

DOI: 10.32347/2412-9933.2023.54.95-105

УДК 004.451.83:004.378

Цюцюра Микола Ігорович

Доктор технічних наук, доцент, професор кафедри інформаційних технологій,

<https://orcid.org/0000-0003-4713-7568>

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

Криворучко Олена Володимирівна

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інженерії програмного забезпечення та кібербезпеки,

<https://orcid.org/0000-0002-7661-9227>

Державний торговельно-економічний університет, Київ

Цюцюра Світлана Володимирівна

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційних технологій,

<https://orcid.org/0000-0002-4270-7405>

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ГАРМОНІЗАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ДІАГНОСТИКИ ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

***Анотація.** Забезпечення членства України в Євросоюзі та вступу України до НАТО вимагає високого рівня життя громадян України, потребує активного використання наукового потенціалу держави у створенні прогресивних інформаційних технологій управління розвитком закладів вищої освіти. Вирішення проблем, які постали перед Україною на шляху до євроінтеграції, потребує застосування конвергентно-дивергентної методології розробки та функціонування інформаційних технологій гармонізації зрівноваженого освітнього простору при стратегічному управлінні розвитком сучасних закладів вищої освіти. Ця методологія уможливорює в мінімально-збитковому інформаційному просторі об'єднати трудові, організаційні, управлінські, технологічні, бізнесові, науково-методичні і наукові процеси ЗВО та значно підвищити якість освіти і науки в підготовці: бакалаврів, магістрів, аспірантів, докторантів на основі впровадження нових науково-навчальних стратегій, проєктів і програм, а також підвищити рейтинг ЗВО в конкурентному середовищі. Інтегрована імовірна багатостратегічна модель навчання, яка дає змогу моделювати в реальному вимірі часу різномірні за фізичними, функціональними та освітніми ознаками процеси підготовки фахівців з вищої освіти за різними спеціальностями, наукових кадрів, перепідготовки викладачів, спеціалістів для ведення бізнесової діяльності за умов стаціонарної і дистанційної систем навчання. При цьому інтегрованість моделі визначається в поєднанні базових педагогічних стратегій із заохоченням, із корегуванням, змішаною стратегією та об'єктивною, які ґрунтуються на видачі повідомлень і зміні оцінок якості навчання в нормальних і турбулентних умовах навчання. Методи моделювання бізнес-процесів управління розвитком ЗВО ґрунтуються на основі функціональних інструментів методології гармонізації освітнього середовища щодо підвищення якості навчання за умов визначення потенційних матеріальних і кадрових ресурсів ЗВО із застосуванням фінансово-економічних інструментів SWOT-аналізу їх, а також при прийнятті управлінських рішень щодо побудови інформаційної системи гармонізації «організаційної компетенції в управлінні розвитком ЗВО» та дослідженні організаційно-економічних і фінансових прибуткових стратегій виживання ЗВО в конкурентному середовищі. Розроблені в роботі теоретичні засади автоматизованого управління закладами освіти та інформаційних технологій і систем управління їх структурними підрозділами містять в собі елементи системного, інформаційного, проєктного, процесного та ціннісно-компетентнісного підходів. Це дасть змогу одержати результати, які мають доволі високий ступінь готовності до використання при реалізації аналогічних інформаційних технологій в ЗВО освітнього простору.*

***Ключові слова:** конвергентна методологія управління розвитком ЗВО; етапи розвитку освітнього простору; дивергентна методологія; гармонізація*

Вступ та аналіз останніх досліджень

Інформаційні технології розвиваються в напрямі централізації інтелектуальних систем прийняття рішень та контролю за ними, розвитку закладів вищої освіти. Розроблення програмного забезпечення для вирішення тих проблем, які не можуть бути наразі ефективно вирішені на основі галузевого і місцевого розподілу функцій, вирішуються за рахунок скорочення інформаційних потоків, що відповідають непрограмній частині плану, тож управлінець більше уваги приділятиме програмам, здійснюючи не просто формальний контроль.

Важливу роль у вирішенні цього питання відіграють комплексні програми, які, централізуючи прийняття рішення з одних питань, допомагають послабити вирішенні інших питань.

Питання визначення конвергенції інформаційних систем набули інтенсивного розвитку в напрямі управління освітою сферою інформатизації. Дивергенція інформаційних систем показує як продукується, чи поглинається векторне поле в даній точці, а також визначає інтенсивність цих процесів [1 – 4; 7 – 10].

Мета дослідження

Метою дослідження є розроблення інформаційних технологій конвергенції і дивергенції для гармонізації розвитку закладів вищої освіти.

Виклад основного матеріалу

Аналіз наукових підходів, методів, моделей та інформаційних технологій конвергенції в освітній сфері інформатизації

Про конвергентний підхід, в якому можна створювати бажаний образ майбутнього нового конвергентного світу, вперше згадується в праці Ервіна Ласло [5; 11; 12], де він відзначає, так звану, концепцію «століття біфуркації»: «Кожна з нових крупних галузей наукових досліджень – нова фізика, нова біологія та нові системні науки – шукають та знаходять риси єдності в різноманітності світу».

«Дивергенція» – рух по розбіжних лініях: збільшення розриву між рівнями розвитку, посилення відмінностей між моделями, їх окремими структурами і механізмами, цей термін використовується також для позначення відхилення від середніх показників за певними показниками, або за загальним баченням [2; 12 – 18].

«Конвергенція» – зближення зниження розривів, згладження розривів між рівнями, тобто, має протилежне значення. Інтеграційні процеси та глобалізація в світі зумовили, переважно, розвиток

саме конвергенції, але коли існує стан застою чи відсталості, не змога адаптуватися до сучасних умов, тоді стан погіршується і, як наслідок, розрив між такими та розвинутими закладами значно збільшується, тобто має місце дивергенція [13].

Серед передових вчених, які займаються питаннями конвергенції, слід назвати таких відомих особистостей: Мануель Кастельс Р. Барро, Х. Сала-і-Мартін, Д. Ква, Дж. Бортс, Дж. Стейн, які результати вбачали в наближенні (конвергенції) у рівнях доходів та темпах розвитку.

Мануель Кастельс [14] став автором концепції застосування конвергенції та всіх її досягнень в галузь інформаційних технологій. Об'єднання проявляється в єдиній основі генної інженерії та інформаційних технологій. Крім того, відбувається наближення та взаємодія інформатики з біологією, електронікою, це й назвали «конвергенцією» на двох різних рівнях: концептуальному та практичному [15–17].

Методи визначення конвергенції інформаційних систем набули інтенсивного розвитку в напрямі управління освітою в рамках порівняння абсолютної і умовної конвергенції, а також сігма-конвергенції і бета-конвергенції.

Абсолютна конвергенція – наближення рівнів розвитку в часі без врахування впливу додаткових умов на цей процес (рівень початкового розвитку).

Умовна конвергенція – врахування впливу на соціально-економічний розвиток як ендегенних, так і екзогенних чинників (геополітичне положення; природно-ресурсне, екологічний потенціал; фінансові та людські ресурси; рівні розвитку інфраструктури).

Сігма-конвергенція – зменшення різниці в рівнях конвергенції у часі.

Бета-конвергенція розглядається за наявності від'ємної залежності між нульовим рівнем розвитку регіонів і темпами їх економічного зростання.

А. А. Йодчін [12] розглядав загальні методи кількісної оцінки конвергенції, де за основу класифікації прийнято типи конвергенції, виділяючи такі групи: 1) глобальна і клубна конвергенція; 2) регіональна і міжкраїнна конвергенція; 3) абсолютна і умовна; 4) конвергенція в рівні середньодушового доходу і продуктивності факторів; 5) детермінована і стохастична; 6) β - і σ -конвергенція.

Визначено два основних напрями дослідження конвергенції: теоретичний і емпіричний.

Вперше теоретичне використання конвергенції віднайшло в працях Солоу [18] у вигляді властивості виробничої функції належності. В рамках дослідження конвергенція розглядається як наслідок зниження граничної продуктивності факторів виробництва.

Модель враховує пропозицію товарів за допомогою відомої виробничої функції, яка характеризується постійним ефектом масштабності [19]:

$$Y=f(k), Y=f(l), \quad (1)$$

де k – обсяги ресурсів; l – обсяги робочої сили.

Якщо помножити обсяги ресурсів і робочої сили на додатне число, то усі обсяги зростуть пропорційно цій величині:

$$f(g \cdot k, z \cdot l) = g \cdot f(k, l). \quad (2)$$

Обґрунтування можливості умовної конвергенції в моделі Солоу (рис. 1) здійснено науковцем Сала-і-Мартін [20; 21].

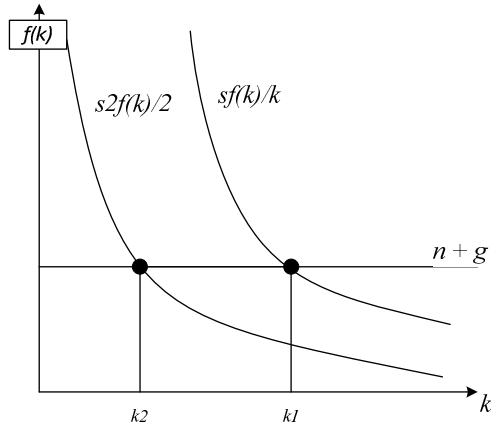


Рисунок 1 – Моделі Солоу – модель умовної конвергенції

Для визначення конвергенції існує багато підходів, моделей та методів. Розглянемо деякі з них.

Популярним методом є так звана регресія Барро для аналізу абсолютної або умовної конвергенції на основі просторової вибірки.

Рівняння регресії Барро для абсолютної конвергенції виглядають так [22]:

$$\frac{\ln y_{iT} - \ln y_{i0}}{T} = a + b \ln y_{i0} + \varepsilon_i, \quad (3)$$

$$\frac{\ln y_{iT} - \ln y_{i0}}{T} = a + b \ln y_{i0} + X'_i \gamma + \varepsilon_i, \quad (4)$$

де $y_{i,0}$ – реальний дохід на одну особу ($i, 0$ – на початок аналізованого періоду); y_{iT} – реальний дохід на одну особу (i, T на кінець аналізованого періоду); T – аналізований період (тривалість); X – фактори умовної конвергенції (набір додаткових регресорів).

Модель мінімально умовної конвергенції застосовується у процесі просторового аналізу і дає змогу перевірити таку просторову гіпотезу, як наявність просторової кластеризації середніх темпів розвитку за допомогою ендогенного просторового лагу середніх темпів розвитку доходів на одну особу. Розглянемо модель мінімально-умовної β -конвергенції в специфікації моделі просторового лагу (spatial lag model):

$$\frac{\ln(y_{iT,T} / y_{i,0})}{T} = \alpha - \beta \ln y_{i,0} + \delta Sg_{i,T} + \varepsilon_i, \quad (5)$$

де $\frac{\ln(y_{iT,T} / y_{i,0})}{T}$ – логарифм середніх темпів росту доходу на одну особу; $\ln y_{i,0}$ – логарифм доходу на одну особу.

Пропонована модель дає змогу врахувати просторову автокореляцію шляхом застосування показників якості змінної ендогенного просторового лагу.

Метод аналізу часових рядів використовується в багатьох роботах [1 – 6; 11 – 21; 23; 24] і полягає в розгляді середнього доходу на співробітника ЗВО як випадковий процес, тож абсолютна конвергенція означає, що для будь-якої пари ЗВО, які порівнюються, часовий ряд $y_{it} - y_{jt}$ – «білий шум».

Якщо $\ln Y_1(t) - \ln Y_2(t)$ – часовий ряд, який являє собою різницю логарифмів, є стаціонарним і існує конвергенція (в рамках двох ЗВО).

Модель σ -конвергенції зустрічається у дослідженнях варіації та модифікації коефіцієнтів, показників концентрації, ентропії, асиметрії.

Коефіцієнт варіації визначається за формулою:

$$CV_t = \frac{\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_{it} - \bar{y}_t)^2 \right)^{1/2}}{\bar{y}_t}, \quad (6)$$

де \bar{y}_t – середній рівень показника; y_{it} – рівень показника у i -й країні, $i = \overline{1, n}$.

Розрізняють короткострокову та довгострокову конвергенції, для яких використовують доволі простий підхід – формування конвергенційних клубів – аналіз конвергенції на основі індексів диференціації (концентрації).

Самим простим прикладом баєсовського підходу формування клубів з відомими можливостями подій є динамічний підхід складу клубів на основі процесу Жибра з відомими критичними межами кластерів (рис. 2) [22].

У процесі аналізу клубної конвергенції за наявності відомостей бізнес-процесів або їх передумов можливе формування оптимального критерію віднесення ЗВО до певного клубу, в основі цього аналізу лежить регресія Барро – за просторовими вибірками [1 – 6; 11 – 21].

Перевірити гіпотезу по двох різних рівняннях регресії для різних підвбірок дозволяє тест Чоу (версія Chow BreakPoint Test) [25].

$$H_0: \sigma_i = \sigma_j, \beta_i = \beta_j.$$

H1: навпаки.

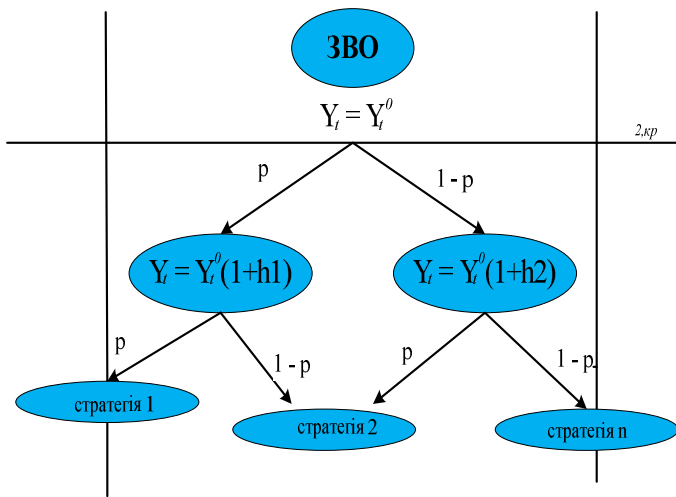


Рисунок 2 – Модель процесу Жибра формування стратегій (так званих клубів)

За тестом Чоу статистика (по розподілу Фішера) виглядає так:

$$F(k, n - 2k) = \frac{\left(\frac{RSS_p - [RSS_1 - RSS_2] / k}{[RSS_1 + RSS_2] / (n - 2k)} \right)}{\quad}, \quad (7)$$

де k – число регресорів; n – число спостережень в разі, якщо нульова гіпотеза відповідає дійсності.

Якщо група ЗВО – конвергенційний клуб, то регресія, проведена за підвибіркою, покаже негативну залежність.

Отже, формування теоретичної частини визначення конвергенції викликає суттєві складності при застосуванні, оскільки вимагають значних об'ємів статистичної інформації для забезпечення їх достовірності.

Інформаційні технології та засоби комунікації забезпечують високі темпи накопичення і безперервний доступ до інформації, які дають змогу випробовувати і використовувати нові методології. У процесі створення нових методологій необхідно використати технології, які мають чітку систему інтеграції та приведуть до гармонізації у разі їх впровадження в ЗВО.

Такий підхід може призводити до посилення ентропії в усій галузі інформаційних технологій, коли використовувати інструменти з невизначеностями і нечіткими описами буде дуже складно, навіть неможливо через відсутність специфічних знань, отримання яких є серйозним наукомістким процесом.

Питання конвергенції методологій в управлінні проектами останнім часом розглядається такими відомими вченими: В. М. Бурков, С. Д. Бушуєв, О. В. Криворучко, С. І. Неізвесний та іншими, де одним з постулатів зазначається, що основна мета застосування конвергенції методологій – синергія

елементів методологій, які конвертуються при розробці нової методології зрівноважування [26].

Конвергенцію (від лат. *convergo* – «зближую») у роботах [2; 3; 8 – 14] визначають як процес не тільки взаємопроникнення, а й об'єднання за принципом взаємного доповнення, сходження (у різному сенсі), компромісів.

Отже, методи аналогій є інструментами, які в подальшому неодмінно слід застосувати при розробленні моделей і методів гармонізації та інтеграції перенесених методологій для формування нових ефективних інформаційних систем формування компетенцій.

Модель методологій управління ІТ програмними засобами у [2; 3] представлена у вигляді набору компонент, пов'язаних один з одним (рис. 3).

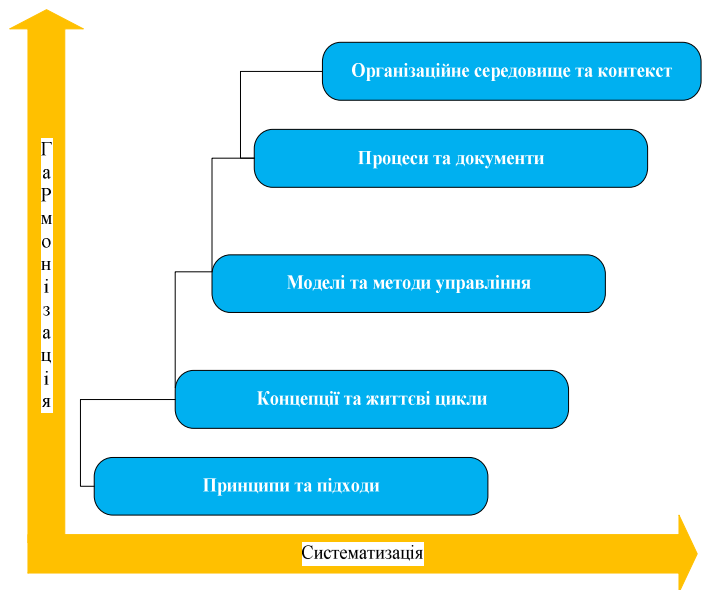


Рисунок 3 – Концептуальна схема моделі методологій гармонізації

Нехай відома множина принципів, що визначають методологію:

$$P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}. \quad (8)$$

Ця множина повинна мати властивості повноти і несуперечності. В рамках реалізації принципів і альтернативних концепцій відома множина підходів, які застосовуються у визначенні методології:

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}. \quad (9)$$

На основі цих принципів можуть бути сформовані альтернативні концепції:

$$K = \{k_1, k_2, \dots, k_n\}. \quad (10)$$

Методологія має бути прийнятною для множини життєвих циклів проектів:

$$L = \{l_1, l_2, \dots, l_n\}. \quad (11)$$

На об'єднання моделей накладаються моделі і методи управління проектами, програмами і портфелями проектів. Ці моделі, методи і механізми

здійснюються на основі процесних складових методології:

$$P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}. \quad (12)$$

Документи, що супроводжують систему процесів управління, визначаються у вигляді множини:

$$D = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}. \quad (13)$$

Кожна методологія прив'язується до корпоративної культури управління (культура виражається через набір культурних цінностей):

$$V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}. \quad (14)$$

Ця методологія має бути прив'язана до організаційного середовища та контексту:

$$O = \{o_1, o_2, \dots, o_n\}. \quad (15)$$

Отже, об'єднання цих множин формує інтегральну багаторівневу модель методології:

$$M = \{m_1, m_2, \dots, m_n\} = \langle P, K, A, L, P, V, O \rangle. \quad (16)$$

У такій моделі виокремлено два механізми: систематизації в рамках кожного рівня і гармонізації між рівнями моделі.

Запропонований механізм систематизації забезпечує системне опрацювання моделей кожного рівня. При цьому елементи кожного рівня систематизуються на основі матриці інцидентів.

Наприклад, взаємозв'язки на першому рівні між принципами і підходами систематизуються матрицею. При цьому елементи матриці визначають системну сумісність окремих принципів і підходів. Значення 0 визначає невідповідність елементів, 1 – повну узгодженість. Аналогічно формуються матриці на інших рівнях моделі. Завдання механізму систематизації – це визначення системної сумісності вибраних елементів методологій.

Механізм гармонізації забезпечує вертикальні зв'язки між елементами суміжних рівнів. Завданням механізму гармонізації є побудова цілісної моделі методології з обраних елементів.

Реалізуючи ці механізми в [1 – 3; 6 – 10], сформовано модель подвійної спіралі методології – «геному методології».

При цьому геноми методологій управління проектами, управління портфелями проектів і програмами мають однакову спіральну структуру при різному наповненні. У проектному управлінні ЗВО ці геноми взаємодіють, утворюючи модель, наведену на рис. 4.

У проектній діяльності принципи можуть забезпечувати безперервність дій навіть в тому випадку, якщо для них немає регламентів. Принципи забезпечують вибір найбільш ефективного рішення в умовах, коли існують невизначеності, неповнота інформації, або не вистачає ресурсів. Тобто, для ефективного управління проектами наявність принципів є необхідним методологічним фундаментом.

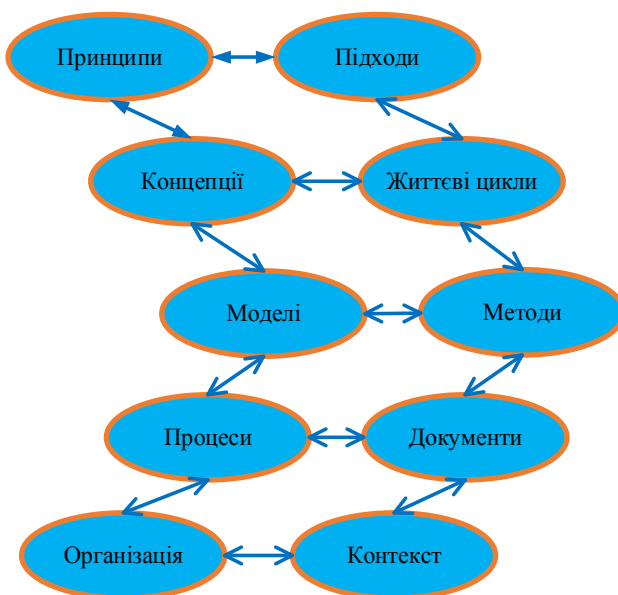


Рисунок 4 – Модель взаємодії елементів геному методологій

Разом із перевагами у використанні дивергентно-конвергентної моделі [18 – 20; 23] забезпечення управлінням розвитку основною проблемою спірального циклу є визначення моменту переходу на наступну стадію реалізації обраного проекту. У міру розкручування та скручування спіралі необхідно вводити часові обмеження на кожен із етапів життєвого циклу (контрольні точки) та показники віддачі понесених витрат на організацію робіт кожного етапу (результативність забезпечення). Окрему увагу в цьому дослідженні приділяють моменту перегину в представленій моделі, коли дивергенція змінюється конвергенцією процесів управління забезпеченням проекту розвитку.

Показники дивергентно-конвергентної моделі забезпечення розвитку за [1 – 14]:

1. Результативність стадії НДДКР, R_{rd} :

$$R_{rd} = [(F_0 + F_u)] / F_t, \quad (9)$$

де F_0 – кількість власне розроблених проектів; F_u – кількість проектів розвитку, реалізованих у зовнішньому середовищі; F_t – кількість придбаних проектів розвитку.

2. Результативність використання забезпечувальних ресурсів на стадії НДДКР, R_{Srd} :

$$R_{Srd} = \left[\left(\sum_{i=1} C_i + \sum_{j=1} C_j \right) \right] / \sum_{t=1} C_t, \quad (10)$$

де C_i – витрати ресурсів на створення власного і-го проекту розвитку; C_j – витрати ресурсів на придбання j-го проекту; C_t – загальна сума витрат на проекти розвитку.

3. Результативність стадії впровадження проекту розвитку, R_{in} :

$$R_{in} = \frac{F_l}{F_d}, \quad (11)$$

де F_l – кількість успішно впроваджених проектів розвитку; F_d – кількість розроблених проектів розвитку.

4. Результативність використання забезпечувальних ресурсів на стадії впровадження, R_{sin} :

$$R_{sin} = \frac{\sum_{j=1}^T \sum_{i=1}^T Cin_{ij}}{\sum_{j=1}^T \sum_{i=1}^T Cop_{ij}}, \quad (12)$$

де Cin_{ij} – витрати j -го виду ресурсів на впровадження i -го проекту розвитку; Cop_{ij} – витрати j -го виду ресурсів на освоєння i -го проекту розвитку.

5. Результативність стадії виведення проекту на ринок, R_m :

$$R_m = \frac{F_{in}}{F_{sl}}, \quad (13)$$

де F_{in} – кількість впроваджених проектів розвитку; F_{sl} – кількість реалізованих на ринку проектів розвитку.

6. Визначення доцільності підтримки забезпечення виведених проектів розвитку на ринок, R_g :

$$R_{Sm} = \frac{\sum_{i=1}^T C_{im}}{\sum_{i=1}^T C_q}, \quad (14)$$

де C_{im} – витрати на виведення проектів розвитку на ринок; C_q – загальні витрати на виведення проектів розвитку, готових до реалізації.

7. Визначення доцільності підтримки забезпечення виведених проектів розвитку на ринок, R_g :

$$R_g = \frac{\left[\sum_{i=1}^T \left(\frac{\sum_{j=1}^T Y_f}{\sum_{j=1}^T C_f} \right) \right]}{P \left[\sum_{i=1}^T \left(\frac{\sum_{j=1}^T H_z}{\sum_{j=1}^T C_z} \right) \right]}, \quad (15)$$

де Y_f – фактичний прибуток від реалізації проекту розвитку в аналізованому році; C_f – фактичні витрати на реалізацію проекту розвитку в аналізованому році; P – імовірність отримання прибутку від подальшої реалізації; H_z – прогнозна величина прибутку; C_z – прогнозна сума витрат

8. Визначення економічного збитку внаслідок реалізації та виведення проекту на ринок, R_{aw} :

$$R_{aw} = \frac{\left[\sum_{i=1}^n P_1 + E_{on} \right]}{H_1}, \quad (16)$$

де P_1 – прибуток, розрахований з урахуванням природоохоронної діяльності ЗВО; E_{on} – збиток від забруднення навколишнього середовища; H_1 – основні фонди з урахуванням фондів природоохоронного призначення.

9. Вивільнення оборотних коштів із проекту розвитку, R_{om} :

$$R_{om} = \frac{[V_{om} \times Q_{rp}]}{[Q_{rp} - V_{om}]}, \quad (17)$$

де V_{om} – величина оборотних коштів планова та фактична; Q_{rp} – обсяг реалізованої продукції плановий та фактичний.

Серед найважливіших принципів управління інформаційними технологіями розвитку освітнього середовища можна відзначити: системний принцип, принцип цілісності, принцип орієнтованості на результат тощо. У багатьох розвинених методологіях є свої чільні принципи. Так, наприклад, для PRINCE-2 характерним принципом є принцип навчання; для P2M – ціннісний принцип ростійного покращення.

Такий підхід дає можливість проведення аналізу ефективності реалізації ІТ розвитку та віддачі ресурсів на його забезпечення за визначеним часом.

У науковій праці О. Русінової [23] говориться, що в основі дивергентно-конвергентного підходу до управління забезпеченням розвитку лежить спіральна модель життєвого циклу розвитку. Цей підхід дає змогу в часі визначити необхідність розширення обсягів забезпечення або його скорочення (перехід дивергенції процесів забезпечення проектів розвитку в конвергенцію [17 – 23]), яка пояснюється розрахунком доцільності підтримання забезпечення виведених на ринок проектів розвитку (рис. 5). Фокусом конвергенції є фінішна точка скручування спіралі.

Визначення моменту переходу від процесів дивергенції до конвергенції сприяє підвищенню раціонального використання ресурсів на різних етапах життєвого циклу ІТ гармонізації.

Підходи конвергенції враховуються при управлінні надійністю складних ІТ в когнітивних моделях, декомпозицію і формалізацію яких краще звести до основних підсистем. Бокс – Дженкінс [14 – 23] застосовує аналіз часових рядів для побудови, прогнозування та моделювання складних систем, що базуються на використанні модифікації відомих моделей регресії та ковзної середньої в операторному виді.

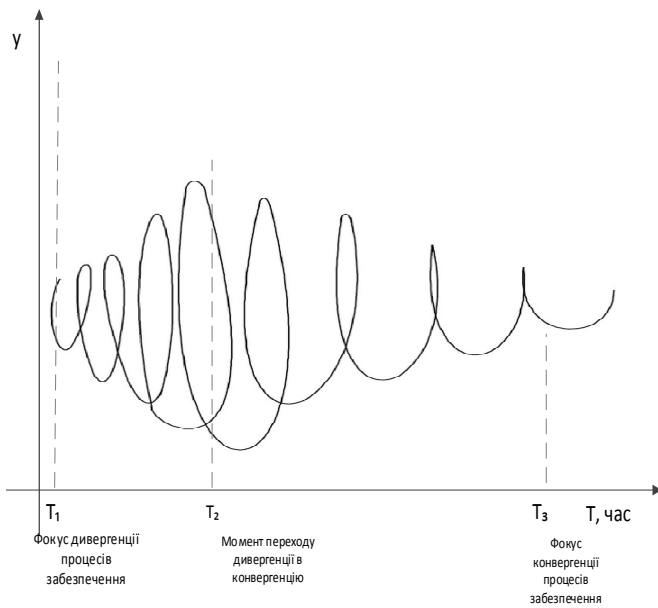


Рисунок 5 – Дивергентно-конвергентна модель забезпечення управління розвитком ЗВО (авторське бачення)

Ф. Тейлор запропонував [23] холистичний підхід формування цінності, виокремлюючи три основні системи: система людських ресурсів, інформаційна система, «культурна система». Інтеграційні процеси забезпечують досягнення цілі, допомагають застосовувати компетенції управління для створення цінності.

Конвергенція – складний процес, границі якого визначаються початком наступного процесу інтеграції (не включаючи взаємопроникнення або з'єднання цих процесів).

Питанням розробки та досліджень підходів, моделей і методів конвергенції інформаційних систем управління приділялася значна увага протягом тривалого часу, але необхідність у продовженні теоретичних та практичних досліджень не зменшується, а потребує креативного розвитку методів аналогій та гармонізації в галузях освіти і науки.

Дослідження в напрямі конвергенції необхідні для подальшого розвитку гармонізації зрівноваженого освітнього простору при формуванні моделей та методів управління інформаційними технологіями з позицій холистичного розуміння систем управління інформаційними технологіями розвитку освітнього середовища.

Аналіз моделей та інформаційних технологій дивергенції в освітній сфері інформатизації

Дивергенція (від пізньолат. *divergentia* – розбіжність) в управлінні проектами розвитку ЗВО – поле кластерів компетенцій, яке характеризує густину їх джерел. Дивергенція показує як

продукується, чи поглинається векторне поле в даній точці, а також визначає інтенсивність цих процесів та розходження ознак і властивостей (на початку близьких груп компетенцій) у ході розвитку ЗВО.

Дивергенція в освітньо-кваліфікаційних характеристиках кваліфікацій спеціальностей закладів вищої освіти проявляється в розбіжності ознак компетенцій в ході розвитку ЗВО, яка введена для пояснення виникнення різноманітних спеціальностей, або спеціалізацій в рамках конкретного наукового напрямку навчання, з урахуванням вимог ринкової економіки.

Проведений аналіз стану розвитку теоретичних аспектів та досвіду управління проектно-орієнтованими організаціями в галузі вищої освіти уможливив сформувати елементи термінологічної бази дослідження (проектно-орієнтоване управління, проектно-орієнтований ЗВО), а також виявити невирішені наукові завдання щодо інтеграції теорій управління проектами та програмами і стратегічного управління в межах формування дивергентної методології гармонізації рішень при розвитку ЗВО.

Метою використання проектно-орієнтованого підходу, як інструменту управління, є досягнення поставлених стратегічних цілей. Поєднання усіх проектів у єдиному стратегічному напрямі є важливою ланкою для досягнення успіху [3; 4].

«Головне в діяльності управителя – здійснення проекту. Цим він займається кожний день, і щодня перед ним постає завдання прийняття багатьох рішень. Завжди слід пам'ятати про те, що головним завданням керівника є прийняття рішень та їх виконання» [1–9].

Дивергентна методологія – це система принципів, механізмів, моделей, методів та засобів організації та розвитку ЗВО, а також вчення про цю систему.

ЗВО ідентифікується як проектно-орієнтований суб'єкт господарювання в галузі вищої освіти, який стикається з необхідністю раціональної інтеграції методів стратегічного управління та управління проектами.

Сьогодні розвиток ЗВО неможливий без стратегічного планування та управління. Досягнення стратегічних цілей має здійснюватися покроково, але в чітко визначеному напрямі руху до конкурентоспроможного ЗВО.

Дивергентна методологія програм розвитку ЗВО – це система принципів, механізмів, моделей, методів та засобів організації діяльності, яка продукується, чи поглиблює поле компетенцій рухомого контексту на основі оцінки розривів кластерів компетенцій при формуванні програм підготовки фахівців.

Дивергентна методологія гармонізації рішень у ЗВО – це система принципів, методів і засобів діяльності в управлінні проектами розвитку ЗВО та побудови теоретичної і практичної діяльності, а також вчення про цю систему, яка в широкому сенсі утворює необхідний компонент компетенцій конкретної діяльності, оскільки остання стає предметом усвідомлення, вчення і раціоналізації. Це мінімізація розривів в компетенціях, які формуються ЗВО, забезпечення умов несуперечності між елементами методологій, де усунені системні методологічні розриви та неузгодженості.

Висновки

У літературних джерелах відсутнє поняття проектно-орієнтованого ЗВО, тому для його введення з використанням методу триад системних дефініцій [1–3; 6–10] проведемо аналіз сутності поняття «проектно-орієнтована організація»; для всіх визначень взаємозв'язок виражений словосполученням «проекти і програми». Крім того, доцільно додати ще термін «портфель». Це пов'язано з тим, що змістовно проект, програма і портфель мають різну сутність, а разом враховують усі можливі варіанти проектно-орієнтованого управління. Компонента «цілісність» представлена терміном «компанія», тобто «організація зі своїми повноваженнями», а елементність – «діяльність» із визначеними

пріоритетами. На підставі цього інтегроване визначення проектно-орієнтованої ЗВО можна запропонувати у такому вигляді:

Проектно-орієнтована організація – це організація зі своїми повноваженнями, яка реалізує діяльність за визначеними пріоритетами завдяки управлінню проектами, програмами, портфелями. Це визначення не містить нових суттєвих ознак, тому його слід віднести до базових понять пропонованого дослідження. Через те, що ЗВО, як суб'єкт господарювання, не має суттєвих відмінних ознак, то вищенаведене визначення повністю придатне для ідентифікації проектно-орієнтованого навчального закладу вищої освіти.

Проведений аналіз стану розвитку теоретичних аспектів та досвіду управління проектно-орієнтованими організаціями в галузі вищої освіти уможливив сформулювати елементи термінологічної бази (проектно-орієнтоване управління, проектно-орієнтований ЗВО), а також виявити невирішені наукові завдання щодо інтеграції теорій управління проектами та програмами і стратегічного управління в межах формування дивергентної методології гармонізації рішень про розвиток ЗВО.

Більш детальний аналіз наведених особливостей свідчить про те, що найбільшою мірою вони проявляються в ЗВО. За ознакою наукомісткості, концентрації та продукування нових знань, саме ЗВО є найвагомішою складовою наукового комплексу України [1–3].

Список літератури

1. Цюцюра М. І., Цюцюра С. В., Криворучко О. В. Інформаційна технологія розвитку змісту освіти: монографія Київ : ЦП «Компринт», 2019. 118 с.: іл. ISBN -978-966-929-967-9.
2. Цюцюра М. І., Криворучко О. В., Цюцюра С. В. Дивергентна методологія гармонізації рішень в управлінні закладами вищої освіти: монографія. Київ : ФОП Ямчинський О. В., 2020. 230 с.: іл. ISBN 978-617-7890-18-7.
3. Бушуєв С. Д., Цюцюра М. І. Методологія розробки та принципи функціонування інформаційної технології гармонізації змісту освіти. *ISSN Online: 2076-8184. Information Technologies and Learning Tools*, 2018, Vol 1, №1. Pp. 105–126. <https://journal.iitta.gov.ua/itlt/article/view>.
4. Korzh R., Peleshchyshyn A., Trach O., Tsiutsiura M. (2020) Increasing the Efficiency of the Processes of Formation of the Informational Image of the HEI. In: Shakhovska N., Medykovsky M. (eds) *Advances in Intelligent Systems and Computing IV. CCSIT 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 1080. Springer, Cham, 661-679. (Scopus). Видання індексовано в МНБД: SCOPUS, Index Copernicus, Scisearch, BASE, WorldCat, Electronic Journals Library, DOAJ, EBSCO, American Chemical Society.
5. Williams T. Learning from projects. *Journal of operational research society*, 54, 2003. P. 443–451. <https://link.springer.com/article/10.1057/palgrave.jors.2601549>.
6. Kryvoruchko Olena, Kostyuk Mykhailo, Tsiutsiura Mykola. Architectural solution of time management system in test driven development approach. *International Journal of Science and Research (IJSR) ISSN (Online): 2319-7064 Impact Factor (2012): 3.358; Volume 7 Issue 07, 2017. P. 1098-1100*. Видання індексовано в МНБД: Index Copernicus, BASE.
7. Цюцюра М. І., Криворучко О. В. Особливості та принципи ціннісно-орієнтованого підходу в управлінні змістом освіти. *Управління розвитком складних систем: зб. наук. праць*. Київ : КНУБА, 2015. № 21. С. 99–104. Видання індексовано в МНБД: Index Copernicus, BASE.
8. Цюцюра М. І. Організаційні механізми розвитку змін в освітньому середовищі. *Управління розвитком складних систем: зб. наук. праць*. Київ : КНУБА, 2015. № 22. С. 89–94. Видання індексовано в МНБД: Index Copernicus, BASE.

9. Цюцюра М. І., Криворучко О. В., Цюцюра С. В., Цюцюра Г. О. Методика проектування системи Менеджменту Якості Освіти у ВНЗ на основі логікоструктурного підходу. Управління розвитком складних систем. 2017. № 28. С. 171 – 177. Видання індексовано в МНБД: Index Copernicus, BASE.
10. Цюцюра М. І. Дослідження функціональних задач аналізу собівартості ІТ-продукту. *Управління розвитком складних систем*: зб. наук. праць. Київ : КНУБА, 2017. № 29. С. 177 – 183. Видання індексовано в МНБД: Index Copernicus, BASE.
11. Бушуев С. Д., Бушуева Н. С., Бабаев І. А., Яковенко В. Б., Гриша Е. В., Дзюба С. В., Войтенко А. С. Креативные технологи управления проектами и программами: монография. Київ : Саммит-Книга, 2010. 768 с.
12. Бушуев С. Д., Бушуева Н. С., Неизвестный С. И. Механизмы конвергенции методологий управления проектами. *Управління розвитком складних систем*. 2012. №11. С. 5–13.
13. Дорош М. С. Системний підхід до управління інформаційними процесами інноваційно-інвестиційного проекту. *Науковий вісник Чернігівського державного інституту економіки і управління*. Чернігів, 2009. № 01 (002). С. 90–102.
14. Власов В. Г., Кострова В. Н., Львов Я. Е. Программно-целевой подход к процессу управления функционированием и развитием ВУЗа. *Инновации в образовании*. 2003. № 3. С. 15–18.
15. Биков В. Ю. та ін. Системи управління проектами та програмами – сучасні інструменти інноваційного соціально-економічного розвитку України. *Проблеми та перспективи формування національної гуманітарно-технічної еліти*: зб. наук. праць / за ред. Л. Л. ТОВАЖНЯНСЬКОГО, О. Г. РОМАНОВСЬКОГО. Вип. 26 (30) : Харків : НТУ "ХПІ", 2010. С. 61–71.
16. Биков В. Ю. Конкуренція – ринковий інструмент інноваційного розвитку системи професійної освіти. *Нові технології навчання*: наук.-мет. сб. Київ : Інститут інноваційних технологій і змісту освіти, 2010. № 64. С. 22–36.
17. Биков В. Ю. Хмарні технології, ІКТ-аутсорсинг і нові функції ІКТ підрозділів освітніх і наукових установ, Інформаційні технології в освіті, № 10, 2011. С. 8–23.
18. Павлов А. А., Чернов С. К., Кошкин К. В., Мисюра Е. Н. Математические основы управления проектами наукоемких производств. Николаев: нац. ун-т кораблестроения им. С. О. Макарова, 2006. 208 с.
19. Лізунов П. П., Білошицький А. О. Моделі та засоби формування комплексного інформаційно-освітнього середовища навчального закладу. *Системи обробки інформації*. 2007. Вип. 5 (63). С. 2–7.
20. Криворучко О. В., Рзаєва С. Л., Краснощок В. М. MS Office у вирішенні завдань на підприємствах торгівлі: навч. посіб. Київ: КНТЕУ, 2008. 345 с.
21. Ключові характеристики діяльності бізнесу. URL: <http://www.it.ua>.
22. Русінова О. Дивергентно-конвергентний підхід до управління забезпеченням розвитку промислового підприємства. *СХІД*. 2016. № 6. (146). С. 43–48.
23. Данченко Е. Б., Чернова Л. С., Бедрій Д. І., Погорелова Е. В., Мазуркевич А. І. Функціонально-стоимостной анализ в управлении проектами наукоемких предприятий: монография. Днепропетровск : ІМА-Press, 2011. 237 с.
24. Бідюк П. І., Просянкіна-Жарова Т. І., Терент'єв О. М. Застосування методик адаптивного моделювання для прогнозування нелінійних нестационарних фінансових процесів. *Розбудова економічної освіти та формування основ фінансової грамотності молоді – основа розвитку громадського суспільства та становлення економіки знань*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 29-30 вересня 2017 року, м. Київ. Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2017. С. 41–43. Бібліогр.: 6 назв.
25. Бідюк П. І., Федоров А. В. Ймовірнісне прогнозування процесів ціноутворення на фондових ринках. *Системні дослідження та інформаційні технології*: науково-технічний журнал. 2009. № 1. С. 65–74. Бібліогр.: 11 назв.

Стаття надійшла до редколегії 30.05.2023

Tsiutsiura Mykola

DSc (Eng.), Professor of Department of Information Technology, <https://orcid.org/0000-0003-4713-7568>
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

Kryvoruchko Olena

DSc (Eng.), Professor, Head of the Department of Software Engineering and Information Systems,
<https://orcid.org/0000-0002-7661-9227>
State University of Trade and Economics, Kyiv

Tsiutsiura Svitlana

DSc (Eng.), Professor, Head of Department of Information Technology, <https://orcid.org/0000-0002-4270-7405>
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

**INFORMATION TECHNOLOGY FOR THE HARMONIZATION OF ACTIVITIES
AND DIAGNOSTICS OF THE INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION**

Abstract. Ensuring Ukraine's membership in the European Union and Ukraine's accession to NATO requires a high standard of living for the citizens of Ukraine, and requires the active use of the state's scientific potential in the creation of progressive information technologies for managing the development of higher education institutions. Solving the problems faced

by Ukraine on the way to European integration requires the use of a convergent-divergent methodology for the development and functioning of information technologies for the harmonization of a balanced educational space in the strategic management of the development of modern institutions of higher education. This methodology makes it possible to combine labor, organizational, managerial, technological, business, scientific-methodical and scientific processes of higher education institutions in a minimally-lossy information space and significantly improve the quality of education and science in the training of: bachelors, masters, postgraduates, doctoral students on the basis of the introduction of new scientific and educational strategies, projects and programs, as well as to increase the rating of higher education institutions in a competitive environment. An integrated probabilistic multi-strategic model of training, which makes it possible to simulate in real time the processes of training of specialists in higher education in various specialties, scientific personnel, retraining of teachers, specialists for conducting business activities under the conditions of stationary and distance learning systems, which are heterogeneous in terms of physical, functional and educational characteristics. At the same time, the integration of the model is determined by the combination of basic pedagogical strategies with encouragement, with correction, mixed strategy and objective, which are based on the issuance of messages and changes in the assessment of the quality of learning in normal and turbulent learning conditions. The methods of modeling business processes of higher education development management are based on the functional tools of the methodology of harmonizing the educational environment to improve the quality of education under the conditions of determining the potential material and personnel resources of higher education with the use of financial and economic tools of their SWOT analysis, as well as when making management decisions regarding the construction of information the system of harmonization of "organizational competence in the management of the development of educational institutions" and the study of organizational, economic and financial profitable strategies for the survival of educational institutions in a competitive environment. The theoretical foundations of the automated management of educational institutions and information technologies and management systems of their structural subdivisions developed in the work contain elements of system, information, project, process and value-competency approaches. This will make it possible to obtain results that have a fairly high degree of readiness for use in the implementation of similar information technologies in higher educational institutions of the educational space.

Keywords: convergent methodology for managing the development of higher education institutions; stages of development of educational space; divergent methodology; harmonization

References

1. Tyustsyura, M. I., Tyustsyura, S. V., Kryvoruchko, O. V. (2019). Information technology for the development of the content of education: a monograph. Kyiv: CP "Comprint", 118.: illustrations. ISBN-978-966-929-967-9.
2. Tsyutsyura, M. I., Kryvoruchko, O. V., Tsyutsyura, S. V. (2020). Divergent methodology of harmonization of decisions in the management of higher education institutions: monograph. Kyiv: FOP Yamchynskyi O. V., 230.: illustrations. ISBN-978-617-7890-18-7.
3. Bushuev, S. D., Tsiutsyura, M. I. (2018). Development methodology and principles of functioning of information technology for the harmonization of educational content. *ISSN Online: 2076-8184. Information Technologies and Learning Tools*, 1, 105-126. <https://journal.iitta.gov.ua/itlt/article/view>.
4. Korzh, R., Peleshchyn, A., Trach, O., Tsiutsiura, M. (2020). Increasing the Efficiency of the Processes of Formation of the Informational Image of the HEI. In: Shakhovska N., Medykovskyy M. (eds) *Advances in Intelligent Systems and Computing IV. CCSIT 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 1080. Springer, Cham, 661-679.
5. Williams, T. (2003). Learning from projects. *Journal of operational research society*, 54, 443-451. <https://link.springer.com/article/10.1057/palgrave.jors.2601549>.
6. Kryvoruchko, Olena, Kostyuk, Mykhailo, Tsiutsiura, Mykola. (2017). Architectural solution of time management system in test driven development approach. *International Journal of Science and Research (IJSR) ISSN (Online): 2319-7064 Impact Factor (2012): 3.358; 7, 07, 1098–1100*.
7. Tsiutsiura, Mikola, & Kryvoruchko, Olena. (2015). Features and principles values-based approach to management education content. *Management of Development of Complex Systems*, 21, 99–104 [in Ukrainian].
8. Tsiutsiura, Mikola. (2015). Organizational mechanisms of change in the educational environment. *Management of Development of Complex Systems*, 22 (1), 89–94.
9. Tsiutsiura, Mikola, Tsiutsiura, Svitlana, Kryvoruchko, Olena & Tsiutsiura, Halyna. (2017). Method of education quality management system design based on logical framework approach. *Management of Development of Complex Systems*, 28, 171–177.
10. Tsiutsiura, Mikola. (2017). Study of functional tasks in analysis of IT-products cost problems. *Management of development of complex systems*, 29, 177–183.
11. Bushuev, S. D., Bushueva, N. S., Babaev, I. A., Yakovenko, V. B., Grisha, E. V., Dzyuba, S. V., Voytenko, A. S. (2010). Creative technologies for managing projects and programs: monograph. Kiev: Summit-Kniga, 768.
12. Bushuev, S. D., Bushueva, N. S., Neizvestny, S. I. (2012). Mechanisms of convergence of project management methodologies. *Development management of folding systems*, 11, 5–13.
13. Dorosh, M. S. (2009). Systematic approach to the management of information processes of the innovation-investment project. *Scientific Bulletin of the Chernihiv State Institute of Economics and Management*, 01 (002), 90–102.
14. Vlasov, V. G., Kostrova, V. N., Lvov, Ya. E. (2003). Program-targeted approach to the process of managing the functioning and development of the university. *Innovations in education*, 3, 15–18.

15. Bikov, V. Yu. (2010). Project management systems and programs are modern tools for the innovative social and economic development of Ukraine. *Problems and prospects for the formation of the national humanitarian and technical elite*, 26 (30), 61–71.
16. Bikov, V. Yu. (2010). Competition as a market tool for the innovative development of the professional education system. *New technologies for training*, 64, 22–36.
17. Bikov, V. Yu. (2011). Cloud technologies, ICT-outsourcing and new functions of ICT for the development of lighting and scientific installations. *Information technologies in education*, 10, 8–23.
18. Pavlov, A. A., Chernov, S. K., Koshkin, K. V., Misyura, E. N. (2006). Mathematical foundations of high-tech production project management. Nikolaev: nat. University of shipbuilding im. S. O. Makarova, 208.
19. Lizunov, P. P., Biloshitskyi, A. O. (2007). Models and means of forming a complex informational and educational environment of an educational institution. *Information processing systems*, 5 (63), 2–7.
20. Kryvoruchko, O. V., Rzaeva, S. L., Krasnoshchok, V. M. (2008). MS Office in solving tasks at trade enterprises: training. Manual. Kyiv: KNTEU, 345.
21. Key characteristics of business activity. URL: <http://www.it.ua>.
22. Rusinova, O. (2016). Divergent-convergent approach to the management of ensuring the development of an industrial enterprise. *EAST*, 6, 146, 43–48.
23. Danchenko, E. B., Chernova, L. S., Bedriy, D. I., Pogorelova, E. V., Mazurkevich, A. I. (2011). Functional cost analysis in project management of high technology enterprises: monograph. Dnepropetrovsk: IMA-Press, 237.
24. Bidyuk, P. I., Prosyankina-Zharova, T. I., Terentiev, O. O. (2017). Application of the adaptive modeling technique for forecasting non-linear non-stationary financial processes. *The development of economic education and the formation of the foundations of financial literacy of young people is the basis of the development of public society and the formation of the knowledge economy: materials of the International Scientific and Practical Conference, September 29-30, 2017, Kyiv*. Kyiv: Institute of the Gifted Child of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2017. P. 41–43. Bibliography: 6 titles.
25. Bidyuk, P. I., Fedorov, A. V. (2009). Probabilistic forecasting of pricing processes on stock markets. *System research and information technology: scientific and technical journal*, 1, 65–74.

Посилання на публікацію

- APA Tsiutsiura Mykola, Kryvoruchko Olena, Tsiutsiura Svitlana. (2023). Information technology for the harmonization of activities and diagnostics of the institution of higher education. *Management of Development of Complex Systems*, 54, 95–105, [dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2023.54.95-105](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2023.54.95-105).
- ДСТУ Цюцюра М. І., Криворучко О. В., Цюцюра С. В. Інформаційна технологія гармонізації діяльності та діагностики закладу вищої освіти. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2023. № 54. С. 95 – 105, [dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2023.54.95-105](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2023.54.95-105).