

**О. А. СЕРГІЄНКО, Н. Л. ЧЕРНОВА, І. С. МОМОТКОВ, О. Б. ГУЗЬ**

## АЛГОРИТМ ОЦІНКИ ТА АНАЛІЗУ ЕФЕКТИВНОСТІ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ПРОДУКТОВОЇ КОМПАНІЇ НА ПРИКЛАДІ ІТ-ГАЛУЗІ

Сучасний стан ІТ-галузі характеризується високим рівнем ринкової капіталізації та стрімкими темпами зростання у порівнянні з більшістю інших галузей світової економіки. Збереження зазначеної конкурентної позиції потребує досліджень щодо підвищення ефективності управлінської діяльності та визначає актуальність задачі оцінки та аналізу системи бізнес-процесів ІТ-компаній. Проблематика аналізу системи бізнес-процесів є достатньо досліджуваною, але питання моделювання взаємозв'язків між окремими показниками, що характеризують бізнес-процеси, та узагальнюючими показниками ефективності ще потребують доопрацювання. Ефективність показує, наскільки добре виконуються процеси у комплексі, тому дуже важливим є не тільки оцінити показник ефективності кількісно, але й визначити ступень впливу на нього окремих складових, отримати перелік ключових проблемних чинників негативного впливу, для котрих незначні зміни в їхньому перебігу призводять до суттєвих змін у функціонуванні та розвитку компанії в цілому. В поточному дослідженні першочергову увагу приділено стратегічним бізнес-процесам, які у свою чергу декомпонуються на тактичні та операційні. Загальна оцінка ефективності стратегічного бізнес-процесу залежить від ефективності кожного дочірнього процесу. Оцінку ефективності процесів операційного рівня пропонується здійснювати відносно обсягів витрат трудових та матеріальних ресурсів на їх виконання. Метою роботи є розробка та практична реалізація алгоритму оцінки та аналізу ефективності бізнес-процесів ІТ-компанії. Зазначений алгоритм містить наступні основні етапи: оцінка кількісних параметрів бізнес-процесу; побудова моделі залежності результатів бізнес-процесу від ресурсних показників; оцінка показників ефективності управління бізнес-процесом; оцінка синергетичного ефекту від реалізації дочірніх бізнес-процесів. На виході алгоритму отримуємо систему кількісних показників, які дозволяють провести ранжування бізнес-процесів за рівнем ефективності, визначити ступень впливу окремих складових бізнес-процесу на загальний показник ефективності, оцінити синергетичний ефект від реалізації дочірніх бізнес-процесів.

**Ключові слова:** бізнес-процес, стратегічне управління, ефективність, модель, синергетичний ефект.

**О. SERHIENKO, N. CHERNOVA, I. MOMOTKOV, O. HUZ**

## ALGORITHM FOR ASSESSING AND ANALYZING THE EFFECTIVENESS OF IT COMPANY BUSINESS PROCESSES

The current state of the IT industry is characterized by a high level of market capitalization and rapid growth rates compared to most other sectors of the global economy. Preservation of the specified competitive position requires research on improving the management efficiency and determines the relevance of the task of evaluating and analyzing IT companies' business processes system. The problem of analyzing the business process system is sufficiently researched, but the issue of modeling the relationships between individual indicators characterizing business processes and general performance indicators still needs to be refined. Efficiency shows how well the processes in the complex are performed, therefore it is very important not only to evaluate the efficiency indicator quantitatively, but also to determine the degree of influence of individual components on it, to obtain a list of key problematic factors of negative influence, for which minor changes in their course lead to significant changes in the functioning and development of the company as a whole. In the current study, primary attention is paid to strategic business processes, which in turn are decomposed into tactical and operational ones. The overall assessment of the effectiveness of a strategic business process depends on the effectiveness of each subsidiary process. It is proposed to evaluate the effectiveness of operational level processes in relation to the amount of labor and material resources spent on their implementation. The purpose of the work is the development and practical implementation of an algorithm for evaluating and analyzing IT company business processes effectiveness. The specified algorithm includes the following main stages: assessment of business process quantitative parameters; building a dependence model of business process results and resource indicators; assessment of business process management efficiency indicators; assessment of the synergistic effect from the implementation of subsidiary business processes. The system of quantitative indicators is obtained as a result of the algorithm implementation. The system allows to rank business processes according to the efficiency level, to determine the degree of influence of business process individual components on the overall efficiency, to evaluate the synergistic effect of the implementation of subsidiary business processes.

**Keywords:** business process, strategic management, efficiency, model, synergistic effect.

**Вступ.** За останні декілька років ІТ-галузь демонструвала темпи зростання, що значно відокремлювали її від більшості інших складових частин світової економічної системи. Так, згідно рис. 1, темпи базисного приросту ІТ галузі в рази перевищували аналогічний показник для індексу S&P500.

За останній рік базисний темп приросту зазначеної галузі склав величину 47,1%, тоді як для S&P500 - лише 19,1%[1].

У свою чергу, згідно класифікації GICS (Global Industry Classification Standard) ІТ галузь поділяється на декілька субгалузей [2], серед яких складова Software & Services у досліджувані періоди також демонструвала значні позитивні прирости. Таким чином, сервісні ІТ-компанії відіграють суттєву роль у

розвитку галузі в цілому та потребують окремого дослідження.

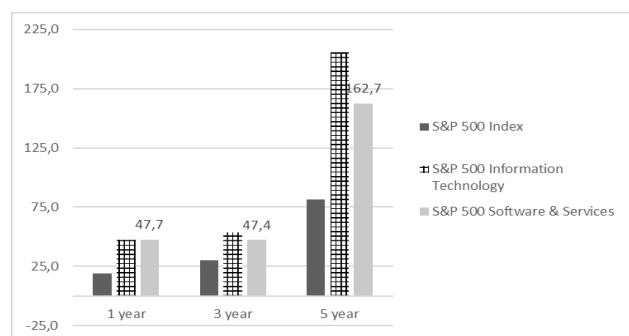


Рис. 1. Базисні темпи приросту, %

© О. А. Сергієнко, Н. Л. Чернова, І. С. Момотков, О. Б. Гузь, 2024

Для сучасної ІТ-компанії однією з першочергових та найбільш актуальних є задача покращення якості та ефективності власної управлінської діяльності. Двома основними концепціями управління є функціональна та процесна, і остання найчастіше реалізується у сучасному ІТ-бізнесі. Цей факт обумовлений наступними перевагами процесного підходу до управління: підпорядкування усіх процесів меті задоволення внутрішніх чи зовнішніх користувачів результатами процесів; скорочення часу на передачу інформації на вищі рівні ієрархії; визначення ефективності операцій (функцій) в рамках ефективності діяльності в цілому; підпорядкованість процесів загальній меті, що дає можливість планувати діяльність; існує адаптація до вимог ринка і можливість реорганізувати неефективні процеси.

#### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Процесний підхід базується на комплексній категорії «бізнес-процесу». Існує значне різноманіття визначення цієї категорії, розгалужена їхня класифікація та широка система ознак. Дослідженням бізнес-процесів (БП) займалася низка закордонних та вітчизняних науковців [3-12]. Аналіз бізнес-процесів як теоретичної сутності підтверджує їхній взаємозв'язок зі стратегічним управлінням та необхідністю використання бізнес-процесів як інструменту управління. Незалежно від типу управління, керівництво компанії та менеджери відповідних ланок координують власну діяльність та діяльність своїх підлеглих за допомогою бізнес-процесів. Саме бізнес-процеси є основним елементом управління, який дає уявлення про необхідність виконання певних дій, визначеним колом осіб у рамках виділених ресурсів, з очікуванням результатом та контрольними точками. Реалізація управління через бізнес-процеси дає можливість організації планувати власну діяльність, контролювати виконання поставлених завдань. У свою чергу працівники чітко знають очікувані від них результати та шляхи взаємодії як із внутрішніми, так і зовнішніми контрагентами. Проблематика оцінки ефективності бізнес-процесів є достатньо досліджуваною, але питання моделювання взаємозв'язків між окремими показниками, що характеризують бізнес-процеси, та узагальнюючими показниками ефективності ще потребують доопрацювання. Ефективність показує, наскільки добре виконуються процеси у комплексі, тому дуже важливим є не тільки оцінити показник ефективності кількісно, але й визначити ступінь впливу на нього окремих складових бізнес-процесів, отримати перелік ключових проблемних чинників негативного впливу, для котрих незначні зміни в їхньому перебігу призводять до суттєвих змін у функціонуванні та розвитку компанії в цілому.

**Метою роботи** є розробка та практична реалізація алгоритму оцінки та аналізу ефективності бізнес-процесів ІТ-компанії.

**Виклад основного матеріалу.** Стратегія ІТ компаній практично повністю відповідає класичному уявленню про стратегічне управління. Головною особливістю є фокусування на споживачі та створення додаткових метрик на основі задоволення та поведінки клієнтів.

Окремий бізнес-процес компанії можна представити за допомогою наступної формальної моделі:

$$WF = \langle G, PR, GI, A, B, GO \rangle,$$

де  $WF$  – формальна модель бізнес-процесу;  $G$  – орієнтований граф бізнес-процесу;  $PR$  – множина параметрів бізнес-процесу;  $GI$  – входи бізнес-процесу (необхідні умови його виконання);  $A$  – множина активностей бізнес-процесу;  $B$  – ресурси необхідні для виконання бізнес-процесу, їх розподіляють на матеріальні ( $Bp$ ) та інформаційні ( $Bi$ );  $GO$  – виходи бізнес-процесу (результати бізнес-процесу, які використовуються іншими агентами або кінцевими споживачами).

Побудова формальної моделі є необхідним кроком для подальшого моделювання бізнес-процесів.

Управління найчастіше розглядається на трьох різних рівнях: стратегічному, тактичному та операційному. Слід зазначити, що в дослідженні розглядаємо перш за все стратегічні бізнес-процеси, які декомпозують на тактичні та операційні. Загальна оцінка ефективності стратегічного бізнес-процесу сервісної ІТ-компанії залежить від ефективності кожного дочірнього БП. Враховуючи ієрархічну структуру системи бізнес-процесів, повинна бути виконана логічна послідовність оцінки: активність (окрема дія бізнес-процесу) – бізнес-процес операційного рівня – бізнес-процес тактичного рівня – бізнес-процес стратегічного рівня. Оцінку ефективності БП операційного рівня пропонується здійснювати відносно обсягів витрат трудових та матеріальних ресурсів на виконання бізнес-процесу.

Запропонований нижче алгоритм оцінки та аналізу ефективності бізнес-процесів може бути реалізований для будь-якого з перелічених рівнів ієрархії та містить наступні основні етапи:

1. Оцінка кількісних параметрів бізнес-процесу.
2. Побудова моделі залежності результатів бізнес-процесу від ресурсних показників.
3. Оцінка показників ефективності управління бізнес-процесом.
4. Оцінка синергетичного ефекту від реалізації дочірніх бізнес-процесів.

Розглянемо детальніше запропоновані етапи.

Етап 1. Оцінка кількісних параметрів бізнес-процесу. Реалізація етапу передбачає визначення переліку ресурсів, необхідних для виконання бізнес-процесу (трудова ресурсів, фінансових, інформаційних, часу та інш.), їх обсягів, а також результатів виконання бізнес-процесу.

Не існує загальноприйнятого списку індикаторів-результатів бізнес-процесу, вони визначаються на основі мети бізнес-процесу чи його вкладу у досягнення загальної цілі підприємства.

Тому пропонується фінальним результатом бізнес-процесу вважати інтегральний показник, який може бути розрахований на основі вище перелічених параметрів.

Отже, показник результатів БП варто оцінювати з урахуванням його системних особливостей, як інтегральне утворення, що включає множину параметрів, які всебічно характеризують виходи БП. При цьому отриманий інтегральний показник відображатиме загальний рівень задоволеності результатами БП.

Позначимо через  $r_{ijk}^t(A_{ijk}^t)$  інтегральний показник задоволеності результатами бізнес-процесу  $A_{ijk}^t$ , тобто показник, що характеризує ефективність даного БП у момент часу  $t$  ( $k$  – індекс дії (активності) в межах  $j$ -го операційного бізнес-процесу, що є дочірнім для  $i$ -го тактичного бізнес-процесу). Він є функцією набору деяких параметрів  $r_{ijk}^t(A_{ijk}^t) = F\{\varepsilon_{ijk1}^t, \dots, \varepsilon_{ijkp}^t, \dots, \varepsilon_{ijkP}^t\}$ ,  $\varepsilon_{ijkp}^t$  – часткові параметри, що характеризують результати БП,  $p = [1, P]$  порядковий номер параметру,  $P$  – кількість параметрів, що може змінюватись для кожного БП, залежно від його специфіки.

Для обчислення загального рівня задоволеності результатами БП як інтегрального показника пропонується використовувати алгоритм методу рівня розвитку, що відноситься до методів таксономії [13] та містить наступні основні кроки: формування матриці вихідних даних; стандартизація вихідних показників; побудова точки-еталону; порівняння фактичних значень параметрів результатів бізнес-процесу з еталонними значеннями; розрахунок значення інтегральної оцінки. Отримане значення інтегральної оцінки рівня задоволеності результатами БП є узагальнюючою величиною результуючих параметрів, та інтерпретується наступним чином: чим ближче значення інтегрального показника до одиниці, тим менше неузгодженість між фактичними значеннями параметрів та їхніми еталонними значеннями, і тим вище рівень задоволеності результатами БП.

Етап 2. Побудова моделі залежності результатів бізнес-процесу від ресурсних показників. При побудові залежності результатів процесу та ресурсів, що були на нього витрачені, кращим інструментом моделювання будуть виробничі функції. Враховуючи швидкоплинність розвитку технологій у ІТ-галузі, особливо при наданні сервісних послуг, в якості інструменту моделювання у дослідженні варто обрати виробничу функцію Кобба-Дугласа у формі Я. Тінбергена, яка враховує вплив науково-технічного прогресу.

Для побудови моделі залежності в якості факторів виробництва у дослідженні пропонується використати витрати часу ( $zp$ ) та витрати капіталу ( $zm$ ) на виконання активностей БП. Результативним фактором вважатиметься значення інтегральної оцінки рівня задоволеності результатами БП  $r_{ijk}^t$ . Тоді загальна математична модель оцінки ефективності БП буде наступною:

$$r_{ijk}^t = Ae^{\rho t} zp^{\alpha} zm^{\beta},$$

де  $\alpha, \beta$  – еластичність випуску за факторами; множник  $Ae^{\rho t}$  характеризує рівень технічного прогресу.

Етап 3. Оцінка показників ефективності управління бізнес-процесом. Обрання виробничих функцій в якості інструменту дослідження бізнес-процесів та побудова їх якісних моделей дозволяють далі на етапі оцінки показників ефективності управління БП опиратися на їх основні характеристики. Для дослідження ефективності використання наявних ресурсів та взагалі ефективності управління бізнес-процесами розглянемо та обчислимо такі основні характеристики виробничих функцій як середня продуктивність, гранична продуктивність, еластичність за факторами виробництва, гранична норма заміни ресурсів [14].

Середня продуктивність ресурсів. У якості ресурсів при дослідженні БП ІТ-компанії було обрано витрати часу персоналу часу ( $zp$ ) та витрати капіталу ( $zm$ ) на виконання активностей БП  $A_{ijk}^t$ . Отже, розглянемо середню продуктивність персоналу в одиницю часу  $A(zp)_{ijk}$  та середню продуктивність витрат капіталу на виконання активностей БП  $A(zm)_{ijk}$ . Середня продуктивність ресурсів показує середній рівень задоволеності результатами БП, що приходиться на одиницю витраченого часу або капіталу:

$$A^t(zp)_{ijk} = \frac{r_{ijk}^t}{zp_{ijk}^t} = Ae^{\rho t} zp^{\alpha-1} zm^{\beta},$$

$$A^t(zm)_{ijk} = \frac{r_{ijk}^t}{zm_{ijk}^t} = Ae^{\rho t} zp^{\alpha} zm^{\beta-1}.$$

Гранична продуктивність ресурсів – показує скільки додаткових відсотків рівня задоволеності результатами БП принесе одиниця додатково витраченого часу або капіталу:

$$M^t(zp)_{ijk} = \frac{\partial r_{ijk}^t}{\partial zp_{ijk}^t} = Ae^{\rho t} \alpha \cdot zp^{\alpha-1} zm^{\beta},$$

$$M^t(zm)_{ijk} = \frac{\partial r_{ijk}^t}{\partial zm_{ijk}^t} = Ae^{\rho t} \beta \cdot zp^{\alpha} zm^{\beta-1}.$$

Еластичність випуску продукції за факторами виробництва – показує, на скільки відсотків збільшиться рівень задоволеності результатами БП від збільшенні витрат ресурсів на 1 %:

$$E^t(zp)_{ijk} = \frac{\partial r_{ijk}^t}{\partial zp_{ijk}^t} \cdot \frac{zp_{ijk}^t}{r_{ijk}^t} = \frac{M^t(zp)_{ijk}}{A^t(zp)_{ijk}} = \alpha,$$

$$E^t(zm)_{ijk} = \frac{\partial r_{ijk}^t}{\partial zm_{ijk}^t} \cdot \frac{zm_{ijk}^t}{r_{ijk}^t} = \frac{M^t(zm)_{ijk}}{A^t(zm)_{ijk}} = \beta.$$

Сумарна еластичність за витратами показує ефект одночасного пропорційного збільшення витрат часу та фінансових коштів на реалізацію БП:

$$E_{ijk}^t = E^t(zp)_{ijk} + E^t(zm)_{ijk} = \alpha + \beta.$$

Гранична норма заміни ресурсів – показує, на скільки одиниць збільшуються витрати одного ресурсу (у разі незмінного рівня задоволення

результатами БП), якщо витрати  $i$ -го ресурсу зменшуються на одиницю. У межах даного дослідження викликає інтерес скорочення витрат часу на виконання БП за рахунок додаткового фінансування:

$$R^t(zp \rightarrow zm)_{ijk} = -\frac{\Delta zm_{ijk}}{\Delta zp_{ijk}} = -\frac{E^t(zp)_{ijk}}{E^t(zm)_{ijk}} \cdot \frac{zm_{ijk}^t}{zp_{ijk}^t} = \frac{\alpha \cdot zm_{ijk}^t}{\beta \cdot zp_{ijk}^t}$$

Етап 4. Оцінка синергетичного ефекту від реалізації дочірніх бізнес-процесів. Як зазначалося вище, кожен БП тактичного рівня характеризується ефективністю, яка залежить від ефективності окремих дій (активностей, бізнес-процесів), підпорядкованих йому. Ефективність кожного БП вищого рівня підвищується внаслідок взаємодії та взаємодоповнення його дочірніх БП, виникнення нових аспектів та напрямів реалізації БП. Таке явище пов'язане з виникненням синергії у системі управління БП. Складність оцінки впливу усієї множини факторів, що впливають на реалізацію самого тактичного БП та його дочірніх БП, а також активностей, викликає труднощі кількісної оцінки синергетичного ефекту від їх реалізації. Визначаємо, що під синергетичним ефектом  $\Theta^t(A_{ijk}^t)$  від реалізації дочірніх БП розуміється величина, на яку результат реалізації БП тактичного рівня перевищує суму результатів реалізації його дочірніх БП. Сумарна ефективність тактичного БП може бути вищою, ніж сума ефектів від дочірніх БП.

Для оцінки синергетичного ефекту від реалізації БП визначимо його методологічні особливості.

Позитивний синергетичний ефект внаслідок реалізації БП на момент часу  $t$  в оцінці ефективності  $i$ -го тактичного бізнес-процесу:

$$\Theta^t(A_{ijk}^t) = r_{ijk}^t(A_{ijk}^t) - \sum_j \sum_k r_{ijk}^t(A_{ijk}^t, \Omega(t_{0i} - \tau_i, \tau_i)),$$

$\Omega(t_{0i} - \tau_i, \tau_i)$  - оцінка ступеню невизначеності параметрів внутрішнього та зовнішнього середовища,  $t_{0i}$  - момент початку виконання  $i$ -го БП тактичного рівня,  $\tau_i$  - момент часу, в який приймається рішення про необхідність виконання  $i$ -го БП тактичного рівня.

Синергетичний ефект внаслідок реалізації дочірніх БП  $i$ -го тактичного бізнес-процесу є позитивним та повинен максимізуватися:

$$\Theta^t(A_{ijk}^t) \geq 0, \Theta^t(A_{ijk}^t) \rightarrow \max.$$

Синергія внаслідок реалізації дочірніх БП залежить від ефективності дочірніх БП та від ефективності управління ними в межах тактичного бізнес-процесу.

Отже, завданням четвертого етапу оцінки ефективності БП вищого рівня є побудова моделі оцінки синергетичного ефекту від реалізації дочірніх БП.

Розглянемо результати реалізації алгоритму оцінки ефективності бізнес-процесів на прикладі наступних базових бізнес-процесів тактичного рівня: маркетинг (A1), продажі (A2), перемовини (A3),

реалізація проекту (A4). Подальше розбиття на дочірні процеси наведено нижче у переліку:

A1. Маркетинг.

A1.1. Дослідження ринку.

A1.2. Лідогенерація (A1.2.1. Лідогенерація через електронну пошту компанії; A1.2.2. Лідогенерація через конференції; A1.2.3. Лідогенерація через сайт (A1.2.3.1. Просування через пошукові системи; A1.2.3.2. Просування через соціальні мережі); A1.2.4. Лідогенерація через партнерську програму).

A1.3. Підвищення впізнаваності бренду.

A1.4. Розробка контенту (A1.4.1. Розробка маркетингових матеріалів).

A2. Продажі.

A2.1. Залучення клієнтів (A2.1.1. Залучення клієнтів через тендер; A2.1.2. Залучення клієнтів через відкриті вакансії).

A2.2. Підписання контракту (A2.2.1. Підписання контракту на support).

A2.3. Підготовка старту проекту.

A3. Перемовини.

A3.1. Pre Sale.

A3.2. Elaboration phase.

A3.3. Upsales.

A4. Реалізація проекту.

A4.1. Розробка проекту.

A4.2. Контроль (A4.2.1. Опитувальник РМО; A4.2.2. Project Statuses; A4.2.3. Status-meeting; A4.2.4. Delivery status-meeting; A4.2.5. Коригування процесів).

A4.3. Support.

В рамках першого етапу запропонованого алгоритму для кожного бізнес-процесу операційного рівня було визначено перелік активностей, що його визначають, та сформовано відповідну множину кількісних показників. В рамках другого етапу було здійснено редукцію вихідної множини кількісних показників та отримано інтегральний результуючий показник загального рівня задоволеності результатами БП. Також для кожного бізнес-процесу отримано оцінки ресурсних показників, а саме оцінки витрати часу та витрат капіталу. Результати побудови моделі залежності результатів бізнес-процесу від ресурсних показників для БП «Маркетинг» в рамках реалізації третього етапу алгоритму наведено у табл. 1. Побудовані моделі характеризуються високими показниками якості. Критеріями оцінки виступають: коефіцієнт детермінації ( $d$ ), коефіцієнт множинної кореляції ( $R$ ), критерій Фішера ( $F$ ) та рівень його значущості  $p$ -value. Значення коефіцієнта детермінації для побудованих моделей перевищує значення 0,7, що характеризує високий рівень адекватності моделей. Коефіцієнт множинної кореляції високий та близький до 1, що свідчить про сильний вплив факторів моделі на результуючий показник. Значення критеріїв Фішера у моделей є високим та перевищує критичні рівні, що підтверджується низьким рівнем критерію  $p$ -value. Таким чином, робимо висновок про високу якість побудованих моделей, що дозволяє використовувати їх для подальшого аналізу та оцінки ефективності БП.

Таблиця 1 – Результати моделювання для БП «Маркетинг»

Позначення БП	Модель	d	R	F	p-value
A1.1	$r_{11}^t = 0.024e^{0.85t} z p_{11}^{0.087} z m_{11}^{0.891}$	0,77	0,877	964,8	0,0031
A1.2.1	$r_{121}^t = 0.19e^{1.13t} z p_{121}^{0.097} z m_{121}^{0.107}$	0,97	0,985	9666,67	0,00
A1.2.2	$r_{122}^t = 0.215e^{0.93t} z p_{122}^{0.104} z m_{122}^{0.09}$	0,87	0,933	764,78	0,012
A1.2.3.1	$r_{1231}^t = 0.233e^{0.83t} z p_{1231}^{0.084} z m_{1231}^{0.102}$	0,911	0,954	126,23	0,008
A1.2.3.2	$r_{1232}^t = 0.385e^{0.5t} z p_{1232}^{0.12} z m_{1232}^{0.039}$	0,76	0,872	274,7	0,047
A1.2.4	$r_{124}^t = 0.27e^{0.71t} z p_{124}^{0.14} z m_{124}^{0.062}$	0,81	0,904	113,82	0,038
A1.3.1	$r_{131}^t = 0.25e^{0.97t} z p_{131}^{0.112} z m_{131}^{0.07}$	0,788	0,887	347,21	0,005
A1.3.2	$r_{132}^t = 0.097e^{0.56t} z p_{132}^{0.082} z m_{132}^{0.522}$	0,825	0,908	965,83	0,027
A1.3.3	$r_{133}^t = 0.47e^{0.347t} z p_{133}^{0.21} z m_{133}^{0.074}$	0,76	0,87	77,6	0,022
A1.4.1	$r_{141}^t = 0.089e^{0.745t} z p_{141}^{0.354} z m_{141}^{0.479}$	0,79	0,889	105,33	0,047

Результати обчислень середньої продуктивності  $E(zm)$  та граничної норми заміни ресурсів  $R(zp \rightarrow$  ресурсів( $A(zp)$ ,  $A(zm)$ ), граничної продуктивності  $zm)$  наведені у табл. 2. ресурсів( $M(zp)$ ,  $M(zm)$ ), еластичності ресурсів( $E(zp)$ ,

Таблиця 2 – Основні характеристики виробничих функцій

Позначення БП	d	A(zp)	A(zm)	M(zp)	M(zm)	E(zp)	E(zm)	R(zp → zm)
A1.1	0,77	0,780	0,042	0,068	0,038	0,087	0,891	1,905
A1.2.1	0,97	0,688	0,129	0,067	0,014	0,097	0,107	10,965
A1.2.2	0,87	0,301	0,090	0,031	0,008	0,104	0,091	5,714
A1.2.3.1	0,911	0,412	0,088	0,035	0,009	0,084	0,102	6,964
A1.2.3.2	0,76	0,693	0,037	0,083	0,001	0,120	0,039	61,305
A1.2.4	0,81	0,628	0,095	0,088	0,006	0,140	0,062	59,167
A1.3.1	0,788	0,811	0,066	0,091	0,005	0,112	0,070	34,247
A1.3.2	0,825	0,983	0,048	0,081	0,025	0,082	0,522	3,446
A1.3.3	0,76	1,061	0,102	0,223	0,008	0,210	0,074	41,419
A1.4.1	0,79	0,413	0,085	0,146	0,041	0,354	0,479	4,643
A2.1.1	0,81	0,462	0,100	0,049	0,060	0,107	0,604	0,886
A2.1.2	0,837	0,265	0,115	0,011	0,074	0,040	0,642	0,146
A2.2	0,78	0,240	0,060	0,151	0,010	0,630	0,170	37,786
A2.2.1	0,91	0,503	0,072	0,266	0,017	0,530	0,240	18,319
A2.3	0,94	0,943	0,117	0,226	0,027	0,240	0,230	14,062
A3.1	0,74	0,724	0,054	0,348	0,007	0,480	0,123	76,154
A3.2	0,757	0,626	0,055	0,119	0,014	0,190	0,250	10,542
A3.3	0,803	0,443	0,032	0,182	0,010	0,410	0,320	24,128
A4.1	0,92	0,754	0,135	0,078	0,013	0,104	0,094	27,306
A4.2.1	0,72	1,758	0,116	0,316	0,006	0,180	0,054	40,117
A4.2.2	0,879	0,772	0,047	0,144	0,022	0,187	0,460	8,633
A4.2.3	0,69	0,474	0,045	0,109	0,019	0,230	0,411	6,109
A4.2.4	0,71	0,464	0,050	0,065	0,010	0,140	0,200	14,238
A4.2.5	0,95	0,740	0,066	0,060	0,021	0,081	0,322	8,248
A4.3	0,88	0,738	0,087	0,133	0,010	0,180	0,120	41,478

Як було зазначено вище, ці показники характеризують ефективність управління досліджуваними БП. Оскільки побудовані моделі мають високий коефіцієнт детермінації та інші критерії якості, то слід стверджувати і про достовірність обчислених показників ефективності.

Проаналізуємо детальніше отримані оцінки ефективності БП. На рис. 2-4 наведені характеристики

для бізнес-процесів, що є дочірніми для процесу A1.2 «Лідогенерація».

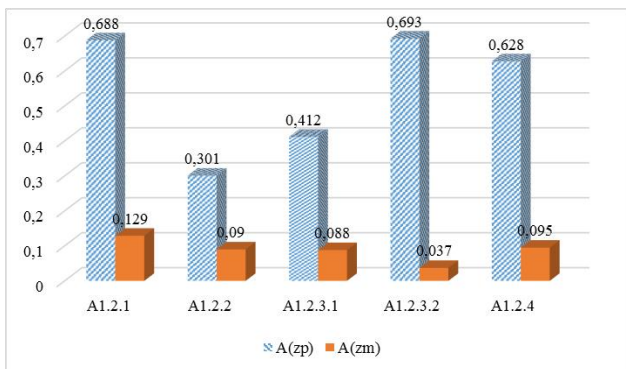


Рис. 2. Середня продуктивність ресурсів для БП A1.2 «Лідогенерація»

Так з рис. 2 робимо висновок, що середня продуктивність праці персоналу для процесів даної групи значно перевищує середню продуктивність фінансових вкладень. Найбільшим рівнем середньої продуктивності праці персоналу у даній групі процесів характеризуються процеси A1.2.3.2 «Просування через соціальні мережі» (0,693), A1.2.1 «Лідогенерація через електронну пошту компанії» (0,688) та A1.2.4 «Лідогенерація через партнерську програму» (0,628). Найменший рівень середньої продуктивності праці персоналу властивий процесу A1.2.2 «Лідогенерація через конференції» (0,301).

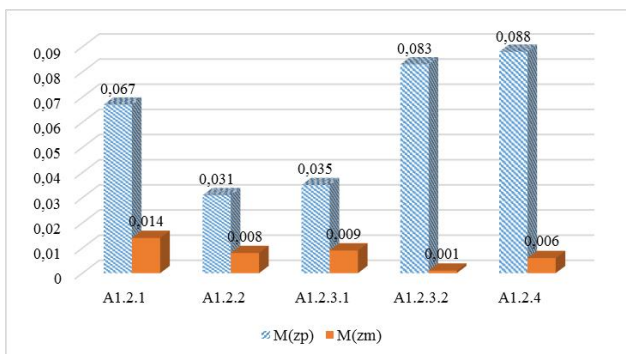


Рис. 3. Гранічна продуктивність ресурсів для БП A1.2 «Лідогенерація»

За середнім рівнем продуктивності фінансових вкладень найбільша віддача спостерігається для процесу A1.2.1 «Лідогенерація через електронну пошту компанії» (0,129), найнижча – для A1.2.3.2 «Просування через соціальні мережі» (0,037). Опіраючись на результати оцінки граничної продуктивності ресурсів, наведені на рис. 3, підтверджуються висновки про більшу ефективність використання праці персоналу компанії, ніж фінансових ресурсів.

Найбільше значення граничної продуктивності праці властиве БП A1.2.4 «Лідогенерація через партнерську програму» (0,088), найнижче – A1.2.2 «Лідогенерація через конференції» (0,031). Гранічна продуктивність капіталу при цьому найвища для процесу A1.2.1 «Лідогенерація через електронну

пошту компанії» (0,014), найнижча – для A1.2.3.2 «Просування через соціальні мережі» (0,001).

Відповідно до рис. 4 найвище значення граничної норми заміщення праці капіталом має БП A1.2.3.2 «Просування через соціальні мережі» (61,3 у.о.), що характеризується найвищим рівнем продуктивності праці серед інших БП цієї групи. Найменше значення спостерігається для процесу A1.2.2 «Лідогенерація через конференції» (5,714 у.о.), що характеризується найнижчим рівнем продуктивності праці.

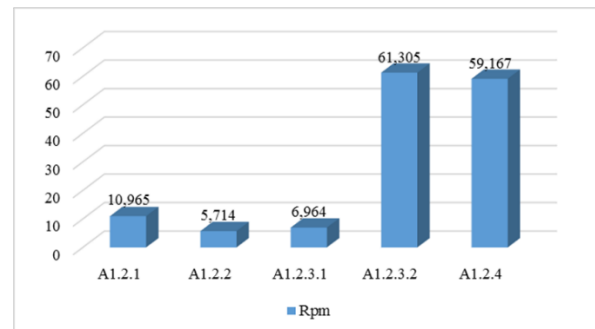


Рис. 4. Гранічна норма заміщення ресурсів для БП A1.2 «Лідогенерація»

Здійснити оцінку ефективності управління БП вищого рівня шляхом побудови економетричних моделей виробничих функцій у межах даного дослідження виявляється неможливим через різноманітність процесів та активностей, що реалізуються в межах кожного окремого БП вищого рівня. Тому для обчислення показників ефективності використання ресурсів у кожному БП тактичного рівня використаємо результати побудови економетричних моделей його дочірніх БП. А саме: за отриманими показниками ефективності дочірніх бізнес-процесів визначимо показники ефективності управління БП вищого рівня (операційного та тактичного рівня) як середні величини (табл. 3).

На рис. 5 наведено показники ефективності управління операційних БП, дочірніх для тактичного процесу A1 «Маркетинг». Результати оцінювання свідчать про те, що найвища середня продуктивність праці персоналу компанії властива БП A1.3 «Підвищення впізнаваності бренду» (0,952), а найвища середня продуктивність капіталу – процесу A1.2 «Лідогенерація» (0,094). Аналіз граничних продуктивностей показав найвищий рівень граничної продуктивності праці (0,146) і капіталу (0,041) у БП A1.4 «Розробка контенту». Гранічна норма заміщення праці капіталом найвища для процесу A1.2 «Лідогенерація» (27,495 у.о.).

На рис. 6 наведено показники ефективності управління тактичних БП групи А. Порівнюючи показники ефективності процесів операційного рівня, бачимо, що найвища середня продуктивність праці та капіталу властива БП A4 «Реалізація проекту» (0,778 та 0,096). Найвищий рівень граничної продуктивності праці властивий процесу A3 «Перемовини» (0,216), а капіталу – БП A2 «Продажі» (0,032). Гранічна норма заміщення праці капіталом найвища для процесу A4 «Реалізація проекту» (54,751 у.о.).

Таблиця 3 – Показники ефективності БП, що мають дочірні БП

Позначення БП	<i>d</i>	<i>A(zp)</i>	<i>A(zm)</i>	<i>M(zp)</i>	<i>M(zm)</i>	<i>E(zp)</i>	<i>E(zm)</i>	R(zp → zm)
A1	0,806	0,672	0,073	0,102	0,025	0,172	0,419	15,104
A1.2	0,871	0,543	0,094	0,061	0,008	0,111	0,083	27,495
A1.2.3	0,836	0,553	0,063	0,059	0,005	0,102	0,071	34,135
A1.3	0,791	0,952	0,072	0,131	0,012	0,135	0,222	26,371
A1.4	0,790	0,413	0,085	0,146	0,041	0,354	0,479	4,643
A2	0,843	0,549	0,092	0,142	0,032	0,326	0,335	17,578
A2.1	0,810	0,462	0,100	0,049	0,060	0,107	0,604	0,886
A3	0,767	0,598	0,047	0,216	0,010	0,360	0,231	36,941
A4	0,863	0,778	0,096	0,117	0,013	0,149	0,168	54,751
A4.2	0,790	0,842	0,065	0,139	0,016	0,164	0,289	95,469

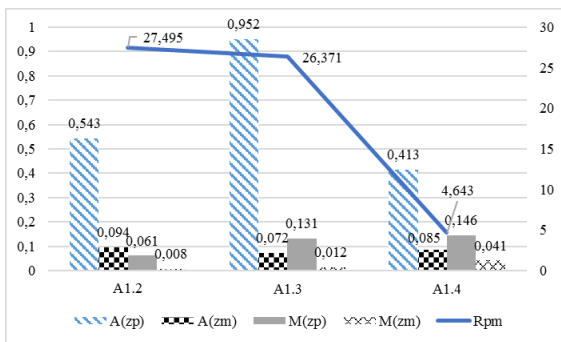


Рис. 5. Показники ефективності управління БП А1 «Маркетинг»

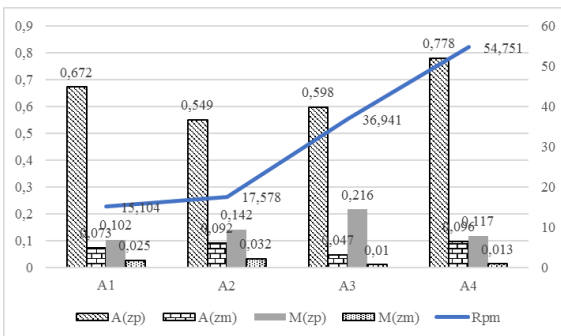


Рис. 6. Показники ефективності управління тактичних БП групи А

Розглянемо механізм оцінки синергетичного ефекту на прикладі операційного бізнес-процесу А1.2 «Лідогенерація» та його дочірніх БП А1.2.1 «Лідогенерація через електронну пошту компанії», А1.2.2 «Лідогенерація через конференції», А1.2.3 «Лідогенерація через сайт».

Вище для БП А1.2 «Лідогенерація» були отримані модельні (теоретичні або розрахункові) значення таких показників, як середня продуктивність ресурсів, гранична продуктивність ресурсів, еластичність результату за ресурсами та гранична норма заміщення ресурсів. Розглянемо показники середньої продуктивності ресурсів  $A^t(zp)_{12}$  та  $A^t(zm)_{12}$ .

Перелічені показники дозволяють отримати модельні (теоретичні або розрахункові) значення результуючого показника – ефективності бізнес-процесу А1.2 в *t*-й момент часу:

$$A^t(zp)_{12} = \frac{r_{12}^t}{zp_{12}}, r_{12}^t = A^t(zp)_{12} \cdot zp_{12},$$

$$A^t(zm)_{12} = \frac{r_{12}^t}{zm_{12}}, r_{12}^t = A^t(zm)_{12} \cdot zm_{12}.$$

Звідси визначимо розрахункову ефективність бізнес-процесу А1.2:

$$\hat{r}_{12}^t = [A^t(zp)_{12} \cdot zp_{12} + A^t(zm)_{12} \cdot zm_{12}]/2 (*)$$

З іншого боку, цей показник може бути визначений як сума ефективностей дочірніх БП:

$$\hat{r}_{12}^t = \hat{r}_{121}^t + \hat{r}_{122}^t + \hat{r}_{123}^t.$$

З урахуванням цього:

$$r_{12}^t = \sum_k r_{12k}^t + \theta^t(A_{12}^t) = \hat{r}_{121}^t + \hat{r}_{122}^t + \hat{r}_{123}^t + \theta^t(A_{12}^t) = \hat{r}_{12}^t + \theta^t(A_{12}^t).$$

Звідси отримаємо значення синергетичного ефекту:

$$\theta^t(A_{12}^t) = r_{12}^t - \hat{r}_{12}^t,$$

де  $r_{12}^t$  – фактичні (реальні) дані ефективності БП А1.2 «Лідогенерація».

З урахуванням формули (\*) матимемо наступний вираз для обчислення синергетичного ефекту:

$$\theta^t(A_{12}^t) = r_{12}^t - [A^t(zp)_{12} \cdot zp_{12} + A^t(zm)_{12} \cdot zm_{12}]/2.$$

Отримане співвідношення для синергетичного ефекту при усіх відомих параметрах може бути обчисленим, а також може бути використане для прогнозування синергетичного ефекту при будь-якому іншому варіанті використання наявних ресурсів.

**Висновки.** Запропонований алгоритм є досить універсальним та може використовуватися як складова частина системи стратегічного управління. На виході алгоритму отримаємо систему кількісних показників, які дозволяють провести ранжування бізнес-процесів за рівнем ефективності, визначити ступень впливу окремих складових бізнес-процесу на загальний показник ефективності, оцінити синергетичний ефект від реалізації дочірніх бізнес-процесів. Особливістю поточного варіанту алгоритму є використання виробничих функцій та апарату економетричного моделювання при побудові моделей взаємозв'язку показника ефективності та інших

показників бізнес-процесу. Вибір саме виробничих функцій обумовлений тим, що у якості останніх були розглянуті саме показники витрат на виконання активностей бізнес-процесу. У подальших дослідженнях планується розширити склад вхідної множини показників окремого бізнес-процесу та дослідити можливості використання моделей інших типів.

#### Список літератури

1. Barchart. URL: <https://www.barchart.com/>
2. The Global Industry Classification Standard (GICS). URL: <https://classification.codes/classifications/industry/gics/>
3. Орловський Д. Л. Бізнес-процеси підприємства: моделювання, аналіз, удосконалення : навч. посіб. : у 2-х ч. Ч. 1 : Моделювання бізнес-процесів: методи та засоби. Харків : НТУ «ХПІ», 2018. 336 с.
4. Козыр С.В., Слесарев В.В., Ус С.А., Хом'як Т.В. Моделювання та реінжиніринг бізнес-процесів. Дніпро: НТУ «ДП», 2022. 163 с.
5. Томашевський О. М., Цегелик Г. Г., Вітер М. Б., Дудук В. І. Інформаційні технології та моделювання бізнес-процесів. Навч. посіб. К.: «Видавництво «Центр учбової літератури», 2012. 296 с.
6. Porter M. E., Millar V. E. How Information Gives You Competitive Advantage. *Harvard Business Review* - July–August 1985. P. 149–160.
7. Hammer M., Champy J. *Reengineering the corporation: a manifesto for business revolution*. New York : Harper Business Essentials, 2003. 257 p.
8. Тендюк А.О., Стрижеус Л.В., Бондарович Ю.Ю. Методичні підходи до оцінки бізнес-процесів. *Економічні науки. Серія "Регіональна економіка"*. 2022. № 19(75). [https://doi.org/10.36910/2707-6296-2022-19\(75\)-29](https://doi.org/10.36910/2707-6296-2022-19(75)-29)
9. Карінцева, О. І., Харченко М. О., Пономарьова Г. С. Підвищення ефективності бізнес-процесів на виробничому підприємстві. *Механізм регулювання економіки*. 2020. № 4. С. 58–69. DOI: <https://doi.org/10.21272/mer.2020.90.04>
10. Тігарева В.А., Станкевич І.В. Аналіз існуючих підходів та методів оцінювання бізнес-процесів підприємств та організацій. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. 2016. №3(98). Ч. 1. С. 113–122.
11. Коптева Г.М. Економічна безпека як критерій оцінки бізнес-процесів підприємства. *Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Економіка та підприємництво*. 2020. № 2 (113) С. 133–138. DOI: <https://doi.org/10.32840/1814-1161/2020-2-23>
12. Ковальчук Т.М., Вергун А.І. Організаційні засади аналізу бізнес-процесів. *Ефективна економіка*. 2023. № 12. DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2023.12.9>
13. *Економетрика : навчальний посібник* / Л. С. Гур'янова, Т. С. Клебанова, О. А. Сергієнко та ін. Х. : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2015. 400 с.
2. The Global Industry Classification Standard (GICS). Available at: <https://classification.codes/classifications/industry/gics/>
3. Orlovskiy D. L. *Biznes-protsesy pidpriemstva: modeliuvannia, analiz, udoskonalennia : navch. posib. : u 2-kh ch. Ch. 1 : Modeliuvannia biznes-protsesiv: metody ta zasoby* [Business processes of the enterprise: modeling, analysis, improvement: training. manual : in 2 parts. Part 1: Modeling of business processes: methods and means.]. Kharkiv : NTU «KhPI», 2018. - 336 s.
4. Kozyr S.V., Slesariyev V.V., Us S.A., Khomiak T.V. *Modeliuvannia ta reinzhynirynh biznes-protsesiv* [Modeling and reengineering of business processes]. Dnipro: NTU «DP», 2022. 163 s.
5. Tomashevskiy O. M., Tsehelyk H. H., Viter M. B., Duduk V. I. *Informatsiini tehnologii ta modeliuvannia biznes-protsesiv. Navch. Posib* [Information technologies and modeling of business processes. Education manual]. K.: «Vydavnytstvo «Tsentri uchbovoi literatury», 2012. 296 s.
6. Porter M. E., Millar V. E. How Information Gives You Competitive Advantage. *Harvard Business Review* - July–August 1985. P. 149–160.
7. Hammer M., Champy J. *Reengineering the corporation: a manifesto for business revolution*. New York : Harper Business Essentials, 2003. 257 p.
8. Tendyuk A.O., Strizheus L.V.; Bondarovich Yu.Iu. Metodichni pidkhody do otsinky biznes-protsesiv [Methodical approaches to the assessment of business processes.]. *Ekonomiczni nauky. Seriya "Rehionalna ekonomika"* [Economic sciences. Series "Regional economy.]. 2022. № 19(75). [https://doi.org/10.36910/2707-6296-2022-19\(75\)-29](https://doi.org/10.36910/2707-6296-2022-19(75)-29)
9. Karintseva, O. I., Kharchenko M. O., Ponomarova H. S. Pidvyshchennia efektyvnosti biznes-protsesiv na vyrobnychomu pidpriemstvi [Increasing the efficiency of business processes at the production enterprise.]. *Mekhanizm rehuliuuvannia ekonomiky* [Mechanism of economic regulation.]. 2020. № 4. S. 58-69. DOI: <https://doi.org/10.21272/mer.2020.90.04>
10. Tihariyeva V.A., Stankevych I.V. Analiz isnuuychykh pidkhodiv ta metodiv otsiniuvannia biznes-protsesiv pidpriemstv ta orhanizatsii [Analysis of existing approaches and methods of evaluating business processes of enterprises and organizations.]. *Visnyk Kremenchutskoho natsionalnoho universytetu imeni Mykhaila Ostrohradskoho* [Bulletin of Mykhailo Ostrogradsky National University of Kremenchug]. 2016. №3(98). Ch. 1. S. 113–122.
11. Koptieva H.M. Ekonomichna bezpeka yak kryterii otsinky biznes-protsesiv pidpriemstva [Economic security as a criterion for evaluating the enterprise's business processes.]. *Visnyk NTU «KhPI». Seriya: Ekonomika ta pidpriyemnytstvo* [Bulletin of NTU "KhPI". Series: Economy and entrepreneurship]. 2020. № 2 (113). S. 133–138. DOI: <https://doi.org/10.32840/1814-1161/2020-2-23>
12. Kovalchuk T.M., Verhun A.I. Orhanizatsiini zasady analizu biznes-protsesiv [Organizational principles of business process analysis.]. *Efektivna ekonomika* [Efficient economy]. 2023. № 12. DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2023.12.9>
13. *Ekonometryka : navchalnyi posibnyk* [Econometrics: a study guide] / L. S. Hurianova, T. S. Klebanova, O. A. Serhienko ta in. Kh. : KhNEU im. S. Kuznetsia, 2015. 400 s.

#### References (transliterated)

Надійшла (received) 26.02.2024

1. Barchart. Available at: <https://www.barchart.com/>

#### Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Сергієнко Олена (Serhiienko Olena)** – доктор економічних наук, професор кафедри підприємництва, торгівлі і логістики Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». тел. +380 66 437 6607, Elena.Sergienko@khi.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9796-9218>

**Чернова Наталія (Chernova Natalya)** – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри програмної інженерії та інтелектуальних технологій управління Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». тел. +380958287074, natcherchum@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0073-8457>

**Момотков Ігор (Momotkov Igor)** – аспірант кафедри підприємництва, торгівлі і логістики Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», e-mail: Ihor.Momotkov@emmb.khi.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2288-7306>

**Гузь Осман (Huz Ostap)** – аспірант кафедри підприємництва, торгівлі і логістики Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», e-mail: Ostap.Huz@emmb.khi.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0007-5892>