

УДК 005.8:004.4149

DOI: 10.20998/2411-0558.2026.01.06

*М. І. ГЛАВЧЕВ*, канд. екон. наук, проф., НТУ "ХПІ",

*Ю. М. ГЛАВЧЕВА*, PhD, директор науково-технічної бібліотеки,  
НТУ "ХПІ",

*Д. М. ГЛАВЧЕВ*, PhD, доц., НТУ "ХПІ",

*Д. М. ГЛАВЧЕВА*, голова відділу з розвитку бізнесу, ТОВ  
"Кінетікс", Львів

## СИНЕРГІЯ УПРАВЛІННЯ ТА БІЗНЕС-АНАЛІЗУ В ПІДГОТОВЦІ ІТ-ФАХІВЦІВ: МЕТОДОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ

Здійснено аналіз методичних засад компоненту "Управління та бізнес-аналіз ІТ-проектів" для спеціальності F7 "Комп'ютерна інженерія". Обґрунтовано необхідність інтеграції компетенцій проектного менеджменту та бізнес-аналізу для реалізації програмно-апаратних систем. Розглянуто еволюцію управлінських парадигм у контексті підготовки фахівців. Л.: 5. Бібліогр.:12 назв.

**Ключові слова:** управління ІТ-проектів; проектний менеджмент; бізнес-аналіз; програмно-апаратні системи; управлінські парадигми; підготовка фахівців.

**Постановка проблеми.** Сучасна ІТ-індустрія характеризується експоненційним зростанням технологічної складності та високою динамічністю вимог. Сучасні умови функціонування ІТ-проектів характеризуються як VANI-середовище (крихке, тривожне, нелінійне), що вимагає від менеджерів нових компетенцій з адаптації та бізнес-аналізу [1]. Згідно зі звітами міжнародних аналітичних агенцій, зокрема CHAOS Report від The Standish Group, значна частка ІТ-проектів (понад 60%) зазнає невдачі або стикається із суттєвими проблемами не через брак технічної експертизи розробників, а внаслідок неефективного управління, нечітко сформульованих вимог та ігнорування ризиків [2].

Для фахівців спеціальності "Комп'ютерна інженерія", які навчаються у Національному технічному університеті "Харківський політехнічний інститут", професійна діяльність яких відбувається на перетині апаратного (Hardware) та програмного (Software) забезпечення, ця проблема стоїть особливо гостро. Інженерні помилки на етапі проектування апаратної частини мають критичну вартість, що вимагає від фахівця володіння не лише технічними навичками, а й управлінським інструментарієм.

© Главчев М.І., Главчева Ю.М., Главчев Д.М., Главчева Д.М., 2026

Ключовим викликом освітнього процесу є подолання розриву між технічним баченням реалізації ("як створити систему") та бізнес-цінностями замовника ("навіщо ця система потрібна"). Освітній компонент "Управління та бізнес-аналіз ІТ-проектів" спрямований на вирішення цієї проблеми шляхом формування у студентів комплексного, системного бачення життєвого циклу проекту.

**Аналіз досліджень та публікацій.** Теоретико-методологічну основу дослідження складають фундаментальні праці та міжнародні стандарти. Управлінська парадигма та процесні групи детально регламентовані у стандарті PMBOK Guide від Project Management Institute [3]. Специфіка інженерії вимог та бізнес-аналізу систематизована у керівництві BABOK Guide від ПІВА [4] та роботах Карла Вігерса, який акцентує увагу на критичній ролі якісних вимог для успіху програмного забезпечення (ПЗ) [5].

Еволюція гнучких методологій (Agile), що стали стандартом для розробки програмних компонентів, розкрита у працях засновників Scrum Джеффа Сазерленда та Кена Швабера [6], а також у дослідженнях Девіда Андерсона, присвячених методу Kanban [7]. Економічне обґрунтування управління ризиками базується на класичній теорії Баррі Боєма, який емпірично довів експоненційне зростання вартості внесення змін на пізніх етапах життєвого циклу проекту [8]. Водночас, у науковій літературі недостатньо висвітлено питання інтеграції цих підходів у єдину методологічну систему. Зокрема, останні дослідження підтверджують ефективність гібридних підходів, що поєднують гнучкість Agile з дисципліною традиційних методів [9], особливо в контексті сталого розвитку проектів [10].

**Мета роботи.** Метою статті є обґрунтування методологічних засад освітнього компоненту, що базується на синергії управлінських (Project Management) та аналітичних (Business Analysis) компетенцій. Робота передбачає аналіз гібридних моделей управління життєвим циклом, дослідження методів мінімізації вартості змін та ризиків згідно із законом Боєма, а також демонстрацію ефективності запропонованого підходу на прикладі навчального кейсу розробки IoT-системи.

## **1. Еволюція управлінських парадигм: від детермінованих до адаптивних моделей.**

Концептуальна основа освітнього компоненту базується на поліваріантності методологій управління, вибір яких детермінується природою проєкту, рівнем невизначеності вимог та вартістю внесення змін. У межах освітнього компоненту розглядається спектр підходів – від лінійних алгоритмів до адаптивних фреймворків, що дозволяє сформулювати у майбутніх фахівців гнучкість управлінського мислення.

### **1.1. Каскадна модель як стандарт інженерного проєктування.**

Для проєктів з розробки апаратного забезпечення (Hardware) та інфраструктурних рішень, де фізичні обмеження накладають високу вартість на помилки, пріоритетною залишається парадигма Waterfall (каскадна модель) або її модифікація V-Model. В академічному курсі обґрунтовується, що лінійна послідовність фаз (аналіз → проєктування → виробництво → тестування) є критично необхідною для мінімізації ризиків у "залізі". Фізична природа компонентів унеможливорює "рефакторинг" печатної плати чи корпусу без значних фінансових втрат на етапі виробництва. Тому акцент робиться на детальній фіксації вимог та верифікації проєктних рішень ще до початку фази реалізації.

**1.2. Гнучкі методології в умовах високої ентропії вимог.** Натомість для програмної складової (Software), яка характеризується високою динамікою змін та можливістю швидкої модифікації коду, застосовуються принципи Agile. У навчальному процесі детально аналізуються два ключові фреймворки:

1. Scrum: Розглядається як інструмент для ітеративної розробки продуктів в умовах невизначеності. Студенти опановують ритміку спринтів, що дозволяє регулярно отримувати зворотний зв'язок та адаптувати продукт під змінні потреби ринку.

2. Kanban: Вивчається як метод оптимізації потоку завдань, що є найбільш ефективним для R&D-команд (дослідження та розробка) та процесів технічної підтримки. Ключовим елементом тут виступає візуалізація робочого процесу та обмеження незавершеної роботи (WIP – Work In Progress), що дозволяє виявляти та усувати "вузькі місця" в процесі.

**1.3. Гібридні моделі в комплексних системах (Hardware + Software).** Особливістю підготовки інженерів за спеціальністю

"Комп'ютерна інженерія" є фокус на створенні комплексних систем, що поєднують програмну та апаратну частини. Для управління такими проєктами вводиться поняття гібридних методологій. Методологія передбачає синхронізацію двох життєвих циклів з різною швидкістю:

1. Апаратна частина розробляється за довготривалим планом (Waterfall) із чіткими контрольними точками (Milestones).

2. Програмна частина розробляється короткими ітераціями (Scrum).

Інтеграція відбувається у точках синхронізації, коли стабільна версія прошивки (firmware) поєднується з готовим прототипом пристрою для інтеграційного тестування. Такий підхід дозволяє зберегти гнучкість розробки ПЗ, не порушуючи технологічної дисципліни виробництва обладнання (рис. 1).

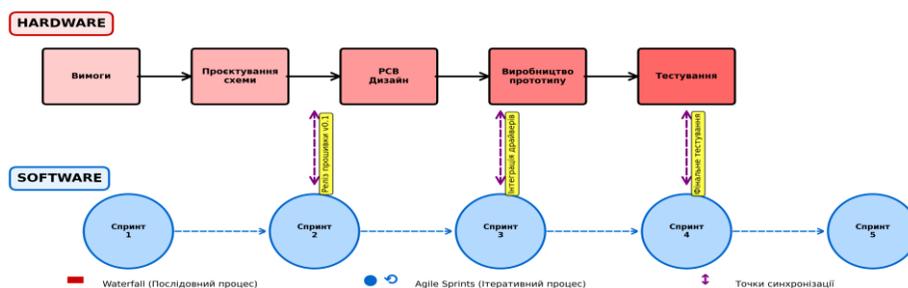


Рис. 1. Гібридна модель життєвого циклу (Hybrid Life Cycle)

Такий підхід корелює з практикою навчання системній інженерії, де поєднання технологічних та управлінських навичок є критичним для успіху [11].

## 2. Синергія управлінських та аналітичних компетенцій: методологічний підхід.

У сучасній парадигмі інформаційних технологій управління проєктом (Project Management) та бізнес-аналіз (Business Analysis) розглядаються не як відокремлені дисципліни, а як комплементарні складові єдиної системи забезпечення життєвого циклу продукту. В рамках освітнього компоненту обґрунтовується теза, що успішна реалізація складних програмно-апаратних комплексів можлива лише за умови інтеграції цих компетенцій, де кожна роль виконує специфічні функції з чітко окресленими зонами відповідальності (рис. 2).

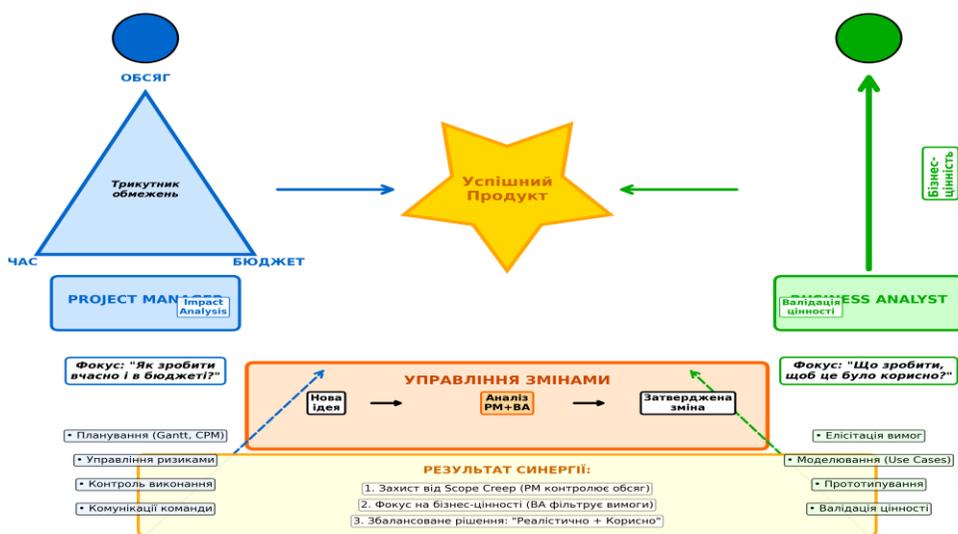


Рис. 2. Синергія компетенцій: Project Manager + Business Analyst

### 2.1. Проєктний менеджмент як інструмент контролю обмежень.

Функціональний профіль менеджера проєкту (Project Manager – PM) в навчальному курсі визначається як "архітектора процесу", ключовим завданням якого є утримання проєкту в межах визначених параметрів. Методологічною основою діяльності PM виступає концепція "трикутника обмежень" (Iron Triangle), що передбачає балансування між часом, вартістю та змістом/якістю проєкту. Зміна одного з параметрів неминуче впливає на інші, що вимагає від фахівця застосування системного підходу до планування та контролю.

Для забезпечення стабільності процесу розробки в курсі передбачено опанування інструментарію календарно-мережевого планування:

- MS Project та діаграми Ганта застосовуються для візуалізації часових рамок, послідовності виконання робіт та їхньої взаємозалежності.
- Метод критичного шляху (Critical Path Method – CPM) використовується для ідентифікації пріоритетних завдань, затримка яких створює ризики для своєчасного завершення проєкту.
- Матриці розподілу відповідальності (RACI) слугують інструментом формалізації рольової моделі в команді, мінімізуючи організаційні ризики та комунікаційні бар'єри.

В цілому структура освітнього компоненту "Управління та бізнес-

аналіз ІТ-проектів" наведена на рис. 3.

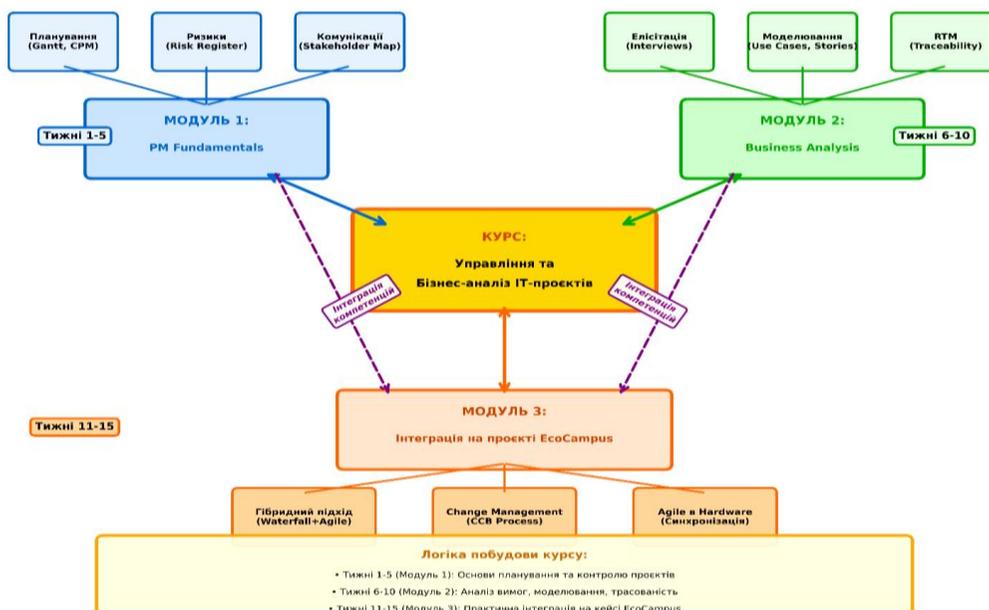


Рис. 3. Структура курсу: модулі та компетенції

**2.2. Бізнес-аналіз як гарант цінності продукту.** Роль бізнес-аналітика (Business Analyst – BA) позиціонується як інтелектуальний "місток" (bridge) між бізнес-середовищем та технічною командою. Якщо компетенція PM зосереджена на процесі ("як зробити"), то компетенція BA – на результаті та його цінності ("що зробити і навіщо").

В межах освітнього компоненту акцентується увага на таких аспектах діяльності бізнес-аналітика:

– Трансформація вимог. Фахівець здійснює переклад абстрактних бізнес-цілей у верифіковані технічні специфікації. У контексті гнучких методологій це реалізується через створення User Stories (для опису функціональності з погляду користувача) та Technical Stories (для інфраструктурних та архітектурних завдань).

– Управління беклогом продукту. Формування та пріоритизація Product Backlog здійснюється на основі максимізації бізнес-цінності, що дозволяє команді фокусуватися на реалізації найбільш критичного функціоналу.

– Забезпечення якості вимог. Використання критеріїв INVEST для декомпозиції завдань та формування чітких критеріїв прийнятності

(Acceptance Criteria) є необхідною умовою для мінімізації дефектів на ранніх етапах розробки. Специфіка інженерії вимог для IoT-систем вимагає особливої уваги до нефункціональних вимог та інтеграційних сценаріїв, що детально розкрито у працях сучасних дослідників [12].

**2.3. Інтегрований механізм протидії розростанню змісту (Scope Creep).** Системна взаємодія РМ та ВА створює захисний механізм проти однієї з найпоширеніших проблем ІТ-проектів – неконтрольованого розширення обсягу робіт (scope creep). В навчальному курсі моделюється процес управління змінами (Change Management), який передбачає дворівневу валідацію нових вимог:

1. Валідація цінності (рівень ВА): Аналіз необхідності зміни з точки зору бізнес-цілей та відсіювання вимог, що не несуть доданої вартості.

2. Валідація ресурсів (рівень РМ): Оцінка впливу зміни на бюджет, графік та наявні ресурси (Impact Analysis).

Лише після проходження обох етапів аналізу та формального погодження через процедуру запиту на зміну (Change Request), нова вимога імплементується в проєкт. Такий підхід дозволяє забезпечити контрольовану гнучкість процесу розробки, зберігаючи баланс між задоволенням потреб замовника та дотриманням контрактних зобов'язань.

### **3. Управління невизначеністю та економічними показниками змін.**

Ключовим аспектом освітнього компоненту визначено управління проєктною невизначеністю, що базується на економічних моделях інженерії програмного забезпечення. Теоретичним підґрунтям для цього блоку слугує закон Баррі Боєма, який постулює експоненційне зростання вартості виправлення дефекту залежно від етапу його виявлення (рис. 4). Розуміння цієї закономірності формує у майбутніх фахівців усвідомлення необхідності проактивного виявлення ризиків та ретельного аналізу вимог на ранніх стадіях життєвого циклу.

Для мінімізації негативного впливу невизначеності в навчальному процесі застосовується комплексний інструментарій ризик-менеджменту. Центральне місце посідає використання матриці ризиків (Risk Matrix) як методу кваліфікації загроз за критеріями ймовірності виникнення та ступеня впливу на проєкт. Це дозволяє категоризувати ризики на технічні,

бізнесові та організаційні, а також обрати релевантну стратегію реагування: уникнення, мінімізацію, передачу або прийняття ризику.

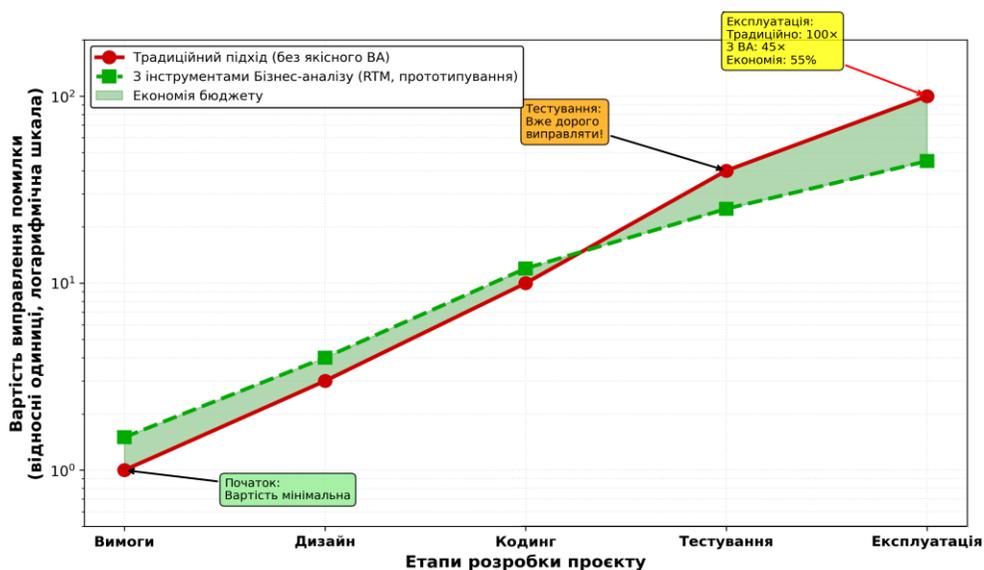


Рис. 4. Економіка змін (Закон Боема) та вплив Бізнес-аналізу

Додатковим механізмом контролю змін та забезпечення цілісності продукту виступає матриця трасування вимог (Requirements Traceability Matrix – RTM). Цей інструмент забезпечує наскрізну верифікацію відповідності реалізованого функціоналу початковим бізнес-цілям. Встановлення логічних зв'язків у ланцюгу "бізнес-вимога – технічна специфікація – тест-кейс" дозволяє нівелювати ризики втрати критичних вимог та запобігти імплементації надлишкового функціоналу, що не несе бізнес-цінності.

#### 4. Практична імплементація знань: кейс-стаді "EcoCampus".

Інтеграція теоретичних концепцій у площину практичної діяльності реалізується через застосування методології наскрізного проектування. Об'єктом дослідження та розробки виступає кейс "EcoCampus" – комплексна IoT-система для моніторингу та оптимізації енергоспоживання. Вибір саме предметної області Інтернету речей дозволяє повною мірою відтворити специфіку спеціальності "Комп'ютерна інженерія", що вимагає синхронізації процесів розробки апаратного забезпечення та програмних компонентів (рис. 5).

В рамках виконання практичного кейсу студенти проходять повний життєвий цикл управління проектом, опановуючи ключові компетенції:

**4.1. Стратегічне планування та аналіз зацікавлених сторін** На етапі ініціації здійснюється ідентифікація та класифікація стейкхолдерів, що дозволяє виявити приховані вимоги та обмеження системи. На основі отриманих даних проводиться формалізація цілей проекту за критеріями SMART, що забезпечує їхню конкретність, вимірюваність та релевантність бізнес-потребам.

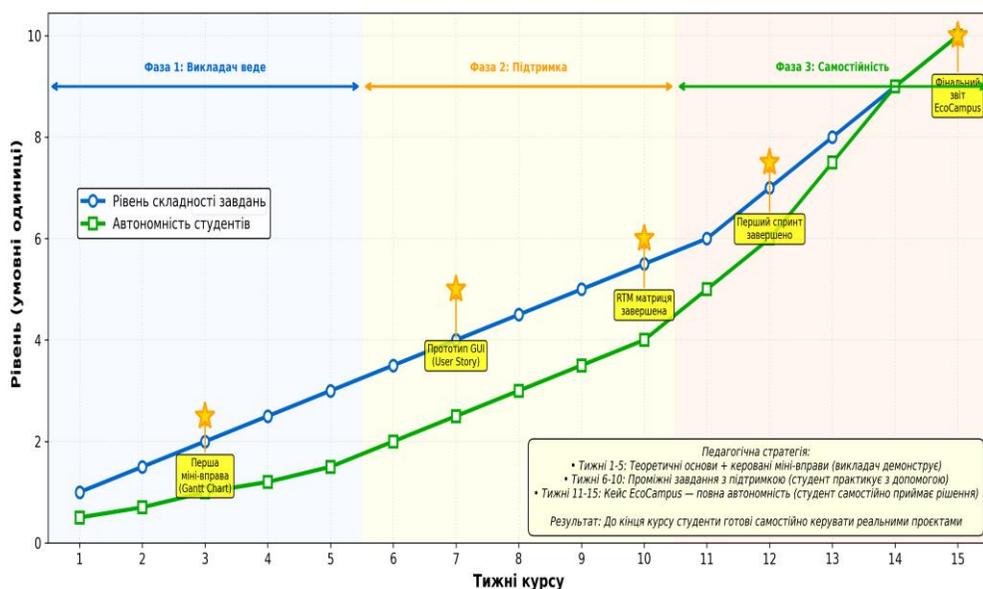


Рис. 5. Прогресія складності: від теорії до кейсу EcoCampus

**4.2. Структурна декомпозиція гібридних систем** Ключовим елементом інженерного планування визначено побудову ієрархічної структури робіт (Work Breakdown Structure – WBS). Особливістю цього етапу є необхідність декомпозиції проекту на два паралельні потоки: проектування та виробництво апаратної частини (Hardware), яке підпорядковується жорстким часовим обмеженням, та ітеративна розробка програмного забезпечення (Software).

**4.3. Економічне обґрунтування інженерних рішень** Формування навичок бізнес-аналізу реалізується через розробку техніко-економічного обґрунтування (ТЕО). Студенти здійснюють розрахунок ключових

фінансових показників, зокрема коефіцієнта окупності інвестицій (ROI) та чистої приведеної вартості (NPV), що дозволяє довести економічну доцільність впровадження технічного рішення.

**4.4. Інструментальна компетентність** Управління проектом здійснюється в єдиному інформаційному середовищі, побудованому на галузевих стандартах. Для управління беклогом та відстеження завдань використовується система Jira, документування вимог та архітектурних рішень відбувається в Confluence, а контроль версій коду та конфігурацій забезпечується через GitHub. Такий підхід забезпечує набуття студентами практичного досвіду роботи з інструментарієм, характерним для сучасних ІТ-компаній.

#### **Висновки та перспективи подальших досліджень**

У результаті аналізу змісту та методології освітнього компоненту "Управління та бізнес-аналіз ІТ-проектів" для спеціальності "Комп'ютерна інженерія" можна зробити наступні висновки:

**1. Інтеграція управлінських та аналітичних компетенцій як фактор успіху.** Доведено, що ізольоване викладання управління проектами (Project Management) та бізнес-аналізу (Business Analysis) не відповідає сучасним вимогам ІТ-індустрії. Ефективна реалізація проектів можлива лише за умови синергії цих дисциплін, де РМ забезпечує дотримання параметрів "трикутника обмежень" (час, вартість, обсяг), а ВА гарантує відповідність продукту бізнес-цілям замовника. Такий підхід дозволяє мінімізувати розрив між технічною реалізацією та очікуваною цінністю продукту.

**2. Валідація гібридних моделей життєвого циклу.** Специфіка підготовки інженерів, які працюють зі складними програмно-апаратними комплексами, вимагає відмови від уніфікованого підходу до вибору методологій. Обґрунтовано доцільність використання гібридних моделей, що поєднують каскадну модель (Waterfall) для прогнозованої розробки апаратного забезпечення (Hardware) та гнучкі фреймворки (Scrum, Kanban) для ітеративної розробки програмної складової (Software).

**3. Економічна ефективність раннього виявлення ризиків.** На основі закону Баррі Боєма підтверджено, що вартість внесення змін

зростає експоненційно залежно від етапу життєвого циклу. Впровадження в навчальний процес інструментів проактивного управління ризиками (Risk Matrix, SWOT) та контролю цілісності вимог (Traceability Matrix) дозволяє суттєво знизити ймовірність проектних збоїв та перевитрат бюджету.

**4. Практична верифікація через кейс-стаді.** Ефективність запропонованої методики підтверджено на прикладі наскрізного навчального кейсу "EcoCampus". Застосування сучасного інструментарію (Jira, Confluence, MS Project) дозволило студентам на практиці відтворити повний цикл управління проектом: від формування SMART-цілей та техніко-економічного обґрунтування (ROI, NPV) до фінального захисту інженерного рішення.

**Перспективи подальших розвідок.** Подальший розвиток освітнього компненту вбачається у поглибленні вивчення методів автоматизації процесів CI/CD у контексті управління змінами, а також дослідженні впливу штучного інтелекту на процеси збору та аналізу вимог в IT-проектах.

**References:**

1. Ilyin, O., Bushuyev, S., Hots, V., & Liashchenko, T. (2024). Management of IT projects of business analytics in the BANI environment. *Management of Development of Complex Systems*, 59, 45–52. <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.59.45-52>.
2. The Standish Group. (2015). *CHAOS Report 2015*. Boston, MA: The Standish Group International.
3. Project Management Institute. (2021). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) (7th ed.)*. Newtown Square, PA: Project Management Institute.
4. International Institute of Business Analysis. (2015). *A Guide to the Business Analysis Body of Knowledge (BABOK Guide) (3rd ed.)*. Toronto, ON: IIBA.
5. Wiegers, K., & Beatty, J. (2013). *Software Requirements (3rd ed.)*. Redmond, WA: Microsoft Press.
6. Sutherland, J., & Schwaber, K. (2020). *The Scrum Guide: The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game*. Scrum.org. Retrieved from <https://scrumguides.org/>
7. Anderson, D. J. (2010). *Kanban: Successful Evolutionary Change for Your Technology Business*. Sequim, WA: Blue Hole Press.
8. Boehm, B. W. (1981). *Software Engineering Economics*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

9. Gemino, A., Horner Reich, B., & Serrador, P. (2021). *Agile, traditional, and hybrid approaches to project success: Is hybrid a poor second choice?* Project Management Journal, 52(2), 161–175. <https://doi.org/10.1177/8756972820973082>.
10. Al-Zarooni, M., & Al-Rubaii, M. (2023). *Hybrid Project Management between Traditional Software Development Lifecycle and Agile Based Product Development for Future Sustainability*. Sustainability, 15(2), 1121. <https://doi.org/10.3390/su15021121>.
11. Gonçalves, R. Q., & Von Wangenheim, C. G. (2023). *Teaching undergraduate students to think like real-world systems engineers: A technology-based hybrid learning approach*. Systems Engineering, 26(4), 345-360. <https://doi.org/10.1002/sys.21683>.
12. Dragicevic, N., & Bosnjak, S. (2022). *Requirements Engineering for Internet of Things (IoT) Software Systems Development: A Systematic Mapping Study*. Applied Sciences, 12(15), 7582. <https://doi.org/10.3390/app12157582>.

*Статтю представив д-р техн. наук, проф. НТУ "ХПІ" Заковоротний О.Ю.*

*Поступила (received) 24.12.2025*

*Стаття прийнята до друку 14.01.2026*

*Опублікована 27.02.2026*

Glavchev Maksym, Cand. Sci. Econ., Professor,  
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"  
Str. Kirpichova, 2, Kharkov, Ukraine, 61002  
Tel: (066) 784-82-27, e-mail: Maksym.Glavchev@khpi.edu.ua  
ORCID ID: 0000-0001-9670-9118

Hlavcheva Yuliia, PhD, Director of the Scientific and Technical Library,  
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"  
Str. Kirpichova, 2, Kharkov, Ukraine, 61002  
Tel: (066) 752-82-41, e-mail: Yuliia.Hlavcheva@khpi.edu.ua  
ORCID ID: 0000-0001-7991-5411

Dmytro Hlavchev, PhD, Associate Professor,  
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Ukraine  
Tel: (099) 304-98-07, e-mail: Dmytro.Hlavchev@khpi.edu.ua  
ORCID ID: 0000-0003-4248-4819

Daria Hlavcheva, Head of Business Development,  
Limited Liability Company "KeenEthics", Lviv, Ukraine  
Tel: (066) 599-82-70, e-mail: gafina99@gmail.com  
ORCID ID: 0000-0001-6990-6845

УДК 005.8:004.414

**Синергія управління та бізнес-аналізу в підготовці ІТ-фахівців: методологічний аспект / Главчев М.І., Главчева Ю.М., Главчев Д.М., Главчева Д.М. // Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Інформатика та моделювання. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2026. – № 1 (15). – С. 95 – 107.**

Здійснено аналіз методичних засад компоненту "Управління та бізнес-аналіз ІТ-проєктів" для спеціальності «Комп'ютерна інженерія». Обґрунтовано необхідність інтеграції компетенцій проєктного менеджменту та бізнес-аналізу для реалізації програмно-апаратних систем. Розглянуто еволюцію управлінських парадигм у контексті підготовки фахівців. Іл.: 5. Бібліогр.:12 назв.

**Ключові слова:** управління ІТ-проєктів; проєктний менеджмент; бізнес-аналіз; програмно-апаратні системи; управлінські парадигми; підготовка фахівців.

UDC 005.8:004.414

**Synergy of Management and Business Analysis in IT Specialists Training: Methodological Aspect / Glavchev M.I., Hlavcheva Y.M., Hlavchev D.M., Hlavcheva D.M. // Herald of the National Technical University "KhPI". Series of "Informatics and Modeling". – Kharkiv: NTU "KhPI". – 2026. – № 1 (15). – P. 95 – 107.**

The analysis of the methodological foundations of the educational component "IT Project Management and Business Analysis" for the "Computer Engineering" specialty is carried out. The necessity of integrating project management and business analysis competencies for the implementation of software-hardware systems is substantiated. The evolution of management paradigms in the context of specialists' training is examined. Figs.: 5. Refs.: 12 items.

**Keywords:** IT project management; project management; business analysis; software-hardware systems; management paradigms; specialists training.