

ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ ДЛЯ РОЗВИТКУ ТА ДОСТУПНОСТІ ЦИФРОВОЇ ОСВІТИ

Zub O.V., Kozlov D.E. Internet of Things for the development and accessibility of digital education. The Internet of Things (IoT) is one of the key innovations of the 21st century, rapidly evolving. Its various aspects, such as infrastructure, architecture, and security, play a crucial role in shaping the digital future. The number of connected devices, known as IoT, is rapidly increasing. A reliable network and application-based services are necessary to support the operation of these devices. The study explored the architecture of IoT, highlighting its key features. The advantages of using the Internet of Things in education were identified, namely: more efficient management of educational institutions, real-time data collection, access control to information, interactive learning format, automation of organizational processes, enhanced security, distance learning, improvement of the learning process through feedback, individualized learning approach, support for students with special needs, health monitoring of students, and optimization of resource management in educational institutions. The challenges of implementing the Internet of Things in education were analyzed, and recommendations for overcoming them were provided. In the context of the development of information and communication technologies, as well as social progress, the Internet of Things is gaining increasing importance. The Internet of Things in education opens up new opportunities for improving learning outcomes by creating a more interactive and individualized experience, enhancing management efficiency, and providing real-time analytics for assessing student performance. IoT opens up new opportunities for modernizing education and improving its quality. However, to achieve success, it is necessary to overcome financial and technological barriers, including ensuring data security and equal access to technology for all students.

Keywords: Internet of Things, IoT, architecture, information system, computer network, digital education, education of the future

Зуб О.В., Козлов Д.Є. Интернет речей для розвитку та доступності цифрової освіти. Интернет речей (IoT) — це одна з ключових інновацій ХХІ століття, яка швидко розвивається. Його різні аспекти, такі як інфраструктура, архітектура та безпека, відіграють важливу роль у формуванні цифрового майбутнього. Кількість підключених пристроїв, відомих як IoT, стрімко зростає. Для підтримки роботи цих пристроїв необхідна надійна мережа та забезпечення послуг на основі додатків. В роботі була досліджена архітектура IoT, висвітлено її ключові особливості. Визначено переваги використання інтернету речей в освіті, а саме: ефективніше управління навчальними закладами, збір даних у реальному часі, контроль доступу до інформації, інтерактивний формат навчання, автоматизація організаційних процесів, підвищена безпека, дистанційне навчання, поліпшення навчального процесу через зворотний зв'язок, індивідуальний підхід до навчання, підтримка учнів із особливими потребами, моніторинг стану здоров'я здобувачів освіти, оптимізація управління ресурсами закладу освіти. Проаналізовані виклики при впровадженні інтернету речей в освіту та надані рекомендації по їх подоланню. У контексті розвитку інформаційних та комунікаційних технологій, а також суспільного прогресу, Интернет речей набуває дедалі більшого значення. Интернет речей у сфері освіти відкриває нові можливості для покращення навчальних результатів шляхом створення більш інтерактивного та індивідуалізованого досвіду, підвищення ефективності управління та забезпечення в реальному часі аналітики для оцінки успішності учнів. IoT відкриває нові можливості для модернізації освіти та покращення її якості. Проте, для досягнення успіху необхідно долати фінансові та технологічні бар'єри, зокрема забезпечення безпеки даних і рівного доступу до технологій для всіх учнів.

Ключові слова: Интернет речей, IoT, архітектура, інформаційна система, комп'ютерна мережа, цифрова освіта, освіта майбутнього

Вступ

У сучасну епоху глобалізації науково-технічний прогрес відбувається неймовірно швидко, і це особливо стосується розвитку Інтернету. Освіта також не залишається осторонь від цього процесу. Интернет став невід'ємною частиною повсякденного життя, впливаючи на всі аспекти нашої діяльності, включно з освітою. Завдяки Інтернету будь-хто може отримати доступ до необхідних ресурсів у будь-який час. Практично кожен пристрій, який ми використовуємо, може підключатися до Інтернету. У часи стрімкого розвитку науки й техно-

логій, Інтернет речей (IoT) став важливою концепцією, яка дозволяє фізичним об'єктам збирати та обмінюватися даними через Інтернет.

Інтернет речей (IoT) відкриває нові можливості для взаємодії не лише між людьми, а й між об'єктами, використовуючи мережі для передачі інформації. В рамках Індустріальної революції 4.0 цифрові технології інтегруються з фізичними можливостями, штучним інтелектом та іншими інноваціями для створення рішень, які полегшують повсякденне життя. В цьому процесі важливу роль відіграють елементи, як-от хмарні обчислення, аналіз великих даних, кібербезпека та Інтернет речей. Використання Інтернету прискорює обмін знаннями, стираючи межі традиційних навчальних закладів, і робить навчання доступнішим.

Інтернет речей також є інструментом для автоматизації і моніторингу об'єктів у реальному часі, забезпечуючи нові можливості для контролю й керування. Кожен пристрій або об'єкт можна підключити до мережі та контролювати дистанційно за допомогою смартфона або навіть голосових команд. Це зменшує навантаження і дозволяє заощаджувати час. Однак для ефективної роботи IoT необхідні сенсори, які дозволяють відстежувати й керувати об'єктами через Інтернет.

Інтернет речей робить наше життя простішим і ефективнішим, оскільки об'єкти з вбудованими сенсорами можуть не лише збирати дані, але й обмінюватися ними з іншими пристроями, взаємодіяти з людьми й середовищем. Сучасна освіта не може ігнорувати ці зміни. В умовах глобалізації навчальні заклади дедалі активніше інтегрують IoT у навчальні процеси, що дозволяє забезпечити кращу якість навчання.

Аналіз останніх досліджень. Інтернет речей (IoT) є однією з провідних інновацій, яка трансформує освітню сферу. У роботах, розглянутих у цьому розділі, закладені основи для розуміння можливостей та обмежень IoT в освіті, що суттєво вплинуло на розробку методології та формування висновків нашого дослідження.

У статті "Internet of Things in Smart Education Environment: Supportive Framework in the Decision-Making Process" [1] автори досліджують базові концепції та характеристики IoT. Їхній аналіз охоплює вплив IoT на управління освітніми закладами, підвищення ефективності адміністративних процесів і підтримку прийняття рішень у реальному часі. Одним із ключових внесків є розробка концептуальної моделі використання IoT для збору даних і формування аналітичної бази для прийняття стратегічних рішень. Це дослідження стало основою для нашого аналізу того, як дані IoT можуть використовуватися для покращення управління ресурсами у навчальних закладах.

"Smart Learning based on Moodle E-learning Platform and Digital Skills for University Students" [2] автори акцентують увагу на використанні IoT у платформі Moodle, що є одним із найпопулярніших інструментів електронного навчання. Вони демонструють, як IoT може сприяти інтерактивному навчанню через збирання даних про прогрес студентів і персоналізацію навчального процесу. У статті розглядаються цифрові навички, необхідні для роботи з IoT-технологіями, та їхній вплив на продуктивність студентів. Це дослідження вплинуло на наш підхід до інтеграції IoT у навчальні платформи, орієнтовані на індивідуалізацію навчального досвіду.

Аналізуючи дослідження "The Role of IoT in Enhancing the Educational Process" [3] стає зрозуміло, що автор зосереджується на практичних аспектах впровадження IoT у навчальному процесі. Автор розглядає такі інструменти, як інтерактивні дошки, носимі пристрої та сенсорні системи, які дозволяють викладачам і студентам взаємодіяти в реальному часі. Він також наголошує на ролі IoT у створенні динамічних навчальних середовищ, що сприяють активній залученості студентів. Ці ідеї вплинули на наш аналіз впровадження IoT у практичні аспекти управління освітнім процесом і моніторингу прогресу студентів.

У "Education 4.0 Made Simple: Ideas for Teaching" [4] автори представляють концепцію "розумної освіти" (Education 4.0), яка базується на інтеграції IoT з іншими сучасними технологіями. Вони висвітлюють, як IoT сприяє адаптації навчального середовища до потреб студентів, пропонуючи нові підходи до викладання та оцінювання. Їхній внесок включає розробку систем, які дозволяють викладачам адаптувати матеріали та методики до

індивідуальних потреб студентів, що вплинуло на наш аналіз персоналізованих навчальних стратегій.

Автори "Internet of Things: Challenges and Opportunities" [6] аналізують виклики, пов'язані з інтеграцією IoT у різні сфери, включаючи освіту. Вони акцентують увагу на ризиках кібербезпеки, таких як захист персональних даних і зловживання зібраною інформацією. Автори також вказують на високі фінансові витрати, які супроводжують впровадження IoT. Ці висновки вплинули на формування нашого підходу до аналізу ризиків та обмежень впровадження IoT у навчальних закладах.

Спираючись на аналізу літературних даних та джерел можна зробити висновок що було закладено міцну основу для розуміння потенціалу IoT в освіті, але існує низка прогалин, які потребують подальшого вивчення.

Метою роботи є заповнення прогалин попередніх досліджень, пропонуючи комплексний підхід до інтеграції IoT у навчальні процеси, з особливим акцентом на індивідуальні потреби студентів. Таким чином, Інтернет речей не тільки полегшує життя, але й трансформує підходи до навчання, відкриваючи нові перспективи для взаємодії між студентами, викладачами та навчальними матеріалами.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Міжнародний союз електрозв'язку (International Telecommunications Union) надав таке визначення IoT: [7] «Це технологія, що дозволяє надавати передові послуги, об'єднуючи (фізичні та віртуальні) об'єкти на основі наявних і нових взаємодіючих інформаційних та комунікаційних технологій».

Інтернет речей – це технологія, яка збирає інформацію у вигляді даних і передає її на інші пристрої, підключені через Інтернет. Таким чином, IoT активно взаємодіє зі своїм середовищем завдяки підключенню до інших пристроїв. Під «річчю» в IoT мається на увазі будь-який об'єкт, здатний збирати та передавати дані іншим підключеним пристроям. Для функціонування IoT необхідне використання передових технологій, таких як бездротовий зв'язок та штучний інтелект. Ці технології виступають ключовими компонентами, які дозволяють реалізувати різноманітні сервіси IoT. При цьому, під «речами» в IoT розуміються не лише електронні пристрої, але й такі об'єкти, як предмети мистецтва, продукти харчування, спортивний інвентар, одяг та аксесуари. IoT забезпечує швидкий обмін інформацією через збір, передачу даних та взаємодію з іншими пристроями.

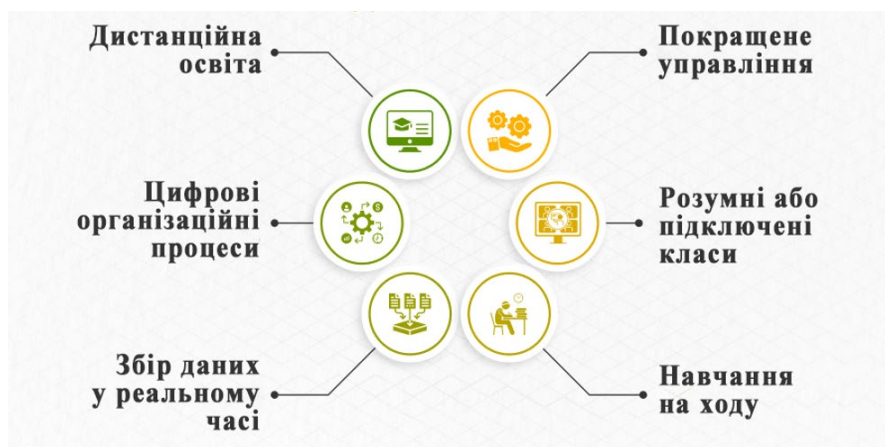


Рис. 1.1. Переваги використання IoT пристроїв і гаджетів в освіті

Архітектура IoT. Архітектура Інтернету речей складається з чотирьох основних рівнів,. Першим є фізичний рівень, до якого належать сенсори, носимі пристрої, приводи та RFID-

теги. Цей рівень складається з пристроїв, що збирають дані. Приводи — це пристрої, які перетворюють енергію в рух. Вони створюють лінійний, обертовий або коливальний рух.

Наступним йде мережевий рівень, що виступає як основа для передачі даних. Він може складатися з безпроводових мереж (4G, 5G), супутникових мереж, оптоволоконних систем, Ethernet або хмарних сервісів. Мережевий рівень забезпечує управління мобільністю, ідентифікацію терміналів IoT, а також автентифікацію та авторизацію додатків [8].

Після цього слідує програмний рівень, відомий як рівень обробки даних. Він виступає "двигуном" для обробки даних і включає бази даних, сервери для обробки даних та інші потужні обчислювальні пристрої. Програмний рівень забезпечує обробку зібраних даних і управління ними [9].

Останнім є прикладний рівень, який використовує «розумні» пристрої для взаємодії між машинами і між машинами та людьми. Прикладний рівень є інтерфейсом між інфраструктурою IoT та додатками третіх сторін.

Ключові особливості IoT. Система Інтернету речей характеризується трьома основними особливостями: Всеосяжне сприйняття – збір даних з навколишнього середовища за допомогою датчиків та пристроїв.. Надійна передача даних – ефективно та швидко пересилання інформації між пристроями.. Інтелектуальна обробка – використання потужних алгоритмів для аналізу і прийняття рішень на основі зібраної інформації.

Інтернет речей має широкий спектр застосувань: від "розумної" промисловості до концепцій "розумного міста", включаючи "розумне" здоров'я, торгівлю, освіту та транспорт.

Інтернет речей робить великий внесок у освітню структуру. Освітній ринок IoT був \$6.05 мільярд у 2020 та, як очікується, досягне \$26.8 мільярд 2028 з середньорічним темпом зростання 20.06% з 2021 у 2028. Все більша увага приділяється підвищенню операційної ефективності та управлінню підключеними пристроями.

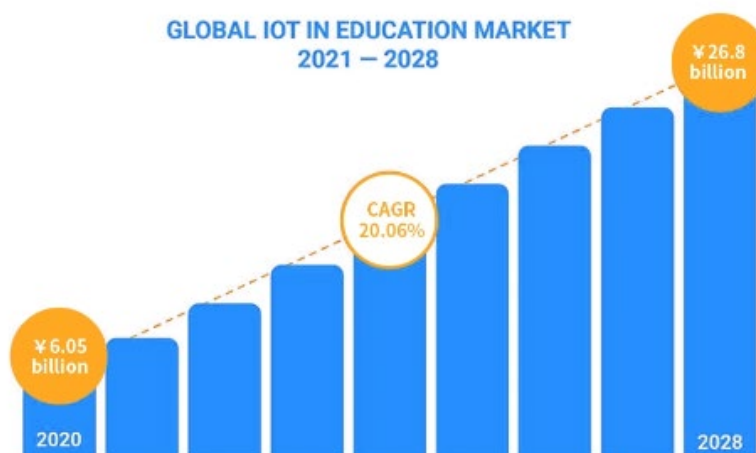


Рис. 1.2. Ринок IoT в сфері освіти

Ефективніше управління навчальними закладами. Сучасна система освіти має низку викликів. Управляти школою або університетом — це справжній виклик. Велика кількість документів, контроль за фінансами та іншими процесами займають багато часу та зусиль. Однак завдяки цифровізації рутинні завдання можна автоматизувати. Це дозволяє вивільнити ресурси для вирішення більш важливих питань, таких як:

1. Збір даних у реальному часі. IoT-системи в освіті безперервно збирають та обробляють інформацію з різних сенсорів. Ці дані допомагають покращувати навчальний процес. Наприклад, можна відстежувати успішність учнів і, якщо помітно зниження результатів, вчасно втрутитися. Також можна оцінювати професіоналізм викладачів, отримуючи об'єктивну інформацію про їхні дії, що допомагає краще організувати процес підвищення кваліфікації.

2. Контроль доступу до інформації. Завдяки IoT ви можете гнучко управляти доступом до певних даних для викладачів або студентів. Це може бути корисно для розповсюдження навчальних матеріалів або іншої неконфіденційної інформації.

3. Глобальний доступ. IoT дозволяє зробити навчальні ресурси доступними у будь-якій точці світу. Це відкриває можливості для уніфікації навчальних програм і обміну знаннями між студентами та викладачами з різних країн.

4. Інтерактивний формат навчання. Однією з проблем освіти є те, що студентам часто буває нудно на уроках. IoT відкриває можливості для використання інтерактивних елементів у навчальному процесі, роблячи його більш цікавим і динамічним.

5. Автоматизація організаційних процесів. IoT допомагає автоматизувати багато рутинних задач у навчальному процесі, таких як перевірка тестів, контроль за відвідуваністю та управління обладнанням на заняттях.

6. Зменшення емоційного тиску. Учні часто страждають від емоційного тиску, коли їх публічно критикують перед класом. IoT може змінити цю ситуацію, забезпечуючи конфіденційне спілкування між учнем і викладачем через особисті пристрої.

7. Підвищена безпека. Безпека студентів завжди є важливою темою для батьків і адміністрації. IoT дозволяє забезпечити безпеку завдяки камерам спостереження, сенсорам, дронам та іншим технологіям, які допомагають контролювати пересування та діяльність студентів.

8. Дистанційне навчання. Пандемія показала, наскільки важливо мати можливість організувати дистанційне навчання. IoT пропонує багато рішень для цього — від вебінарів і онлайн-чату до спеціальних навчальних програм.

9. Поліпшення навчального процесу через зворотний зв'язок. Збір відгуків студентів дозволяє керівництву шкіл і університетів краще розуміти, що працює, а що потребує вдосконалення, і відповідно коригувати свою стратегію розвитку.

10. Безконтактні платежі. IoT також може допомогти створити безготівкове середовище в навчальних закладах, що зменшить черги в їдальнях та знизить ризик крадіжок.

11. Індивідуальний підхід до навчання. IoT дозволяє персоналізувати навчальний процес. Спеціальні пристрої можуть фіксувати успіхи студента у різних дисциплінах, а програмне забезпечення створює індивідуальні навчальні програми відповідно до його потреб і можливостей.

12. Підтримка учнів із особливими потребами. Інноваційні технології допомагають краще враховувати потреби учнів із особливими освітніми потребами, забезпечуючи їм індивідуалізований підхід.

13. Моніторинг стану здоров'я. IoT може також стежити за здоров'ям учнів. Спеціальні сенсори відслідковують основні показники здоров'я, і якщо виникають відхилення від норми, вони сигналізують про це, допомагаючи запобігти серйозним наслідкам.

14. Оптимізація управління ресурсами. Завдяки IoT можна значно знизити витрати на електроенергію, воду та інші ресурси, використовуючи розумні системи управління.

Одним з прикладів є інтерактивні дошки та парти, які роблять навчання динамічнішим. Технології перетворення голосу в текст допомагають автоматично зберігати конспекти, а камери в класах — організувати онлайн-лекції. Також спеціальні браслети можуть відстежувати успіхи та присутність учнів.

Попри всі переваги, впровадження IoT також має свої ризики та виклики. Тому перед тим, як інтегрувати ці технології в освітній процес, варто враховувати всі можливі підводні камені.

Розглянувши ключові переваги Інтернету речей (IoT) для освіти можемо дослідити на практиці кілька реальних прикладів.

1. Розумний учень у світі IoT Впровадження технологій Інтернету речей (IoT) в освітній процес першочергово спрямоване на формування розумних учнів. Як це працює? У середовищі на основі IoT студент отримує можливість розвивати нові навички та персоналізувати навчальний процес за допомогою технологій та аналітики (Aini, 2020). У рамках концепції «Освіта 4.0» відбувається трансформація навчального процесу з реактивного

на проактивний. Учні самі приймають обґрунтовані рішення, що відкриває для них безліч можливостей — від інтелектуальних завдань контенту до вибору курсів (Abdel-Basset et al., 2019).

2. Підвищення ефективності навчання: Впровадження IoT в освітнє середовище значно покращує навчання, а також забезпечує відстеження діяльності учнів. Згідно з дослідженнями Yakoubovsky і Sarian (2021), інтеграція IoT-інструментів в онлайн-навчання підвищує продуктивність студентів до 20%. Завдяки сенсорам IoT студенти можуть індивідуально моніторити свій прогрес, оцінювати рівень втоми та підтримувати активність мозку через безперервну взаємодію з навчальним контентом.

3. Інтерактивне навчання через смартфони. Онлайн-уроки на базі смартфонів та електронні класи (e-classes) роблять навчання більш інтерактивним. Електронні книги з вбудованими штрих-кодами стимулюють інтерес учнів до читання. Пристрій Scanmaker, який використовується для сканування текстів з книг, журналів і статей, дозволяє конвертувати текст у цифровий формат і перекладати його на 40 мов. Це дає можливість учням працювати з інтерактивними освітніми матеріалами та отримувати різноманітний зворотний зв'язок, що утримує їхню увагу.

4. Носима технологія IoT. Носима IoT-технологія також робить значний внесок у розвиток учнів. Вона дозволяє інтегрувати інформацію про місце розташування, фізичні навантаження та активність у соціальних мережах для формування індивідуалізованого навчального досвіду. Наприклад, платформа MaTHiSiS H2020 EU проекту дозволяє збирати дані за допомогою ігор та аналізувати їх для адаптації навчального середовища під потреби учнів.

5. Розумний рюкзак. Ще одним цікавим рішенням є розумний рюкзак, який допомагає учням та їхнім батькам з організацією навчальних матеріалів. Він надає зручний доступ до розкладу уроків та нагадує про забуті книжки або інші важливі предмети. Батьки отримують повідомлення про відсутні речі та можуть автоматично запланувати їхнє поповнення.

Таким чином, впровадження IoT технологій у навчальний процес не лише підвищує ефективність та інтерактивність навчання, але й дозволяє персоналізувати його під потреби кожного учня, забезпечуючи більш цілісний підхід до розвитку учнів.

1. Розумний вчитель у світі IoT: Сучасний вчитель у середовищі Інтернету речей використовує інноваційні технології для покращення навчання та викладання. Перехід від традиційних навчальних методів до технологічно підкріпленого середовища позитивно впливає на вчителя, особливо у контексті нових підходів та практик. Як фахівець у своїй галузі, вчитель відіграє важливу роль у формуванні знань учнів, і саме його методи викладання та філософії значною мірою впливають на результати навчання.

2. Дистанційне навчання та оцінювання. В умовах, коли навчальний процес побудований на основі IoT-технологій, викладання виходить за межі класних кімнат, роблячи освіту зручнішою та доступнішою. Завдяки IoT-пристроєм дистанційне та онлайн-навчання стають ефективнішими, оскільки зникають часові та просторові обмеження. Сенсори, вбудовані в камери та мікрофони, дозволяють вчителям відстежувати активність учнів, їхні емоції, місцезнаходження та навіть відвідуваність. Ці дані допомагають вчителям адаптувати навчальний контент, методи викладання та підходи до індивідуальних потреб учнів.

3. Використання IoT у класі. Технології IoT значно полегшують процес навчання у класі. Інтерактивні смарт-дошки замінюють традиційні, надаючи більше можливостей для візуалізації та взаємодії з матеріалом. Носимі пристрої, такі як браслети, дозволяють вчителям відстежувати місцезнаходження учнів і моніторити їхню поведінку. Також камери в класі можуть автоматично фіксувати присутність учнів і надсилати аналітичні звіти батькам та адміністрації.

Таким чином, завдяки IoT технологіям вчителі отримують можливість не лише адаптувати навчальний процес під потреби учнів, але й робити його більш інтерактивним та персоналізованим.

Інтернет значно вплинув на різні сфери життя, особливо на освіту. Все більше шкіл та університетів починають впроваджувати системи Інтернету речей (IoT) для покращення якості навчання. Наприклад, електронне навчання (E-learning) стає звичним явищем у багатьох освітніх установах, і кожна школа використовує його по-своєму. Викладачі можуть планувати уроки за допомогою розумних інструментів замість ручного складання планів. Впровадження IoT робить процес навчання швидшим, безпечнішим і ефективнішим.

Однак за всіма цими перевагами стоять ризики. Зі збільшенням залежності від мобільних технологій і IoT зростає загроза кібератак на освітні мережі. Знаючи основні ризики для таких мереж, можна запровадити ефективні стратегії захисту для запобігання втраті важливих даних учнів, викладачів та працівників шкіл. Але на шляху впровадження IoT в освіті існує низка серйозних викликів:

1. Висока вартість. Впровадження IoT в освітній процес потребує значних фінансових витрат на придбання обладнання та програмного забезпечення. Крім того, необхідно наймати кваліфіковану команду спеціалістів для забезпечення правильного функціонування системи.

2. Проблеми безпеки. Одним із головних питань є безпека. Майже всі хмарні програми наражені на ризики кібератак, і впровадження IoT не є винятком. Тому важливо підвищувати рівень обізнаності про кібербезпеку та мати плани дій на випадок загроз.

3. Недостатній доступ до інтернету. Хоча інтернет сьогодні доступний у більшості домогосподарств, деякі сім'ї, особливо у сільській місцевості або з низьким рівнем доходу, не можуть дозволити собі підключення до мережі. Це стає проблемою, коли учні мають доступ до навчальних матеріалів тільки через інтернет.

4. Вплив на зір через блакитне світло. Використання IoT пристроїв передбачає частий контакт зі екранами, що випромінюють блакитне світло. Це може негативно вплинути на зір учнів, особливо при тривалому використанні.

Основні фактори впровадження IoT в освітніх установах. Перш за все, важливими є людські ресурси. Готовність, компетентність та бажання персоналу – директорів, викладачів та іншого освітнього персоналу – відіграють ключову роль у впровадженні змін. Важливо бути відкритими, креативними та прогресивними, щоб підтримувати постійне вдосконалення системи. Другим ключовим фактором є вартість. Впровадження IoT потребує значних початкових інвестицій. Однак, коли розглянути довгострокові вигоди, ці витрати виглядають цілком виправданими. Третій фактор – це обізнаність. В Україні обізнаність про IoT залишається на низькому рівні, що заважає повноцінному використанню цієї технології для підвищення ефективності в навчанні.

Шляхи подолання викликів:

1. Підвищення обізнаності та компетентності. Потрібно організувати соціальні кампанії для підвищення рівня розуміння IoT серед освітян. Також важливо інвестувати в підвищення кваліфікації персоналу, щоб IoT став невід'ємною частиною навчального процесу.

2. Планування впровадження IoT. Школи повинні розробляти чіткі плани з впровадження IoT, починаючи з дорожньої карти та поступового виконання етапів інтеграції технологій у навчальний процес.

3. Бюджетне планування. Важливо чітко визначати пріоритети в бюджеті та розподіляти кошти таким чином, щоб найбільш критичні аспекти впровадження IoT були профінансовані першочергово.

Таким чином, хоча виклики на шляху впровадження IoT в освіту є значними, за умови належного планування, підготовки та обізнаності ці труднощі можна подолати, і освіта стане ще більш інноваційною та доступною.

Висновки

Впровадження IoT у навчальних закладах має великі перспективи та сприятиме швидкому досягненню цілей Освіти 4.0. Завдяки сенсорам, IoT може збирати й передавати великі обсяги даних з різних секторів освітньої системи для аналізу в реальному часі. Використання відповідних алгоритмів машинного навчання дозволить виявляти приховані закономірності, які допоможуть як студентам, так і викладачам і адміністрації. Проте, незважаючи на всі переваги IoT у сфері освіти, є проблеми, які потребують негайного вирішення такі як висока

вартість, проблеми з кібербезпекою та нерівномірний доступ до інтернету, які потребують вирішення. Планування та інвестиції в розвиток інфраструктури, підвищення кваліфікації персоналу та забезпечення безпеки є ключовими факторами успішної інтеграції IoT у навчальні процеси.

Список використаної літератури:

1. Internet of things in smart education environment: Supportive framework in the decision-making process / M. Abdel-Basset et al. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*. 2018. Vol. 31, no. 10. P. e4515. URL: <https://doi.org/10.1002/cpe.4515>.
2. Malik, R.H., and Rizvi, A.A. (2018). Effect of Classroom Learning Environment on Students' Academic Achievement in Mathematics at Secondary Level. *Bulletin of Education and Research*, 40(2), 207-218.
3. Smart Learning based on Moodle E-learning Platform and Digital Skills for University Students / H. T. S. Alrikabi et al. *International Journal of Recent Contributions from Engineering, Science & IT (iJES)*. 2022. Vol. 10, no. 01. P. 109–120. URL: <https://doi.org/10.3991/ijes.v10i01.28995>.
4. Bin Theeb, S. A. (2019). The Role of IoT in Enhancing the Educational Process. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 8(5), 217-221.
5. Egido Gálvez I., Fernández Cruz F. J., Fernández Díaz M. J. Evaluation of the impact of quality management systems on school climate. *International Journal of Educational Management*. 2016. Vol. 30, no. 4. URL: <https://doi.org/10.1108/ijem-01-2015-0010>.
6. Kamal Z. Internet of Things Applications, Challenges and Related Future Technologies. *Academia.edu* - Find Research Papers, Topics, Researchers. URL: https://www.academia.edu/76280918/Internet_of_Things_Applications_Challenges_and_Related_Future_Technologies.
7. Smart Learning based on Moodle E-learning Platform and Digital Skills for University Students / H. T. S. Alrikabi et al. *International Journal of Recent Contributions from Engineering, Science & IT (iJES)*. 2022. Vol. 10, no. 01. P. 109–120. URL: <https://doi.org/10.3991/ijes.v10i01.28995>.
8. Y.2060: Overview of the Internet of things. ITU: Committed to connecting the world. URL: <https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2060-201206-I>.
9. A Survey on Internet of Things: Architecture, Enabling Technologies, Security and Privacy, and Applications / J. Lin et al. *IEEE Internet of Things Journal*. 2017. Vol. 4, no. 5. P. 1125–1142. URL: <https://doi.org/10.1109/jiot.2017.2683200>.
10. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions / J. Gubbi et al. *Future Generation Computer Systems*. 2013. Vol. 29, no. 7. P. 1645–1660. URL: <https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010>.

Автори статті

Зуб Олександр – аспірант, Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, Київ, Україна.

ORCID: 0009-0002-9256-8666

Козлов Дмитро – аспірант, старший викладач, Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, Київ, Україна.

ORCID: 0009-0007-1454-9036

Authors of the article

Zub Oleksandr – postgraduate, State University of Information and Communication Technologies, Kyiv, Ukraine.

ORCID: 0009-0002-9256-8666

Kozlov Dmytro – postgraduate, senior lecturer, State University of Information and Communication Technologies, Kyiv, Ukraine.

ORCID: 0009-0007-1454-9036