

досліджувати стійкість рішень і навіть виявляти хаотичні та складні нелінійні ефекти.

Вивчення методик інтеграції засобів комп'ютерної математики з акцентом на числові методи та прикладний аналіз є актуальним у контексті сучасних потреб освіти [1].

Використання комп'ютерних засобів у процесі навчання вищої математики студентів створює умови для самореалізації, що сприяє підвищенню його пізнавальної активності, розвитку критичного мислення, формуванню навичок організації самостійної роботи, розвитку творчих здібностей та лідерських якостей, підвищенню відповідальності за результати своєї праці, а також вдосконаленню процесу навчання та підвищенню його якості.

В цілому, використання інструментів комп'ютерної математики дозволяє значно полегшити та прискорити процес вивчення та розв'язування диференціальних рівнянь.

### Список використаних джерел

1. Бондаренко І. О. Практичні задачі розв'язання диференціальних рівнянь за допомогою MatLab. Одеса : ОНУ, 2019. 128 с.
2. Петренко І. В. Сучасні технології навчання у вищій школі : теорія і практика. Львів : ЛНУ, 2018. 224 с.

## МОЖЛИВОСТІ ВІДКРИТИХ І ЗАКРИТИХ ІОТ СИСТЕМ

### Двораківський Микола Григорович

здобувач третього рівня вищої освіти, спеціальність Освітні, педагогічні науки  
Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка  
dvorakivsky@gmail.com

Стрімкий розвиток Інтернету речей (IoT) зумовлює зростання кількості «розумних» пристроїв у побутовій, комерційній та промисловій сферах. Однією з ключових тенденцій є перехід від закритих, монобрендових екосистем до відкритих систем розумних пристроїв, що базуються на принципах інтероперабельності, модульності та доступності технологічних стандартів. Відкритість системи передбачає можливість вільної інтеграції пристроїв різних розробників, використання єдиних протоколів обміну даними та відкритих прикладних інтерфейсів (API), що забезпечує масштабованість і тривалість життєвого циклу технологічних рішень.

Архітектурно відкриті IoT-системи ґрунтуються на багаторівневій моделі: *пристрої – комунікаційні протоколи – шлюз або хаб – хмарні сервіси – користувацькі інтерфейси*. На кожному з рівнів використовуються стандартизовані технології: MQTT, CoAP, Matter, ZigBee, Thread для передачі даних; відкриті хаби, як-от Home Assistant або OpenHAB, які функціонують як універсальні інтеграційні платформи; а також хмарні інфраструктури AWS IoT чи Azure IoT, що забезпечують обробку потоків сенсорних даних і підтримку сервісів аналітики. Така архітектура створює умови для впровадження інтелектуальних механізмів автоматизації на основі машинного навчання, персоналізації взаємодії користувача з системою та

реалізації сценаріїв локального керування без постійної залежності від зовнішніх серверів.

Архітектура IoT розробляється сектором стандартизації Міжнародного союзу електрозв'язку (МСЕ-Т або ІТУ-Т). Еталонна модель IoT від МСЕ-Т описана в Рекомендації Y.2060 Еталонна модель IoT від МСЕ-Т враховує складності IoT і визначає архітектуру, що має специфіковані основні компоненти і їх взаємозв'язок. Запропонована архітектура IoT може надати такі переваги:

- дати адміністратору мережі або ІТ-менеджеру корисний контрольний список для оцінки функціональності і повноти пропозицій від різних постачальників;
- служити орієнтиром для розробників в плані того, які функції потрібні в IoT і як вони взаємодіють;
- служити основою для стандартизації, стимулюючи сумісність і скорочення витрат [2].

Переваги відкритих систем для споживачів полягають у свободі вибору обладнання, зниженні витрат на модернізацію та підвищенні кібербезпеки за рахунок прозорості механізмів захисту даних. Для виробників такі екосистеми спрощують вихід на ринок завдяки взаємній сумісності з уже доступними пристроями та платформами. Водночас реалізація концепції пов'язана з низкою викликів: необхідністю уніфікації стандартів безпеки, усунення фрагментації протоколів, розроблення механізмів довгострокової підтримки пристроїв і оновлень їхнього ПЗ.

Сучасний вектор розвитку відкритих систем полягає у широкому впровадженні протоколу Matter, розробленого провідними технологічними компаніями світу, який має стати універсальним стандартом інтероперабельності для пристроїв розумного дому. Іншими драйверами виступають інтеграція штучного інтелекту для локального оброблення даних (edge computing), впровадження цифрових двійників та масштабування IoT-інфраструктури на рівень «розумних» міст і промисловості (Industrial IoT) [1].

Таким чином, відкриті системи розумних пристроїв формують технологічний фундамент для цифрової трансформації суспільства, забезпечуючи стійкість інновацій, економічну ефективність та високий рівень користувацької доступності. Їх подальший розвиток визначатиме можливості інтеграції IoT в освітні, медичні, виробничі та побутові сфери, а також рівень глобальної технологічної сумісності.

За типом доступності IoT системи розділяють на відкриті і закриті. Відкриті IoT системи використовують стандарти, API доступні розробникам (Home Assistant, OpenHAB, Matter). Закриті IoT системи використовують пропрієтарні протоколи, інтеграція можлива лише в межах бренду (Apple HomeKit, Google Home (частково), Xiaomi Mi Home). У відкритих системах сумісність пристроїв різних виробників висока, на відміну від закритих систем, у яких все працює лише одного бренду. Використання відкритих і закритих IoT систем мають свої певні ризики. У відкритих – залежність від налаштування користувача, у закритих – екосистемна ізоляція і дорощка модернізація.

За доступом до керування та налаштування відкриті IoT системи відкриті до модифікації з повним доступом до програмного забезпечення та кастомних модулів, проте недоліком є – вища складність для початківців. Закриті IoT системи контролювані виробником і закритими, разом з тим, є легкі у використанні, мають централізоване оновлення, проте з обмеженою функціональністю.

IoT системи розділяють також і за місцем обробки даних. До локальних, часто відкритих, IoT систем можна віднести Home Assistant, Open Source Gateway, перевагами яких є велика швидкість та безпека. До найбільш популярних хмароцентричних систем можна віднести Google Home та Amazon Alexa, які володіють простотою у використанні, проте у таких системах присутній збір користувацьких даних.

Відкриті системи забезпечують свободу вибору, розвиток інновацій та захист інвестицій у техніку, тоді як закриті – орієнтовані на простоту використання та контрольовану екосистему, обмежуючи можливості інтеграції та масштабування.

Раціональна стратегія розвитку IoT-інфраструктур у сучасних умовах – це гібридна модель, яка поєднує відкриті стандарти та протоколи для сумісності та закриті компоненти там, де критичні безпека та авторський контроль. Перспективою подальших досліджень вбачаємо у побудові IoT екосистеми виробничого середовища, яка поєднувала б відкритий та закритий принцип IoT систем.

### Список використаних джерел

1. Новий стандарт «Matter» та його використання у системах управління освітленням. URL: <https://5watt.ua/uk/blog/statti/novij-standart-matter-ta-jogo-vikoristannya-u-sistemakh-upravlinnya-osvitlennyam?srsltid=AfmBOoqrShQIELtb4Z1XwdBGrD3M9y4CM34abbcZ6tDTLsEPkHigPggr> (дата звернення: 04.11.2025).
2. ITU-T Recommendations and other publications. URL: <https://www.itu.int/en/ITU-T/publications/Pages/default.aspx> (дата звернення: 04.11.2025).

## ІНТЕГРАЦІЯ ПРИНЦИПІВ AGILE У ФОРМУВАННЯ ЕТИЧНИХ ПРАКТИК ВИКОРИСТАННЯ ШІ В ІТ-ОСВІТІ

### Жирова Тетяна Олександрівна

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри інженерії програмного забезпечення та кібербезпеки

Державний торговельно-економічний університет  
zhyrova@outlook.com

### Жиров Денис Михайлович

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник відділу «Плазмово-шлакової металургії»

Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України  
denis.zhyrov@gmail.com

Швидке впровадження інструментів штучного інтелекту (ШІ) в освітній процес ІТ-спеціальностей випереджає оновлення методичних матеріалів і нормативних вимог, унаслідок чого студенти засвоюють технологію, але не формують сталих етичних практик її застосування. Більшість існуючих курсів зосереджуються на функціональних можливостях ШІ (генерація коду, підготовка контенту, тестування), тоді як питання академічної доброчесності, авторства, відповідальності та прозорості залишаються фрагментарними. Аналогічну потребу у поєднанні технічної й етичної підготовки підкреслює й UNESCO [1], де наголошено на людиноцентричному, прозорому та доброчесному використанні ШІ в освіті.