



[DOI 10.28925/2663-4023.2026.33.1137](https://doi.org/10.28925/2663-4023.2026.33.1137)

УДК 004.9:37

Яланецький Валерій Анатолійович

старший викладач

Національний технічний університет України «КПІ імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

ORCID: 0000-0001-6163-0258

v.yalanetskyi@gmail.com

ЦИФРОВИЙ СУПРОВІД ОСВІТЯН НА ОСНОВІ INTERNET OF BEHAVIORS

Анотація. У статті розглядається проблема цифрового супроводу освітян у сучасних закладах освіти в умовах активної цифровізації освітнього середовища. Наявні цифрові рішення здебільшого зосереджені на аналізі навчальної діяльності здобувачів освіти, тоді як професійна діяльність освітян залишається фрагментарно відображеною в окремих інформаційних системах і не має цілісного аналітичного представлення. Особливу увагу в роботі приділено розриву між фізичним і цифровим вимірами професійної діяльності освітян, коли події фізичної присутності в навчальному кампусі не узгоджуються з цифровими подіями, зафіксованими в системах управління навчанням та інших компонентах освітньої інфраструктури. У роботі обґрунтовується доцільність використання технологій Internet of Things як інфраструктурної основи для автоматизованої фіксації подій фізичної присутності освітян, а також концепції Internet of Behaviors як аналітичного підходу до інтерпретації сукупності фізичних і цифрових подій у вигляді поведінкових сценаріїв професійної діяльності. Показано, що інтеграція цих підходів дозволяє перейти від подієвого обліку до поведінкової аналітики, орієнтованої на підтримку організації праці освітян і прийняття управлінських рішень. Запропоновано узагальнену модель цифрового супроводу освітян, яка охоплює етапи збору, узгодження, аналізу та інтерпретації фізичних і цифрових даних професійної діяльності. Модель передбачає використання систем управління навчанням як джерела цифрової присутності, а також кампусної інфраструктури як джерела фізичних подій, що формують єдиний поведінковий простір. Окремо в роботі акцентовано увагу на людиноцентричному характері цифрового супроводу, питаннях захисту персональних даних та етичних меж використання поведінкової аналітики в освітньому середовищі.

Ключові слова: блокчейн; система управління навчанням; інтернет речей; інтернет поведінки; розумне освітнє середовище.

ВСТУП

Цифровізація закладів освіти спричинила активне впровадження інформаційних систем, однак ці системи часто функціонують як слабо інтегрована сукупність сервісів, орієнтованих переважно на підтримку навчальної діяльності здобувачів освіти, тоді як професійна діяльність освітян (у широкому значенні – викладачів, науково-педагогічних працівників, методистів, організаторів освітнього процесу) часто аналізується фрагментарно та без урахування повного контексту виконуваних ролей [1]. Професійна діяльність освітян охоплює навчальну, методичну, організаційну та комунікаційну складові, які фіксуються різними цифровими сервісами та не завжди інтегруються в єдиний аналітичний контур інформаційної освітньої системи [2]. Це ускладнює прийняття обґрунтованих управлінських рішень щодо організації освітнього процесу, розподілу навантаження та розвитку сучасного розумного освітнього середовища (Smart Learning Environments, SLE) як майбутнього тренду пожиттєвої освіти людини [3].

Також, суттєвим обмеженням сучасних інформаційних освітніх підходів є розрив між фізичним і цифровим вимірами діяльності освітян. Події фізичної присутності в навчальному кампусі (входи до корпусів, перебування в аудиторіях, участь у заходах) зазвичай не узгоджуються з цифровими подіями, зафіксованими в системах управління навчанням (Learning Management System, LMS).

У контексті закладів освіти технологія інтернету речей (Internet of Things, IoT) розглядається як інфраструктурний рівень, що забезпечує автоматизовану фіксацію подій фізичного середовища навчального закладу, включно з доступом до будівель, використанням навчальних просторів та взаємодією з кампусною інфраструктурою [4, 5]. Сучасні архітектурні підходи до IoT-орієнтованих



систем контролю доступу передбачають їх інтеграцію з інформаційними системами навчального закладу та аналітичними освітніми платформами [6].

Сучасні наукові дослідження наголошують на доцільності переходу від ізольованої подієвої аналітики до поведінково-орієнтованих моделей, у яких фізичні та цифрові події розглядаються спільно в межах концепції інтернету поведінки (Internet of Behaviors, IoB) [7, 8]. Отже IoB визначається як аналітичний підхід, спрямований на інтерпретацію сукупностей фізичних і цифрових подій як проявів поведінкових сценаріїв діяльності освітянина. На відміну від класичної подієвої аналітики, сучасні IoB-моделі акцентують увагу на виявленні повторюваних треків поведінки з урахуванням контексту, ролей і часової динаміки [9]. Поєднання фізичних і цифрових поведінкових подій у єдиному аналітичному просторі розглядається як ключова характеристика сучасних IoB-систем [10]. Тож, інтеграція IoT та IoB формує методологічне підґрунтя для комплексного цифрового супроводу освітян, у межах якого фізичні та цифрові події розглядаються як взаємопов'язані елементи єдиного поведінкового освітнього середовища.

Постановка проблеми. Наразі існує науково-прикладна проблема розроблення узгодженого підходу до цифрового супроводу освітян, який би забезпечував інтеграцію фізичних і цифрових подій професійної діяльності, використання поведінкової аналітики на основі IoB, а також дотримання принципів безпеки, конфіденційності та етики в межах SLE. Вирішення цієї проблеми потребує міждисциплінарного підходу, що поєднує технології IoT й блокчейну, аналітику освітніх даних та поведінкові моделі професійної діяльності освітян.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні рішення цифрового супроводу освітян базуються на використанні багатоджерельних систем збору даних, що фіксують фізичні та цифрові аспекти професійної діяльності [11]. Одним із поширених підходів є застосування блютуз-технологій (Bluetooth Low Energy, BLE) для визначення присутності користувачів у просторових зонах навчального закладу [12]. Однак новітні дослідження підкреслюють обмеження таких систем, зокрема нестабільність сигналу та ризики похибок ідентифікації в умовах складного фізичного середовища [13].

Більш надійні результати демонструють системи автоматичної фіксації присутності на основі аналізу підключень до Wi-Fi-інфраструктури, які дозволяють здійснювати безперервний облік присутності без активних дій з боку користувачів і можуть бути застосовані як для студентів, так і для освітян [14]. Найбільш точним джерелом подій фізичної присутності залишаються системи контролю доступу, що забезпечують чітку часову та просторову фіксацію входів і виходів персоналу [6]. У поєднанні з відеоаналітикою такі системи використовуються для агрегованої оцінки завантаженості навчальних просторів без персональної ідентифікації освітян [4].

Водночас значна увага приділяється використанню систем управління навчанням як джерела цифрових подій професійної діяльності освітян. Сучасні LMS-платформи фіксують активності викладачів, пов'язані зі створенням і супроводом курсів, оцінюванням та комунікацією, що створює основу для застосування навчальної аналітики у контексті професійної діяльності освітян [1]. Актуальні дослідження підкреслюють роль аналітики навчальних даних у підтримці професійного розвитку викладачів і прийнятті управлінських рішень у закладах освіти [2, 15].

Окремий напрям сучасних досліджень пов'язаний із розвитком інфраструктур цифрової ідентичності освітян. У таких роботах LMS, системи доступу та аналітичні сервіси розглядаються як елементи екосистем довіри, у яких події професійної діяльності пов'язуються з механізмами ідентифікації та авторизації на основі блокчейн-технологій [16]. У цьому контексті цифрові події в освітніх системах можуть інтерпретуватися як атрибути цифрової ідентичності освітянина, що узгоджується з поведінково-орієнтованими підходами IoB. Отже, сучасні рішення цифрового супроводу освітян формуються на перетині IoT-інфраструктур, IoB-аналітики, LMS, навчальної аналітики та систем цифрової ідентичності, що створює основу для побудови сучасних SLE.

Мета статті. Метою роботи є обґрунтування та розроблення підходу до цифрового супроводу освітян у закладах освіти на основі інтеграції фізичних і цифрових подій професійної діяльності з використанням технологій IoT, концепції IoB та SLE.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У статті застосовано метод концептуального моделювання та структурно-функціонального аналізу для формалізації процесу цифрового супроводу освітян. Концепція IoB використовується як аналітична рамка для інтерпретації фізичних і цифрових подій професійної діяльності. Моделі цифрового супроводу сформовано з використанням принципів Design Science Research (DSR), що передбачає побудову, обґрунтування та аналітичну оцінку запропонованих концептуальних рішень.

Інтернет поведінки. На відміну від класичних підходів освітньої аналітики, які здебільшого обмежуються описовим або діагностичним аналізом навчальної активності, ІоВ-орієнтований підхід трактує події LMS як поведінкові сигнали, що формують основу для побудови замкненого керуючого циклу. Такий цикл включає послідовні етапи збору подій, виділення поведінкових ознак, моделювання поведінкових патернів, формування інтерпретацій і подальшого впливу на навчальний процес. Вплив може реалізовуватися у вигляді адаптації навчального контенту, персоналізованих рекомендацій, зміни темпу викладання й навчання або автоматизованих інтервенцій, спрямованих на підвищення залученості освітян та ефективності надання освітніх послуг.

Цифрові події освітньої діяльності виконують роль первинних поведінкових індикаторів. Поведінка в цьому випадку має не так фізичний як когнітивно-цифровий характер, однак зберігає всі ключові властивості, необхідні для ІоВ: часову динаміку, контекстну залежність і можливість впливу через інформаційну систему.

Концептуальна логіка ІоВ представляє собою (рис. 1) поетапний перехід від фіксації поведінкових подій до формування обґрунтованих управлінських рішень. Початковий етап відстеження поведінки освітян передбачає реєстрацію подій, що виникають у процесі діяльності людини, зокрема за допомогою IoT-пристроїв та цифрових LMS. У контексті освітнього середовища такими подіями є фізична присутність освітян у навчальному кампусі, а також цифрова активність у LMS та інших компонентах SLE.



Рис. 1. Логіка концепції Internet of Behaviors

На етапі збору даних зафіксовані події агрегуються, узгоджуються та готуються до подальшої обробки. Цей етап має ключове значення для забезпечення цілісності та порівнюваності даних, оскільки дозволяє поєднати фізичні та цифрові прояви професійної діяльності освітян у єдиному інформаційному метаспросторі.

Наступний етап аналітичної обробки полягає у перетворенні зібраних даних на структуровану логічну інформацію. У межах ІоВ це включає виявлення повторюваних патернів професійної поведінки, часових закономірностей та контекстних залежностей, що характеризують діяльність освітян у навчальному закладі.

Етап розуміння (осмислення та інтерпретації) спрямований на формування знань на основі отриманої інформації із застосуванням методів поведінкової науки та аналітики. У освітньому контексті це дозволяє перейти від простого обліку подій до розуміння професійних сценаріїв діяльності освітян, їхнього навантаження та взаємодії з освітнім середовищем.

Завершальний етапом є вплив та підтримка рішень, що не означає примусового керування поведінкою, а розглядається як аналітична основа для підтримки організаційних та управлінських рішень. У системах цифрового супроводу освітян цей етап реалізується у формі рекомендацій, узгодження розкладів, оптимізації освітніх процесів та розвитку SLE.

Таким чином, ІоВ є методологічною основою для переходу від фрагментарної фіксації активностей до цілісного цифрового супроводу освітян, орієнтованого на підтримку професійної діяльності та підвищення ефективності освітнього середовища.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Задачі цифрового супроводу освітян. Цифровий супровід освітян потребує чіткого визначення кола задач, розв'язання яких забезпечує перехід від фрагментарного використання цифрових інструментів до цілісної, узгодженої моделі супроводу професійної діяльності. Цифровий супровід розглядається як системний процес, що поєднує фізичні та цифрові прояви діяльності освітян, враховує поведінкові аспекти професійної активності та орієнтований на підтримку організації освітнього процесу. Чітке окреслення таких задач дозволяє відмежувати цифровий супровід від інструментів контролю, зосередивши увагу на аналітичній підтримці, оптимізації професійної діяльності та зменшенні адміністративного навантаження на освітян. На рис. 2 наведено ключові задачі цифрового супроводу

освітян, які визначають цілі та практичні аспекти впровадження IoT- та IoB-орієнтованих рішень у закладах освіти.

Початкова задача пов'язана із динамічною розпізнаваністю в робочій поведінці освітян. Йдеться про можливість ідентифікувати та інтерпретувати повторювані професійні сценарії на основі подій фізичної присутності в навчальному закладі та цифрової активності в LMS і суміжних освітніх системах.

Другою задачею є синхронізація фізичної та цифрової поведінки, що є базовою передумовою формування цілісного уявлення про професійну діяльність освітян. У цьому контексті події перебування в кампусі, зафіксовані IoT-інфраструктурою, узгоджуються з цифровими подіями в SLE, зокрема активностями в системах управління навчанням.

Третя задача спрямована на персоналізацію та формування підказок щодо пріоритетних освітніх задач. На основі поведінкових моделей освітян система цифрового супроводу може підтримувати планування професійної діяльності, орієнтуючись на реальні патерни навантаження, часові обмеження та контекст виконання освітніх функцій.



Рис. 2. Задачі цифрового супроводу освітян

Четверта задача пов'язана з оптимізацією професійної поведінки освітян, яка розглядається не як контроль, а як аналітична підтримка організації праці. Поведінкові сценарії, виявлені засобами IoB, використовуються для вдосконалення розкладів, розподілу ресурсів і координації освітнього процесу.

Задача п'ятого напрямку відображає мотиваційний аспект цифрового супроводу, який охоплює механізми стимулювання, заохочення та, за необхідності, фіксації відхилень від узгоджених професійних сценаріїв. У цьому випадку мотивація розглядається як елемент управління освітнім середовищем, а не як інструмент примусового контролю.

Заключна задача стосується автоматизації супровідної та звітної документації, що ґрунтується на використанні вже наявних цифрових і фізичних подій діяльності освітян. Автоматизоване формування звітів і облікових даних дозволяє зменшити адміністративне навантаження та підвищити узгодженість управлінських процесів у навчальному закладі.

У межах запропонованого підходу задачі цифрового супроводу формуються з урахуванням принципів людиноцентричності, прозорості аналітики та дотримання етичних і правових обмежень щодо використання персональних даних. Людиноцентричність у контексті цифрового супроводу освітян забезпечується використанням технології блокчейн як інфраструктурної платформи для фіксації та збереження транзакційних активностей, що виникають у процесі професійної діяльності. Блокчейн у цьому випадку розглядається не як інструмент управління або контролю, а як засіб формування довірчого шару даних, що забезпечує незмінність, простежуваність та перевірюваність зафіксованих подій. Блокчейн у межах запропонованого підходу розглядається виключно як інфраструктурний механізм фіксації узгоджених агрегованих подій професійної діяльності освітян без збереження персональних або поведінково-чутливих даних. Його використання обмежується забезпеченням незмінності та простежуваності узагальнених освітніх треків, що дозволяє уникнути конфлікту з вимогами захисту персональних даних.

Логіка цифрового супроводу освітян. Визначення задач цифрового супроводу освітян потребує їх подальшої формалізації у вигляді процесної моделі, що відображає послідовність і логіку реалізації супроводу в межах освітньої сесії. Перехід до процесної моделі зумовлений необхідністю узгодити аналітичні механізми IoB із реальними організаційними подіями освітнього процесу. У межах SLE цифровий супровід не є статичним набором інструментів, а виступає циклічним процесом, що починається з формування контексту освітньої діяльності та завершується накопиченням і осмисленням поведінкових даних для подальшого використання.

На рис. 2 представлено узагальнену логіку (життєвий цикл) цифрового супроводу освітян у межах концепції SLE на основі інтеграції даних отриманих із LMS, фізичної інфраструктури закладу освіти та

аналітичних механізмів ІоВ. Процес цифрового супроводу розпочинається з відкриття нової освітньої сесії, що відповідає початку структурованого періоду професійної діяльності освітянина. На цьому етапі формується початковий контекст: навчальний розклад, освітні компоненти, заплановані види активностей та організаційні обмеження.

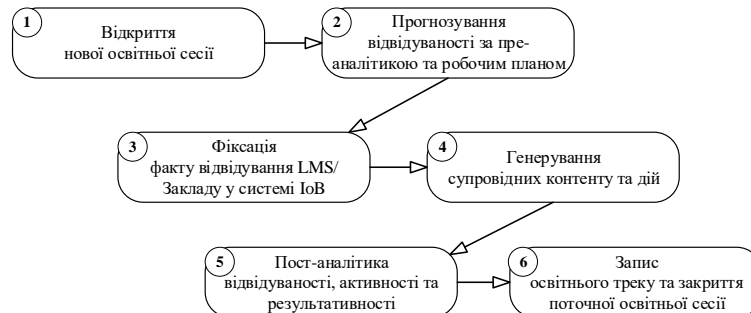


Рис. 3. Життєвий цикл цифрового супроводу освітян

Після успішного відкриття освітньої сесії виконується прогнозування відвідуваності на основі попередньої аналітики та індивідуального навчального плану освітянина. Тут використовується накопичений історичний досвід професійної діяльності освітян, що дозволяє формувати очікувані сценарії фізичної та цифрової присутності. Потім відбувається фіксація факту відвідування в LMS та/або в навчальному закладі у системі ІоВ. На цьому етапі поєднуються події фізичної присутності (входи до навчальних корпусів, перебування в навчальних аудиторіях) та цифрові події (активність у LMS), які формують узгоджений набір даних для подальшої поведінкової інтерпретації. На основі зафіксованих подій реалізується генерування супровідних контенту та дій, що відповідає контекстно-орієнтованій підтримці професійної діяльності освітян. Зокрема на даному випадку підтримка трансформується в механізми освітнього супроводу, такі як нагадування про навчальні та адміністративні заходи, рекомендації щодо підготовки навчальних матеріалів або організаційних дій зі споживачами освітнього продукту.

Передкінцевим етапом є пост-аналітика відвідуваності, активності та результативності, на якому здійснюється узагальнення даних за завершений період освітньої діяльності. Тут формуються аналітичні уявлення про професійні патерни освітян, їхню залученість та ефективність у межах навчального процесу задля вдосконалення організації освітнього процесу, а не для класифікації й сегрегації або оцінювання особистостей. Фіналізується все записом освітнього треку та закриття поточної освітньої сесії, що означає формування цілісного цифрового сліду професійної діяльності освітянина. Отримані дані можуть бути використані для довгострокового аналізу, планування наступних освітніх сесій і подальшому розвитку SLE навчального закладу.

Задачі цифрового супроводу окреслюють функціональні напрями та цільові орієнтири супроводу, тоді як життєвий цикл супроводу освітян у структурованому часовому інтервалі демонструє динамічний аспект його реалізації.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

У статті запропоновано цілісний підхід до цифрового супроводу освітян у закладах освіти на основі інтеграції ІоТ та ІоВ у межах SLE. Показано, що поєднання фізичних і цифрових джерел подій дозволяє перейти від фрагментарного обліку присутності до комплексного аналізу професійної діяльності освітян та створює підґрунтя для подальшого розвитку інтелектуальних систем підтримки освітнього середовища.

Подальший розвиток систем цифрового супроводу освітян пов'язується з переходом традиційних цифрових освітніх середовищ LMS до більш комплексних гібридних та децентралізованих освітніх екосистем. Значний науковий інтерес становить інтеграція блокчейн-рішень із цифровою ідентичністю в освіті. У роботі [17] показано, що блокчейн здатен забезпечити незмінність і довготривале зберігання освітніх активностей, досягнень, репутаційних записів, сертифікатів, а значить і для збереження супровідного треку освітянина. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на розвиток моделей суверенної цифрової ідентичності для освітян, де контроль над професійними даними, історією діяльності та репутаційними активами належить безпосередньо суб'єкту освітньої діяльності, а не централізованій установі. Перспективним є вивчення комбінованих підходів, у яких біометричні методи (відбитки, розпізнавання обличчя, поведінкова біометрія) застосовуються як засіб підтвердження



присутності та активності, а результати автентифікації фіксуються у блокчейн. Це особливо актуально для розумних кампусів і гібридних форматів навчання. Оскільки ключовим і наскрізним напрямом подальших досліджень залишається захист та безпека персональних даних освітян але існують потенційні ризики, пов'язані з незворотністю записів у блокчейні та складністю управління доступом. У довгостроковій перспективі можливим напрямом фундаментальних досліджень є вивчення потенціалу нейроінтерфейсів і нейрочіпів у контексті освіти. Йдеться не про прикладне впровадження, а про теоретичний аналіз того, як у майбутньому можуть змінитися підходи до фіксації когнітивної активності, уваги або навантаження в освітніх середовищах. Такі дослідження мають розглядатися виключно як експериментальні та потребують жорстких етичних і правових обмежень в контексті цифрового супроводу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Viberg, O., et al. (2020). Learning analytics for supporting teachers' practice. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2003-2018. <https://doi.org/10.1111/bjet.12980>
2. Romero, C., & Ventura, S. (2020). Educational data mining and learning analytics: An updated survey. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 10(3), e1355. <https://doi.org/10.1002/widm.1355>
3. Ouyang, F., et al. (2022). Smart learning environments: Research trends and future directions. *Computers & Education: Artificial Intelligence*, 3, 100062. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100062>
4. Domínguez-Bolaño, T., et al. (2024). An IoT-based smart campus system for monitoring and improving sustainability. *Internet of Things*, 27, 101099. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2024.101099>
5. Ragothaman, K., et al. (2023). IoT-enabled access control systems: Architecture and applications. *Sensors*, 23(4), 1805. <https://doi.org/10.3390/s23041805>
6. Abbes, A. C., et al. (2024). Online and physical internet of behaviors. *Procedia Computer Science*, 233, 147-156. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.09.204>
7. Nyman, G. (2012). Internet of behaviors (IoB). <https://gotepoem.wordpress.com/2012/03/>
8. Dolgui, A., & Ivanov, D. (2025). Internet of behaviors: Conceptual model, practical and theoretical implications. *International Journal of Production Research*. <https://doi.org/10.1080/00207543.2024.2372008>
9. Bangui, H., Buhnova, B., Ge, M., & Kriglstein, S. (2025). Leveraging the internet of behaviors for mutual trust in digital ecosystems. In *IUI Companion Proceedings*. <https://doi.org/10.1145/3708557.3716344>
10. Ziani, L., & Khanouche, M. E. (2022). Internet of behaviors: A review. In *IEEE BIWA*. <https://doi.org/10.1109/BIWA57631.2022.10037987>
11. Ifenthaler, D., & Yau, J. Y.-K. (2021). Learning analytics for teacher professional development. *Educational Technology Research and Development*, 69, 1215-1234. <https://doi.org/10.1007/s11423-021-09990-3>
12. Puckdeevongs, A., et al. (2020). Bluetooth low energy-based attendance systems: Design and evaluation. *Information*, 11(6), 329. <https://doi.org/10.3390/info11060329>
13. Kim, M., et al. (2021). Security challenges in BLE-based attendance systems. *IEEE Access*, 9, 158334-158346. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3128409>
14. Rahaman, M., et al. (2025). Wi-Fi-based automatic attendance monitoring system using mobile devices. *Journal of Electrical Systems and Information Technology*, 12. <https://doi.org/10.1186/s43067-025-00215-y>
15. Drachsler, H., & Greller, W. (2020). Privacy and analytics in learning environments. *Journal of Learning Analytics*, 7(1), 1-6. <https://doi.org/10.18608/jla.2020.71.1>
16. Chan, W., Gai, K., Yu, J., & Zhu, L. (2025). Blockchain-assisted self-sovereign identities on education: A survey. *Blockchains*, 3(1). <https://doi.org/10.3390/blockchains3010003>
17. Yalanetskiy, V. (2023). Learning management systems on blockchain. *Cybersecurity: Education, Science, Technique*, 3(19), 56-68. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2023.19.5668>

**Valerii Yalanetskyi**

Senior Lecturer

National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine

ORCID: 0000-0001-6163-0258

v.yalanetskyi@gmail.com

DIGITAL ACCOMPANIMENT OF EDUCATION PROFESSIONALS BASED ON THE INTERNET OF BEHAVIORS

Abstract. The article examines the problem of digital support for educators in modern educational institutions under conditions of active digitalization of the educational environment. Existing digital solutions are largely focused on analyzing students' learning activities, whereas the professional activities of educators remain fragmentarily represented across separate information systems and lack a holistic analytical representation. Particular attention is paid to the gap between the physical and digital dimensions of educators' professional activities, where events of physical presence on campus are not aligned with digital events recorded in learning management systems and other components of the educational infrastructure. The study substantiates the feasibility of using Internet of Things technologies as an infrastructural basis for the automated capture of educators' physical presence events, as well as the Internet of Behaviors concept as an analytical approach to interpreting the aggregate of physical and digital events in the form of behavioral scenarios of professional activity. It is shown that the integration of these approaches enables a transition from event-based accounting to behavioral analytics aimed at supporting the organization of educators' work and managerial decision-making. A generalized model of digital support for educators is proposed, encompassing the stages of collecting, harmonizing, analyzing, and interpreting physical and digital data related to professional activities. The model provides for the use of learning management systems as a source of digital presence and campus infrastructure as a source of physical events, which together form a unified behavioral space. Particular emphasis is placed on the human-centered nature of digital support, issues of personal data protection, and the ethical boundaries of applying behavioral analytics in educational environments.

Keywords: blockchain; Learning Management System; Internet of Things; Internet of Behaviors; Smart Learning Environment.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Viberg, O., et al. (2020). Learning analytics for supporting teachers' practice. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2003-2018. <https://doi.org/10.1111/bjet.12980>
2. Romero, C., & Ventura, S. (2020). Educational data mining and learning analytics: An updated survey. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 10(3), e1355. <https://doi.org/10.1002/widm.1355>
3. Ouyang, F., et al. (2022). Smart learning environments: Research trends and future directions. *Computers & Education: Artificial Intelligence*, 3, 100062. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100062>
4. Domínguez-Bolaño, T., et al. (2024). An IoT-based smart campus system for monitoring and improving sustainability. *Internet of Things*, 27, 101099. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2024.101099>
5. Ragothaman, K., et al. (2023). IoT-enabled access control systems: Architecture and applications. *Sensors*, 23(4), 1805. <https://doi.org/10.3390/s23041805>
6. Abbes, A. C., et al. (2024). Online and physical internet of behaviors. *Procedia Computer Science*, 233, 147-156. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.09.204>
7. Nyman, G. (2012). Internet of behaviors (IoB). <https://gotepoem.wordpress.com/2012/03/>
8. Dolgui, A., & Ivanov, D. (2025). Internet of behaviors: Conceptual model, practical and theoretical implications. *International Journal of Production Research*. <https://doi.org/10.1080/00207543.2024.2372008>
9. Bangui, H., Buhnova, B., Ge, M., & Kriglstein, S. (2025). Leveraging the internet of behaviors for mutual trust in digital ecosystems. In *IUI Companion Proceedings*. <https://doi.org/10.1145/3708557.3716344>
10. Ziani, L., & Khanouche, M. E. (2022). Internet of behaviors: A review. In *IEEE BIWA*. <https://doi.org/10.1109/BIWA57631.2022.10037987>



11. Ifenthaler, D., & Yau, J. Y.-K. (2021). Learning analytics for teacher professional development. *Educational Technology Research and Development*, 69, 1215-1234. <https://doi.org/10.1007/s11423-021-09990-3>
12. Puckdeevongs, A., et al. (2020). Bluetooth low energy-based attendance systems: Design and evaluation. *Information*, 11(6), 329. <https://doi.org/10.3390/info11060329>
13. Kim, M., et al. (2021). Security challenges in BLE-based attendance systems. *IEEE Access*, 9, 158334-158346. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3128409>
14. Rahaman, M., et al. (2025). Wi-Fi-based automatic attendance monitoring system using mobile devices. *Journal of Electrical Systems and Information Technology*, 12. <https://doi.org/10.1186/s43067-025-00215-y>
15. Drachsler, H., & Greller, W. (2020). Privacy and analytics in learning environments. *Journal of Learning Analytics*, 7(1), 1-6. <https://doi.org/10.18608/jla.2020.71.1>
16. Chan, W., Gai, K., Yu, J., & Zhu, L. (2025). Blockchain-assisted self-sovereign identities on education: A survey. *Blockchains*, 3(1). <https://doi.org/10.3390/blockchains3010003>
17. Yalanetskyi, V. (2023). Learning management systems on blockchain. *Cybersecurity: Education, Science, Technique*, 3(19), 56-68. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2023.19.5668>

Отримано редакцією журналу / Received: 16.02.26

Прорецензовано / Revised: 28.02.26

Схвалено до друку / Accepted: 25.06.26



This work is licensed under Creative Commons Attribution-noncommercial-sharealike 4.0 International License.