УДК 004
DOI: https://doi.org/10.32782/business-navigator.78-49

Гужва В.М.
кандидат економічних наук, доцент,
професор кафедри інформаційних систем в економіці
Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0379-1480

Huzhva Volodymyr
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
Professor of the Department of Information Systems in Economics
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

АРХІТЕКТУРНИЙ ПІДХІД ДО ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ АКАДЕМІЧНИХ УСТАНОВ

ARCHITECTURAL APPROACH TO THE DIGITAL TRANSFORMATION OF ACADEMIC INSTITUTIONS

У статті досліджено архітектурний підхід до цифрової трансформації академічних установ. Визначено основні виклики: фрагментарність процесів, труднощі інтеграції інформаційних систем, неефективне використання ресурсів. Проаналізовано концепцію корпоративної архітектури (Enterprise Architecture, EA) як стратегічного інструменту управління цифровими змінами. Запропоновано методологію планування EA, що поєднує цифровізацію освітніх програм та інституційну трансформацію. Проведено порівняльний аналіз сучасних архітектурних фреймворків і програмних засобів для моделювання цифрової трансформації. Визначено перспективи подальших досліджень, зокрема інтеграцію різних архітектурних підходів, оцінку їх ефективності у сфері освіти та розробку спеціалізованих рішень для цифрової модернізації академічних установ, що сприятиме підвищенню їх конкурентоспроможності й стійкому розвитку цифрового середовища.

Ключові слова: цифрова трансформація, архітектура підприємства, академічні установи, архітектурні фреймворки, ARIS Express.

This article addresses the challenge of implementing digital transformation in academic institutions through an enterprise architecture approach. The research examines the theoretical foundations and practical aspects of using architectural frameworks and modeling tools for systematic digital transformation of educational organizations. The study provides a comparative analysis of popular enterprise architecture frameworks (TOGAF, Zachman Framework, ArchiMate, FEAF, Gartner Framework, DoDAF, and ARIS) and evaluates their applicability in academic environments. Key criteria for framework selection include focus areas, complexity levels, flexibility, and compatibility with other standards. Attention is given to specialized software tools for enterprise architecture modeling, such as Archi, BiZZdesign Enterprise Studio, Orbus iServer, Sparx Enterprise Architect, MEGA HOPEX, and ARIS products. The article presents recommendations for selecting appropriate architectural frameworks and modeling tools based on the institution's size, resources, and digital maturity level. It demonstrates the application of the architectural approach using ARIS Express software, showcasing model types essential for academic transformation: organizational charts, business process models (EPC and BPMN standards), and system landscape diagrams. Key findings indicate that a combined approach using multiple frameworks (e.g., TOGAF+ArchiMate for strategic planning, ARIS for process optimization, and Gartner Framework for quick wins) is most effective for digital transformation. The study provides guidelines for implementing enterprise architecture tools in various academic institutions, from small colleges to large universities. This research contributes to the understanding of enterprise architecture in educational settings and offers insights for institutions undertaking digital transformation initiatives. The findings are relevant for academic administrators, IT professionals, and decision-makers responsible for digital transformation strategies.

Keywords: digital transformation, enterprise architecture, academic institutions, architectural frameworks, ARIS Express.

Постановка проблеми. Сучасні академічні установи стикаються з необхідністю цифрової трансформації для адаптації до викликів інформаційного суспільства та забезпечення конкурентоспроможності на ринку освітніх послуг. Однак, як свідчить аналіз наукових публікацій та практичного досвіду, процес цифрової трансформації часто здійснюється фрагментарно, без системного підходу та належного врахування взаємозв'язків між різними компонентами академічної установи. Це призводить до неефективного використання ресурсів, складнощів у інтеграції різних інформаційних систем та недостатньої реалізації потенціалу цифрових технологій. Особливої актуальності набуває питання вибору та застосування архітек-

турного підходу до цифрової трансформації, який би забезпечував цілісне бачення процесів модернізації та дозволяв ефективно управляти змінами в академічних установах. При цьому важливим є не лише теоретичне обґрунтування такого підходу, але й визначення конкретних інструментів та методик його практичної реалізації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Успішність здійснення цифрової трансформації (ЦТ) академічних установах не в останню чергу залежить і від обраного підходу до її планування та реалізації. Багато науковців і ІТ-практиків досліджують проблематику розробки, вибору та застосування підходів до ЦТ. В статті Р. Гомеша та ін. [1] наголошується, що цифрова трансформація в закладах вищої освіти (ЗВО) є складним процесом, що вимагає стратегічних підходів і архітектурних рамок. Архітектура підприємства (*АП*) є вираженням основних стратегій організації в термінах бізнесу, застосунків і технологій, а також впливу, який вони мають на її процеси та функції. Однак, незважаючи на переваги АП та її можливу роль у ЦТ, спосіб, яким організації можуть скористатися АП у ЦТ, поки що слабо досліджений. Автори пропонують методологію, яка б дозволила здійснювати планування АП як інструменту для ЦТ. Гама Х-А. Перес [2] у своїй роботі пропонує архітектуру подвійної моделі (дані-знання) цифрової трансформації університету: цифровізація навчальних програм та інституційна цифровізація, тобто знання та дані. Е. Рівера-Гут'єррес та ін. [3] всебічно проаналізували підходи, які закладам вищої освіти слід застосовувати для цифрової трансформації. Зокрема, пропонується використовувати стратегічний підхід для вивчення концепцій, ініціатив, викликів і можливостей, пов'язаних із впровадженням цифрових технологій у постійно змінюваному академічному середовищі. А. Телукдарі та М. Мунсамі [4] у своїй статті аналізують операції вищих навчальних закладів та пропонують архітектуру для реалізації цифровізації на рівні установи. В роботі розглядаються функціональний і архітектурний підходи і запропоновано Модель Оцінки Цифрової Освіти (МОЦО) для дослідження традиційних і цифрових практик, а також для ідентифікації цифрових технологій, які можна впровадити. МОЦО демонструється шляхом порівняльного аналізу традиційних і віртуальних класів. І. Петковіч [5] акцентує увагу на тому, що термін «цифрова трансформація» стосується бізнес-підходу, що передбачає впровадження сучасних інформаційно-комунікаційних технології – хмарних обчислень, Інтернету речей, великих даних, блокчейну, штучного інтелекту та машинного навчання) та їх адаптацію до потреб користувачів. У статті пропонується модель ІКТ-екосистеми для вищої освіти, яка може ще більше підсилити та прискорити цифрову трансформацію у вищій освіті. М. Хафсі та С. Ассар [6] стверджують, що концепція архітектури підприємства може використовуватися як інструмент для практичної реалізації цифрової трансформації, та пропонують підхід, оснований на фреймворку TOGAF, для позиціонування АП як інструмента вирішення проблем у ініціативах цифрової трансформації. У статті М. Аленезі [7] обговорюються існуючі моделі впровадження цифрової трансформації у вищу освіту, а також окреслюються виклики, з якими стикаються вищі навчальні заклади в процесі цифрової трансформації. К. Сандкухл та Х. Леманн [8] звертають увагу на те, що цифровізація та цифрові стратегії часто обмежуються оцифруванням змісту лекцій та відкриттям доступу до навчальних модулів шляхом їх пропозиції в онлайн-форматі. Автори стверджують, що стратегії цифровізації повинні мати більш широкий фокус і що управління архітектурою підприємства може надати важливий внесок у структурування зусиль з цифровізації, а корпоративні або знаннєві портали можуть зіграти суттєву роль у реалізації цих стратегій. Ш. Кар та Р. Такурта [9] підкреслюють важливість інтеграції архітектури підприємства в процеси цифрової трансформації академічних установ, а також необхідність визначення відповідних факторів готовності для успішного впровадження нових технологій. Це дозволить академічним установам адаптуватися до змін і підвищити якість освітніх послуг. Р. Анварі та ін. [10] підкреслюють важливість цифрової трансформації для університетів, акцентуючи увагу на необхідності адаптації до нових технологій та створення інноваційних екосистем для забезпечення сталого розвитку. Цей підхід допоможе університетам більш ефективно реагувати на виклики сучасного світу та покращувати якість освіти. Н. Фелкауі в статті [11] підкреслює необхідність цифрової трансформації для підвищення ефективності громадських установ і освітніх процесів. Автор закликає до активного впровадження інформаційних технологій, освіти та підготовки, щоб ефективно використовувати їх для суспільного блага. Це вимагає зусиль у подоланні цифрового розриву та забезпеченні рівного доступу до технологій для всіх користувачів. В.Ф. Аббас та ін. в публікації [12] підкреслюють важливість розуміння викликів адаптації до цифрової трансформації у вищій освіті та вказують на потенціал архітектури підприємства як критичного інструменту для підтримки цих зусиль. Це, на думку авторів, повинно дозволити ВНЗ ефективніше реагувати на зміни та впроваджувати інновації в освітньому процесі. В статті О.Е. Камінського та ін. [13] зазначається, що цифрова трансформація вищої освіти в Україні є критично важливою для успішної адаптації до викликів четвертої промислової революції. Розробка стратегій, впровадження новітніх технологій та інтеграція національних освітніх ресурсів в єдину платформу можуть суттєво підвищити якість освіти та зрозумілість освітніх процесів. О.І. Захожай та ін. [14] констатують той факт, що на сьогоднішній день немає загальних підходів до цифрової трансформації вищих навчальних закладів, які могли б бути застосовані як єдине рішення, що відповідає вимогам підготовки висококваліфікованих спеціалістів для ринку праці. Пропонується ідея «цифрового університету» як екосистеми цифрових рішень (послуг), яка охоплює всі сфери діяльності сучасних вищих навчальних закладів (освітню, наукову, організаційну).

Формулювання завдання дослідження. Метою статті є теоретичне обґрунтування та розробка практичних рекомендацій щодо використання архітектурного підходу для цифрової трансформації академічних установ через: а) порівняльний аналіз існуючих архітектурних фреймворків та визначення їх придатності для застосування в академічних установах; б) оцінку сучасних програмних засобів моделювання архітектури підприємства та формування рекомендацій щодо

їх вибору; в) демонстрацію практичного застосування архітектурного підходу на прикладі використання програмного продукту ARIS Express для моделювання ключових аспектів діяльності академічної установи.

Виклад основного матеріалу. Архітектура підприємства (*Enterprise Architecture*, *EA*) – це концепція, що описує структуру та організацію підприємства, включаючи бізнес-процеси, інформаційні системи, технології та інші компоненти. Основна мета EA полягає в забезпеченні узгодженості між бізнес-стратегією та IT-інфраструктурою, що дозволяє організації ефективно досягати своїх цілей.

Термін «Enterprise Architecture» почав використовуватись у 80-х роках XX століття. Одним із перших авторів, які популяризували цю концепцію, був Джон А. Захман (John Zachman), який у 1987 році представив свою «Zachman Framework» – структуру для опису архітектури підприємства у статті [15]. Zachman Framework представляє собою модель, що використовує матрицю з *шести перспектив* («хто», «що», «де», «коли», «чому», «як») і *шести рівнів абстракції* для того, щоб структурувати дані, процеси та технології підприємства.

Архітектурний підхід передбачає комплексний і системний аналіз структури академічної установи, її бізнес-процесів, технологій та даних. Основні переваги цього підходу є: а) цілісність – забезпечення єдності технологічних, процесних і організаційних рішень; б) масштабованість – можливість розширення системи відповідно до потреб; в) інтероперабельність – забезпечення сумісності різних компонентів і платформ; г) безпека – впровадження механізмів захисту даних та систем та д) адаптивність – гнучкість до змін у зовнішньому середовищі та нових технологій.

До переліку критичних завдань, які дозволяє вирішувати архітектурний підхід, слід віднести: 1) інтеграцію даних із різних джерел в єдину екосистему; 2) забезпечення кібербезпеки та захисту персональних даних; 3) підвищення ефективності управління інфраструктурою та сервісами.

EA продовжує розвиватися і має велике значення для сучасного управління підприємствами та організаціями, оскільки допомагає організаціям адаптуватися до швидких змін у технологіях і бізнес-середовищі.

У 1990–2000-х роках з'явилися інші фреймворки – TOGAF, DoDAF, FEAF та ін. В таблиці 1 наведено перелік популярних фреймворків для EA та їх порівняльний аналіз на основі опрацювання матеріалів [16–23].

Усі розглянуті фреймворки мають різний фокус, складність, гнучкість та сфери застосування. Вибір залежить від потреб організації, її цілей, ресурсів та масштабу цифрової трансформації.

Цифрова трансформація академічних установ є багатогранним процесом, який охоплює інтеграцію нових технологій, оптимізацію бізнес-процесів, модернізацію IT-інфраструктури та орієнтацію на стратегічні цілі. Для цього необхідно враховувати унікальні потреби освітніх і наукових організацій, такі як: *управління даними та дослідженнями; автоматизація адміністративних і навчальних процесів; інтеграція із сучасними освітніми платформами* та *хмарними сервісами та забезпечення відповідності державним та міжнародним стандартам.*

На основі проведеного порівняння та його аналізу можна сформувати наступні рекомендації для академічних установ:

1) ***TOGAF + ArchiMate:*** а) рекомендується для великих академічних установ, які прагнуть створити інтегровану архітектуру, що охоплює всі аспекти цифрової трансформації: від бізнес-процесів до технологій; б) забезпечить системний підхід до управління проектами цифровізації (наприклад, впровадження хмарних платформ чи платформ управління навчальним процесом);

Таблиця 1

Порівняльний аналіз фреймворків для EA

Фреймворк	Сфокусованість	Складність	Гнучкість	Сумісність з іншими	Призначення
TOGAF (The Open Group Architecture Framework) [16]	Комплексна архітектура	Висока	Висока	Так	Бізнес, технології
Zachman Framework [17]	Моделювання, класифікація	Середня	Низька	Ні	Класифікація та аналіз
ArchiMate [18]	Візуалізація архітектури	Низька	Середня	Так	Додаток до TOGAF, моделювання
FEAF (Federal Enterprise Architecture Framework) [19]	Державні організації	Висока	Низька	Так	Управління IT-ресурсами
Gartner Enterprise Architecture Framework [20]	Бізнес-результати	Низька	Висока	Ні	Орієнтація на бізнес
DoDAF (Department of Defense Architecture Framework) [21]	Оборонні організації	Висока	Низька	Так	Міждисциплінарна інтеграція
ARIS (Architecture of Integrated Information Systems) [22]	Моделювання бізнес-процесів	Середня	Висока	Так	Оптимізація бізнес-процесів

Джерело: складено автором на основі [16–23]

2) ***ARIS:*** а) підходить для установ, які бажають зосередитися на оптимізації внутрішніх бізнес-процесів (наприклад, автоматизація адміністративних завдань чи управління фінансами); б) особливо може бути ефективним у поєднанні з ERP-системами (наприклад, SAP);

3) ***Gartner Framework:*** а) доцільний для установ, які тільки починають цифрову трансформацію та бажають швидко впровадити зміни, орієнтуючись на бізнес-результати; б) добре працює в середовищах, де важливі адаптивність та Agile-підходи;

4) ***FEAF:*** а) рекомендується для державних академічних установ або тих, які мають тісні зв'язки із державним сектором; б) забезпечує відповідність державним стандартам та інтеграцію з національними ініціативами цифровізації.

5) ***Zachman Framework:*** може використовуватися як основа для структурування процесів і аналізу даних, але для повної реалізації трансформації потребує інтеграції з іншими фреймворками (наприклад, TOGAF чи ARIS).

Для академічних установ із амбітними цілями цифрової трансформації найкраще підходить комбінація фреймворків, наприклад:

а) *TOGAF + ArchiMate* – для довгострокового стратегічного планування;

б) *ARIS* – для оптимізації внутрішніх процесів;

в) *Gartner Framework* – для швидкого досягнення короткострокових результатів.

При виборі фреймворку важливо враховувати масштаби установи, доступні ресурси, рівень цифрової зрілості та стратегічні пріоритети.

Моделювання архітектури підприємств є важливою складовою цифрової трансформації. Для цього використовуються спеціалізовані програмні продукти. В табл. 2 наведено порівняльний аналіз таких програмних продуктів на основі матеріалів [18; 24–29].

Виходячи з даних, наведених в таблиці, можна зробити наступні висновки щодо використання програмних продуктів для цифрової трансформації в рамках використання архітектурного підходу: 1) *для невеликих установ із обмеженим бюджетом:* Archi та ARIS Express є оптимальним вибором через безкоштовність, простоту у використанні та можливість роботи за стандартом ArchiMate чи ARIS. Однак через обмежений функціонал може знадобитися додаткове програмне забезпечення для аналізу та звітності; 2) *для установ середнього рівня з помірним бюджетом:* Sparx Enterprise Architect забезпечує широкий набір функцій за доступною ціною. Підтримка командної роботи та великий вибір діаграм роблять цей продукт придатним для впровадження EA. Але складний інтерфейс вимагає навчання; 3) *для масштабних проєктів у великих установах:* BiZZdesign Enterprise Studio і Mega HOPEX пропонують потужні функції аналізу змін, інтеграції бізнес-цілей та IT-архітектури, що є критичним для складних проектів. Проте висока вартість і потреба у спеціалізованому навчанні обмежують їхню доступність для невеликих установ; 4) *для гнучких і сценарних рішень:* Avolution ABACUS ідеально підходить для ситуацій, де важливим є моделювання різних сценаріїв. Його інтеграція з Excel і Power BI дозволяє швидко створювати звіти та аналізувати дані; 5) *для організацій, які використовують Microsoft-екосистему:* Orbus iServer забезпечує безперебійну інтеграцію з MS Office і SharePoint, що може бути корисним для установ, які

Таблиця 2

Порівняльний аналіз програмних продуктів

Програмний продукт	Вартість	Підтримувані стандарти	Особливості	Переваги	Недоліки
Archi [18]	Безкоштовний	ArchiMate	Мінімальний функціонал	Легкий у використанні, відкритий код	Обмежена функціональність
BiZZdesign Enterprise Studio [24]	Висока	ArchiMate, BPMN, UML	Потужний функціонал, інтеграція з BI	Широкий функціонал	Висока вартість
Orbus iServer [25]	Висока	TOGAF, ArchiMate, BPMN	Інтеграція з MS Office	Інтуїтивний інтерфейс	Залежність від Microsoft-екосистеми
Sparx Enterprise Architect [26]	Доступна	ArchiMate, UML, BPMN	Універсальність	Доступна ціна, командна робота	Складний інтерфейс
Mega HOPEX [27]	Дуже висока	TOGAF, ArchiMate	Орієнтована на великі корпорації	Потужний функціонал для аналізу ризиків	Дуже висока вартість
Avolution ABACUS [28]	Висока	TOGAF, BPMN, ArchiMate	Сценарне планування	Простота інтеграції з популярними інструментами	Менш популярний інструмент на ринку
ARIS Architect [29]	Висока	BPMN, EPC, ArchiMate та інші	Оптимізація бізнес-процесів, інтеграція з ERP	Розширений функціонал, інтеграція з SAP	Висока вартість, складність освоєння
ARIS Express [30]	Безкоштовний	BPMN, EPC	Легкий у використан-ні, швидке навчання	Інтуїтивний інтерфейс, зручний для навчання	Обмежений функціонал, відсутність масштабованості

Джерело; складено на основі [18; 24–30]

вже використовують ці інструменти. Проте залежність від Microsoft-інфраструктури може бути обмеженням для тих, хто використовує інші платформи.

Для реалізації цифрової трансформації в академічних установах за архітектурним підходом можна обрати різні інструменти залежно від масштабу проєкту, бюджету та технічних вимог. Резюмуючи вище сказане, можна рекомендувати наступне: для цифрової трансформації академічних установ з невеликим бюджетом варто розпочати з Archi чи ARIS Express як базових інструментів, доповнюючи їх іншими програмними продуктами для аналізу та звітності. Для складніших проєктів рекомендується Sparx Enterprise Architect, а для великих університетів або наукових центрів – BiZZdesign Enterprise Studio, Mega HOPEX та ARIS Architect. ARIS Architect підходить для академічних установ, які прагнуть оптимізувати бізнес-процеси разом із моделюванням архітектури. Завдяки підтримці стандарту BPMN (Business Process Modeling Notation) і інтеграції з ERP-системами, зокрема, SAP, цей інструмент є потужним рішенням для *комплексної цифрової трансформації*. Для великих університетів або організацій, які вже використовують ERP-системи, ARIS Architect може бути найкращим вибором, хоча вартість і складність освоєння залишаються значними бар'єрами.

Остаточний вибір інструмента залежить від специфіки цифрової трансформації, кількості зацікавлених сторін, технічних вимог і фінансових можливостей.

Практичний кейс. Використання програмного продукту ARIS Express для моделювання архітектури академічної установи. ARIS Express часто використовується для навчання, аналізу бізнес-процесів та підготовки до роботи з більш складними системами моделювання, такими як ARIS Architect. Для побудови архітектурної моделі підприємств та організацій в ARIS Express передбачені наступні типи моделей (рис. 1): 1) *організаційна діаграма* – відображає організаційні структури. Дозволяє ілюструвати взаємозв'язки між організаційними підрозділами, ролями та особами; 2) *ландшафт процесів* – надає огляд процесів, що створюють додаткову цінність у компанії. Також служить для відображення ієрархій; 3) *бізнес-процес* – дозволяє описувати процеси як послідовність подій та дій (в стандарті EPC – Event-driven process chain). Можуть бути додані IT-системи, організаційні елементи або дані; 4) *модель даних* – ілюструє структури даних за допомогою одиниць даних (сутностей), включаючи їхні взаємозв'язки та властивості; 5) *IT-інфраструктура* – надає можливість промоделювати IT-інфраструктуру підприємства чи організації. Дозволяє відображати мережі, включаючи апаратне забезпечення та IT-системи; 6) *ландшафт систем* – показує IT-системи, які використовує підприємство чи організація, та області (домени застосування), на які вони можуть бути поділені; 7) *діаграма BPMN* – дозволяє моделювати процеси згідно з нотацією Business Process Modeling Notation (BPMN 2.0); 8) *дошка* – використовується для збору та структурування ідей та завдань. Схожа на стикери, які використовуються з фліпчартами; 9) *загальна діаграма* – надає вибір графічних елементів, яким можна надати будь-яке необхідне значення. Тут можна відобразити вміст, який не охоплюється іншими моделями.

Нижче наведені приклади різних типів моделей, які можуть бути застосовані в рамках архітектурного підходу до цифрової трансформації академічних установ (рис. 2–5).

Рис. 1. Типи моделей для проектування архітектури підприємств в програмному продукті ARIS Express

Джерело: [30]

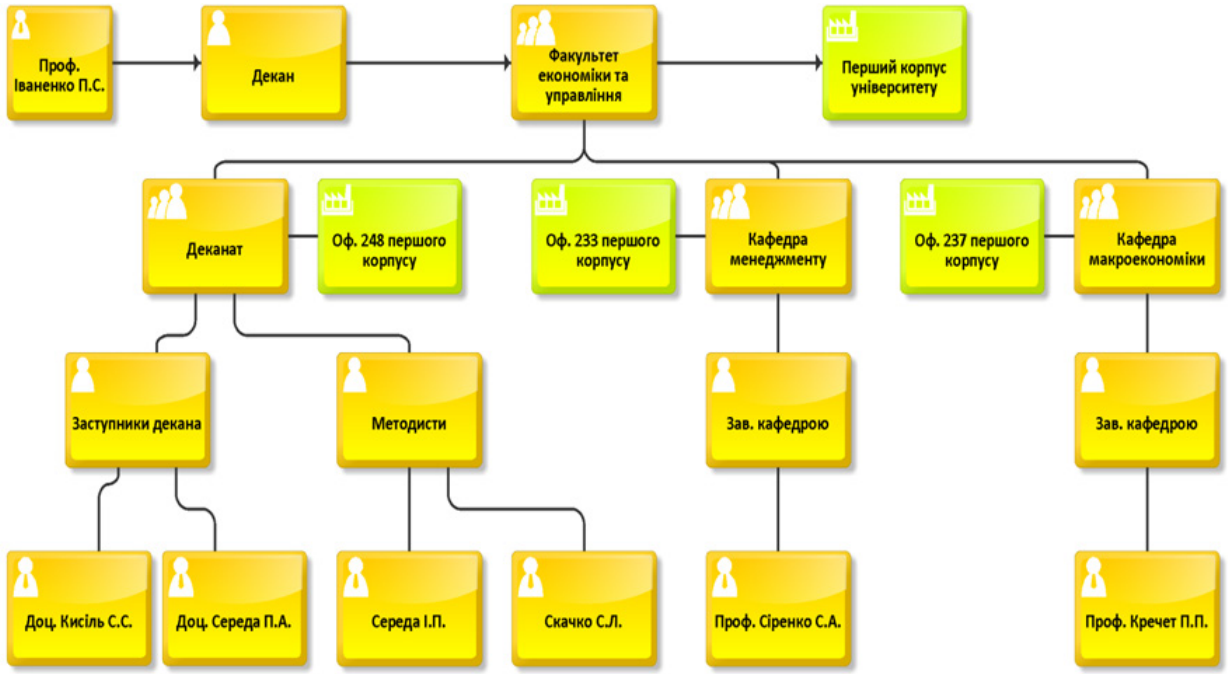

Рис. 2. Модель організаційної діаграми (для одного із факультетів університету)

Джерело: розроблено автором

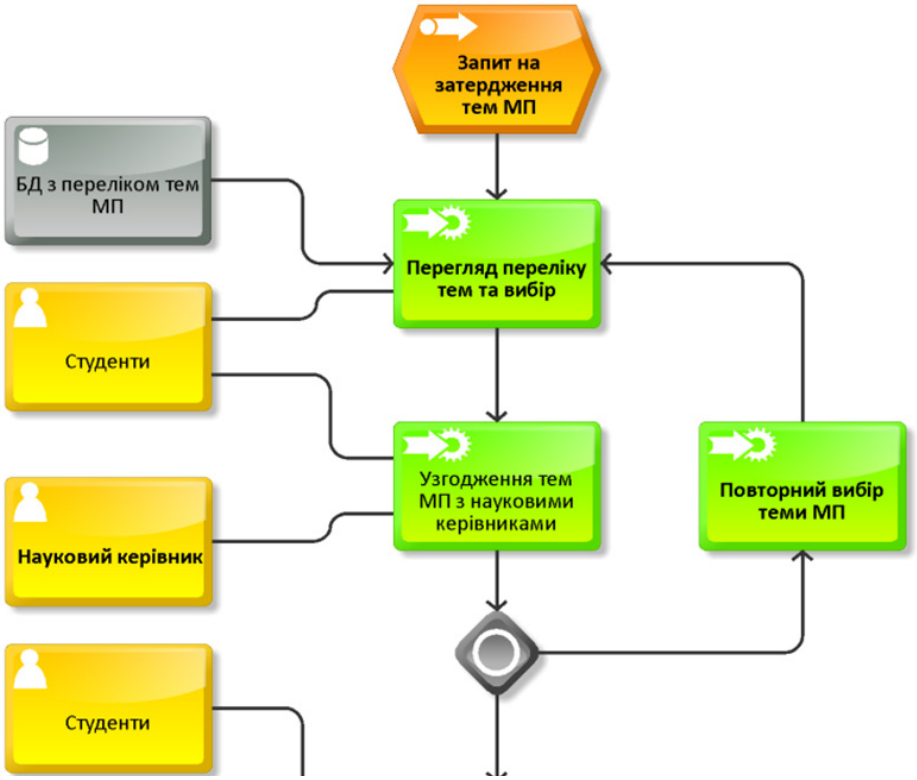

Рис. 3. Модель бізнес-процесу в стандарті EPC (Event-driven process chain) (фрагмент бізнес-процесу затвердження тем для написання магістерського проекту)

Джерело: розроблено автором

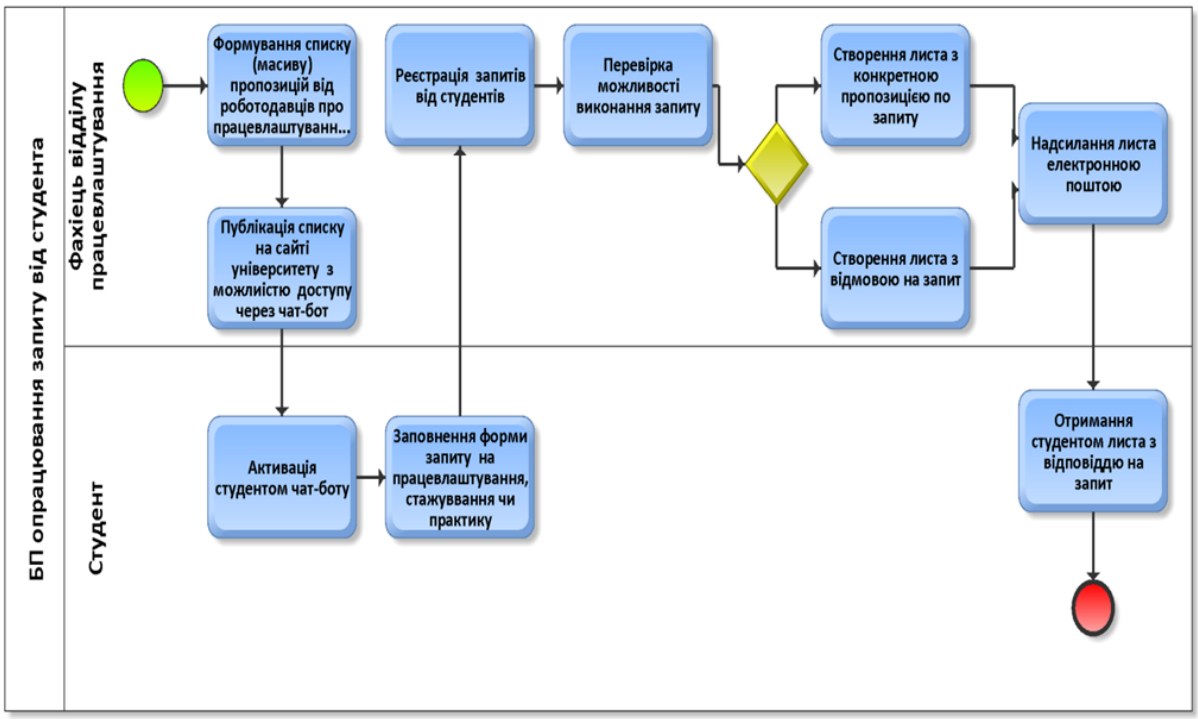

Рис. 4. Модель бізнес-процесу в стандарті BPMN (Business Process Modeling Notation) (бізнес-процес обробки запитів студентів до відділу працевлаштування університету)

Джерело: розроблено автором

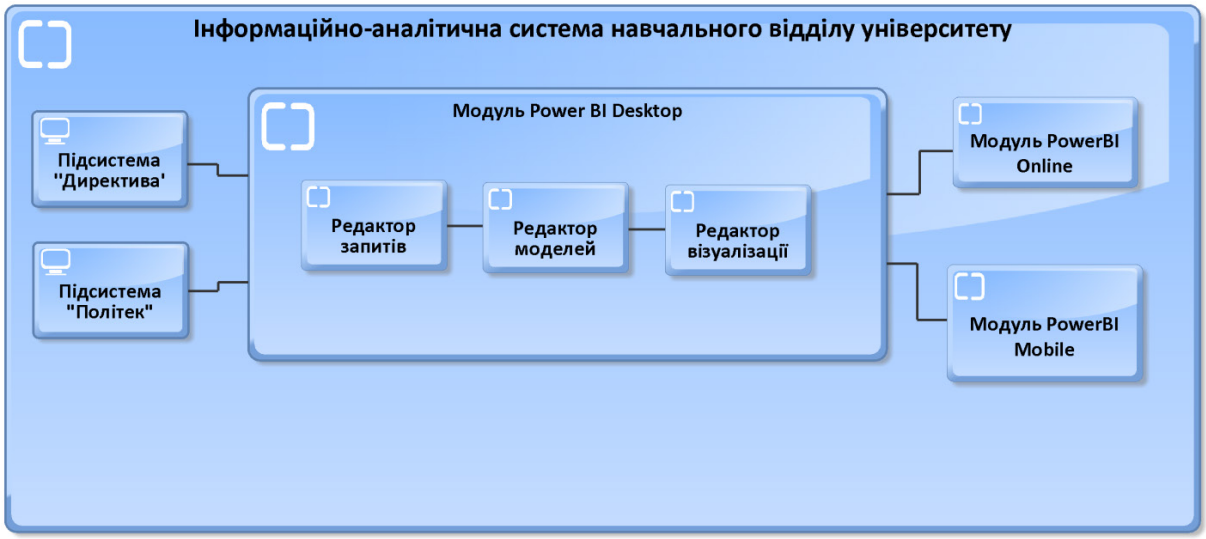

Рис. 5. Модель ландшафту систем (програмні компоненти інформаційно-аналітичної системи навчального відділу університету)

Джерело: розроблено автором.

Висновки. Цифрова трансформація академічних установ є складним і багатовимірним процесом. Архітектурний підхід виступає ефективним інструментом для стратегічного планування, оптимізації бізнес-процесів та інтеграції цифрових рішень у сфері вищої освіти. Перспективи подальших досліджень полягають у розробці методики оцінки ефективності впровадження архітектурного підходу в академічних установах та вивченні можливостей інтеграції різних архітектурних фреймворків для створення спеціалізованих рішень для освітнього середовища.

Список використаних джерел:

1. Gomes, Rui et al. (2020) EA in the Digital Transformation of Higher Education Institutions. 2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI). Pp. 1–6. DOI: https://doi.org/10.23919/CISTI49556.2020.9141086
2. Gama, Jesus Alfonso Perez (2018) Intelligent Educational Dual Architecture for University Digital Transformation. 2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). Pp. 1–9. DOI: https://doi.org/10.1109/FIE.2018.8658844
3. Rivera-Gutiérrez, Erika et al. (2024) Strategic approach to digital transformation in higher education institutions. ECORFAN Journal Spain. n. pag. DOI: https://doi.org/10.35429/ejs.2024.20.11.1.14
4. Telukdarie, Arnesh and Megashnee Munsamy (2019) Digitization of Higher Education Institutions. 2019 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM). Pp. 716–721. DOI: https://doi.org/10.1109/IEEM44572.2019.8978701
5. Petkovics, Imre (2018) Digital Transformation in Higher Education. DOI: https://doi.org/10.24368/JATES.V8I4.55
6. Hafsi, Mouaad and Saïd Assar (2016) What Enterprise Architecture Can Bring for Digital Transformation: An Exploratory Study. 2016 IEEE 18th Conference on Business Informatics (CBI) 02. Pp. 83–89. DOI: https://doi.org/10.1109/CBI.2016.55
7. Alenezi, Mamdouh (2021) Deep Dive into Digital Transformation in Higher Education Institutions. DOI: https://doi.org/10.3390/educsci11120770
8. Sandkuhl, Kurt and Holger Lehmann (2017) Digital Transformation in Higher Education – The Role of Enterprise Architectures and Portals. Digital Enterprise Computing. Available at: https://eprints.win.informatik.uni-rostock.de/516/1/Sandkuhl,%20Lehmann%202017.0%20-%20Digital%20Transformation%20in%20Higher%20Education.pdf
9. Kar, Sharmistha and Rahul Thakurta (2018) Planning for Digital Transformation: Implications for Institutional Enterprise Architecture. Pacific Asia Conference on Information Systems. Available at: https://web.archive.org/web/20200607104301/https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1330&context=pacis2018
10. Anvari, Roya et al. (2023) How Colleges and Universities Are Driving to Digital Transformation Today: Conceptual Model of Digital University (Designed for the University of Georgia). 2023 IEEE European Technology and Engineering Management Summit (E-TEMS), Pp. 153–158. DOI: https://doi.org/10.1109/E-TEMS57541.2023.10424620
11. Felkaoui, Nadjoua (2024) Basic Approaches to Digital Transformation Contexts in Higher Education: Reality and Dimensions, an 'Analytical Approach'. Pakistan Journal of Life and Social Sciences (PJLSS), n. pag. DOI: https://doi.org/10.57239/pjlss-2024-22.2.001289
12. Wan Faezah Abbas et al. (2021) Leveraging Enterprise Architecture for Digital Transformation Adaptation Challenges in Higher Education Institutions. Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT), n. pag. DOI: https://doi.org/10.17762/TURCOMAT.V12I3.1071
13. Kaminskyi, Oleg Ye. et al. (2018) Digital Transformation of University Education in Ukraine: Trajectories of Development in the Conditions of New Technological and Economic Order. *Information Technologies and Learning Tools,* no. 64, pp. 128–137. DOI: https://doi.org/10.33407/ITLT.V64I2.2083
14. Zakhozhai, O. I. et al. (2024) The digital university is a solution for the sustainable functioning and developing of higher education institutions in war and post-war times. International Scientific Journal of Universities and Leadership, n. pag. DOI: https://doi.org/10.31874/2520-6702-2024-17-8-21
15. Zachman, John. (1987) Zachman, J.: A Framework for Information Systems Architecture. *IBM Systems Journal,* no. 26, pp. 276–292. DOI: https://doi.org/10.1147/sj.263.0276
16. The TOGAF® Standard, 10th Edition. (2025). Available at: https://www.opengroup.org/togaf
17. About the Zachman Framework. (2025). Available at: https://zachman-feac.com/zachman/about-the-zachman-framework
18. Archi. The Open Source modelling toolkit for creating ArchiMate models and sketches – 27/01/2025 Available at: https://www.archimatetool.com/
19. FEAF – Federal Enterprise Architecture Framework. (2025). Available at: https://www.leanix.net/en/wiki/ea/feaf-federal-enterprise-architecture-framework
20. Jeffery Parker. What is gartner enterprise architecture framework? (2023). Available at: https://www.architecturemaker.com/what-is-gartner-enterprise-architecture-framework/
21. The DoDAF Architecture Framework Version 2.02. (2025). Available at: https://dodcio.defense.gov/library/dod-architecture-framework/
22. Scheer, AW., Schneider, K. (1998). ARIS – Architecture of Integrated Information Systems. ARIS – Architecture of Integrated Information Systems. In: Bernus, P., Mertins, K., Schmidt, G. (eds.). Handbook on Architectures of Information Systems. International Handbooks on Information Systems. Springer, Berlin, Heidelberg. DOI: https://doi.org/10.1007/3-540-26661-5_25
23. Frameworks. (2025). Available at: https://enterprisearchitecture.work/docs/frameworks/
24. Enterprise architecture for the world's most demanding organizations. (2025). Available at: https://bizzdesign.com/
25. Orbus iServer: Enterprise Transformation Platform. (2025). Available at: https://www.orbussoftware.com/product/iserver
26. Make Your Vision a Reality. Enterprise Architect. (2025). Available at: https://sparxsystems.com/
27. MEGA HOPEX Platform. One Hub. Endless Collaboration. (2025). Available at: https://www.mega.com/hopex-platform
28. Leading Enterprise Architecture Tool. Enterprise Architecture, Modeling, Roadmapping & Collaboration. (2025). Available at: https://www.avolutionsoftware.com/abacus/
29. ARIS Architect. Quick Start Guide. (2025). Available at: https://ariscommunity.com/system/files/Quick%20Start%20Guide%20ARIS%20Architect.pdf
30. ARIS Express – Free Modeling Software. (2025). Available at: https://ariscommunity.com/aris-express