

УДК 004.8:004.415]:796.5

ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ЖИТТЄВОМУ ЦИКЛІ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ ДЛЯ ІМЕРСИВНИХ ПОДОРОЖЕЙ

Стоянов Д.О.

e-mail: danil.stoianov@nure.ua

Науковий керівник – д.т.н., проф. Фесенко Т.Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ЕОМ
м. Харків, Україна

This work examines the role of artificial intelligence in the development lifecycle of immersive travel products. Modern digital tourism is moving from static guide applications to intelligent and personalized systems. Immersive travel is understood as a context-aware digital experience based on geolocation, adaptive content, and interactive services. The study shows that AI can be applied at the stages of analysis, design, implementation, testing, and maintenance. Special attention is paid to context-aware recommendation systems that improve relevance and user engagement. The results confirm that AI is both a technological basis of immersive travel services and an effective tool for project management in digital tourism.

Сучасний етап цифрового туризму відзначається переходом від статичних інформаційних довідників до інтелектуальних сервісів, що забезпечують персоналізовану та контекстно-залежну взаємодію з користувачем [1–2]. Зокрема, набирають популярності імерсивні подорожі як форма цифрового туристичного досвіду, що забезпечує повне або часткове занурення користувача в туристичне середовище за допомогою інтерактивних технологій. Туристичні застосунки еволюціонують до комплексних платформ, що інтегрують інтереси мандрівника, геолокацію, часові обмеження, поведінкові патерни та індивідуальні сценарії [3]. У 2026 році AI визначає тренди туризму: 40% мандрівників використовують його для планування, а ринок генеративного AI в галузі зростає на 37% щорічно, забезпечуючи гіперперсоналізацію, динамічні тури та AI-асистентів [4].

Традиційні методи розробки туристичних застосунків обмежуються статичними функціями, ігноруючи динамічний контекст (геолокація, поведінка), що знижує персоналізацію та залученість. Недостатня розробленість системних підходів інтеграції AI в життєвий цикл розробки програмного продукту (Software Development Life Cycle, SDLC) призводять до складнощів з архітектурою, тестуванням AI-моделей, розвитком та масштабуванням імерсивних платформ [5]. Тому виникає необхідність удосконалення моделі інтеграції AI на всіх етапах життєвого циклу для підвищення ефективності та конкурентоспроможності програмних продуктів у цифровому туризмі.

Модель інтеграції AI в життєвий цикл управління проектом розробки програмних продуктів для імерсивних подорожей базується на поєднанні класичних етапів SDLC з передовими методами Generative AI та принципами User-Centric Design (таблиця).

На етапі аналізу та формування вимог використання AI дозволяє перейти від декларативного опису функцій до глибокого виявлення поведінкових сценаріїв користувачів. Аналіз великих масивів даних про взаємодію із сервісом забезпечує формування точного уявлення про очікувану функціональність та об'єктивне визначення пріоритетів беклогу. Для цифрового туризму це має критичне значення, оскільки якість продукту безпосередньо залежить від його здатності адаптуватися до реальних, а не припущених сценаріїв поведінки мандрівників.

Архітектурне проєктування в межах даної моделі еволюціонує в бік створення модульних і масштабованих систем. Інтеграція AI-компонентів вимагає структури, здатної підтримувати складні алгоритми персоналізації та контекстної обробки інформації в режимі реального часу. Архітектура стає стратегічним інструментом, що передбачає можливість підключення нових інтелектуальних модулів, адаптації рекомендаційних моделей та обробки нових типів даних без порушення цілісності системи.

Етап реалізації функціональності базується на впровадженні інтелектуальних алгоритмів для побудови індивідуалізованого цифрового досвіду. Ключовим аспектом стає використання context-aware recommendation systems, які враховують не лише історію взаємодій, а й змінні параметри середовища: поточну геолокацію та час доби; тип подорожі та інтереси користувача; динамічну популярність об'єктів та їх доступність. Це забезпечує перехід від статичної логіки фільтрації до динамічної моделі взаємодії, що є базовою умовою формування ефекту імерсивності.

Тестування та оцінювання якості в межах AI-орієнтованого підходу виходить за межі технічної верифікації коду. Окрім стабільності інтерфейсу, обов'язковому аналізу підлягають якість рекомендацій, точність ранжування контенту та стійкість системи до роботи з неповними або суперечливими даними. Отже, тестування трансформується у комплексну систему управління якістю імерсивного досвіду.

На етапах супроводу та масштабування роль AI-інструментів полягає у забезпеченні еволюції продукту. Механізми машинного навчання дозволяють постійно вдосконалювати логіку сервісу та адаптувати контент до нових потреб користувачів без повного перепроєктування системи. Це робить штучний інтелект не одноразовим технологічним рішенням, а фундаментальною основою довготривалої життєздатності продукту.

Таблиця. Модель інтеграції AI в життєвий цикл управління проектом розробки програмних продуктів для імерсивних подорожей

Етапи SDLC	Опис AI-сервісів та їх застосування	Очікуваний результат
Аналіз та планування (Analysis & Planning)	Predictive Analytics (Tableau AI, Google Trends): аналіз ринку туристичних напрямків та прогнозування попиту на конкретні локації. Використання ChatGPT/Claude для створення бізнес-кейсів та оцінки ризиків.	Обґрунтований вибір локацій для віртуальних турів та точний бюджет.
Визначення вимог (Requirements Definition)	Natural Language Processing (NLP): інструменти для управління (наприклад, Jira Product Discovery) з AI для автоматичного групування фідбеку користувачів. Attention Insight для прогнозування того, на що користувач звертатиме увагу в VR-сцені	Пріоритезований Backlog та чіткі User Stories для імерсивного досвіду.
Проектування (Design)	Generative AI (Midjourney, Skybox AI, Spline AI): Швидка генерація 360° панорам, текстур та 3D-об'єктів за текстовим описом. Adobe Firefly для редагування візуального контенту.	Прототипи оточення (Environments) за лічені хвилини замість тижнів моделювання.
Розробка (Implementation / Coding)	AI Copilots (GitHub Copilot, Cursor): Генерація коду для Unity/Unreal Engine (C#, C++). Inworld AI / Convai: створення NPC-гідів з якими можна спілкуватися голосом у реальному часі.	Оптимізований код взаємодії та «живі» персонажі-екскурсоводи.
Тестування та верифікація (Testing & Verification)	Automated Testing (Applitools, GameDriver): AI-агенти, що імітують поведінку людини в VR-шоломі для виявлення «сліпих зон» та помилок колізії. Unity Sentis для оптимізації продуктивності на мобільних пристроях.	Відсутність «морської хвороби» у користувачів (motion sickness) та висока стабільність FPS.
Інтеграція та впровадження (Deployment)	Cloud AI (AWS SageMaker, Azure AI): оптимізація стрімінгу важкого VR-контенту залежно від швидкості інтернету користувача. Автоматична генерація метаданих для магазинів додатків (Quest Store, App Store).	Швидке завантаження контенту та висока видимість (SEO/ASO) продукту.
Експлуатація та супровід (Maintenance)	AI Analytics (Mixpanel, Hotjar for VR): аналіз теплових карт поглядів користувачів у віртуальному просторі. LLM-based support: боти, що допомагають користувачеві з навігацією всередині подорожі.	Постійне покращення локацій на основі реальної поведінки мандрівників.

Запропонована модель базується на дихотомії ролей штучного інтелекту, розглядаючи його одночасно як технологічний інструмент формування унікального клієнтського досвіду та як методологічний засіб оптимізації процесів управління розробкою. Такий підхід забезпечує баланс

між високою швидкістю розгортання системи, надійністю її архітектури та потенціалом для подальшого розвитку.

Реалізація моделі спирається на інтелектуальні сервіси автоматизованої генерації контенту з високим рівнем деталізації – від 3D-середовищ і текстур до складного просторового аудіо. Важливим доповненням є інтеграція агентів на базі LLM (Large Language Models), що виводить інтерактивність віртуальних гідів на принципово новий рівень. Завдяки кореляції етапів SDLC із принципами AI-Driven Agile, модель дозволяє суттєво скоротити час виходу продукту на ринок (Time-to-Market), замінюючи трудомістке ручне моделювання генеративними алгоритмами на етапах дизайну та програмування.

У підсумку, ефективність запропонованого підходу полягає у глибокому врахуванні специфіки VR/AR-технологій, зокрема вимог до рендерингу в реальному часі та мінімізації латентності для запобігання кінетозу (motion sickness). Поєднання гнучкої розробки з потужними інструментами AI-аналітики та автоматизованого верифікування дозволяє створювати динамічні цифрові світи, що миттєво адаптуються до запитів мандрівника. Це забезпечує не лише високу емоційну залученість користувача, а й стратегічну конкурентоспроможність сучасних TravelTech-рішень.

Список використаних джерел:

1. Fesenko T., Fesenko H., Fesenko G. Smart city and immersive art projects: a bibliometric analysis // *Proceedings of the 6th International Workshop IT Project Management (ITPM 2025)*, Kyiv, Ukraine, May 22, 2025. P. 223–239. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-4023/paper20.pdf> (дата звернення: 13.03.2026).

2. Фесенко Т. Г., Сергеев Д. В., Долгополов О. М., Сергородцев І. Д., Жук М. В. Інформаційні технології для створення музично-ігрових проєктів: бібліометричний аналіз // *Системи управління, навігації та зв'язку*. 2025. Т. 3, № 81. С. 142–150. DOI: 10.26906/SUNZ.2025.3.142-150 (дата звернення: 12.03.2026).

3. Šakytė-Statnickė G., Budrytė-Ausiejienė L. Application of Artificial Intelligence in the Tourism Sector: Benefits and Challenges of AI-Based Digital Tools in Tourism Organizations of Lithuania, Latvia, and Sweden // *Tourism and Hospitality*. 2025. Vol. 6, no. 2. Article 67. DOI: 10.3390/tourhosp6020067 (дата звернення: 13.03.2026).

4. Role of AI in Building Next-Generation Travel & Tourism Apps. URL: <https://savvybrains.com.au/role-of-ai-in-building-next-generation-travel-tourism-apps/> (дата звернення: 13.03.2026).

5. Guimaraes E., Nascimento N. AI in the Software Development Lifecycle: Insights and Open Research Questions // *FSE Companion '25: 33rd ACM International Conference on the Foundations of Software Engineering*, Clarion Hotel Trondheim, Trondheim, Norway. New York, NY, USA, 2025. P. 1353–1357. DOI: 10.1145/3696630.3730538 (дата звернення: 12.03.2026).