

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Західноукраїнський національний університет
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій
Кафедра інформаційно-обчислювальних систем і управління

КРИШТАЛЬ Руслан Андрійович

Управління освітніми проєктами у сфері розробки програмного забезпечення /
Management of educational projects in the area of software development

спеціальність: 122 - Комп'ютерні науки
освітньо-професійна програма - Комп'ютерні науки

Кваліфікаційна робота

Виконав студент групи КНУПм-21
Р. А. Кришталь

Науковий керівник:
к.т.н., доцент І.В. Турченко

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту:
«___» _____ 20__ р.
В.о. завідувача кафедри
_____ Н.В. Дзюбановська

Тернопіль - 2025

Факультет комп'ютерних інформаційних технологій
Кафедра інформаційно-обчислювальних систем і управління
Освітній ступінь «магістр»
спеціальність: 122 – Комп'ютерні науки
освітньо-професійна програма – Комп'ютерні науки

ЗАТВЕРДЖУЮ
В.о. завідувача кафедри
Н.М. Васильків
« ____ » _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ
КРИШТАЛЬ Руслан Андрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи

Управління освітніми проєктами у сфері розробки програмного забезпечення
/ Management of educational projects in the area of software development

керівник роботи к.т.н., доцент І.В. Турченко

затверджені наказом по університету від 20 грудня 2024 року № 938.

2. Строк подання студентом закінченої кваліфікаційної роботи 1 грудня 2025 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: завдання на кваліфікаційну роботу студента, наукові статті, технічна література.

4. Основні питання, які потрібно розробити

- огляд предметної області управління освітніми проєктами у сфері розробки програмного забезпечення;

- аналіз методів і методологій управління освітніми проєктами;

- дослідження моделей управління освітніми проєктами у сфері розробки програмного забезпечення;

- обґрунтування та розробка інтегрованої моделі управління освітніми проєктами;

- практична імплементація інтегрованої моделі управління освітнім проєктом;

- оцінювання ефективності впровадження запропонованої моделі управління освітнім проєктом.

5. Перелік графічного матеріалу у роботі

- схема архітектури адаптивної системи навчання;

- схема цифрової освітньої екосистеми управління освітнім проєктом;

- структурно-функціональна схема інтегрованої моделі управління освітнім проєктом;

- графіки оцінювання ефективності впровадження інтегрованої моделі управління.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 20 грудня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Затвердження теми кваліфікаційної роботи, ознайомлення з літературними джерелами та складання плану роботи.	до 01.01. 2025 р.	
2	Написання 1 розділу кваліфікаційної роботи	до 01.03. 2025 р.	
3	Написання 2 розділу кваліфікаційної роботи	до 20.05.2025 р.	
4	Написання 3 розділу кваліфікаційної роботи	до 28.10. 2025 р.	
5	Представлення попереднього варіанту кваліфікаційної роботи, перевірка та внесення змін керівником	до 11.11.2025 р.	
6	Опрацювання зауважень та представлення завершеного варіанту кваліфікаційної роботи. Підготовка супроводжуючих документів.	до 25.11.2025 р.	
7	Перевірка кваліфікаційної роботи на оригінальність тексту.	до 1.12.2025 р.	
8	Оформлення кваліфікаційної роботи та отримання допуску до захисту	до 04.12.2025 р.	
9	Подання кваліфікаційної роботи до захисту на засіданні атестаційної комісії.	до 14.12. 2025 р.	

Студент _____ Р.А. Кришталь
підпис

Керівник роботи _____ к.т.н., доцент І.В. Турченко
підпис

РЕЗЮМЕ

Кваліфікаційна робота на тему «Управління освітніми проєктами у сфері розробки програмного забезпечення» на здобуття освітнього ступеня «Магістр» зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» освітньої програми «Управління проєктами» написана обсягом в 68 сторінок і містить 9 ілюстрацій, 7 таблиць, 1 додаток та 40 використаних джерела.

Метою кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності підготовки фахівців з розробки програмного забезпечення шляхом розроблення та впровадження інтегрованої моделі управління освітніми проєктами, що поєднує гнучкі методології, цифрові інструменти та аналітику даних.

Методи досліджень: системний аналіз, порівняльний аналіз методологій управління (Waterfall, Agile, Scrum), проєктно-орієнтований підхід, методи математичної статистики та факторного аналізу для оцінювання ключові показники ефективності, моделювання управлінських процесів.

Результати дослідження: розроблено та обґрунтовано концептуальну модель управління освітніми проєктами, яка інтегрує стратегічний, тактичний та операційний рівні управління. Вдосконалено методику використання гнучких методологій (Scrum, Kanban) в навчальному процесі та адаптовано їх для початківців. Впроваджено елементи гейміфікації та цифрову екосистему (LMS, Trello, Data Analytics), що дозволило підвищити рівень задоволеності учнів до 87% та успішність виконання практичних проєктів до 92%.

Результати роботи можуть успішно застосовуватися у закладах вищої та професійної освіти, спеціалізованих ІТ-школах та корпоративних навчальних центрах для організації та управління проєктами з підготовки розробників програмного забезпечення.

Ключові слова: УПРАВЛІННЯ ОСВІТНІМИ ПРОЄКТАМИ, AGILE, SCRUM, ГЕЙМІФІКАЦІЯ, ІТ-ОСВІТА, КОМПЕТЕНТНІСНИЙ ПІДХІД, ПРОЄКТНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ.

ABSTRACT

Qualification work on the topic "Management of educational processes in the field of software development" for the Master's degree in specialty 122 "Computer Science" of the educational program "Project Management" is written on 68 pages and contains 9 illustrations, 7 tables and 40 references.

The goal of the qualification work is to increase the efficiency of software development specialists' training by developing and implementing an integrated educational project management model that combines Agile methodologies, digital tools, and data analytics.

Research methods: system analysis, comparative analysis of management methodologies (Waterfall, Agile, Scrum), Project-Based Learning, methods of mathematical statistics and factor analysis for KPI evaluation, modeling of management processes.

Research results: a conceptual model of educational process management integrating strategic, tactical, and operational levels has been developed and substantiated. The methodology of using Agile methodologies (Scrum, Kanban) in the educational process has been improved and adapted for beginners. Elements of gamification and a digital ecosystem (LMS, Trello, Data Analytics) were introduced, which increased student satisfaction to 87% and the success rate of practical projects to 92%.

The results of the work can be successfully applied in higher and vocational education institutions, specialized IT schools, and corporate training centers to organize and manage the process of training software developers.

Keywords: EDUCATIONAL PROJECT MANAGEMENT, AGILE, SCRUM, GAMIFICATION, IT EDUCATION, LMS, COMPETENCE-BASED APPROACH, PROJECT MANAGEMENT.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Аналіз предметної області і постановка задачі дослідження	10
1.1 Особливості та виклики управління освітніми проєктами у сфері розробки програмного забезпечення в умовах цифрової трансформації.....	10
1.2 Аналіз відомих рішень у сфері управління освітніми проєктами	12
1.3 Постановка задачі дослідження.....	17
Висновки до розділу 1	20
2 Методологічні підходи до управління освітніми проєктами у сфері розробки програмного забезпечення.....	22
2.1 Методологічні основи управління освітніми проєктами у сфері розробки програмного забезпечення.....	22
2.2 Ключові моделі управління освітніми проєктами у сфері розробки програмного забезпечення.....	27
2.3 Теоретичні узагальнення та концептуальні основи управління освітніми проєктами у сфері розробки програмного забезпечення	31
Висновки до розділу 2	34
3 Практична реалізація інтегрованої моделі управління освітніми проєктами.....	35
3.1 Впровадження інтегрованої моделі управління освітнім проєктом у сфері розробки програмного забезпечення	35
3.2 Практичне впровадження інструментів та методологій	38
3.3 Оцінювання ефективності впровадження запропонованої моделі та інструментів гейміфікації	42
Висновки до розділу 3	47
Висновки.....	48
Список використаних джерел.....	50
Додаток А. Копії опублікованих результатів	54

ВСТУП

Актуальність теми. В умовах стрімкої цифровізації суспільства трансформація освітніх проєктів стає надзвичайно важливою умовою забезпечення якості підготовки фахівців. Особливої гостроти це питання набуває у сфері розробки програмного забезпечення, де динаміка технологічних змін вимагає від закладів освіти переходу від традиційної трансляції знань до компетентнісного підходу та формування адаптивних навичок. Це зумовлює необхідність модернізації управлінських проєктів, спрямування ресурсів на вдосконалення внутрішніх процедур та підвищення конкурентоспроможності освітніх програм відповідно до вимог ринку праці та міжнародних стандартів.

Ефективне керування проєктами у сфері інформаційних технологій сьогодні неможливе без інтеграції цифрових екосистем. Планування, координація та моніторинг навчального процесу дедалі частіше реалізуються через системи управління навчанням та аналітичні платформи, що забезпечують прозорість оцінювання та персоналізацію освітніх траєкторій.

Водночас, специфіка підготовки фахівців у сфері розробки програмного забезпечення вимагає впровадження інноваційних методик, таких як гейміфікація, змішане та проєктне навчання. Використання елементів ігрового дизайну та вирішення реальних практичних випадків стимулюють мотивацію здобувачів та сприяють формуванню гнучких компетентностей, необхідних для роботи в команді.

Ключовим фактором успіху в цьому контексті стає застосування професійних методологій управління проєктів в освіті. Кожна освітня програма має розглядатися як окремий проєкт із чітко визначеними цілями, ресурсами, часовими рамками та ризиками. Це актуалізує роль керівника освітнього проєкту, здатного забезпечити ефективну взаємодію стейкхолдерів та досягнення запланованих ключових показників ефективності.

Таким чином, управління освітніми проєктами у сфері розробки програмного забезпечення постає як комплексна діяльність, що потребує органічного поєднання педагогічних принципів, стратегій та сучасних інформаційних технологій.

Отже, актуальність теми дослідження зумовлена нагальною необхідністю розроблення та впровадження сучасних управлінських підходів у сфері підготовки фахівців розробки програмного забезпечення, які відповідають викликам цифрової трансформації, специфіці воєнних і післявоєнних умов, а також світовим тенденціям розвитку освіти інформаційних технологій.

Мета і завдання дослідження. Метою кваліфікаційної роботи є вдосконалення підходу до управління освітніми проєктами у сфері розробки програмного забезпечення.

Для досягнення мети необхідно виконати наступні завдання:

- проаналізувати сучасні підходи до управління освітніми проєктами у сфері розробки програмного забезпечення та визначити їх відповідність вимогам цифрової трансформації освіти й підготовки майбутніх фахівців;
- дослідити можливості та обмеження класичних і гнучких методологій управління освітніми проєктами, а також виявити методологічні прогалини в організації навчального процесу для початківців у сфері програмної інженерії;
- обґрунтувати доцільність застосування інтегрованої моделі управління освітніми проєктами, що поєднує планування, компетентнісний підхід, проєктну організацію навчання, цифрові засоби та аналітичну підтримку;
- розробити та імплементувати практичну модель управління освітнім проєктом із використанням елементів гейміфікації, спрямованих на підвищення навчальної мотивації, активізацію пізнавальної діяльності та залученості здобувачів освіти;
- оцінити ефективність запропонованої інтегрованої моделі управління освітнім проєктом шляхом експериментальної перевірки з використанням цифрових освітніх та аналітичних інструментів і визначити її вплив на формування професійних компетентностей здобувачів освіти.

Об'єкт дослідження - процеси управління освітніми проєктами у сфері розробки програмного забезпечення.

Предметом дослідження є методи, моделі, інструменти та підходи управління освітніми проєктами у сфері розробки програмного забезпечення.

Методи дослідження: аналіз наукових джерел, порівняльний аналіз практик управління освітніми проєктами, системний підхід, моделювання управлінських процесів.

Результати дослідження: розроблено модель управління освітніми проєктами у сфері програмного забезпечення, яка базується на синтезі гнучких методологій, компетентнісного підходу та адаптивних цифрових технологій.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості використання запропонованих підходів для імплементації в освітній проєкт у сфері розробки програмного забезпечення.

Публікації та апробація кваліфікаційної роботи. Результати дослідження опубліковані у матеріалах міжнародної науково-теоретичної конференції «Наукові інновації: теоретичні підходи та практичний вплив», 8-10 грудня 2025 року, Неаполь, Італія і матеріалах міжнародної науково-практичної конференції «Дослідження у сфері науки, технологій та економіки», 10-12 грудня 2025 року, Люксембург, Люксембург (Додаток А).

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ І ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Особливості та виклики управління освітніми проєктами у сфері розробки програмного забезпечення в умовах цифрової трансформації

У сучасних умовах цифрової трансформації суспільства питання ефективного управління освітніми проєктами у сфері розробки програмного забезпечення набуває особливої актуальності. Область розробки програмного забезпечення є одним із ключових драйверів економічного розвитку України, тому якість підготовки фахівців безпосередньо впливає на інноваційний потенціал держави. Постійна еволюція технологій, поява нових мов програмування, фреймворків і методологій (Agile, Scrum, DevOps, Kanban тощо) вимагають від закладів освіти здатності оперативно оновлювати навчальний контент та впроваджувати сучасні підходи до управління освітньою діяльністю.

Розвиток цифрових технологій обумовив зміну освітньої парадигми: від традиційної, орієнтованої переважно на передачу знань, до компетентнісної, що базується на формуванні практичних навичок, здатності до самостійного навчання та критичного мислення здобувачів освіти. Управління освітніми проєктами у цій сфері передбачає використання сучасних інструментів - систем управління навчанням, інтерактивних освітніх платформ, цифрових аналітичних систем і методів моніторингу освітніх результатів. Як зазначає ЮНЕСКО [16], інформатизація освіти має не лише технічний, а й управлінський вимір, оскільки ефективне використання цифрових інструментів можливе лише за наявності гнучкої системи управління, орієнтованої на результат.

Пандемія COVID-19 та подальші кризові явища, спричинені війною в Україні, актуалізували потребу у побудові стійких освітніх систем, здатних адаптуватися до змінних умов. Заклади освіти були змушені у стислі строки перейти до дистанційних і змішаних форматів навчання, що вимагало оперативних управлінських рішень, ефективної координації дій педагогічних колективів і впровадження технологічно підкріплених механізмів контролю якості навчання [10, 35]. У таких умовах роль управління освітнім проєктом істотно посилилася,

оскільки від його гнучкості залежали стабільність і безперервність освітньої діяльності.

Водночас у системі освіти України зберігається низка суттєвих викликів. Одним із найважливіших є цифрова нерівність між регіонами, що проявляється у різному рівні технічного забезпечення, доступу до інтернету, цифрової грамотності педагогів та учнів. В аналітичному звіті Eurydice “Digital transformation of education as a strategic path to resilience and innovation” [36] зазначається, що подолання цифрової нерівності є стратегічним пріоритетом у контексті підвищення якості та доступності освіти.

Важливим фактором є також стан ринку праці у сфері розробки програмного забезпечення. За даними порталу DOU.ua, кількість вакансій в секторі інформаційних технологій України у 2024-2025 роках має тенденцію до зростання, особливо в напрямках розробки веб додатків, науки про дані, штучного інтелекту/машинного навчання та вбудованих систем [7, 12]. Це свідчить про стійкий попит на висококваліфікованих фахівців, підготовка яких потребує сучасних підходів до управління навчальними програмами, високого рівня практичної орієнтації освітнього процесу та інтеграції реальних індустриальних кейсів у навчання.

Вітчизняні та зарубіжні дослідники (зокрема, Лещенко В.О., Pressman R., Sommerville I.) підкреслюють, що сучасні процеси управління освітніми проектами, а саме: планування, реалізація, моніторинг і оцінка, мають здійснюватися на основі структурованих моделей і гнучких методологій [4, 8]. Такий підхід дозволяє формувати освітні програми, які відповідають актуальним вимогам ринку інформаційних технологій, забезпечують ефективну взаємодію між викладачами, студентами та роботодавцями.

Згідно з дослідженнями Agile Alliance та науковців [13, 16], застосування гнучких підходів до реалізації проектів у сфері освіти сприяє підвищенню залученості студентів, адаптивності навчальних програм, розвитку критичного мислення та навичок командної роботи. Управління освітнім проектом у цьому контексті розглядається як динамічна система, що передбачає постійний аналіз

ефективності, рефлексію педагогічних практик і впровадження інноваційних технологій навчання.

Попри значну кількість праць, питання управління освітніми проєктами саме у сфері підготовки фахівців з розробки програмного забезпечення залишається недостатньо розробленим. В Україні лише частково реалізуються інтегровані підходи до управління освітніми проєктами, які поєднують педагогічні, технічні та управлінські аспекти. Значна частина освітніх програм залишається переважно теоретичною, з обмеженим практичним компонентом, що знижує конкурентоспроможність випускників на ринку праці.

Таким чином, актуальність дослідження зумовлена необхідністю:

- підвищення ефективності управління освітніми проєктами у сфері розробки програмного забезпечення;
- впровадження практико орієнтованих форм навчання;
- інтеграції цифрових технологій у систему управління освітніми проєктами;
- розроблення гнучких управлінських моделей, здатних реагувати на зміни ринку праці;
- підготовки фахівців, які володіють не лише технічними знаннями, а й навичками командної роботи, аналітики, критичного мислення та самоорганізації.

Отже, теоретичний і практичний аналіз свідчить, що успішний розвиток освітніх проєктів у сфері розробки програмного забезпечення неможливий без ефективної системи управління, що поєднує педагогічні принципи, інструменти та методології управління проєктами. Це визначає стратегічну важливість дослідження управління освітніми проєктами як чинника підвищення якості освіти інформаційних технологій та конкурентоспроможності українських фахівців на глобальному ринку праці.

1.2 Аналіз відомих рішень у сфері управління освітніми проєктами

Аналіз сучасної науково-методичної літератури та практик провідних освітніх установ свідчить про докорінну зміну парадигми в управлінні підготовкою

фахівців з розробки програмного забезпечення. Традиційні лекційно-семінарські моделі управління поступаються місцем інтегрованим підходам, що базуються на симуляції професійної діяльності, використанні проєктно-орієнтованого навчання та адаптації індустріальних методологій управління проєктами (Agile, Scrum).

У цьому підрозділі здійснено огляд наукових джерел та практичних випадків, що висвітлюють сучасні підходи до управління освітніми проєктами у сфері розробки програмного забезпечення.

Проєктно-орієнтоване навчання як базова навчальна модель слугує фундаментом сучасної освіти у сфері інформаційних технологій. Дослідження в [20] демонструють, що ізольоване вивчення дисциплін не забезпечує формування комплексних інженерних компетентностей. Натомість управління навчальним проєктом через наскрізні проєкти дозволяє студентам стикатися з реальними сценаріями розробки, невизначеністю вимог та необхідністю командної взаємодії.

Важливим аспектом управління такими проєктами є технічна інфраструктура. У [27] виокремлено «найкращі практики», ключовою з яких визначає обов'язкову інтеграцію інструментів управління контролю версіями наприклад Git та систем відстеження завдань. З управлінської точки зору це забезпечує прозорість виконання завдань та можливість об'єктивного оцінювання індивідуального внеску кожного учасника.

Найбільшого поширення набула практика перенесення методологій розробки програмного забезпечення безпосередньо на управління навчальними групами.

Щодо застосування Agile та Scrum, то в [27] заявлено, що найпоширенішим підходом є використання фреймворку Scrum у рамках курсових та дипломних проєктів [27]. Автор застерігає від формалізму: ефективність досягається лише тоді, коли здобувачі виконують реальні рольові функції (Scrum Master, Product Owner). У [29] запропоновано модель трансформації ролі викладача: педагог перестає бути транслятором знань, а переймає функції власника продукту або наставника з гнучких методологій, що дозволяє керувати невизначеністю та змінювати вимоги до проєкту в процесі реалізації.

У [13] емпірично підтверджено ефективність гнучких інструментів (планування спринтів, стендапи, ретроспективи, рецензування коду). Результати його дослідження показали, що порівняно з каскадною моделлю водопад, ітераційний підхід покращує організацію роботи та підвищує задоволеність студентів. Подібні висновки зробили автори в [22], які інтегрували Agile у навчальний курс під керівництвом старшого інженера. Студенти демонстрували вищий рівень технічної підготовки та відповідальності, що наближає навчання до реалій індустрії [27].

В [33] представлено результати комбінованого підходу (Scrum + Kanban). Поєднання спринтів із візуалізацією потоку завдань та обмеженнями роботи в процесі забезпечило високу прозорість управління та мотивацію студентів. Водночас, у [29] зазначено, що попри популярність Kanban в індустрії, в освіті бракує досліджень його системного впровадження, що вказує на наявність дослідницької прогалини.

Практика приватних академій у сфері розробки програмного забезпечення (SoftServe IT Academy, GoIT, EPAM University) підтверджує наукові тези: Scrum-підхід дозволяє ефективно розподіляти ролі та оптимізувати навчальні завдання [11, 12].

Ефективне управління неможливе без цифрової екосистеми, тому використання платформ (Moodle, Google Classroom, Canvas) дозволяє централізувати управління контентом та автоматизувати оцінювання. Це створює базу для моніторингу активності студентів [28].

Сучасні моделі управління спираються на аналітику даних. Інструменти, такі як Power BI, Tableau або Google Data Studio, дають змогу візуалізувати успішність у динаміці, виявляти прогалини в знаннях та прогнозувати результати, що є основою для прийняття обґрунтованих управлінських рішень [19].

Управління освітніми проектами у сфері розробки програмного забезпечення також базується на професійних стандартах. Аль-Зеваїрі та співавтори (Al-Zewairi et al., 2022) наголошують на використанні стандарту SWEBOK (Software

Engineering Body of Knowledge) замість загального PMBOK, акцентуючи на специфічних ризиках розробки програмного забезпечення [14].

Паралельно впроваджується модель стандартизація та компетентнісний підхід, де управління здійснюється не за часом, а за рівнем сформованості навичок (приклади: Coursera, Khan Academy, MIT OpenCourseWare). Це вимагає чіткої формалізації результатів навчання та індивідуальних траєкторій [10, 18].

На сьогодні сучасними технологіями є адаптивні системи та штучний інтелект. Адаптивні системи аналізують поведінку студента та автоматично коригують складність завдань. Перспективним напрямом є використання штучного інтелекту для персоналізації управління. Архітектура адаптивної системи навчання представлена на рисунку 1.1.

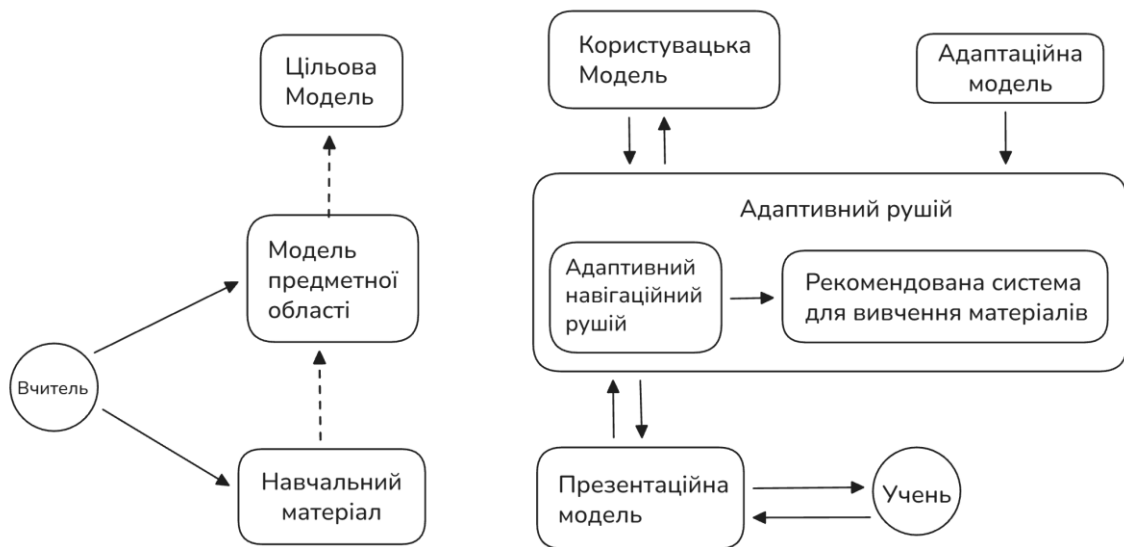


Рисунок 1.1 - Архітектура адаптивної системи навчання

Останні дослідження (Kostanyan & Fortino, 2025) показують, що інтеграція штучного інтелекту з Agile у STEM-освіті дозволяє автоматизувати рутинні операції та адаптувати траєкторії під потреби ринку [26]. Такий гібридний підхід (цифрова інфраструктура + Agile + штучний інтелект) створює синергійний ефект, підвищуючи гнучкість освітнього процесу, як зазначають Нейман та Бауманн [33].

Отже, сучасна модель управління базується на інтеграції цифрових інструментів, гнучких методологій та аналітики даних. Однак кожен із підходів має обмеження, які необхідно враховувати (Таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 - Обмеження сучасних управлінських підходів

Підхід	Обмеження
Системи керування навчанням	Потребує значного технічного супроводу та навчання персоналу
Agile/Scrum	Висока вимогливість до самодисципліни студентів та практичного досвіду викладача
Управління на основі даних	Складність інтерпретації даних та потреба у якісному їх зборі
Системи штучного інтелекту	Висока вартість впровадження, етичні питання та складність налаштування
Компетентнісне навчання	Потреба у точній формалізації компетентностей та зміні культури оцінювання

Аналіз відомих рішень свідчить, що найбільш перспективною є інтегрована модель управління, яка поєднує цифрову інфраструктуру (Системи управління навчанням, штучний інтелект), принципи гнучкого управління (Agile/Scrum) та орієнтацію на проєктну діяльність. Водночас виявлена "дослідницька прогалина" у систематизації використання методології Kanban та адаптації промислових стандартів для шкільної/початкової освіти у сфері розробки програмного забезпечення, що обґрунтовує доцільність розробки власної моделі в рамках даної магістерської роботи.

1.3 Постановка задачі дослідження

Аналіз актуальних тенденцій у сфері розробки програмного забезпечення та існуючих підходів до управління освітніми проєктами показує, що значна частина проблем пов'язана з недостатньою інтеграцією сучасних управлінських методів і технологічних інструментів у практику організації освітніх проєктів. Багато закладів освіти, які здійснюють підготовку фахівців у галузі програмної інженерії, потребують систематизованої моделі управління, що поєднує педагогічні принципи, цифрові технології та методи управління проєктами.

Основна наукова проблема полягає в обґрунтуванні ефективних управлінських підходів до організації освітніх проєктів у сфері розробки програмного забезпечення, які забезпечують гнучкість, результативність та адаптивність системи освіти до швидких технологічних змін.

Для розв'язання цієї проблеми у роботі передбачено виконання таких завдань дослідження:

Проаналізувати сучасні теоретичні моделі управління освітніми проєктами, що застосовуються в Україні та за кордоном.

При цьому враховуються моделі компетентнісного підходу, проєктні моделі, систем управління навчанням та гнучкі моделі. Дослідження Xiaoyang Chen демонструють, що впровадження концепцій управління освітою в еру штучного інтелекту сприяє підвищенню академічної успішності за рахунок персоналізації та адаптації ресурсів [15]. Nan та співавтори (2024) аналізують інтеграцію інтернету речей та штучного інтелекту у моделі управління навчальним процесом, показуючи переваги аналітичного підходу до розподілу ресурсів і персоналізації навчання [21].

Визначити критерії ефективності управління освітніми проєктами у сфері розробки програмного забезпечення.

До таких критеріїв можуть належати:

- рівень задоволеності учнів та батьків;

- ступінь сформованості компетентностей інформаційних технологій (програмування, алгоритмізація, командна робота тощо);
- кількість і якість реалізованих практичних проєктів;
- час реагування закладу на технологічні зміни (оновлення курсів, впровадження нових мов/фреймворків);
- показники залученості (відвідуваність, активність, виконання завдань);
- рівень співпраці з індустрією інформаційних технологій (наявність менторів, індустріальних кейсів, стажувань).

Дослідження щодо використання інструментів штучного інтелекту в управлінні освітою свідчать, що аналіз даних і систематичний моніторинг суттєво підвищують ефективність освітніх проєктів [19].

Узагальнити досвід використання цифрових інструментів у процесі планування, моніторингу та оцінювання результатів навчання.

Цифрові інструменти - система управління навчанням (Moodle, Google Classroom), платформи аналітики даних, системи моніторингу успішності, гейміфіковані середовища, інтерактивні лабораторії - є невід'ємною складовою сучасного управління освітніми проєктами, особливо у сфері розробки програмного забезпечення. Стаття «The analysis of educational informatization management learning model under the IoT and AI» демонструє, як інтеграція інтернету речей та штучного інтелекту підтримує динамічне відстеження процесу навчання та адаптацію ресурсів до потреб учнів [21]. Метою завдання є огляд існуючих рішень, виявлення найкращих практик, визначення бар'єрів (недостатня кваліфікація викладачів, технічні обмеження, відсутність культури роботи з даними) та підготовка до їх впровадження у діяльність ІТ-школи.

Виявити недоліки чинних підходів до управління освітніми процесами та обґрунтувати шляхи їх удосконалення.

Серед поширених проблем:

- слабка адаптивність навчальних курсів до змін ринку інформаційних технологій;
- недостатня інтеграція практичних індустріальних кейсів у навчання;

- низький рівень цифрової грамотності частини педагогічного персоналу;
- нерівний доступ учнів до цифрових технологій;
- недосконалість системи збору та аналізу освітніх даних.

У статті [17] наголошується на етичних та приватних аспектах використання систем штучного інтелекту в управлінні освітою, що також необхідно враховувати при побудові нових моделей.

Розробити концептуальну модель управління освітніми процесами в закладах розробки програмного забезпечення, яка поєднує принципи Agile-менеджменту, аналітики освітніх даних та індивідуалізації навчання. Така модель повинна:

- спиратися на гнучкі методології (Agile, Scrum) для швидкого реагування на зміни;
- використовувати цифрові платформи й аналітику даних для моніторингу, планування та оцінювання;
- базуватися на компетентнісному підході, орієнтованому на формування практичних навичок;
- забезпечувати персоналізацію навчання і трекінг прогресу кожного учня;
- передбачати партнерство з індустрією та залучення менторів-практиків.

Розробка моделі передбачає опис її стратегічного, тактичного й операційного рівнів, механізмів взаємодії між адміністрацією, викладачами, учнями та представниками сфери розробки програмного забезпечення, визначення ролей, потоків інформації та каналів управління. Окремо мають бути сформульовані алгоритми впровадження моделі, критерії оцінювання її успішності та процедури адаптації до змін ринку.

Мета дослідження полягає у імплементації та обґрунтуванні теоретико-практичної моделі управління освітніми проєктами у сфері розробки програмного забезпечення, спрямованої на підвищення ефективності навчального процесу, мотивації здобувачів освіти та відповідності освітнього змісту актуальним потребам ринку інформаційних технологій.

Загальне завдання дослідження полягає у формуванні системи управління освітнім проектом, яка базується на застосуванні гнучких методологій управління (Agile, Scrum, Kanban), забезпечує цифровий супровід навчального процесу за допомогою систем управління навчанням, моніторингу та аналітики освітніх даних, а також орієнтується на реалізацію компетентнісного підходу, за якого результати навчання оцінюються з урахуванням рівня сформованості практичних умінь і навичок.

Запропонований підхід передбачає налагодження ефективної взаємодії між адміністрацією закладу освіти, викладачами та здобувачами освіти, а також створення умов для індивідуалізації навчальних траєкторій шляхом адаптації змісту й темпу навчання відповідно до потреб і можливостей учнів.

Таким чином, постановка задачі дослідження зосереджена на розробленні інтегрованої управлінської моделі, що поєднує педагогічні, організаційні та технологічні компоненти освітнього проекту і спрямована на підвищення ефективності управління освітніми проектами, покращення якості підготовки фахівців з розробки програмного забезпечення та формування конкурентоспроможного освітнього середовища в умовах цифрової трансформації освіти.

Висновки до розділу 1

1. В умовах цифрової трансформації ключовою умовою якісної підготовки фахівців з розробки програмного забезпечення є впровадження гнучких моделей управління та цифрових екосистем. Такий підхід забезпечує адаптивність навчального процесу до вимог ринку праці та дозволяє формувати конкурентоспроможних професіоналів з високим інноваційним потенціалом.

2. Аналіз підтвердив ефективність інтеграції проєктного навчання, гнучких методологій та цифрових інструментів. Водночас виявлена прогалина в адаптації методу Kanban для початківців обґрунтовує необхідність розробки вдосконаленої управлінської моделі.

3. Визначені мета і завдання спрямовані на розробку моделі управління, що інтегрує гнучкі методології та цифрові інструменти. Реалізація дослідження забезпечить адаптацію навчання до динаміки ринку та підвищення якості підготовки фахівців.

2 МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО УПРАВЛІННЯ ОСВІТНІМИ ПРОЄКТАМИ У СФЕРІ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

2.1 Методологічні основи управління освітніми проєктами у сфері розробки програмного забезпечення

Управління освітніми проєктами у сфері розробки програмного забезпечення є складною, багатокомпонентною діяльністю, що виходить за межі традиційного педагогічного процесу та інтегрує інструментарій професійного менеджменту. Ця діяльність передбачає системне використання сукупності методів, спрямованих на стратегічне планування, ресурсну організацію, поточний моніторинг та безперервне вдосконалення якості навчального процесу.

Специфіка підготовки фахівців у сфері розробки програмного забезпечення зумовлена високою динамічністю технологічного ландшафту: швидкою зміною мов програмування, фреймворків та інструментів розробки. Це вимагає від системи управління освітніми проєктами відмови від статичних моделей на користь гнучкості та адаптивності. Управлінський процес має забезпечувати не лише трансляцію знань, а й формування практичних інженерних компетентностей в умовах, наближених до реального виробництва.

Аналіз науково-методичної літератури дозволяє стверджувати, що сучасний методологічний апарат управління освітніми проєктами у сфері розробки програмного забезпечення формується шляхом конвергенції педагогічних технологій та індустріальних стандартів проєктного менеджменту (PMBOK, ISO 21500). З огляду на це, доцільним видається поєднання детермінованих (традиційних) підходів, що забезпечують стабільність навчальних планів, із гнучкими методологіями, які дозволяють оперативно реагувати на зміни вимог та прогрес здобувачів освіти.

Відповідно до усталеної класифікації, методи управління освітніми проєктами у сфері розробки програмного забезпечення можна поділити на дві фундаментальні групи:

Традиційні (класичні) методи управління ґрунтуються на послідовному життєвому циклі проєкту модель Водопад, де кожен етап навчання має чітко визначені часові рамки, фіксований зміст та передбачувані результати. Вони забезпечують структурну цілісність курсу та фундаментальність підготовки.

Гнучкі методи управління. Базуються на філософії Agile та включають такі фреймворки, як Scrum, Kanban, екстремальне програмування. Ці методи орієнтовані на ітераційність, інкрементальне нарощування складності завдань, постійний зворотний зв'язок та високий рівень автономії учасників освітнього процесу.

Вибір конкретного методу або їх комбінації залежить від етапу навчання, складності освітнього контенту та рівня підготовки цільової аудиторії. Нижче наведено детальний аналіз кожної групи методів та обґрунтування доцільності їх застосування в освітньому процесі.

Варто зазначити, що управління освітніми проєктами дедалі частіше розглядається крізь призму міжнародних стандартів. Зокрема, Васютяк та співавтори [37] у своєму дослідженні наголошують на доцільності застосування стандарту ISO 21500:2021 для управління ресурсами та якістю в освітніх закладах [37]. Автори стверджують, що оскільки освітній проєкт є нематеріальним, надзвичайно важливим стає впровадження специфічних індикаторів моніторингу на кожному етапі реалізації проєкту, що дозволяє оптимізувати використання обмежених ресурсів закладу. Такий підхід корелює з необхідністю стандартизації процесів у закладах підготовки спеціалістів у сфері розробки програмного забезпечення, де якість підготовки напряму залежить від ефективності розподілу менторського часу та технічних потужностей.

Класичний підхід до управління проєктами, відомий як модель водопад, передбачає послідовне проходження фіксованих етапів: аналіз вимог, проєктування, реалізація, тестування, впровадження та підтримка. У контексті освіти у сфері розробки програмного забезпечення це відповідає таким характеристикам:

- поетапність: навчальна програма жорстко поділяється на модулі (теорія, практика, підсумковий контроль), перехід між якими здійснюється після завершення попереднього;
- чітке планування: зміст курсів, кількість занять, форми контролю та очікувані результати визначаються на етапі розроблення програми й змінюються мінімально;
- низька гнучкість: коригування навчального плану в процесі реалізації є обмеженим, зміни вимагають перегляду всієї структури курсу;
- доцільність застосування: для курсів із фіксованою програмою (наприклад, базовий курс алгоритмізації або вступу до програмування), де зміст змінюється повільно.

Такий підхід забезпечує передбачуваність і структурованість, однак гірше відповідає умовам швидких технологічних змін, властивих сучасній сфері розробки програмного забезпечення.

Розуміння життєвого циклу освітнього проекту є фундаментом для вибору методології. Згідно з моделлю, запропонованою PM4DEV, життєвий цикл проекту розвитку включає шість фаз: ініціація, планування, виконання, моніторинг, адаптація та закриття [34].

Особливу увагу в контексті підготовки фахівців у сфері розробки програмного забезпечення слід приділити фазі адаптації. Як зазначається у джерелі, ця фаза є ключовою для середовищ із високим ступенем невизначеності, до яких належить і сфера освіти розробки програмного забезпечення. Вона дозволяє коригувати навчальні цілі та методи безпосередньо в процесі реалізації проекту, базуючись на результатах моніторингу успішності студентів та змінах у технологічних трендах

Гнучкі методології управління (Agile) виникли як відповідь на потребу швидко реагувати на зміни вимог і технологій. В освітньому середовищі ці підходи адаптуються до управління навчальними програмами, модулями та окремими освітніми проектами.

Ефективність гнучких методологій в освіті підтверджується не лише практикою, а й теоретичними дослідженнями. У роботі "Project Management and Education" проводиться паралель між Agile-менеджментом та конструктивістською теорією навчання [25]. Дослідники аргументують, що ітеративна природа Agile органічно співпадає з педагогічними принципами рефлексії та поетапного конструювання знань.

Це означає, що використання Scrum у навчанні програмуванню є не просто симуляцією виробничого процесу, а й науково обґрунтованим методом, що сприяє глибшому засвоєнню матеріалу через практику та постійний зворотний зв'язок

Ключові переваги гнучких методів:

- швидка адаптація навчальних програм - зміст курсу може оновлюватися за результатами кожної ітерації (спринту), додаються нові теми, інструменти, фреймворки;
- регулярний зворотний зв'язок - викладачі та учні оцінюють проміжні результати навчання, виявляють труднощі й коригують підходи;
- розвинена командна взаємодія - навчальні групи організуються як команди, у яких розподіляються ролі, відповідальність і завдання.

У практиці освіти інформаційних технологій елементи Scrum часто реалізуються у вигляді:

- «спринтів» - окремих навчальних модулів тривалістю 2-4 тижні, у межах яких учні працюють над конкретним навчальним проєктом або набором задач;
- «щоденних стендапів» - коротких синхронізацій на початку заняття, де обговорюються досягнення, труднощі та план на поточне заняття;
- «ретроспектив» - підсумкових обговорень, під час яких аналізується, що вдалося, що потребує покращення та які зміни слід внести в наступний модуль.

Методологія Kanban може застосовуватися для візуалізації навчальних задач (дошки «Виконати», «В процесі», «Готово»), що спрощує управління навантаженням учнів і викладачів.

Враховуючи обмеження як жорстких традиційних моделей, так і повну невизначеність гнучких методологій на початкових етапах навчання, в сучасній

освітній практиці набуває поширення гібридний підхід. Ця модель являє собою синтез предиктивних Водопад та адаптивних (Agile) методів управління, що дозволяє використовувати переваги обох систем залежно від етапу життєвого циклу освітнього проекту.

Сутність гібридного підходу в контексті підготовки фахівців у сфері розробки програмного забезпечення полягає у розмежуванні рівнів управління:

Макрорівень (Стратегічне планування): здійснюється за принципами каскадної моделі. На цьому рівні чітко визначаються навчальні цілі, фіксуються терміни початку та завершення курсу, затверджуються вимоги до фінального кваліфікаційного проекту та критерії оцінювання. Це створює необхідну для освітнього процесу структурну рамку та дисципліну.

Мікрорівень (Операційна реалізація): здійснюється за гнучкими методологіями (Scrum або Kanban). Безпосередня розробка навчальних проектів, написання коду та виконання лабораторних робіт відбуваються ітеративно. Студенти працюють спринтами, отримують регулярний зворотний зв'язок від викладача та мають можливість вдосконалювати продукт у процесі навчання.

Переваги гібридної моделі для освітнього процесу:

- зниження когнітивного навантаження: наявність чіткого плану знижує рівень стресу у студентів-початківців, які ще не готові до повної самоорганізації;
- гнучкість у навчанні: використання Agile-інструментів (дошок Trello, стендапів) під час виконання завдань дозволяє адаптувати темп навчання під потреби групи та виправляти помилки на ранніх стадіях;
- реалістичність: гібридні моделі (наприклад, Water-Scrum-Fall) є стандартом у багатьох великих компаніях у сфері розробки програмного забезпечення, тому навчання за такою схемою підвищує професійну готовність випускників.

Таким чином, гібридний підхід виступає як оптимальна управлінська стратегія, що забезпечує баланс між необхідною в освіті регламентацією (стандарти, кінцеві терміни) та властивою галузі інформаційних технологій гнучкістю.

Таблиця 2.1 - Порівняння традиційних і гнучких методів управління проектами у сфері розробки програмного забезпечення

Характеристика	Традиційні методи (Водопад)	Гнучкі методи (Agile, Scrum, проектно орієнтоване навчання)
Структура процесу	Жорстко поетапна	Ітераційна, модульна
Можливість змін	Обмежена, зміни трудомісткі	Висока, зміни вносяться між ітераціями
Роль зворотного зв'язку	Переважно підсумковий	Постійний, на кожному етапі
Орієнтація навчання	На засвоєння фіксованого змісту	На формування компетентностей і вирішення практичних задач
Доцільність застосування	Сталі базові курси	Курси з високою динамікою змісту, практико орієнтовані модулі

2.2 Ключові моделі управління освітніми проектами у сфері розробки програмного забезпечення

Розвиток освіти у сфері розробки програмного забезпечення зумовлює потребу не лише в оновленні методів управління, а й у побудові цілісних моделей освітнього менеджменту, які поєднують педагогічні принципи, цифрові технології, аналітику даних та проектний підхід. На основі аналізу наукових джерел та освітньої практики можна виокремити кілька ключових моделей.

Компетентнісна модель управління освітніми проектами ґрунтується на тому, що центральним елементом є не обсяг отриманих знань, а рівень сформованості професійних та надпрофесійних компетентностей. Відповідно до досліджень Аль-Зеваїрі [14] та стратегії модернізації освіти [5], у сфері освіти розробки програмного забезпечення до таких компетентностей належать:

- технічні (програмування, алгоритмізація, робота з базами даних, використання фреймворків);
- когнітивні (критичне мислення, здатність до аналізу й синтезу інформації);
- соціально-комунікативні (робота в команді, презентація результатів, комунікація з замовником);
- самоорганізаційні (тайм-менеджмент, самостійне навчання, відповідальність).

Управління освітнім проєктом у межах компетентнісно орієнтованого навчання-моделі передбачає:

- формулювання чітких результатів навчання у вигляді компетентностей;
- побудову навчальних траєкторій для кожного здобувача освіти;
- розроблення системи оцінювання, що відображає реальний рівень володіння навичками (портфоліо, проєкти, практичні завдання).

Компетентнісна модель широко використовується в міжнародних академіях у сфері розробки програмного забезпечення і корпоративних програмах навчання, що підтверджує її ефективність у підготовці практично орієнтованих фахівців.

Управління на основі даних в освіті передбачає прийняття управлінських рішень на основі систематичного збору, аналізу й інтерпретації освітніх даних. Як зазначається у звітах EDUCAUSE [27] та Архів [28], джерелами даних виступають:

- результати успішності (оцінки, виконання завдань, результати тестів);
- показники залученості (відвідуваність, активність у системах управління освітою, участь у проєктах);
- зворотний зв'язок від учнів, батьків та викладачів (анкетування, опитування);
- дані про використання цифрових платформ та ресурсів.

Застосування інструментів Google Data Studio, Power BI, Tableau дозволяє:

- візуалізувати динаміку навчальних результатів;
- виявляти «вузькі місця» в курсах та навчальних модулях;
- оцінювати ефективність викладання та організації навчального процесу;
- коригувати програми й методи на підставі об'єктивних показників.

Таким чином, управління на основі даних формує аналітичний контур моделі управління, у якому рішення ґрунтуються не на інтуїції, а на вимірюваних даних.

Модель цифрової екосистеми розглядає освітній процес як комплекс взаємопов'язаних цифрових сервісів, платформ і інструментів, які забезпечують безперервну підтримку навчання, комунікації та управління. Загальна схема такої цифрової освітньої екосистеми представлена на рисунку 2.1. Згідно з дослідженнями Неймана та Бауманна [33], а також аналітикою НаУКМА [10], до складу такої екосистеми зазвичай входять:

- системи управління навчанням - Moodle, Google Classroom, Open edX тощо, які забезпечують розміщення навчальних матеріалів, контроль виконання завдань, комунікацію;
- аналітичні панелі - Power BI, Google Data Studio для формування звітів і показників ефективності;
- цифрові симулятори та лабораторії - віртуальні середовища для виконання практичних завдань з програмування, адміністрування, тестування;
- інструменти комунікації - Zoom, Meet, Microsoft Teams, які забезпечують синхронну й асинхронну взаємодію учасників освітнього процесу.

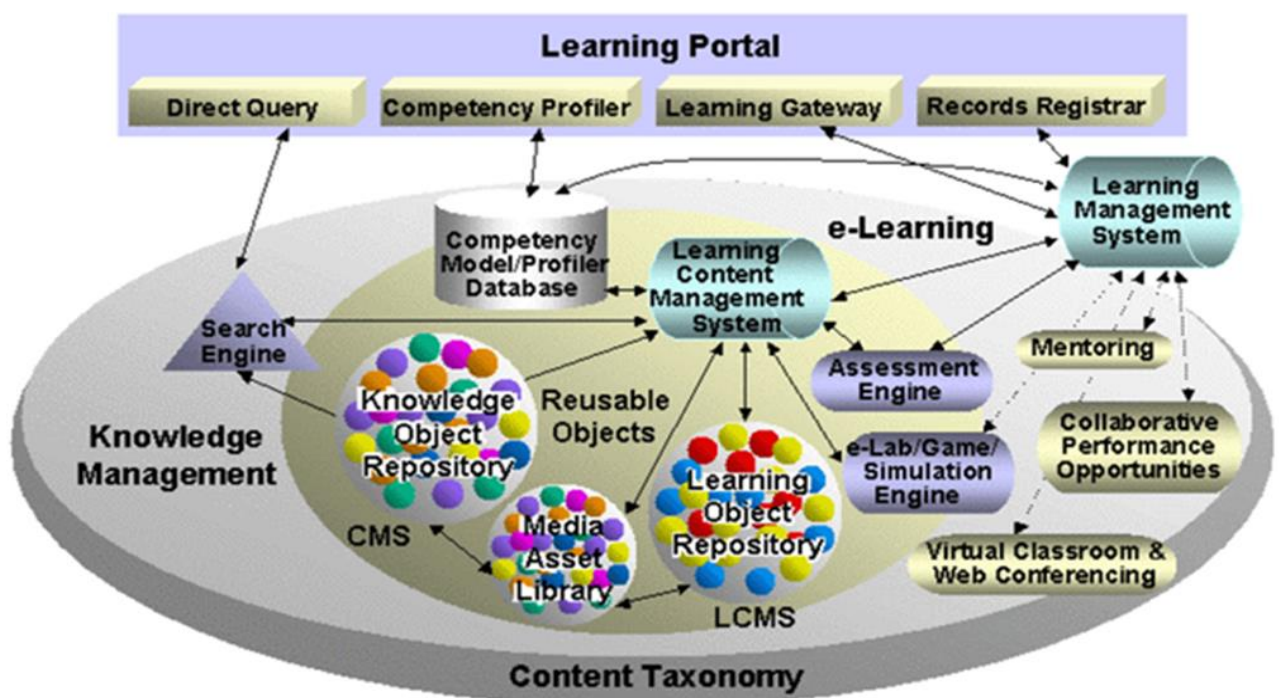


Рисунок 2.1 - Схема цифрової освітньої екосистеми

Модель цифрової екосистеми тісно пов'язана із системним підходом: освітній процес розглядається як цілісна система з управлінськими, педагогічними, інформаційними та комунікативними компонентами, між якими постійно циркулює інформація [10, 31].

Системи управління навчанням виступає ядром: він пов'язує контент, завдання, календар, студентів, викладачів. Дані з систем управління навчанням та цифрових лабораторій надходять у модуль аналітики - дають змогу стежити за прогресом, оцінками, активністю, виявляти проблеми. Інструменти комунікації забезпечують зв'язок між учнями, викладачами, менторську підтримку, спільну роботу над проектами.

Цифрові лабораторії дають практичне середовище для виконання проєктів, експериментів, симуляцій - з можливістю інтегрувати з системами управління навчання, керовану через адміністративні сервіси.

Адміністративно-сервісні модулі підтримують безпеку, доступи, зберігання, резервування, інтеграцію всіх компонентів у єдину екосистему.

Системний підхід дозволяє розглядати освітню установу як багаторівневу систему, у якій [8, 23]:

- визначаються структурні елементи (адміністрація, викладачі, учні, інфраструктура інформаційних технологій, зовнішні партнери);
- аналізуються потоки інформації (розклад, завдання, зворотний зв'язок, аналітичні дані);
- вибудовуються канали комунікації та механізми координації.

Проєктний підхід, у свою чергу, переносить логіку управління проєктами у сфері розробки програмного забезпечення (ініціація, планування, реалізація, моніторинг, закриття) на освітні ініціативи: запуск нових курсів, модулів, освітніх програм. У межах такої моделі [19, 37]:

- кожен курс або навчальний модуль розглядається як окремий проєкт;
- використовуються принципи Agile та Scrum для планування й реалізації освітніх активностей;
- управління ризиками й якістю стає невід'ємною частиною проєкту.

Таблиця 2.2 - Основні моделі управління освітніми проєктами у сфері розробки програмного забезпечення (складено автором)

Модель	Ключовий фокус	Основні інструменти	Очікуваний результат
Компетентнісне навчання	Результати навчання	Матриці компетентностей, портфоліо	Практично орієнтований випускник
Управління на основі даних	Аналітика освітніх даних	Аналітика системи управління навчанням, системи бізнес-аналітики	Обґрунтовані управлінські рішення
Цифрова екосистема	Інтеграція цифрових сервісів	Системи управління навчанням, комунікаційні платформи, симулятори	Безперервність і зручність освітнього процесу
Системно-проектна модель	Освітній процес як система й проєкт	Agile/Scrum, управління ризиками, ключові показники ефективності	Керованість, гнучкість, стійкість проєкту

2.3 Теоретичні узагальнення та концептуальні основи управління освітніми проєктами у сфері розробки програмного забезпечення

На основі аналізу методів і моделей управління освітніми проєктами у сфері розробки програмного забезпечення можна сформулювати низку узагальнень, які мають стратегічне значення для подальшого розроблення концептуальної моделі управління освітою у сфері розробки програмного забезпечення.

Теоретичний аналіз показує, що окреме застосування традиційних або гнучких методів управління не забезпечує повною мірою вимог сучасної освіти у сфері розробки програмного забезпечення. Як зазначають дослідники [14, 19], найбільш перспективним є формування вдосконаленої моделі управління, яка поєднує такі компоненти:

- методологічний компонент: використання гнучких підходів (Agile, Scrum, Kanban) у поєднанні з проектно-орієнтованим навчанням;
- компетентнісний компонент: орієнтація на формування професійних і надпрофесійних компетентностей (компетентно орієнтована освіта), що відповідає стандартам індустрії [5];
- аналітичний компонент: застосування управління на основі даних для моніторингу, планування та коригування освітніх процесів на основі об'єктивних метрик [27];
- цифровий компонент: побудова цифрової освітньої екосистеми на основі систем управління навчанням, комунікативних та аналітичних платформ [10, 31];
- системно-проектний компонент: розгляд окремих курсів і програм як освітніх проектів з чітким життєвим циклом [8].

У межах такої інтегрованої моделі педагогічний процес розглядається як послідовність ітерацій (спринтів), кожна з яких має:

- визначені результати (компетентності);
- інструменти реалізації (системи управління навчанням, практичні завдання, проекти);
- механізми оцінювання та зворотного зв'язку (ключові показники ефективності, аналітичні панелі, опитування).

Узагальнення теоретичних підходів свідчить, що ефективність інтегрованої моделі неможливо забезпечити без урахування:

- системи стейкхолдерів: засновників, адміністрації, викладачів, менторів, учнів, батьків, партнерів інформаційних технологій, органів управління освітою. Саме вони задають цілі, формують запит на якість, забезпечують ресурси та зворотний зв'язок [3];

- управління ризиками: необхідності передбачати організаційні, педагогічні, технологічні, фінансові й зовнішні ризики, що впливають на стабільність освітнього проєкту;
- застосовувати інструменти їх ідентифікації, аналізу й мінімізації [35];
- управління якістю: впровадження системи внутрішнього контролю та вдосконалення, заснованої на принципах ПРПД (Плануй, Роби, Перевірй, Дій), використанні ключові показники ефективності, регулярних ретроспективах і залученні зовнішніх експертів [6].

У цьому контексті викладачі та ментори виступають не лише носіями знань, а й посередниками, модераторами командної роботи, наставниками, що підтримують індивідуальні траєкторії розвитку учнів [1, 25]. Управління якістю й ризиками стає не окремими функціями, а вбудованими механізмами інтегрованої моделі.

Узагальнюючи результати дослідження, нижче сформульовано такі основні висновки:

Найефективнішою є інтегрована модель управління освітніми проєктами, що поєднує гнучкі методології (Agile, Scrum, проєктно орієнтоване навчання), компетентнісний підхід, аналітику на основі даних та цифрову екосистему навчання.

Освіту у сфері розробки програмного забезпечення доцільно розглядати як освітній проєкт з ітераційною структурою, де кожен модуль виступає спринтом із чітко визначеними цілями, результатами й засобами оцінювання.

Якість управління освітніми проєктами безпосередньо залежить від цифрової інфраструктури: стабільності роботи систем управління навчанням, наявності аналітичних інструментів, розвинених каналів комунікації та цифрових лабораторій.

Роль викладача трансформується: замість традиційної позиції «джерела знань» він стає ментором, посередником, керівником навчальних проєктів, який підтримує самостійність і відповідальність учнів.

Головною одиницею вимірювання результатів навчання має бути компетентність, а не лише оцінка, що відображає глибину засвоєння теоретичного матеріалу. Це відповідає вимогам ринку праці, де визначальними є практичні вміння та здатність до роботи в команді.

Система управління ризиками та якістю є невід'ємною складовою інтегрованої моделі, забезпечуючи її стійкість до зовнішніх і внутрішніх викликів, підвищення ефективності ресурсів та стабільність освітніх результатів.

Отримані теоретичні результати створюють основу для подальшої розробки та практичної апробації концептуальної моделі управління освітніми проектами у сфері розробки програмного забезпечення, що буде реалізовано в наступному розділі роботи.

Висновки до розділу 2

1. Аналіз методів засвідчив, що специфіка підготовки фахівців з розробки програмного забезпечення потребує поєднання стратегічної стабільності та тактичної гнучкості. Оптимальним рішенням є впровадження гібридної моделі управління, яка інтегрує класичне планування з ітеративними підходами, забезпечуючи адаптацію освітнього процесу до динаміки технологічних змін.

2. Аналіз моделей засвідчив, що найефективнішим для підготовки фахівців з розробки програмного забезпечення є синергетичний підхід. Поєднання компетентнісного фокусу, аналітики даних, цифрової екосистеми та проєктних методологій дозволяє створити комплексну систему управління, здатну адаптуватися до динамічних змін технологічного середовища.

3. Теоретично обґрунтовано інтегровану модель управління, що базується на синергії гнучких методологій, компетентнісного підходу та цифрової аналітики. Це створює методологічну основу для розробки адаптивної системи підготовки фахівців, яка буде представлена у наступному розділі.

3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІНТЕГРОВАНОЇ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ОСВІТНІМИ ПРОЄКТАМИ

3.1 Впровадження інтегрованої моделі управління освітнім проєктом у сфері розробки програмного забезпечення

У цьому розділі подано практичну реалізацію розробленої моделі управління освітнім проєктом у сфері розробки програмного забезпечення на прикладі діяльності школи програмування, де навчання учнів старших класів здійснювалося за напрямом «Програмування мовою Python». Розглянуто структуру моделі управління, використані цифрові інструменти, методології управління проєктами, моделі організації навчання, а також підходи до управління освітнього проєкту. Окрему увагу приділено оцінюванню ефективності впровадженої моделі.

Практична модель управління освітнім проєктом у сфері розробки програмного забезпечення, впроваджена на базі IT School, була побудована з урахуванням багаторівневої структури. Ця структура забезпечує поєднання стратегічного цілепокладання з гнучкою тактичною та операційною реалізацією навчального процесу, що відповідає сучасним вимогам проєктного управління в освіті [4, 8].

Модель ґрунтується на інтеграції трьох ієрархічних рівнів управління:

- стратегічний рівень: передбачає визначення глобальних цілей освітньої програми, вибір базової методології управління (Agile-парадигма) та формування системи ключових показників ефективності;
- тактичний рівень: охоплює проєктування архітектури курсу, планування навчальних модулів і спринтів, визначення тематики командних проєктів, а також розподіл ролей між викладачами, менторами та здобувачами освіти;
- операційний рівень: забезпечує організацію щоденної та щотижневої діяльності навчальних груп, включаючи проведення занять, виконання та перевірку завдань, проведення стендапів, ретроспектив і демонстрацій результатів.

Для забезпечення системності та керованості освітнього проєкту структура управління проєктом була формалізована та закріплена за відповідними

інструментами, вибір яких ґрунтувався на аналізі доступних цифрових рішень [2, 18] (Таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 - Структура управління освітнім проектом у сфері розробки програмного забезпечення

Рівень	Основні функції	Використані інструменти
Стратегічний	Формування цілей, ключові показники ефективності, вибір підходів	Notion, Google Workspace
Тактичний	Проектування курсу, планування спринтів і модулів	Trello, Jira, Asana
Операційний	Проведення занять, виконання і перевірка завдань	Zoom, Google Meet/офлайн-аудиторія, системи управління навчанням

На стратегічному рівні було сформульовано ключові цілі проекту, досягнення яких є критерієм успішності моделі:

- забезпечити поступове зростання складності навчальних завдань: від базових алгоритмічних програм до комплексних проєктів із використанням бібліотек Pygame, PyQt, Flask;
- відтворити в навчальному середовищі основні принципи професійної командної роботи (ітеративність, спринти, ведення залишку роботи, проведення демо та ретроспектив);
- забезпечити вимірюваність результатів навчання через систему ключових показників ефективності (успішність, відвідуваність, завершеність проєктів, рівень задоволеності учнів) [25].

Тактичне управління передбачало розроблення детальної карти навчального процесу. Вона поєднує логічну послідовність модулів, часову структуру навчальних спринтів (тривалістю 1-2 тижні) та планові дати контрольних точок - демонстрацій результатів навчальних проєктів. Візуалізацію структури та логіки побудови навчального процесу наведено на рисунку 3.1.

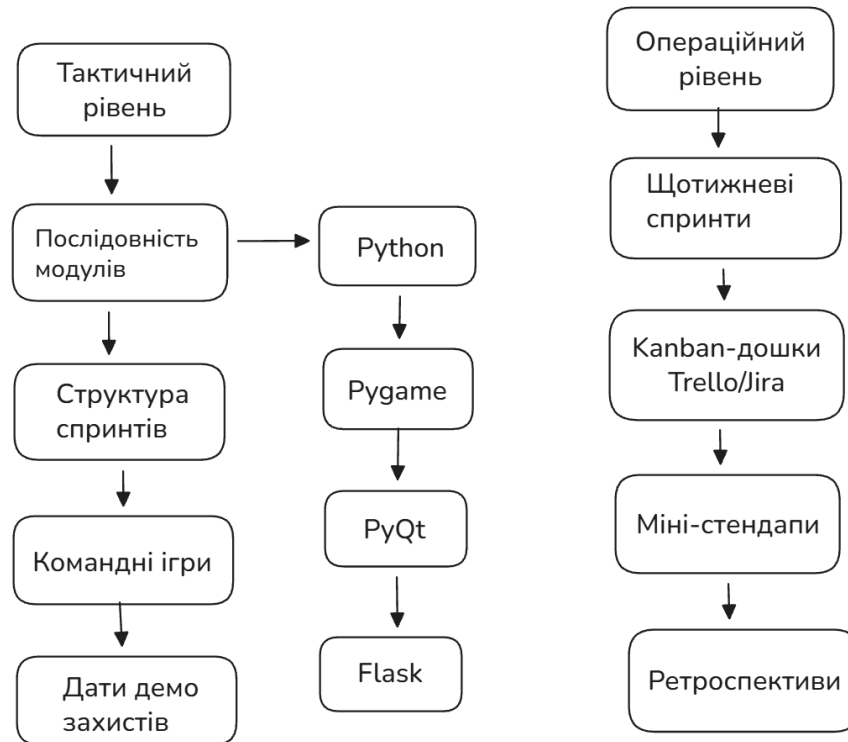


Рисунок 3.1 - Карта освітнього проєкту у сфері підготовки з програмування мовою Python

На операційному рівні модель впроваджувалася через систему регулярних управлінських заходів, що відповідають Agile-менеджменту [28, 29]:

- щотижневі спринти з чітко визначеними цілями (наприклад: «реалізація механіки руху персонажа», «додавання обробки зіткнень», «створення графічного інтерфейсу користувача»);
- візуалізація потоку завдань за допомогою Kanban-дошок у середовищах Trello або Jira, що дозволило відстежувати статус виконання робіт у реальному часі;
- комунікаційні заходи, зокрема міні-стендапи на початку занять (для синхронізації планів) та ретроспективи після завершення модулів (для аналізу помилок та покращення процесів).

Таким чином, розроблена модель управління забезпечила ефективне поєднання гнучких методологій (Agile, Scrum, Kanban) із чітко структурованою навчальною програмою, що дозволило досягти високого рівня керованості та адаптивності освітнього проєкту.

3.2 Практичне впровадження інструментів та методологій

Для реалізації розробленої системи управління освітнім проектом було використано комплекс цифрових інструментів і методичних підходів, що забезпечували планування, моніторинг, комунікацію та аналітичну підтримку навчального процесу відповідно до сучасних вимог цифровізації освіти. Практична імплементація ґрунтувалася на положеннях інтегрованої моделі управління освітніми проектами у сфері розробки програмного забезпечення, запропонованої у попередніх наукових дослідженнях [38], та спрямовувалася на її апробацію в реальному освітньому середовищі.

Теоретико-методологічним підґрунтям організації навчального процесу виступила інтегрована модель управління освітніми проектами, що базується на синтезі п'яти взаємопов'язаних компонентів: методологічного, компетентнісного, аналітичного, цифрового та системно-проектного. На відміну від традиційних підходів, дана модель дозволяє розглядати освітню програму не лише як навчальний курс, а як продукт із власним життєвим циклом, де управлінські механізми синхронізують освітній процес із динамікою вимог ринку праці інформаційних технологій.

У межах цифрового компонента моделі було сформовано екосистему управління навчальним проектом, орієнтовану на прозорість процесів і підвищення самостійності здобувачів освіти. Візуалізація прогресу виконання завдань здійснювалася з використанням методології Kanban у середовищі Trello. Типова навчальна Kanban-дошка містила чотири базові стовпчики: «Виконати», «У роботі», «На перевірці» та «Виконано», що відображали послідовні стани проходження навчальних завдань.

Застосування такої структури сприяло формуванню у здобувачів освіти навичок самоорганізації, планування часу та рефлексії власного навчального прогресу. Візуальний контроль статусу завдань дозволяв не лише відстежувати виконання навчального плану, а й оперативно виявляти проблемні зони, що відповідає принципам адаптивного управління, закладеним в інтегрованій моделі

[38]. Приклад організації Kanban-дошки навчального проєкту наведено на рисунку 3.2.

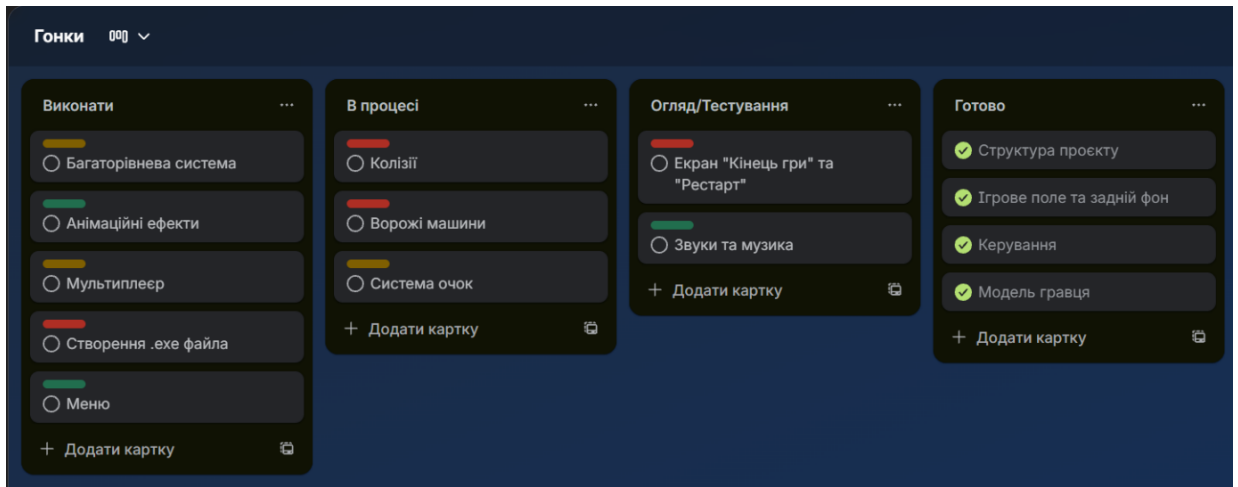


Рисунок 3.2 - Приклад Kanban-дошки навчального проєкту в середовищі Trello

Для складніших командних проєктів у старших навчальних групах, зокрема під час розробки веб-застосунків, функціонал Trello використовувався для моделювання елементів реального виробничого середовища: формування реєстру вимог продукту, розподілу ролей, планування ітерацій та класифікації завдань за типами. Окрім командних дощок, з метою розвитку індивідуальної відповідальності та навичок самоменеджменту було впроваджено персональні списки завдань учнів (рис. 3.3).

Аналітичний компонент інтегрованої моделі реалізовувався шляхом використання додаткових цифрових інструментів управління та моніторингу. Зокрема, Asana застосовувалася для календарного планування навчальних модулів і фіксації граничних термінів виконання завдань; Google Classroom виконувала функцію єдиної точки доступу до навчального контенту та збору робіт; Google Sheets використовувалися для формування аналітичних панелей, що відображали показники відвідуваності, своєчасності виконання завдань та рівня успішності.

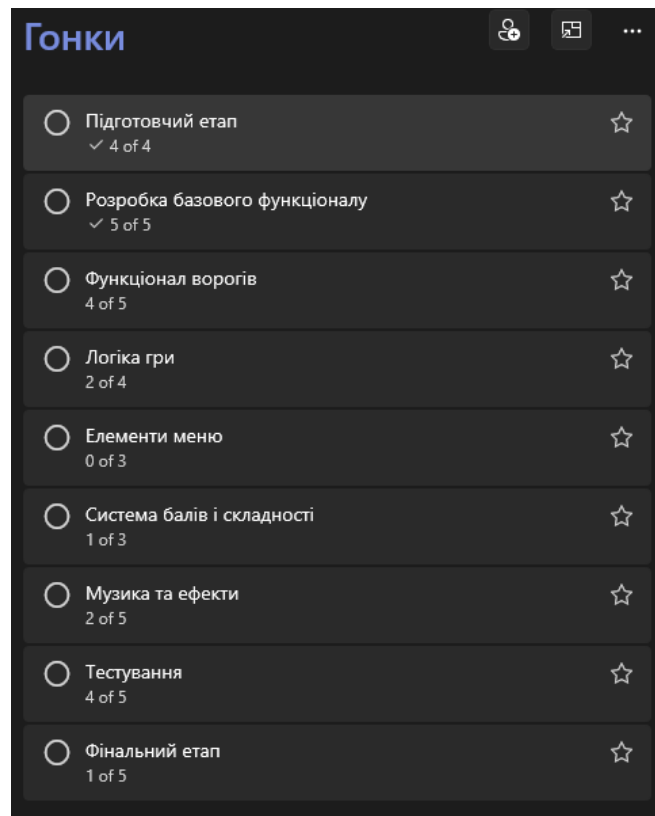


Рисунок 3.3 - Приклад персонального списку завдань учня в навчальному проєкті

Відповідно до інтегрованої моделі управління освітнім проєктом, управління навчальним процесом здійснювалося на трьох рівнях: стратегічному, тактичному та операційному, що узгоджується з сучасними рекомендаціями щодо адаптивного використання методологій управління проєктами в освіті [38].

На стратегічному рівні застосовувалася методологія Водопад, яка забезпечувала чітке цілепокладання, загальне планування курсу та формування структурної рамки навчального процесу. Такий підхід був доцільним на початковому етапі вивчення основ програмування, оскільки сприяв послідовному засвоєнню базових понять і алгоритмічного мислення.

На тактичному рівні управління реалізовувалося через гнучку ітераційну модель, де навчання організовувалося короткими циклами з орієнтацією на створення мінімально життєздатного продукту. Це дозволяло оперативно коригувати навчальний план відповідно до темпу та потреб конкретної групи.

Операційний рівень управління базувався на застосуванні фреймворку Scrum у межах командних навчальних проєктів. Було чітко визначено ролі (викладач - Власник продукту, учні - Команда розробки), артефакти (реєстр вимог, реєстр ітерації) та події (ітерації тривалістю 1-2 тижні, щоденні наради, ретроспективні огляди), що дозволило наблизити навчальний проєкт до реальних практик індустрії розробки програмного забезпечення.

Організація навчання також передбачала поєднання проєктно-орієнтованого, змішаного навчання та гейміфікації, що відповідало компетентнісному компоненту моделі та рекомендаціям стандартів SWEBOOK. Така інтеграція сприяла підвищенню мотивації, залученості та практичної спрямованості освітнього процесу (Таблиця. 3.2).

Таблиця 3.2 - Моделі організації навчання в IT School

Модель	Ключові характеристики	Переваги
Проектно орієнтоване навчання	Навчання через проєкти	Практичні навички, мотивація
Змішане навчання	Поєднання онлайн/офлайн	Гнучкість, індивідуальний темп
Гейміфікація	Ігрові механіки	Залученість, емоційна мотивація

Отже, практична реалізація інтегрованої моделі управління освітніми проєктами підтвердила її ефективність як інструменту систематизації навчального процесу та адаптації освітніх практик до умов сучасної індустрії інформаційних технологій. Запропонований підхід не лише доповнює теоретичні положення, викладені у науковій публікації [38], а й розширює їх за рахунок детального опису механізмів впровадження, що підвищує практичну цінність дослідження.

3.3 Оцінювання ефективності впровадження запропонованої моделі та інструментів гейміфікації

З метою перевірки дієвості запропонованої інтегрованої моделі управління освітніми проєктами було проведено експериментальне дослідження, методологічна основа якого ґрунтувалася на факторному моделюванні ефективності освітніх проєктів [9]. Обраний підхід дозволив комплексно оцінити вплив організаційних, методичних і цифрових факторів на результати навчальної діяльності та верифікувати практичну придатність моделі в реальному освітньому середовищі.

Окрему увагу в межах експерименту було приділено аналізу впливу гейміфікації як управлінського інструменту на мотивацію та результативність здобувачів освіти. Теоретичні положення та первинні емпіричні результати з цього напрямку детально висвітлено в науковій публікації [39], тоді як у межах даного підрозділу здійснено розширений аналіз показників ефективності та управлінських наслідків впровадження ігрових механік.

Моніторинг навчального процесу здійснювався з використанням системи збалансованих показників, що дозволяє оцінити ефективність реалізації проєкту за кількома взаємопов'язаними критеріями: рівнем задоволеності здобувачів освіти, якістю виконання практичних проєктів, регулярністю відвідувань та актуальністю навчального контенту. Узагальнені результати наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Ключові показники ефективності освітнього проєкту

Ключовий показник ефективності	Значення
Рівень задоволеності учнів	87 %
Виконання практичних проєктів	92 %
Регулярність відвідувань	95 %
Оновлення навчальних матеріалів	80 %

Отримані дані свідчать про високий рівень залученості учнів до навчального процесу (95% регулярних відвідувань) та ефективність практико-орієнтованого підходу (92% успішно завершених проєктів). Візуалізацію узагальнених

результатів впровадження моделі подано на рисунку 3.4, що підтверджує доцільність застосування інтегрованої системи управління.



Рисунок 3.4 - Показники ефективності впровадження моделі управління

Подальший аналіз успішності виконання практичних завдань виявив нерівномірність засвоєння окремих технологічних модулів. Найвищі показники продемонстровано у темах, пов'язаних із візуалізацією та розробкою ігор, що корелює з підвищеною внутрішньою мотивацією здобувачів освіти. Водночас модулі, орієнтовані на архітектурні рішення та абстрактне проєктування, вимагали додаткового педагогічного супроводу, що відображено на діаграмі динаміки успішності (рис. 3.5).

Порівняльний аналіз застосування методологій Waterfall, Agile та Scrum підтвердив гіпотезу про доцільність диференційованого підходу до управління навчальним процесом. Зокрема, для початкових етапів підготовки найбільш ефективною виявилася каскадна модель, яка забезпечує стратегічну стабільність і чітку структуру матеріалу. Натомість для командних проєктів гнучка модель Scrum продемонструвала вищу результативність за рахунок операційної адаптивності та регулярного зворотного зв'язку. Результати порівняльного аналізу наведено на рисунку 3.6.

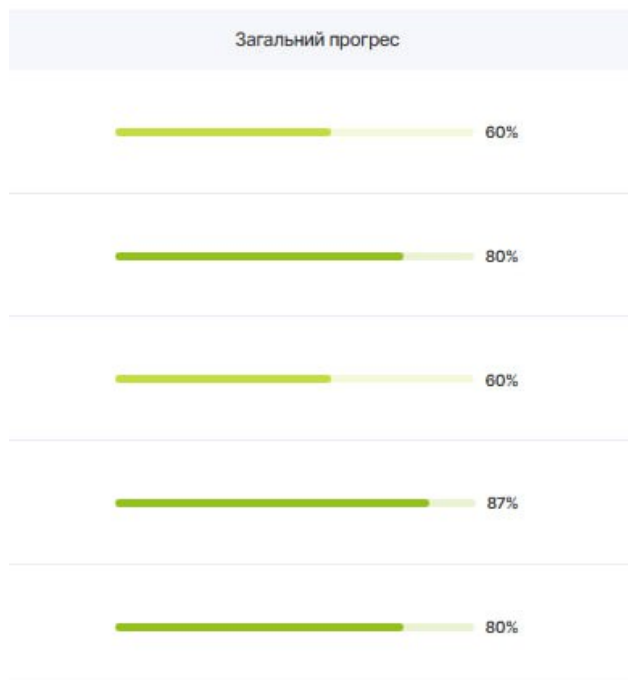


Рисунок 3.5 - Динаміка успішності учнів за навчальними модулями

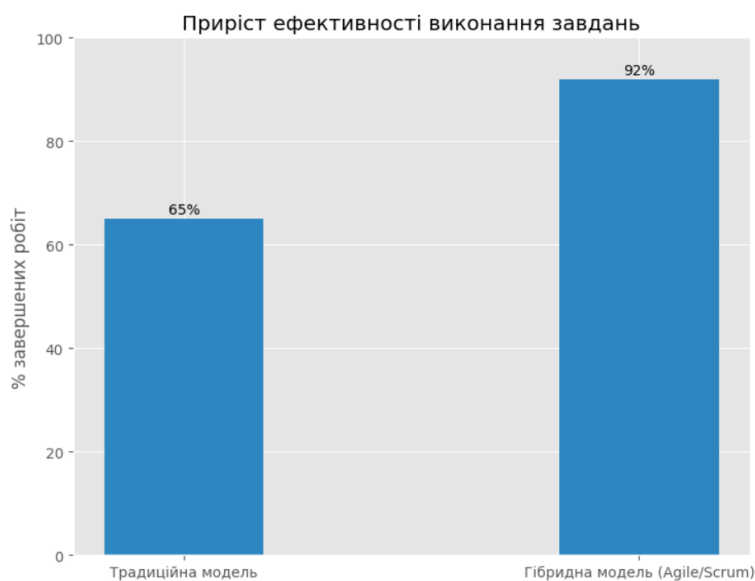


Рисунок 3.6 - Порівняльний аналіз ефективності традиційної та гібридної моделей

У межах дослідження гейміфікація розглядається не як допоміжний мотиваційний елемент, а як повноцінний стратегічний інструмент управління освітнім проєктом, що дозволяє узгодити індивідуальні цілі здобувачів освіти з цілями навчальної програми [39, с. 317]. Такий підхід є особливо актуальним для

підготовки фахівців з розробки програмного забезпечення, де домінують ітеративні процеси, командна взаємодія та жорсткі часові обмеження.

Реалізована система гейміфікації базувалася на тріаді «Бали, Відзнаки, Рейтинги», яка, за результатами дослідження, є найбільш адаптивною до гнучких методологій управління. Бали досвіду використовувалися як кількісний індикатор прогресу, відзнаки виконували функцію верифікації сформованих навичок, а рейтинги застосовувалися для стимулювання командної конкуренції в межах ітерацій.

Для корекції поведінкових моделей здобувачів освіти було розроблено та апробовано тематичні сценарії, зокрема «тиждень чистого коду» та «Scrum-марафон», які дозволили цілеспрямовано впливати на якість коду та ефективність командної взаємодії. Результати впровадження сценаріїв підтвердили їхню ефективність у межах короткострокових ітерацій [39, с. 318].

Оцінювання впливу гейміфікації здійснювалося шляхом порівняння ключових показників до та після впровадження ігрових механік (Таблиця 3.4).

Таблиця 3.4 - Ключові показники ефективності гейміфікації

Ключові показники ефективності	До впровадження	Після впровадження	Динаміка
Завершеність курсів	65%	88%	+23%
Вчасна здача виконаного завдання	55%	82%	+27%
Активність у системах управління навчанням	2.5 години/тиждень	4.1 години/тиждень	+64%
Взаємні перевірки	Низька	Висока	+57%

Отримані дані свідчать про суттєве зростання завершеності курсів (+23%), вчасності здачі завдань (+27%) та активності у системах управління навчанням (+64%). Найбільший приріст зафіксовано саме у показниках залученості, що

підтверджує ефективність гейміфікації як інструменту підтримки мотивації та дисципліни (рис. 3.7).

Як видно з таблиці, найбільший приріст зафіксовано у показнику активності та залученості. Це пояснюється прагненням учнів відстежувати власний рейтинг та отримувати миттєвий зворотний зв'язок, що є важливим для підтримки мотивації.

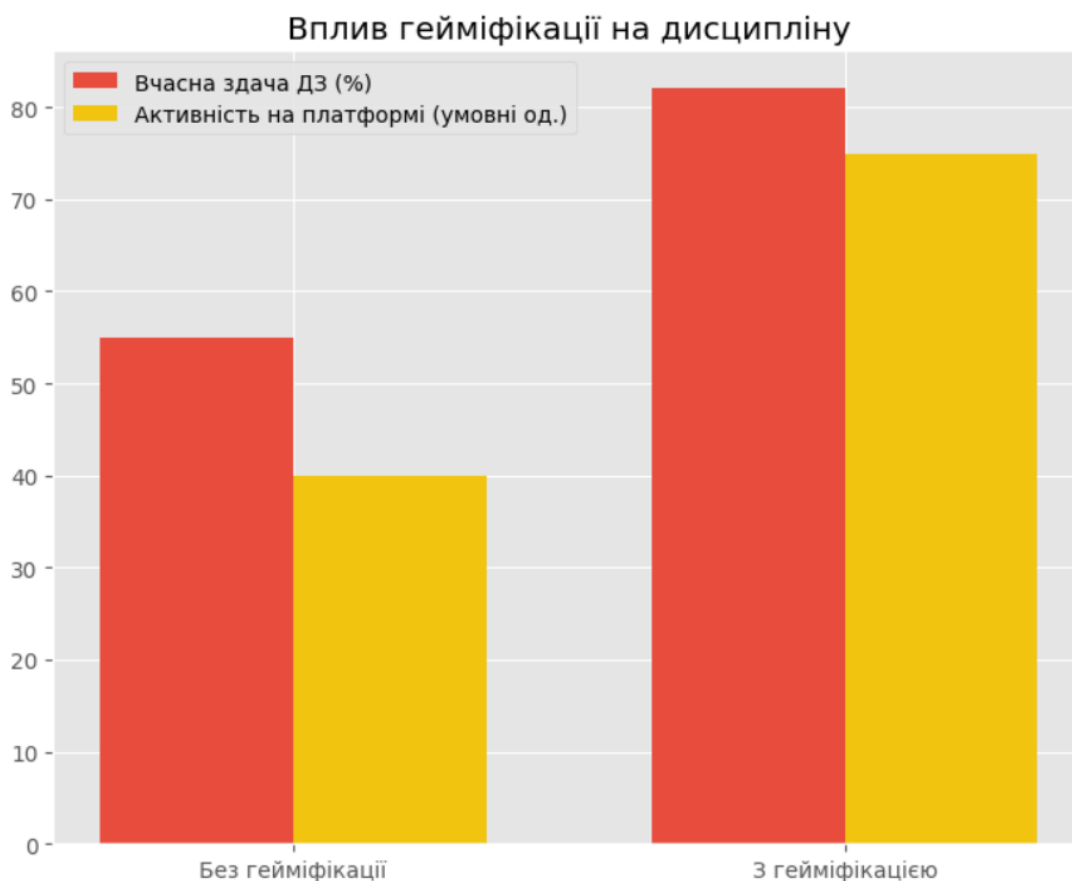


Рисунок 3.7 - Вплив інструментів гейміфікації на навчальну дисципліну

Поряд із позитивними ефектами, у ході дослідження було ідентифіковано низку ризиків, пов'язаних із впровадженням ігрових механік. До основних з них належать ефект виправдання, маніпулювання системою показників та потенційна демотивація учасників із низьким рейтингом. Для мінімізації зазначених ризиків у проєкті було зміщено акцент із публічних рейтингових показників на індивідуальні індикатори прогресу, що дозволило зберегти баланс між змагальністю та підтримкою внутрішньої мотивації.

Таким чином, результати експериментального дослідження підтвердили ефективність інтегрованої моделі управління освітніми проєктами та доцільність використання гейміфікації як стратегічного управлінського інструменту. Отримані висновки не лише узгоджуються з положеннями, викладеними у науковій публікації автора [39], а й розширюють їх за рахунок системного аналізу показників ефективності та управлінських ризиків, що підвищує наукову та практичну цінність магістерського дослідження.

Висновки до розділу 3

1. Запропонована багаторівнева модель інтегрує стратегічне планування з гнучкістю Agile-методологій. Це забезпечує системність навчального проєкту, ефективне управління складністю завдань та наближення умов навчання до професійних стандартів командної роботи

2. Впровадження інтегрованої моделі забезпечило ефективну організацію освітнього процесу шляхом поєднання гнучких методологій та цифрового інструментарію на всіх рівнях управління. Це дозволило об'єктивізувати моніторинг успішності та наблизити формування компетентностей здобувачів до реальних вимог професійного середовища.

3. Експериментально доведено, що впровадження інтегрованої моделі з елементами гейміфікації підвищує рівень залученості здобувачів на 64% та забезпечує ефективне формування професійних компетентностей відповідно до вимог індустрії.

ВИСНОВКИ

1. У кваліфікаційній роботі здійснено теоретичне узагальнення та запропоновано вирішення науково-практичного завдання, спрямованого на підвищення ефективності підготовки фахівців з розробки програмного забезпечення в умовах цифрових змін в освіті. Доведено, що традиційні підходи до організації навчального проекту не забезпечують належного рівня гнучкості, практичної спрямованості та мотивації здобувачів освіти, що знижує їх готовність до професійної діяльності в динамічному інформаційному середовищі.

2. У процесі дослідження встановлено, що класичні методи управління освітніми проектами мають обмежені можливості щодо адаптації навчального процесу до сучасних вимог галузі, особливо на початкових етапах підготовки. Аналіз наукових джерел і практичного досвіду дозволив виявити методологічну прогалину в застосуванні гнучких підходів до управління навчальною діяльністю початківців, а також недостатню інтеграцію мотиваційних механізмів у структуру освітніх проектів, що обґрунтувало необхідність розробки вдосконаленої моделі управління.

3. На основі результатів теоретичного аналізу обґрунтовано інтегровану модель управління освітніми проектами, яка поєднує елементи планування, компетентнісного підходу, проектної організації навчання, цифрових засобів та аналітичної підтримки. Особливе місце в моделі відведено гейміфікації як інструменту підвищення навчальної мотивації, активізації пізнавальної діяльності та підтримки сталого залучення здобувачів освіти до виконання навчально-практичних завдань.

4. Практична реалізація запропонованої моделі здійснена шляхом упровадження багаторівневої системи управління освітнім проектом, у межах якої елементи гейміфікації інтегрувалися в структуру навчального процесу через систему досягнень, рейтингові показники, поступове ускладнення завдань та візуалізацію результатів навчальної діяльності. Такий підхід дозволив поєднати організованість освітнього процесу з підвищенням внутрішньої мотивації здобувачів.

5. Використання цифрових освітніх засобів та аналітичних інструментів забезпечило об'єктивність оцінювання результатів навчання, прозорість контролю навчального прогресу та можливість своєчасного коригування освітнього проєкту. Результати експериментальної перевірки засвідчили, що комплексне застосування інтегрованої моделі управління освітнім проєктом у поєднанні з гейміфікаційними елементами сприяло підвищенню рівня залученості здобувачів освіти, а також більш ефективному формуванню професійних компетентностей.

6. Таким чином, мету кваліфікаційної роботи досягнуто, а всі поставлені завдання виконано в повному обсязі. Запропонована модель управління освітніми проєктами з інтеграцією гейміфікації підтвердила свою результативність і може бути рекомендована для використання в практиці закладів освіти з метою підвищення якості підготовки фахівців з розробки програмного забезпечення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бабенко В. Інноваційний учитель: як сучасні підходи змінюють викладання інформатики [Електронний ресурс]. *DOU.ua*. URL: <https://dou.ua/lenta/interviews/innovative-teacher-volodymyr-babenko>.
2. Використання цифрових інструментів та технологій в освітньому процесі [Електронний ресурс]. *На Урок*. URL: <https://naurok.com.ua/vikoristannya-cifrovih-instrumentiv-ta-tehnologiy-v-osvitnomu-procesi-420581.html>.
3. Інноваційний розвиток закладу освіти: управлінські підходи та ролі керівника [Електронний ресурс]. *Всеосвіта*. URL: <https://vseosvita.ua/library/embed/01003yqx-ce79.docx.html>.
4. Лещенко М. Проєктний менеджмент в освіті: концепції та інструменти [Електронний ресурс]. *Освіта.ua*. URL: <https://osvita.ua/school/method/technol/1411/>.
5. Модернізація професійної (професійно-технічної) освіти відповідно до потреб суспільства та вимог ринку праці / за ред. Н. Бідюк, І. Огородник, О. Скиби. 2021. URL: <https://www.researchgate.net/publication/355891992>.
6. Рекомендації щодо внутрішньої системи забезпечення якості освіти в закладі [Електронний ресурс]. *Державна служба якості освіти України*. 2021. URL: <https://sqe.gov.ua/wp-content/uploads/2021/10/Rekomendacii-Gorodocka-pochatkova-shkola.pdf>.
7. Статистика ІТ-вакансій в Україні за 2025 рік [Електронний ресурс]. *DOU.ua*. 2025. URL: <https://dou.ua>.
8. Управління освітніми проєктами: етапи, методи та інструменти. *Педагогічні науки: теорія та методика*. 2023. № 89. С. 138-144.
9. Факторна модель оцінювання ефективності управління закладом загальної середньої освіти та її практичне застосування [Електронний ресурс]. URL: <https://www.researchgate.net/publication/348062038>.
10. Цифрова трансформація освіти. *Наукові праці Національного університету «Києво-Могилянська академія»*. 2024. URL: <https://spne.ukma.edu.ua/article/view/239078>.

11. Що чекає на ІТ-галузь України 2025 [Електронний ресурс]. *Startup UA*. 2025. URL: <https://startup.co.ua/shcho-chekaie-na-it-haluz-ukrainy/>.
12. 6 most in-demand IT jobs in Ukraine [Electronic resource]. *Computools Careers*. 2025. URL: <https://careers.computools.ua/6-most-in-demand-it-jobs/>.
13. Akkanat C. Comparison of Agile and Waterfall Methodologies in Software Engineering Education. *International Journal of Modern Education Studies*. 2022. Vol. 6, No. 1.
14. Al-Zewairi M., Biltawi M., Al-Badarneh A. Agile Methodologies in Education: A Review Bringing Methodologies from Industry to the Classroom. *ResearchGate*. 2018. URL: <https://www.researchgate.net/publication/328516721>.
15. Chen X. Research on Education Management in the Era of Artificial Intelligence. *Journal of Physics: Conference Series*. 2021. Vol. 1915, No. 4.
16. Digital education in times of war [Electronic resource]. *UNESCO Journal*. 2023. URL: <https://www.unesco-journal.com.ua/index.php/journal/article/view/7>.
17. Educational Management Innovation by Utilizing Artificial Intelligence in Higher Education. *International Journal of Higher Education*. 2023. Vol. 12, No. 3.
18. Enhanced and Distributed Blended Learning Models in Higher Education [Electronic resource]. *Springer*. 2024. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s44217-024-00239-y>.
19. Exploring the Role of Agile Practices in Increasing Student Engagement in Computing Education [Electronic resource]. *ACM Digital Library*. 2022. URL: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3555228.3555260>.
20. Ferreira F. N., Canedo E. D. Project-Based Learning in Software Engineering Education. *2020 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. IEEE, 2020. P. 1–9.
21. Han Y. et al. The analysis of educational informatization management learning model under the IoT and AI. *BMC Psychology*. 2024. Vol. 12, No. 1. P. 1–15.
22. Hantoli Y., Sayyad A. Integrating Agile into Software Engineering Courses. *2022 International Conference on Innovation and Intelligence for Informatics, Computing, and Technologies (3ICT)*. 2022.

23. How UNESCO's Global Education Coalition Supports Learning Continuity in Ukraine [Electronic resource]. *UNESCO*. 2023. URL: <https://www.unesco.org/en/articles/how-unescos-global-education-coalition-supports-learning-continuity-ukraine>.
24. Hussey J. Best Practices for Capstone Projects in Computer Science. *Journal of Computing Sciences in Colleges*. 2011. Vol. 26, No. 3. P. 16–22.
25. IGI Global. Project Management and Education: Improving Learning and Student Success. 2020. URL: https://edtechbooks.org/eme_6606/project_management.
26. Kostanyan A., Fortino G. AI-Enhanced Agile Methodologies in STEM Education. *IEEE Transactions on Learning Technologies*. 2025. Vol. 18. P. 112–125.
27. Learning Analytics [Electronic resource]. *EDUCAUSE Library*. 2023. URL: <https://library.educause.edu/topics/teaching-and-learning/learning-analytics>.
28. Learning Management Systems and Data Analytics in Education [Electronic resource]. 2023. URL: <https://arxiv.org/abs/2304.12851>.
29. Mahafzah B. A. The role of the teacher in the Agile classroom. *Education and Information Technologies*. 2022. Vol. 27. P. 345–367.
30. Mahnic V. A Capstone Project on Agile Software Development. *IEEE Transactions on Education*. 2015. Vol. 58, No. 2. P. 105–115.
31. Mahnič V. Teaching Scrum and Kanban in Software Engineering Courses. *New Trends and Issues Proceedings on Humanities and Social Sciences*. 2019. Vol. 6, No. 1.
32. Matthies C. Kanban in Software Engineering Education. *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. 2018.
33. Neumann M., Baumann F. Digital Infrastructure and Agile Transformation in Education. *Journal of Educational Computing Research*. 2021. Vol. 59, No. 3. P. 45–62.
34. PM4DEV. The Project Management Cycle. URL: <https://www.pm4dev.com/project-management-cycle>.
35. Project Management for Instructional Designers [Electronic resource]. *EdTechBooks*. 2020. URL: https://edtechbooks.org/eme_6606/project_management.

36. Ukraine: Digital transformation of education as a strategic path to resilience and innovation [Electronic resource]. *Eurydice*. 2023. URL: <https://eurydice.iea.gov.ua/news/ukraine-digital-transformation-of-education>.

37. Vasiutiak S., Melnyk O., Klymenko V. Management of Educational Projects on the Example of Accreditation. *Management of Educational Projects*. 2022. Vol. 15.

38. Кришталь Р. Інтегрована модель управління освітніми проєктами у сфері розробки програмного забезпечення. *Scientific Innovation: Theoretical Insights and Practical Impacts: Proceedings of the 4th International Scientific and Practical Conference (Naples, Italy, December 8-10, 2025)*. Naples, Italy, 2025. С. 163–166.

39. Кришталь Р. Гейміфікація в освітніх проєктах в сфері розробки програмного забезпечення. *Research in Science, Technology and Economics: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (Luxembourg, December 10-12, 2025)*. Luxembourg, 2025. С. 317–320.

40. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи з освітньо-професійної програми «Управління проєктами» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» / уклад.: М. П. Комар та ін. Тернопіль: ЗУНУ, 2024. 32 с.

Додаток А
Копії опублікованих результатів