (2023). Copyright Protection and Accountability of Generative AI. Attack, Watermarking and Attribution. In Companion Proceedings of the ACM Web Conference 2023, New York, NY, USA, 94–98. <https://doi.org/10.1145/3543873.3587321>
7. Nearshore Friends. (2023). Top IT outsourcing destinations of Eastern Europe. *Market report*. Retrieved from: https://nearshorefriends.de/top-it-outsourcing-destinations-of-eastern-europe_-market-report/
8. Ncube. (2023). The Impact of War in Ukraine on the Tech Industry of Europe and Beyond. Retrieved from: <https://ncube.com/the-impact-of-war-in-ukraine-on-the-tech-industry-of-europe-and-beyond/>
9. BBC (2023). The growing IT sector in Ukraine. Retrieved from: <https://www.bbc.com/storyworks/future/ukraine-innovating-for-the-future/ukraines-dynamic-it-sector>

10. Kornyliuk, R. (2023). IT development in Ukraine: Current situation and prospects. Retrieved from: <https://blog.youcontrol.market/it-development-in-ukraine-current-situation-and-prospects/>
11. Vasilyuk, A., Basyuk, T. (2023). Algorithm algebras for modeling resource distribution in IT projects. *Bulletin of Lviv Polytechnic National University. Series: Information Systems and Networks*, No. 13, 156–166.
12. Allman, K. (2015). *Impact Investment*. Fisicalbook.
13. CFA Institute. (2020). *Quantitative Investment Analysis, Set (CFA Institute Investment Series)*. Wiley; 4th ed.
14. Hathaway, T., Hathaway, A. (2016). *Data Flow Diagrams – Simply Put!: Process Modeling Techniques for Requirements Elicitation and Workflow Analysis*. CreateSpace Independent Publishing Platform.
15. Blokdyk, G. (2021). *Data Flow Diagram A Complete Guide – 2020 Edition*. 5STARCOOKS.
16. Valacich, J., George, J., Hoffer, J. (2020). *Modern Systems Analysis and Design*. Pearson; 9th ed.
17. Luenberger, D. (2013). *Investment Science*. Oxford University Press; 2nd edition.
18. Jansons, V., Jurēnoks, V. (2008) *Optimization Model for Distribution of Investments in Enterprises by Operation Types*. Business and Management.
19. Zheng, Y., & Shukla, K., & Xu, J., & Wang, D., & O’Leary, M. (2023). Multi-Objective Portfolio Optimization Towards Sustainable Investments. Proceedings of the 6th ACM SIGCAS/SIGCHI Conference on Computing and Sustainable Societies (COMPASS ’23). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 124–128. <https://doi.org/10.1145/3588001.3609373>
20. Hodgson, T., & Breban, S., & Ford, C., & Streatfield, M., & Urwin, R. (2000). The Concept of Investment Efficiency and its Application to Investment Management Structures. *British Actuarial Journal*. 2000;6(3):451–545. DOI:10.1017/S1357321700001884
21. Ghosh, A., & Mahanti, A. (2014). An information system for investment advisory process. In Proceedings of the International Conference on Information Systems and Design of Communication (ISDOC ’14). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 143–148. <https://doi.org/10.1145/2618168.2618191>
22. Sengupta, R., Gupta, A., Dutta, J. (2016). *Decision Sciences: Theory and Practice*. CRC Press; 1st edition
23. Preez, O. (2019). *Visual Studio 2019 In Depth: Discover and make use of the powerful features of the Visual Studio 2019 IDE to develop better and faster mobile, web, and desktop applications*. BPB Publications.

INFORMATION SYSTEM FOR EVALUATION OF INVESTMENTS IN THE FIELD OF INFORMATION TECHNOLOGIES

Andrii Vasylyuk¹, Taras Basyuk²

Lviv Polytechnic National University, Department of Information Systems and Networks, Lviv, Ukraine

¹E-mail: Andrii.S.Vasyliuk@lpnu.ua, ORCID: 0000-0002-3666-7232

²E-mail: Taras.M.Basyuk@lpnu.ua, ORCID: 0000-0003-0813-0785

© Vasylyuk A., Basyuk T., 2024

Creating an information system for evaluating investments in the field of information technology is a relevant task as it influences the efficiency of resource utilization in this strategically important sector. Information technologies are rapidly evolving, and proper investment evaluation can contribute to maximizing profitability and reducing risks. The research highlights various approaches to addressing this issue, each defined by its own characteristics. The study analyzes the investment process, proposing a mathematical model for investment problems in the form of a multi-criteria optimization task with Boolean variables. A structural approach is used to depict the principles of the system’s operation and information flows. Development tools are selected, and a prototype of the software is implemented. Further research directions include system verification and the development of additional modules to enhance functionality.

Key words: investment; information technology; investment assessment.