ISSN 2522-9087 (Print)
ISSN 2523-434X (Online)

УДК 65.018:004.942 **JEL Classification: M31, C55**

Івченко Ірина Юріївна
канд. екон. нак, доцент
доцент кафедри економічної кібернетики та інформаційних технологій
Одеський національний політехнічний університет
(Одеса, Україна)
Будорацька Тетяна Леонідівна
старший викладач
кафедри економічної кібернетики та інформаційних технологій
Одеський національний політехнічний університет
(Одеса, Україна)

РОЗРОБКА МОДЕЛІ РОЗПОДІЛУ ІТ-ПРОЕКТІВ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ГАЛУЗІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

У статті проведено дослідження застосування інструментарію економіко-математичного моделювання для підприємств, зайнятих у сфері цифрових технологій. Проведено аналіз існуючих економіко-математичних моделей, а також можливості їх застосування для прийняття рішень в системі управління персоналом ІТ-підприємства. Побудована динамічна оптимізаційна багатокритеріальна економіко-математична модель оптимального розподілу ІТ-проектів по ІТ-командах. Запропонований метод знаходження оптимального рішення з використанням розробленої економіко-математичної моделі.
Ключові слова: інформаційні технології, ІТ-проект, ІТ-підприємство, оптимізація, моделювання, математична модель

DOI: 10.15276/mdt.2.3.2018.4

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв’язок з важливими науковими або практичними завданнями. В країні спостерігається зростання і повсюдне використання інформаційних технологій у всіх сферах діяльності. Від якості ІТ-послуг залежить успішність бізнесу. Це стосується як продуктових ІТ-компаній, так і аутсорсингових та дає можливість ІТ-компаніям гарантувати високу якість ІТ-послуг клієнтам. Для управління різними видами діяльності підприємства використовують як нові ІТ-продукти, так і адаптують вже існуючі. Найбільш поширені ІТ-продукти – це веб-додатки, прикладні програми, що охоплюють практично всі види діяльності, бази даних, бази знань, електронна пошта, віддалений доступ.

Основним продуктом ІТ-фірм є інформаційні системи. Під інформаційними системами розуміють сукупність взаємопов’язаних методів і засобів обробки, зберігання і передачі інформації з метою ефективного управління підприємствами [1]. Прикладом інформаційної системи є сайт. Якісний сайт є основним інформаційним ресурсом підприємства. Сьогодні це може бути не тільки інформаційний засіб або візитка, але і повноцінний інструмент, що рекламує підприємство, продукцію або послуги і привертає нових клієнтів і приносить прибуток. За допомогою веб-сайту можна здійснити рекламу підприємств, товарів або послуг, а так само налагодити безпосередні контакти з клієнтами. Сайти виконують функції інтернет-магазинів, а також функції сервісної інформаційної підтримки.

ISSN 2522-9087 (Print)
ISSN 2523-434X (Online)

Моделювання різних видів діяльності ІТ-підприємств є важливим елементом керування і необхідне кожному підприємству, яке намагається йти в ногу з часом і мати високі показники ефективності виробництва, тому що дозволяє найбільш точно відобразити необхідні процеси і явища. Дослідження присвячене аналізу і розробці стратегій управління персоналом у діяльності ІТ-підприємств на прикладі задачі побудови моделі оптимального вибору ІТ-замовлень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких покладений початок вирішенню даної проблеми і на які спираються автори. Ефективним підходом до управління ІТ-підприємствами та організаціями є встановлення зв'язків типу «клієнт-постачальник послуг» між ІТ-підрозділами та підприємством [2]. При цьому ІТ-підрозділ розглядається як постачальник ІТ-послуг. Перелік і параметри цих послуг задає підприємець, виходячи з наявних ресурсів і своїх потреб. Однак, слід зазначити, що при такому підході виникають проблеми з точною оцінкою витрат ресурсів на ІТ продукцію або послуги. Ще одне завдання – необхідність регулярно підлаштовувати і оптимізувати організаційну структуру ІТ-підрозділу під зміни їхніх послуг.

Становлення сучасного економіко-математичного інструментарію для оптимізації економічних та управлінських рішень почалося в 40-і роки завдяки роботам Н. Фішера, Р. Беллмана, С. Джонсона, Л.В. Канторовича, Дж. Данцига, М. Вуда. Існує велика кількість підходів до моделювання цих процесів і економічної системи в цілому. Вибір типу моделі залежить від завдань, які ставить перед собою дослідник, ступеня деталізації, наявності технічних засобів, навичок дослідника. За допомогою моделі можна виявити невідомі раніше властивості складної системи: структуру, стійкість, динаміку розвитку показників [3].

Моделювання, будучи інструментом теоретичного аналізу і практичних дій, використовується для розробки та вивчення складних систем. Для формалізованого опису кількісних характеристик і закономірностей розвитку інформаційних систем, в тому числі і веб-сайтів, пропонується проаналізувати існуючий інструментарій розроблених математичних методів. Існує класифікація методів і моделей для розв'язку даної проблеми. Ці моделі традиційно описують виробничі підприємства, але можуть бути використані і для ІТ-підприємств. Вони засновані на виробничих функціях, методах календарного планування, лінійних моделях. До них відносяться також економетричні моделі, оптимізаційні моделі, імітаційні моделі.

В загальному вигляді лінійна оптимізаційна модель виглядає наступним чином:

Цільова функція

$$F = \sum c_i x_i \to Extr, \tag{1}$$

при наступних обмеженнях

$$\begin{gathered} \sum_{i=1}^{n} a_{ij} x_i \{\le, =, \ge\} b_j,\ j = \overline{1,m} \\ d_i \le x_i \le D_i,\ i = \overline{1,n} \end{gathered} \tag{2}$$

де F – цільова функція; c_i – коефіцієнти при змінних в цільової функції; x_i – змінні; b_j – праві частини обмежень; a_{ij} – коефіцієнти при змінних в обмеженнях; d_i – мінімально можливі значення змінних; D_i – максимально можливі значення змінних [1].

Одне із завдань управління, яке вирішує керівництво ІТ-підприємств – розподіл ІТ-проектів по командах-виконавцях. Дуже важливо підібрати «правильну» команду, яка забезпечить вирішення поставлених завдань якісно і в строк. В фаховій літературі така задача називається «задачею про призначення» [2]. Вона моделюється наступним чином:

Сумарна продуктивність:

$$L(x) = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} c_{ij} x_{ij} \to \max \quad (3)$$

Кожний претендент призначається на одну роботу:

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = 1, \quad i = \overline{1, m} \quad (4)$$

Кожна робота виконується тільки одним претендентом:

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ij} = 1, \quad j = \overline{1, n} \quad (5)$$

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} \quad (6)$$

де x_{ij} – факт призначення i-го претендента на j-ту роботу, при цьому $x_{ij} = 1$, якщо це призначення є і $x_{ij} = 0$ в іншому випадку.

Обмеження (5) роблять задачу дискретною. Це задача з бульовими змінними, тобто при цілочисельних a_i і b_j зміні x_{ij} завжди цілі. Ця задача часто виникає при виборі оптимального управління в різних економіко-фінансових ділянках. Пропонується використовувати цю модель як базу при розробці економіко-математичної моделі реалізації ІТ- проектів в даному дослідженні.

Питання автоматизації процесів планування складних систем в зв'язку з інформатизацією підприємств є актуальними. Задача, яка розробляється в даному дослідженні, пов'язана з плануванням і побудовою процесів розробки ІТ-проектів, формуванням команд розробників, оптимальним розподілом завдань між командами. При моделюванні таких завдань необхідно враховувати фактор часу. Це пов'язано з тим, що замовлення на розробку програмних продуктів надходять в кожен момент часу, а команди можуть приступати до виконання нового проекту тільки після того, як закінчать попередній. Спеціальним інструментом моделювання таких задач е динамічне програмування [2].

У динамічному програмуванні оптимізація проводиться поетапно, аналізуючи послідовно кожен крок процесу у пошуках найкращих варіантів його продовження.

Вентцель Е.С. в [3] пропонує таку динамічну модель.

Є економічна система, яка складається з s підприємств:

$$P_1, P_2, \ldots, P_j, \ldots, P_n \ (j = 1, \ldots, n).$$

Розглядаються показники за період часу T, що складає k років t_i, де ($i = 1, \ldots, k$), причому $T = \sum_{i=1}^{k} t_i$. На розвиток підприємств на початок періоду T виділені основні засоби у розмірі D. Стан системи S_0 характеризується кількістю засобів, вкладених у підприємства $P_1, P_2, \ldots, P_j, \ldots, P_n$ і кінцевий стан S_k. Необхідно розподілити по підприємствах і роках основні засоби D, щоб сумарний дохід W від усієї системи підприємств був би максимальним.

Нехай на початку i-го року j-му підприємству виділена сума засобів x_{ij}, ($i = 1, \ldots, k$), ($j = 1, \ldots, n$). На початку i-го періоду підприємству P_1 виділені засоби x_{i1}, підприємству P_2 – x_{i2} і т. д. Назвемо його керуванням u_1. Тоді вектор $U_i = (x_{i1}, x_{i2}, \ldots, x_{in})$ визначає розподіл основних засобів на i-му кроці. Сукупність керувань на k-x кроках виражається системою векторів

ISSN 2522-9087 (Print)
ISSN 2523-434X (Online)

$$U_1 = (x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1n})$$
$$U_2 = (x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2n}) \qquad (7)$$
$$U_k = (x_{k1}, x_{k2}, \dots, x_{kn})$$

Сумарний дохід W за k років є функцією від U_1, U_2, …, U_k:

$$W = W\,(U_1, U_2, \dots, U_k). \qquad (8)$$

Необхідно на кожному етапі вибрати таке керування, щоб сумарний дохід від усієї системи підприємств був максимальним.

Зазначимо переваги та недоліки методу динамічного програмування в рамках моделювання задачі реалізації ІТ-проектів, яка розробляється в даному дослідженні. До числа позитивних якостей можна віднести: модель динамічного програмування дає можливість вирішувати завдання, які раніше не досліджувалися через відсутність відповідного математичного апарату; модель динамічного програмування в ряді випадків скорочує обсяг при пошуку оптимальних рішень. Але відсутність універсального алгоритму, який був би придатний для вирішення всіх завдань; труднощі при вирішенні задач великої розмірності, відсутність можливості урахування специфіки підприємств, зайнятих в галузі інформаційних технологій – це суттєві недоліки цієї моделі.

Слід відзначити, що описані вище економіко-математичні моделі мають ряд недоліків. В першу чергу більшість з них описують ситуацію узагальнено, або мають зайву деталізацію і є складними з точки зору збору вихідних даних. Перевагою ж таких моделей є можливість пошуку мінімальних / максимальних рішень завдяки розробленому механізму пошуку. У результаті проведеного аналізу існуючих математичних моделей можна зробити висновок, що жоден з них в чистому вигляді не дозволяє побудувати модель необхідної деталізації.

Для підвищення ефективності процесів управління ІТ-проектами необхідна розробка актуальної економіко-математичної моделі організації процесів проектної діяльності на ІТ-підприємстві.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття. У результаті проведеного аналізу існуючих в науковій літературі математичних моделей можна зробити висновок, що жодна з них в чистому вигляді не дозволяє побудувати модель вибору найкращих ІТ-проектів та їх розподілу по ІТ-командах з достатньою деталізацією. Вивчення вітчизняних і зарубіжних публікацій з проблем моделювання в сфері ІТ-послуг дозволяє зробити висновок про недостатню спрацьованість ряду питань у досліджуваній сфері. Це стосується, наприклад, процедур взаємодії ІТ-підприємства і замовника; бізнес-процесів в ІТ-аутсорсингу; розподілу проектів між командами в ІТ-підприємстві. Методи, пов’язані із завданнями планування проекту, як правило, не формалізовані. Крім того, оцінка вартісних витрат і витрат часу є наближеною і найчастіше спирається на досвід проведення аналогічних робіт за іншими проектами.

В практиці процес моделювання завдань, пов’язаних з вибором та розподілом замовлень (ІТ-проектів) в умовах обмежень по ресурсах, в даний час зводиться, в основному, до евристичних методів або до наближеної підгонки бюджету робіт та строків проекту до затверджених за проектом значень.

Результатом проведеного аналізу існуючих методів і моделей став висновок, що, незважаючи на їх переваги, жоден з них у чистому вигляді не дозволяє побудувати

ISSN 2522-9087 (Print)
ISSN 2523-434X (Online)

модель ІТ-підприємства необхідної точності і деталізації. Існуючі методи і моделі, присвячені проблемам моделювання підприємства, володіють або надмірно узагальненим поглядом на досліджувану проблему, або зайвою деталізацією і є складними з точки зору збору вхідних даних. Крім того, ІТ-підприємства мають специфіку, відміну від промислових підприємств. Незважаючи на те, що вартість персоналу цифрової галузі посідає перше місце у світі і постійно зростає, існує нестача кваліфікованих кадрів. До того ж, з ростом інформатизації всіх підприємств все більше відповідальності покладається на розробників програмного забезпечення. Все це викликає зростання потреб в кваліфікованих спеціалістах у цифровій галузі. ІТ-фірми зустрічаються з необхідністю ефективного розподілу великого потоку замовлень на розробку і впровадження інформаційних систем між виконавцями-фахівцями з цифрових технологій.

Для підвищення ефективності процесів моніторингу та управління ІТ-проектами необхідна розробка актуальної економіко-математичної моделі організації процесів проектної діяльності на ІТ-підприємстві. Актуальність дослідження обґрунтовується тим, що складно підібрати математичний апарат для вирішення існуючих проблем, який не буде вимагати адаптації до конкретного підприємства. Особливо це стосується підприємств в ІТ галузі.

Формулювання мети статті (постановка завдання). Мета дослідження – побудова динамічної оптимізаційної багатокритеріальної економіко-математичної моделі розподілу персоналу по проектах ІТ-підприємства, тобто вибір найкращих за заданими критеріями ІТ-проектів та оптимальний їх розподіл по ІТ-командах.

Викладення основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Розглянемо математичне моделювання як інструмент для розробки і прикладного використання методів оптимального управління до різних систем, в тому числі й до ІТ-підприємств. При моделюванні завдань реалізації ІТ-проектів необхідно враховувати фактор часу. Це пов’язано з тим, що замовлення на розробку програмних продуктів надходять в кожен момент часу, а команди можуть приступати до виконання нового проекту тільки після того, як закінчать попередній. Тому завдання що розробляється в даному дослідженні, має бути динамічним. Знання сучасних тенденцій в розвитку економіко-математичного моделювання допомагає вибору оптимального асортименту ІТ-продуктів, задачам управління персоналом, складанню прогнозу розвитку ситуації на ринку товарів і послуг.

Взагалі, в управлінні персоналом вирішуються наступні завдання:

– аналіз можливостей працівників;

– оцінка потреб співробітників;

– розбиття співробітників на групи в залежності від їх можливостей і потреб;

– здійснення внутрішнього позиціонування підприємства.

Розглянемо характерні особливості математичного моделювання задач управління персоналом у діяльності ІТ-підприємств. Основна мета цієї задачі – оптимізація функціонування ІТ-підприємства за рахунок вибору та оптимального розподілу робіт (ІТ-проектів) між виконавцями (ІТ-командами).

Оскільки ІТ-підприємство є складною економічною системою, для побудови математичної моделі управління скористаємося наступними принципами системного моделювання:

– послідовна розробка всіх стадій розробки математичної моделі;

– узгодження ресурсних, інформаційних та інших характеристик ІТ-підприємства;

– цілісність всіх етапів створення моделі.

ISSN 2522-9087 (Print)
ISSN 2523-434X (Online)

Це дасть можливість розробити модель управління персоналом IT-підприємства. Метою цієї моделі буде найкраще розподілення IT-проектів між різними командами-виконавцями при наявних або тих, що обираються варіантах управління та оптимізація роботи IT-підприємства в цілому. Задачу можна віднести до задач, пов'язаних з організацією наймання та відбору персоналу підприємства.

Для розробки математичного апарата моделі розглянемо процес функціонування IT-підприємства на фіксованому кінцевому тимчасовому проміжку з дискретним кроком у єдності з динамікою параметрів зовнішнього економічного середовища.

У традиційному розумінні IT-компанія – це скоординована команда вузькопрофільних фахівців, які працюють над безперебійним, безпечним і ефективним забезпеченням підприємств інформаційними потоками даних з метою збільшення ефективності управління підприємством.

Кожна компанія визначає види IT-послуг самостійно. Найчастіше виділяють такі основні види послуг:

– розробка замовного програмного забезпечення;
– підтримка та впровадження інформаційних систем;
– системна інтеграція;
– аутсорсінг;
– консалтинг у сфері побудови інформаційних систем;
– навчання та тренінги для персоналу, який буде користуватися продуктами.

Модель планування розподілу IT-проектів, що розробляється у даному дослідженні, є оптимізаційною та багатокритеріальною.

Критерії оптимізації – максимізація ефективності розподілу проектів між виконавцями, мінімізація витрат на виконання IT-проектів, підвищення якості процесів планування та моніторингу управління проектами у сфері інформаційних технологій. Під оптимальним розподілом IT-проектів по IT-командах будемо розуміти найкращий розподіл замовлень (проектів у сфері інформаційних технологій) в процесі їх розробки з урахуванням досягнутих результатів і змінених умов.

Умови-обмеження, які треба буде врахувати при побудові моделі – наявність обмежених ресурсів, облік виконання календарних планів IT-проектів.

Ефект від планування розподілу моделі повинен забезпечувати поліпшення основних параметрів фінансового стану підприємства, зростання його вартості, підвищення керованості бізнес-процесами.

Для того, щоб правильно організувати роботу, по-перше, потрібен замовник.

По-друге, потрібна людина (project enabler), яка візьме на себе відповідальність за якісний «запуск» співпраці з клієнтом. Ефективна робота означає якісний вибір IT-проектів та постійну співпрацю замовника з клієнтом.

Для якісного вибору IT-проектів з переліку альтернативних потрібно з'ясувати потреби клієнта (який програмний продукт потрібно розробити). Керівництво компанії обговорює стратегію співпраці з клієнтом та строки здачі «пілотного» проекту. Також потрібно описати принципи та строки спільної роботи з клієнтом. Ще одна із задач – це підбір співробітників в IT-групу для кожного замовлення та складання специфікації на групу людей в команді з обов'язковим обговоренням необхідного інструментарію для розробки IT-проекту на всіх його етапах. Спільна робота із замовником на всіх стадіях проектування показує клієнтові, що виконавцю не байдужий результат роботи IT-команди, зменшує фактор ризику в «тонких» місцях такої співпраці.

Для керівника, який розподіляє IT-проекти по командах, важливо:

1. Налагодити процес роботи над проектом, зробити його максимально прозорим для всіх залучених сторін (IT-підприємство та його замовники).

ISSN 2522-9087 (Print)
ISSN 2523-434X (Online)

2. Всі відпрацьовані години повинні бути зрозуміло відрапортовані в потрібному форматі, чітко і вчасно. Це так само важливо і для того, щоб виставляти інвойси.

3. IT-команди повинні працювати ефективно і дотримуватися дедлайнів (крайній термін (дата або / чи година), до котрої має бути виконане певне завдання).

4. Особливістю роботи з IT-проектами є так само використання *bug tracking систем* (Jira, SVN, TWIKI) для створення проектного порталу та роботи з документацією. Ця ділянка роботи так само повинна враховуватися при виборі IT-команди, яка отримає замовлення на кожен конкретний проект.

5. Гарантовані, передбачувані фінансові надходження протягом строку дії цього контракту.

Принципи взаємозв'язку клієнта-замовника з проектною командою:

1. Замовник IT-послуги дає специфікацію на співробітників IT-команди, яка включає в себе опис попереднього досвіду роботи, володіння необхідними технологіями та інструментами, а також дає характеристику особистісних та комунікаційних характеристик, володіння іноземними мовами.

2. CTO обговорює із замовником склад IT-команди (скільки дівелоперів (програмістів) та їх рівень (SE, SSE, LSE), кількість тестерів, IT-маркетологів та інших спеціалістів за протребами замовленого IT-проекту), завантаження за часом.

3. Визначається ціна на групу співробітників, задіяних в IT-проекті на обумовлений термін.

4. Розраховуються фінансові надходження на виконання кожного IT-проекту протягом строку виконання замовлення.

Пропонується розробити модель вибору IT-проектів з альтернативних та їх оптимального розподілу між виконавцями (IT-командами).

Розглянемо вербальну модель.

У загальному вигдяді сформулюємо завдання наступним чином: необхідно побудувати план виконання деякої множини взаємопов'язаних IT-проектів в умовах обмежених ресурсів і додаткових обмежень, так щоб оптимізувати обрану міру ефективності. Виконання безлічі робіт відбувається на відрізку часу, який назвемо інтервалом планування. Інтервал планування поділений на такти планування.

При побудові моделі необхідно враховувати обмеження, як:

– вибір виконавців замовлення (IT-проекту);

– послідовність виконання IT-проектів;

– кількість учасників IT-команд (виконавців роботи);

– період планування часу виконання IT-проектів;

– терміни виконання кожного IT-проекту.

Показники для побудови критерію оптимізації:

– максимальна ефективність результату, тобто максимальна кількість ресурсу, який повинен бути використаним;

– мінімальна інтенсивність споживання ресурсу, тобто мінімальна кількість ресурсу, без якого робота не може виконуватися (витрати на проект).

Основними характеристиками задачі (обмеженнями моделі) є:

– перелік IT-проектів, виконання яких є обов'язковою умовою початку виконання поточної роботи;

– тривалість – число тактів планування, яке необхідне для завершення IT-проектів без перерв в умовах достатності ресурсів. Тривалість роботи може бути як фіксованою, так і залежною від кількості споживаних ресурсів;

– початковий термін – це час, раніше якого виконання роботи не може початися.

ISSN 2522-9087 (Print)
ISSN 2523-434X (Online)

Одна з проблем при виконанні заявок на розробку ІТ-проектів – відставання за термінами. Тому при розподілі ІТ-проектів по командах дуже важливо підібрати таку ІТ-команду, яка забезпечить вирішення поставлених завдань якісно і в строк. Для цього керівництву компанії при розподілі завдань на кожен проект важливо призначити команду, що володіє фахівцями з потрібними знаннями та навичками. Тому необхідно враховувати складність проекту, ефективність роботи команди, очікуваний час розробки проекту, фонд робочого часу. Крім того, необхідно брати в розробку і розподіляти по командах такі проекти, які принесуть якнайбільший прибуток підприємству. Отже, вхідними показниками для моделі будуть так само витрати кожної команди на проект і ціна, яку замовник готовий заплатити за проект (вартість проекту).

Запропонована модель підходить для гнучкої методології управління проектами Agile, яка побудована на положеннях тайм-менеджменту.

Методологія *Agile* – це швидка розробка ІТ-проекту без втрати якості замовлення. Враховуються інтервали планування, які називаються *Sprint* – відрізок часу, який відводиться для виконання списку завдань (зазвичай – дорівнює двом-чотирьом тижням. *Sprint Planning Meeting* – це один з найбільш важливих заходів у методології *Agile*. Ці такти планування (*Sprin*), розділені на дискретні проміжки часу (зазвичай – 15 хвилин щодня).

Побудуємо економіко-математичну модель відповідно до етапів моделювання.

Етап 1. Постановка завдання.

Компанія має кілька команд розробників і замовлення на випуск ІТ-проектів. Існують такі відомості про команди (зібрана статистика):

– кількість команд у компанії;

– ефективність виконання проектів для кожної команди. Ефективність залежить від рівня володіння технологіями, кваліфікації, досвіду роботи. Наприклад, ефективність – швидкість роботи (трудомісткість) команди, зарплата команди.

Існує інформація про ІТ-проекти:

– вартість, яку замовник готовий заплатити за ІТ-проект;

– час початку ІТ-проекту;

– термін виконання ІТ-проекту (тривалість).

ІТ-проекти бувають зовнішні і внутрішні. Зовнішні проекти обов’язкові до виконання, внутрішні – не обов’язкові. Команда не може починати проект, не закінчивши попередній проект. Переривання процесу обслуговування заявки ІТ-командою заборонене. Кожна ІТ-команда одночасно виконує не більше одного ІТ-проекту, для кожної заявки її виконання повинно починатися не раніше, ніж завершиться її виконання на попередньому етапі.

Необхідно: найефективнішим способом реалізувати найбільшу кількість ІТ-проектів із представлених альтернатив, призначивши кожній команді розробників свої ІТ-проекти на заданому проміжку часу.

Тобто, треба вибрати оптимальну кількість замовлень на ІТ-послуги та розподілити обрані ІТ-проекти між командами, беручи до уваги персональні можливості кожної групи виконавців. Оптимальний розподіл – це максимальне завантаження команд проектами і мінімальних витрат на проект. Так само можна розглядати максимальне завантаження команд за часом. Переривання процесу обслуговування заявки ІТ-командою заборонене. Кожна ІТ-команда одночасно виконує не більше одного проекту, для кожного проекту його виконання повинно починатися не раніше, ніж завершиться його виконання на попередньому етапі. Потрібно визначити порядок виконання проектів ІТ-командами з мінімальним значенням загального часу обслуговування.

Етап 2. Формалізація задачі.

ISSN 2522-9087 (Print)
ISSN 2523-434X (Online)

Нехай
i – номер ІТ-команди (*j* = 1,..., *n*);
j – номер ІТ-проекту, (*i* = 1, ..., *m*);
t – дата, коли починає виконуватися ІТ-проект, (*t* =1, …, *T*).
Є також інформація про проекти:
a_{ij} – складність *j*-го ІТ-проекту для *i*-тої команди, (*story point*);
A_i – *team performance* (ефективність роботи команди);
d_{ij} – *delivery time* (очікуваний час розробки *j*-го ІТ-проекту (за договором);
D – розташований фонд робочого часу по ІТ-підприємству;
c_{ij} – витрати на *j*-й ІТ-проект *i*-ї ІТ-команди, грн.;
C_i – фонд заробітної плати *i*-тої ІТ-команди за весь термін моделювання, грн.

Етап 3. Побудова економіко-математичної моделі.

Побудуємо динамічну багатокритеріальну економіко-математичну модель оптимального розподілу робіт (ІТ-проектів) між виконавцями (ІТ-командами).

Нехай x_{ij}^t – факт призначення *i*-тої ІТ-команди на виконання *j*-го ІТ-проекту в момент часу *t*.

Побудуємо цільову функцію.

Існує наступний набір часткових критеріїв.

Перший критерій оптимальності – мінімізація сумарних витрат на виконання проектів. Тому перша цільова функція:

$$F_1(x) = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} \sum_{t=1}^{T} c_{ij} x_{ij}^t \to \min. \quad (9)$$

Другий критерій оптимальності – максимізація ефективності роботи ІТ-команд. Тому друга цільова функція:

$$F_2(x) = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} \sum_{t=1}^{T} a_{ij} x_{ij}^t \to \max. \quad (10)$$

У процесі моделювання оптимального вибору ІТ-замовлень та розподілу робіт (ІТ-проектів) між виконавцями (ІТ-командами) потрібно врахувати цілий ряд обмежень.

Обмеження по розташованому фонду робочого часу:

$$\sum_{i=1}^{n} \sum_{j}^{m} \sum_{t=1}^{T} d_i x_{ij}^t = \mathrm{D}. \quad (11)$$

По обов'язкових включеннях замовлення в план (для зовнішніх ІТ-проектів)

$$\sum_{i=1}^{n} \sum_{t=1}^{T} x_{ij}^t = 1. \quad (12)$$

По необов'язкових включеннях ІТ-проектів в план (для внутришніх ІТ-проектів)

$$\sum_{i=1}^{n} \sum_{t=1}^{T} x_{ij}^t \; 1, \; i \in E_1. \quad (13)$$

Обмеження на кожний ІТ-проект (може бути назначена тільки одна ІТ-команда)

$$\sum_{j=1}^{m} x_{ij} = 1. \quad (14)$$

За умовою цілочисельності

ISSN 2522-9087 (Print)
ISSN 2523-434X (Online)

$$x_{ij} \in \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases} \tag{15}$$

Якщо один з часткових критеріїв набагато важливіший за інші, для яких відомі їх гранично допустимі значення b_i, то оптимізація проводиться за найбільш важливим головним критерім ($F_o = F_l$), а для інших критеріїв встановлюються обмеження ($y_j \le b_j$, $j \ne i$, $j = \overline{1, m}$). Цей метод називається методом важливого критерію.

Зведення багатокритеріального завдання до моделі з одним критерієм будемо здійснювати шляхом виділення з набору показників одного, який вважають найважливішим – F_k. Для цього введемо керуючу змінну – вага критерію оптимізації по j-тому ІТ-проекту (значення критерію визначається експертним методом). Пошук $\max \beta_j$ дозволить вибрати критерій с $\max \beta_j$ як головний критерій.

Всі інші критерії є другорядними. На них накладаються обмеження вигляду: $F_l \le z_i$, де z_i є нижньою межею значення відповідного показника, якщо необхідно, щоб значення показника не перевищувало.

Так, наприклад, якщо виділити як найважливіший показник F_1– мінімізація сумарних витрат на ІТ-проект:

$$F_1(x) = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{T} c_{ij} x_{ij}^t \to \min, \tag{16}$$

тоді треба додатково ввести обмеження відносно величини фонду робочого часу команди не вище певного рівня:

$$\sum_{t=1}^{T}\sum_{j}^{J} a_{ij} x_{ij}^t \le A_i . \tag{17}$$

Якщо виділити як найважливіший показник F_2– максимальне завантаження команд – цільова функція

$$F_2(x) = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{T} a_{ij}^t x_{ij}^t \to \max . \tag{18}$$

Тоді треба додатково ввести обмеження відносно величини фонду заробітної плати команди не вище певного рівня:

$$\sum_{t=1}^{T}\sum_{j}^{J} c_{ij} x_{ij}^t \le C_i . \tag{19}$$

Для вирішення задачі цілочислового лінійного програмування пропонується скористатися симплекс-методом, який є універсальним способом вирішення систем лінійних рівнянь великої розмірності.

Апробація моделі проведена на базі ТОВ «Всевід», який є дочірньою компанією підприємства HYS Enterprise – міжнародного холдингу, представленого у трьох країнах. Приватна корпорація HYS підприємства була створена з ідеєю забезпечення розвитку послуг аутсорсингової розробки програмного забезпечення.

ТОВ «Всевід», як дочірня компанія, займається наданням послуг з розробки програмного забезпечення, клієнтна база компанії спрямована на Європу, США, Канаду.

Основні напрямки продуктів, що розробляються:

1) телекомунікації;
2) мобільні додатки;
3) десктопні рішення;

4) банківські системи;

5) веб розробка;

6) сервіси геолокації LBS (на основі Location Services).

На підприємстві в Одеському філіалі зайняті 90 спеціалістів. З них: шістдесят Net розробників (10 команд), десять – IOS розробників (3 команди), десять – Android розробників (3 команди), десять – QA тестувальників (роздрібнені по командах).

На базі побудованої економіко-математичної моделі реалізації IT-проектів було розроблено програмне забезпечення економічних рішень в управлінні IT-підприємством ТОВ «Всевід».

Проведений аналіз діяльності підприємства «Всевід» дозволив відокремити основні проблеми управління. Аналіз показав, що одним з основних завдань управління, які суттєво впливають на прибуток підприємства, є формування програми розподілу IT-проектів між IT-командами.

На підставі розробленої економіко-математичної моделі розроблене програмне забезпечення, яке робить автоматизовані розрахунки й вибір оптимальної програми призначення проектів по виконавцях за критеріями мінімізації витрат та максимізації завантаження часу роботи віконавців за весь розрахунковий період (шоб команди не простоювали), замовлення виконувались своєчасно. Для написання програмного коду була обрана мова C Sharp (C#). Продукт реалізований програмною мовою C Sharp (C#) за технологією .NET, котра є платформою для зручного керування моделями та патернами.

Розроблений план розподілу команд по проектах дозволить керівництву IT-підприємства приймати управлінські рішення щодо формування плану замовлень на певний період часу та розподіл цих проектів по IT-командах.

Розрахунок економічної ефективності підтверджує доцільність проведеного дослідження. Очікується, що це дозволить підвищити ефективність функціонування підприємства за критерієм прибутковості.

Наукова новизна результатів дослідження полягає в наступному:

– розроблена динамічна оптимальна модель реалізації IT-проектів, відмінною рисою якої є можливість урахування фактора часу в лінійній оптимізаційній моделі розподілу IT-проектів по IT-командах на підприємствах, зайнятих у сфері інноваційних технологій. Це дозволило розробляти план реалізації IT-проектів на певний період часу;

– пропонується використання багатокритеріальної моделі на відміну від традиційно використовуваних однокритеріальних лінійних моделей;

– розроблені інструментальні засоби реалізації економіко-математичної моделі методами розв'язання задачі реалізації IT-проектів.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розробок за даним напрямом. Для визначення найбільш актуальної проблеми моделювання в даному дослідженні був проведений аналіз можливостей застосування інструментарію математичного моделювання для прийняття рішень в системі управління персоналом IT-підприємств. Він показав, що завдання моделювання функціонування IT-підприємства з метою оптимального розподілу робіт (IT-проектів) між виконавцями (IT-командами) сприяє підвищенню ефективності роботи підприємства.

На підставі аналізу об'єкта дослідження був розроблений математичний апарат планування розподілу IT-проектів, який являє собою динамічну економіко-математичну лінійну модель оптимізаційного класу. Застосування багатокритеріальної оптимізації при пошуку оптимальних рішень планово-економічних задач дає підприємствам нові можливості для використання систем техніко-економічних і фінансових показників. Це допоможе проводити якісну своєчасну оцінку діяльності IT-підрозділів на

ISSN 2522-9087 (Print)
ISSN 2523-434X (Online)

підприємствах, або діяльності IT-підприємств в цілому. Багатокритеріальний підхід є методичною основою подолання певної міри невизначеності і неповноти початкових даних, які використовуються для прийняття оптимальних рішень в системі управління персоналом IT-підприємства планових завдань діяльності підприємств.

1. Математичне та комп'ютерне моделювання економічних процесів: монографія / З.М. Соколовська, В.М. Андрієнко, І.Ю. Івченко, О.А. Клепікова [та ін.]; за ред. З.М. Соколовської. Одеса, 2016. 308 с.
2. Ивченко И.Ю., Чугунов А.А., Ивченко О.И. Экономическое моделирование как инструмент управления ИТ-предприятием // Економічна кібернетика: теорія, практика та напрямки розвитку: матеріали наук.-практ. конф. (м. Одеса, 29–30 жовт. 2015 р.). Одеса, 2015. С. 15.
3. Вентцель Е.С. Элементы динамического программирования. Москва, 1964. 173 с.
4. Мочерний С. Основи підприємницької діяльності: навч. посіб. Київ: Академія, 2001. 280 с.
5. Классификация веб-сайтов: типы и виды интернет сайтов. Какие бывают сайты. URL: http://www.yanajy.com/sdelay-sam/vidy-sajtov.html (дата звернення: 04.09.2017).
6. Калинина Л. Аутсорсинговые услуги в области информационных технологий: оценка качества. URL: http://www.stq.ru (дата звернення: 29.09.2017).
7. Полянский Ю.А. Критерии оценки эффективности отдельных видов функций, передаваемых на аутсорсинг, перспективы развития рынка аутсорсинга. URL: http://www.zdtmagazine.ru (дата звернення: 29.09.2017).
8. Ламбен Ж.-Ж. Менеджмент, ориентированный на рынок / пер. з англ. В.Б. Колчанова. Санкт-Петербург: Питер, 2004. 800 с.
9. Doll, J., Eisert, U. (2014). Business Model Development and Innovation, a Strategic Approach to Business Transformation. The Business Transformation Journal, Vol. 11, pp. 7–15.
10. Ілляшенко С.М. Сучасні тенденції застосування Інтернет-технологій у маркетингу // Маркетинг і менеджмент інновацій. 2011. Т.2, № 4. С. 64–74.

1. Sokolovska, Z.M., Andrienko, V. M., & Ivchenko, I.Yu et al. (2016). *Mathematical and computer modeling of economic processes.* Sokolovskaya, Z. M. (Ed.). Odessa: Astroprint [in Ukrainian].
2. Ivchenko I.Yu., Chugunov, A.A., Ivchenko, O.I. Ekonomicheskoe modelirovanie kak instrument upravleniya IT-predpriyatiem [Economic Modeling as a Management Tool for an IT Enterprise]. *Naukovo-praktychna konferentsiia (29-30 zhovtnia 2015) – Scientific and Practical Conference.* Ekonomichna kibernetyka: teoriia, praktyka ta napriamky rozvytku [Scientific and Practical Internet Conference «Economic Cybernetics: Theory, Practice and Directions of Development»]. Odessa [in Russian].
3. Wentzel, E.S. (1964). *Elementyi dinamicheskogo programmirovaniya [Elements of dynamic programming]*. Moscow: Nauka [in Russian].
4. Mocherny, S. (2001). *Osnovy pidpryiemnytskoi diialnosti [Fundamentals of entrepreneurial activity]*. K.: Akademiya [in Ukrainian].
5. Klassifikatsiya veb-saytov: tipyi i vidyi internet saytov. Kakie byivayut saytyi [Classification of websites: types and types of Internet sites. What are the kinds of sites]. *www.yanajy.com*. Retrieved from http://www.yanajy.com//sdelay-sam/2610.html [in Russian].
6. Kalinina, L. (2007). Autsorsingovyie uslugi v oblasti informatsionnyih tehnologiy: otsenka kachestva [Outsourcing services in the field of information technology: quality assessment]. *riastk.ru*. Retrieved from http://ria-stk.ru/stq/adetail.php?ID=5120&sphrase_id=1814950 [in Russian].
7. Polyanskiy, Yu.A. Kriterii otsenki effektivnosti otdelnyih vidov funktsiy, peredavaemyih na autsorsing, perspektivyi razvitiya ryinka autsorsinga [Polyansky Yu. A. Criteria for evaluating the effectiveness of certain types of functions transferred to outsourcing, prospects for developing the outsourcing market]. *www.zdt-magazine.ru*. Retrieved from http://www.zdt-magazine.ru [in Russian].
8. Lamben, Zh.-Zh. (2004). *Menedzhment, orientirovannyiy na ryinok [Market-oriented management]*. SPb.: Piter [in Russian].

ISSN 2522-9087 (Print)
ISSN 2523-434X (Online)

9. Doll, J., Eisert, U. (2014). Business Model Development and Innovation, a Strategic Approach to Business Transformation. *The Business Transformation Journal, 11, 7–15.*
10. Illyashenko, S.M. (2011). Suchasni tendentsiyi zastosuvannya Internet-tehnologiy u marketingu [Modern trends in the use of Internet technologies in marketing]. *Marketing I menedzhment InnovatsIy [Marketing and innovation management]. 2, 4. 64–74* [in Ukrainian].

Ivchenko Iryna, *PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of economical cybernetics and information technology, Odesa National Polytechnic University (Odesa, Ukraine).*
Budoratskaya Tetiana, *Senior Teacher of the Department of economical cybernetics and information technology, Odesa National Polytechnic University (Odesa, Ukraine).*

Developing a model for distributing IT projects at enterprises of the information technology industry.

The aim of the article. *Modeling different types of IT activities of an enterprise is an important component of enterprise management. Every modern enterprise should be able to use simulation tools. This will maximally accurately reflect the required processes and phenomena and will allow you to get good performance.*

The results of the analyses. *In the article, the authors have shown that there are many methods and models for managing complex systems. However, there are few models that can be used in practice.*

The article considers the possibilities of using information technologies in the management of the company's personnel. The authors conducted a critical review of literary sources devoted to the construction of optimization models. The authors analyzed the possibility of using models for implementing IT projects and the possibility of applying multicenter decisions in the theory of management.

The results of this study are an economic and mathematical model for implementing IT projects for enterprises engaged in information technology.

The economic-mathematical model is constructed according to the simulation stages. There are two optimality criteria in the model: the first criterion of optimality is minimization of the total costs for the implementation of projects, the second criterion of optimality is maximizing the efficiency of the work of IT groups.

The model of optimal choice of IT orders and distribution of workplaces (IT-projects) among the executors (IT teams) takes into account the following restrictions: on the allocated working time fund; for mandatory inclusion of an order in the plan (for external IT projects) On the optional inclusion of IT projects in the plan (for internal IT projects) by the number of IT projects in each IT team. The article proposes a method for solving a problem.

Conclusions and perspectives for further research. *This model is dynamic optimization and multicriteria. The model allows to find optimal variants of distribution of orders by executors. Orders are IT projects that need to be completed within a specified time frame. Executors - IT teams, which have all the necessary specialists. The purpose of increasing the efficiency of the enterprise on the criterion of profitability.*

Key words: information technology, optimization, modeling, marketing, management, IT project, mathematical model.

Надійшло до редакції 19 липня 2018.