

УДК 338.4:004
JEL Classification M11, M15
DOI 10.33111/sedu.2023.52.097.111

*Маркуц Владислав Ігорович**

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ

Анотація. У статті узагальнено наукові знання щодо стану та потенціалу розвитку індустрії Інтернету речей (IoT) в Україні та проаналізовано вже реалізовані ініціативи для сприяння її поширенню у сферах охорони здоров'я та управління міським господарством. Метою дослідження є систематизація та аналіз наявної наукової інформації про можливості та потенціал, що розкриває інтеграція ERP-системи та Інтернету речей як конвергентної управлінської технології. За результатами дослідження представлено модель поєднання технологій Інтернету речей та управління ресурсами компаній в ERP-системах; систематизовано переваги, які надає інтеграція IoT та ERP-систем; узагальнено проблеми, пов'язані з визначенням економічної ефективності інтеграції IoT та ERP-систем на основі аналізу прикладних кейсів у сферах охорони здоров'я та управління міським господарством. У дослідженні було використано методи систематизації, метааналізу і синтезу досліджень зі сфер інформаційних технологій, економіки, менеджменту, права. Додатково використано кейс-аналіз для розуміння практичних аспектів реалізації конвергентних технологій на основі поєднання управлінських та інформаційних технологій.

Ключові слова: Інтернет речей; ERP-система; управлінські технології; економічна ефективність; конвергенція; управління ресурсами підприємства; автоматизовані системи управління ресурсами; раціональне використання ресурсів; продуктивність.

Вступ. Україна, як і високорозвинені країни світу, стрімко рухається в напрямі розвитку та впровадження інформаційних технологій. Вітчизняний бізнес активно впроваджує інноваційні рішення для різних секторів економіки, включаючи сільське господарство, охорону здоров'я та виробництво. Однією з найперспективніших інформаційних технологій зі значним потенціалом для розвитку у найближчій перспективі стає Інтернет речей (IoT). За звітом McKinsey,

* **Маркуц Владислав Ігорович** — аспірант кафедри бізнес-економіки та підприємництва, Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана (м. Київ, Україна), ORCID: 0000-0002-7625-4627, vladyslav.markuts@kneu.ua

потенційна економічна цінність Інтернету речей у 2025 р. оцінюється в діапазоні 2,8–6,3 трлн дол. США [13].

Інтернет речей сприяє конвергенції управлінських та інформаційних технологій, проте на сьогодні IoT більшою мірою розглядається підприємствами як складова цифровізації їх діяльності, а не імпульс до комплексної трансформації операційних процесів як виробничих, так і управлінських. Отже, економічний ефект саме від технологічної конвергенції поки лишається для підприємств майже нерозкритим. Аналітики McKinsey прогнозують, що потенційна економічна цінність, яку може розблокувати Інтернет речей до 2030 р., може становити на світовому ринку від 5,5 до 12,6 трлн дол. США. Найбільша частка потенційної економічної цінності від Інтернету речей (26 %) припадатиме на стандартизоване операційне середовище (наприклад, середовище масового виробництва на заводах, великі лікарні, сільськогосподарські поля тощо). На другому місці за потенціалом корисного економічного ефекту від IoT (10–14 % прогнозованої економічної цінності у горизонті 2030 р.) перебуває сфера охорони здоров'я людини загалом [13].

Поширення Інтернету речей здійснюється через мобільні додатки для B2B і B2C сегментів, які дозволяють впроваджувати рішення IoT як у домашніх, так і виробничих умовах. Прогнозується, що до 2030 р. технології Інтернету речей дозволять досягти таких результатів: зменшити витрати на охорону здоров'я на 10–15 %; збільшити тривалість життя на 10–15 років; підвищити врожайність сільськогосподарських культур промислового вирощування на 40–50 %; підвищити пропускну здатність доріг у містах на 15–20 %; зменшити кількість автомобільних аварій до 85–90 %; зменшити витрат на логістику в 10–15 раз тощо [1].

У цій статті ми заглибимося в індустрію Інтернету речей в Україні та вже реалізовані ініціативи для сприяння її поширенню. Україна має сприятливе середовище для розвитку IT, що призвело до зростання сектору Інтернету речей. Країна має висококваліфіковану робочу силу у сфері IT та велику кількість компаній — розробників програмного забезпечення. Крім того, український уряд впроваджує різні заходи для сприяння розвитку IT, включаючи податкові стимули, спеціальні режими (Дія-сіті) та створення IT-кластерів. Загалом сектор Інтернету речей в Україні все ще розвивається, але демонструє багатонадійний потенціал зростання завдяки численним стартапам, урядовим ініціативам та сприятливому середовищу для розвитку IT-індустрії.

Постановка завдання. Термін «Інтернет речей» ввів Кевін Ештон у 1999 р. Він описав світ, в якому все має цифрову ідентичність і дозволяє комп'ютерам організовувати та керувати речами [22]. Для Кевіна Ештона Інтернет речей — це інструмент для подолання домінування часу та місця. Ця точка зору була вперше популяризована Центром автоматичної ідентифікації та відповідними публікаціями з аналізу ринку [16]. Відтоді результати досліджень щодо сутності, технічного забезпечення та прикладних аспектів використання технології Інтернету речей в економіці оприлюднено в публікаціях багатьма вченими, консультантами-практиками та консалтинговими компаніями. За природою ці дослідження мають інтердисциплінарний характер і поєднують окремі аспекти різних галузей знань,

таких як економіка, право, інформаційні технології, когнітивна наука, менеджмент, соціологія та ін. Інтеграція знань з різних дисциплін допомагає розширити розуміння теми дослідження до рівня конвергенції окремих технологій для розв'язання складних проблем. Зокрема, в цьому дослідженні акцентується увага на конвергенції управлінських технологій та Інтернету речей, яка має значний вплив як на розвиток комплексних систем управління ресурсами (ERP-систем) зокрема, так і на ефективність та прибутковість компаній загалом, створюючи нові бізнес-моделі та продукти. В цьому контексті можна виокремити роботи науковців А. М. Аль-Бар, Д. Андросес, О. Баранов, Д.М. Багссас, О. Кизенко, М. Міяц, Ф. Наг, Р. Піцек, Д. Снеллман [1; 4; 6-9; 11-12; 14; 17-21] та багато інших. Важливим етапом дослідження було вивчення різноманітних джерел, що висвітлюють прикладні аспекти використання Інтернету речей в економіці. Окремі кейси описуються в багатьох публікаціях авторами П. Броус, М. Янссен, П. Гердер, С. Амендола, Р. Лодато, С. Манзарі, Ц., Г. Марроццо І. Заюков, Д. Воронюк, В. Кузнєцова, А. Мурашко, Я. Самчук, Т. Самоєнко, І.Матюшенко А. Позднякова [2; 3; 5-7; 10; 15-16].

Метою дослідження є систематизація та аналіз наявної наукової інформації про можливості та потенціал, що розкриває інтеграція ERP-системи та Інтернету речей як конвергентної управлінської технології. Для реалізації поставленої мети сформульовано такі завдання: 1) проаналізовано принципи поєднання технологій Інтернету речей та управління ресурсами компаній в ERP-системах; 2) систематизовано переваги, які надає інтеграція IoT та ERP-систем; 3) узагальнено проблеми, пов'язані з визначенням економічної ефективності інтеграції IoT та ERP-систем на основі аналізу прикладних кейсів у сферах охорони здоров'я та управління міським господарством.

Ураховуючи інтердисциплінарний характер дослідження, для вирішення поставлених завдань було використано загальнонаукові методи пізнання, такі як систематизація, метааналіз і синтез попередніх досліджень зі сфер інформаційних технологій, економіки, менеджменту, права. Додатково використано кейс-аналіз для розуміння практичних аспектів реалізації конвергентних технологій на основі поєднання управлінських та інформаційних технологій.

Результати. Інтернет речей — це середовище, в якому все, чи то людина, тварина або щось неживе, має унікальний інтернет-протокол (IP), який має можливість виявляти, контролювати, надсилати та передавати дані іншим особам і їхнім відповідним базам даних. Дані, зібрані з об'єктів, будуть видимими через різні інструменти, такі як мобільні телефони та різноманітні комп'ютери та планшети. За впровадження Інтернету речей дані можуть передаватися між кількома об'єктами. Інтернет речей — це функція конвергенції та еволюції трьох елементів: Інтернету, бездротових технологій та мікроелектромеханічних систем. Міжнародний союз електрозв'язку визначає Інтернет речей так: "у будь-який час і в будь-якому місці ми матимемо щось, до чого будь-хто може під'єднатися" [11].

Мережі Інтернету речей складаються з трьох рівнів, а саме: додаток, мережа та сприйняття. Приклад «розумного» паркування ілюструє, як працює Інтернет

речей. Система, що включає датчики та мікроконтролери, розташована на кожному паркувальному місці, користувач отримує оперативну інформацію про наявність вільних місць і обирає найкраще з них. Ультразвукові датчики використовуються для передачі інформації та відображення конкретних вільних паркомісць. Датчик періодично вимірює відстань і передає ці дані на мікроконтролер, періодично пристрій відправляє вимірювання в "хмару", де вони зберігаються як стан датчика. Датчик виявляє припаркований автомобіль, вимірюючи відстань до найближчої перешкоди.

Інтернет речей як управлінська технологія з'єднує продукти та клієнтів, зменшуючи втручання людини та сприяючи автоматизації за допомогою датчиків. Зібрані дані, що зберігаються в "хмарі", дозволяють через ERP-системи їх обробляти та аналізувати, дистанційно контролюючи відповідні операційні процеси. Інтернет речей і можливість реєстрації, зберігання та аналізу величезних обсягів даних переорієнтовують традиційне використання компаніями ERP-систем, відкриваючи нові можливості для операційної досконалості та автоматизації робочих процесів. Загалом, інтеграція Інтернету речей в ERP надає кілька можливостей, включаючи краще управління, автоматизацію, відстеження процесів виробництва і реалізації продукції. Кожен компонент системи в Інтернеті речей має IP-адресу, що дозволяє комп'ютерам ідентифікувати, контролювати та передавати дані іншим особам і пов'язаним з ними базам даних [19].

Оскільки вебмережа вважається ефективним методом досягнення інтеграції між системами, розглянемо детальніше модель інтеграції ERP та Інтернету речей. Модель інтеграції хмарних ERP та Інтернету речей як сервісу представлено на рис. 1.

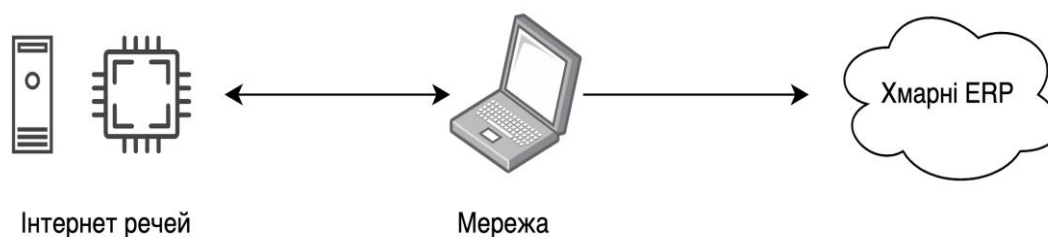


Рисунок 1 — Взаємодія інтернету речей і мережі на хмарних ERP

Джерело: складено автором за [17].

Інтернет речей містить датчики, виконавчі пристрої та додатки (на мобільних або настільних операційних системах). Датчики, відповідно, збирають дані на основі дії актуатора. Ця інформація забезпечує загальну структуру, яка дозволяє обмінюватися даними і підключатися до "хмари" через Інтернет. Дані також пов'язані з додатком Інтернету речей через "хмару", ERP також управляє і здійснює контроль над даними через "хмару" [8].

Інтеграція Інтернету речей та ERP має багато переваг, серед яких такі:

1. Можна інформувати автоматично за допомогою датчиків та пристроїв, підключених до Інтернету про такі події, як повторні замовлення, поповнення запасів, відсутність товару на складі та пропущені поставки.

2. Інтернет речей дає можливість надсилати виробникам сповіщення та попередження про те, що, наприклад, деякі машини вийшли з ладу. Проте така функціональність забезпечується лише тоді, коли бізнес-процеси адаптовані до цієї нової моделі та реагують на такі події.

3. За допомогою датчиків ця система здатна захистити продукцію компанії від крадіжки. Якщо з пакунком маніпулюють до того, як він прибув до місця призначення, на зареєстрований номер або електронну адресу клієнта надсилається попереджувальне повідомлення.

4. Що стосується спеціальних або чутливих продуктів, обслуговування яких вимагає особливих умов, таких як певна температура або тиск, деякі рішення Інтернету речей захищають такі продукти від ризиків, пов'язаних з навколишнім середовищем, і зберігають їх якість незмінною під час транспортування.

5. За традиційними методами виробник міг перевірити якість продукту, який був відправлений до місця призначення, лише за допомогою стандартних методів, таких як дзвінки в службу підтримки або виїзди на місце. Однак поява таких технологій, як Інтернет речей дає можливість клієнту відстежувати стан товару і дізнаватися про його використання, поведінку, зношеність. Навіть деякі потужні пристрої Інтернету речей вимагають заміни деталей після виявлення зносу. Ця можливість відстежувати продуктивність та якість продукції може допомогти виробникам вдосконалити свої процеси та забезпечити краще обслуговування клієнтів, це може підвищити рівень їхньої задоволеності і лояльності.

6. Існує два підходи до реалізації товарів: коли товар продається безпосередньо клієнту та коли товар продається через дилерів. Звичайно, прийняття другого підходу створює виклик для ERP-системи з позицій відстеження даних кінцевих користувачів. Однак, дозволяючи продуктам зв'язуватися зі своїм клієнтом одразу після того, як вони були ініційовані, Інтернет речей розв'язує цю проблему. Це означає, що виробники можуть використовувати Інтернет речей для збору даних про те, як використовуються й обслуговуються їхні продукти, що може допомогти їм поліпшити продукцію та обслуговування клієнтів.

7. Автоматичне сканування і введення даних штрих-коду відбувається за допомогою Інтернету речей в режимі реального часу. Іншими словами, Інтернет речей зводить втручання людини до мінімуму за допомогою датчиків, вбудованих у машини, що веде до підвищення ефективності виробництва. Усуваючи необхідність ручного введення даних, Інтернет речей може допомогти зменшити кількість помилок і підвищити швидкість і точність збору даних.

8. У ланцюгу поставок Інтернет речей дозволяє відстежувати продукти або обладнання, коли вони передаються з одного етапу на інший, і як наслідок —

надає інформацію в режимі реального часу. Згодом дані в режимі реального часу надходять до ERP-системи, надаючи всім учасникам ланцюга поставок можливість відстежувати взаємозалежності між життєвим циклом продукту і матеріальним потоком, з іншого боку, дозволяє оптимізувати управління ланцюгом поставок. Це може допомогти виробникам і постачальникам оптимізувати управління ланцюгами поставок підвищуючи ефективність.

Інтеграція ERP та Інтернету речей може докорінно змінити спосіб роботи виробників та управління їхніми ланцюгами поставок. Використовуючи можливості Інтернету речей для збору даних про продукцію та обладнання в режимі реального часу, виробники можуть отримати уявлення про те, як використовується й обслуговується їхня продукція, що може допомогти їм покращити свої бізнес-процеси. Однак важливо зазначити, що впровадження інтеграції ERP та Інтернету речей вимагає ретельного планування та обмірковування, і виробники повинні бути готові інвестувати в необхідну інфраструктуру, програмне забезпечення та навчання, щоб забезпечити успішне впровадження.

Однак інтеграція Інтернету речей в ERP також створює значні проблеми, найбільшою з яких є відсутність довіри до Інтернету речей як нового технологічного тренду. Безпека даних є головною проблемою, і компанії, які інвестують значні кошти в ERP, з побоюванням ставляться до точності та надійності даних, що надходять від системи Інтернету речей.

У контексті мобільних хмарних обчислень латентність, або час виконання, означає час, необхідний для вивантаження обчислень і отримання результатів з найближчої інфраструктури або "хмари". Управління енергоспоживанням має вирішальне значення для додатків Інтернету речей, а енергоефективність може бути досягнута шляхом надання більшої кількості послуг за однакових витрат енергії або надання тих самих послуг за менших витрат енергії. Обмеженість ресурсів і потреба в легких і енергоефективних механізмах безпеки можуть ускладнити впровадження протоколів безпеки та зв'язку.

Економічна ефективність є основним викликом для додатків Інтернету речей, оскільки кілька процесів можуть виконуватися одночасно і змінюватися залежно від вимог користувача. Надійність також викликає занепокоєння, особливо в середовищах з обмеженими ресурсами, в яких можливі збої або відсутність постійної доступності пристроїв. Хмарні технології можуть підвищити надійність, зменшуючи навантаження від важких завдань і збільшуючи час автономної роботи, але існують невизначеності щодо віртуалізації центрів обробки даних і виснаження ресурсів.

Інтернет речей на сьогодні має кілька основних сфер застосування, які постійно розширюються, долаючи наявні обмеження для використання цієї технології. Найпоширенішими сферами застосування Інтернету речей є розумне місто (смарт-сіті), "розумне" сільське господарство, "розумний" транспорт, "розумне" паркування, охорона здоров'я і безпека. Українські компанії розробляють рішення Інтернету речей для різних галузей, включаючи сільське господарство, охорону здоров'я та виробництво. Наприклад, рішення в землеробстві на основі

Інтернету речей розробляються для підвищення врожайності та зменшення відходів, а медичні пристрої з підтримкою Інтернету речей розробляються для дистанційного моніторингу пацієнтів у галузі медицини. Датчики Інтернету речей використовуються в сільському господарстві для моніторингу вологості ґрунту, температури та інших факторів навколишнього середовища, щоб оптимізувати ріст сільськогосподарських культур і зменшити використання води. На транспорті пристрої Інтернету речей використовуються для відстеження та управління автопарками, покращення логістики та підвищення безпеки. Інтернет речей також використовується у виробництві для підвищення ефективності та скорочення простоїв шляхом моніторингу обладнання та автоматизації процесів.

Україна робить значні кроки у сприянні розвитку та впровадженню Інтернету речей як на рівні окремих компаній, так і створюючи основи бізнес-екосистем на мезорівні в форматі галузевих і міжгалузевих кластерів. Найрозвиненішою ініціативою України у сфері Інтернету речей є проєкт "Смарт-сіті", який використовує пристрої та датчики Інтернету речей для підвищення якості життя в містах [5].

Щодо вітчизняного досвіду реалізації концепції розумного міста, потрібно зазначити, що існує багато пов'язаних ініціатив, зокрема електронні петиції, мапи пересування міського транспорту, електронні черги для запису в дитячі садки тощо (табл. 1).

Таблиця 1

**ПРИКЛАДИ РЕАЛІЗАЦІЇ ОКРЕМИХ ПОСЛУГ
В МЕЖАХ КОНЦЕПЦІЇ РОЗУМНОГО МІСТА**

Послуги	Вінниця	Тернопіль	Київ	Харків
Відкритий бюджет	+	+	+	+
Відслідковування транспорту в онлайн-режимі			+	
Електронні петиції	+	+	+	+
Мапа ремонтних робіт	+		+	+
Електронна черга для реєстрації в дитячих садках	+	+	+	+
WiFi в міському транспорті	+	+	+	+
WiFi в міських парках		+	+	+
Віддалена сплата за комунальні послуги	+	+	+	+
Електронна картка містянина			+	
Система відеоспостереження		+		+
Платформа "Відкрите місто"		+	+	

Джерело: складено автором на основі [15].

Концепція "розумних" міст набуває популярності в Україні з кількох причин, серед яких основними є нагальна потреба в позитивних змінах на місцевому рівні, інтенсифікація процесів децентралізації та поява фахівців, які прагнуть сприяти позитивним змінам. Однак ця концепція не має необхідної підтримки на національному рівні, а її елементи розробляються та впроваджуються лише окремими містами, що веде до повільного та обмеженого прогресу. З огляду на те, що комплексна концепція "розумного міста" не може бути реалізована в нецифровій країні, створення та розвиток окремих "розумних кластерів" наразі є найкращим варіантом. Важливо зазначити, що сектор ІКТ України є ключовим компонентом у просуванні концепції розумних міст [15].

Міста стикаються зі складними, широкомасштабними та взаємопов'язаними проблемами, які можна вирішити лише за допомогою системного підходу. Іншими словами, масове скупчення мешканців призводить до хаосу, створюючи умови, які не лише порушують рівновагу міст, але й унеможливають сталий розвиток за нинішніх методів міського управління та розвитку. Тому містобудівники в усьому світі намагаються розробити моделі розвитку міст XXI століття, які б відповідали новим вимогам і очікуванням сучасного світу з комплексним поглядом на всі аспекти урбанізації. Розвиток розумного міста — це нова концепція для розв'язання поточних проблем міст у сфері містобудування, яка привертає багато уваги в останні роки. Розумне місто опинилося в центрі уваги трансформації та розвитку на межі тисячоліть, що означає відкриття нових концепцій у міському плануванні, які поєднують можливості реального та віртуального світів для розв'язання проблем міста [14].

Громадські роботи та міська інженерія використовують систему замовлень на виконання робіт для реагування на проблеми міської забудови чи інфраструктури, про які повідомляють громадяни або які виявляються за допомогою системи управління подіями та аналітики в режимі реального часу. Планування, видача дозволів та інспекції використовують географічні інформаційні системи (ГІС) для управління процесом планування землекористування по всьому місту. Процес видачі дозволів, що використовується в системі ERP, дозволяє запитувати дозволи в режимі онлайн, а потім громадянин або бізнес можуть відстежувати процес видачі дозволів і проведення перевірок у міру його завершення. Дозволи видаються онлайн через дозвільний веб-портал. Процес видачі дозволів охоплює інспекцію ставків-накопичувачів по всьому місту. Сенсорна мережа Інтернету речей буде використовуватися для надання інформації про якість води та даних про ріст листя [20].

Іншим прикладом використання Інтернету речей є розумна охорона здоров'я. Останнім часом пристрої Інтернету речей стали основою ключових медичних додатків і отримали значний поштовх у секторі охорони здоров'я. Пристрої Інтернету речей відіграють важливу роль у системах охорони здоров'я, зокрема, відстежують стан здоров'я пацієнтів, записують інформацію про них, повідомляють відповідну систему охорони здоров'я про критичні обставини та сприяють своєчасному лікуванню пацієнтів. Вважається, що майже 60 % сектору охорони

здоров'я впроваджують пристрої Інтернету медичних речей, що приводить до революції в цій галузі, перетворюючи дезорганізовану охорону здоров'я на синхронізовану. Пристрої Інтернету медичних речей становили майже 30,3 % з 4,5 млрд пристроїв Інтернету речей у 2015 р.; однак, за прогнозами, ці показники зростуть до 20–30 млрд у найближчі роки [6; 10; 14].

Електронна система охорони здоров'я (E-Health) почала діяти в Україні з 1 січня 2018 р. Вона передбачає укладання декларацій з обраним сімейним лікарем, виписку медичних листків непрацездатності та компенсацію коштів на видачу ліків хворим громадянам на пільговій основі. З 1 січня 2019 р. ця модель почала давати можливість отримувати амбулаторні або стаціонарні послуги, звіти з обстеження пацієнтів тощо. З липня 2022 р. рецепти на препарати, зокрема на придбання антибіотиків, можна отримати через систему E-Health. Ця IT-система є однією з найбільших в Україні і направлена на збір даних, їх аналіз, прогнозування та прийняття стратегічно важливих рішень щодо підтримання та розвитку здоров'я кожного громадянина України.

ERP системи, інтегровані з елементами Інтернету речей, вже сьогодні відіграють важливу роль у секторі охорони здоров'я та енергетики, забезпечуючи ефективну інтеграцію між процесами та послугами. В енергетиці розумна мережа — це ефективні способи управління та контролю витрат на виробництво енергії та її економії, які виявляються більш надійними у досягненні цих цілей, ніж звичайна мережа. Крім того, "розумні" лічильники, які вже використовуються в Україні, роблять споживання енергії вимірюваним і допомагають контролювати та управляти електричними пристроями. Розумну мережу, яка є гнучкою системою, що з'єднує людей з технологіями та природними системами, можна визначити з функціональної або технологічної точки зору. Вона містить електричну мережу, мережу зв'язку, апаратне та програмне забезпечення для контролю та моніторингу і здатна забезпечувати електроенергією, знижувати витрати та надавати миттєву інформацію [14].

У сфері охорони здоров'я такі послуги, як діагностика, догляд за пацієнтами на дому (телемедицина) та лікування хронічних захворювань надаються на основі інформації, яку вони отримують з різних джерел. Ці різні джерела та процеси будуть набагато кориснішими для системи охорони здоров'я, якщо будуть інтегровані, оскільки інтеграція дозволяє більше обмінюватися інформацією, тоді як традиційні моделі базуються на відокремлених процесах, а отже, менше обмінюються інформацією. Досягаючи інтеграції між різними системами в різних місцях і маючи доступ до них, ERP згладжує процеси в охороні здоров'я, покращує якість послуг, що надаються, і допомагає медичним працівникам бути більш ефективними у виконанні своєї роботи. Впровадження ERP у лікарні є особливо корисним для реєстратури, а також відділів фінансового менеджменту. ERP надає працівникам реєстратури необхідну інформацію, таку як записи на прийом, наявність вільних ліжок, спеціалізовані послуги та розклад роботи лікарів, що сприяє організованій та ефективній роботі реєстратури. Фінансовий менеджмент також отримує вигоду від ERP, оскільки вона пропонує рішення для

скорочення витрат, створення більш повних управлінських звітів і зменшення ризиків.

На нашу думку, з розвитком Інтернету речей система "E-Health" може бути покращена за допомогою включення сенсорів, які збирають дані про стан пацієнтів і навколишнє середовище, що дозволить забезпечити точнішу інформацію для медичних працівників. Наприклад, використання моніторингу рівня цукру в крові для хворих на діабет допоможе вчасно виявляти погіршення стану та призначати необхідні лікувальні процедури. Крім того, Інтернет речей може бути використаний для автоматичного поповнення запасів медичних препаратів, що зменшить час очікування на їх отримання та запобігатиме виникненню надлишкових запасів. Отже, Інтернет речей може допомогти покращити якість надання медичних послуг і зробити систему "E-Health" ефективнішою для громадян України.

Моніторинг Інтернету речей пропонує безліч переваг, включаючи можливість аналізувати динамічні системи та обробляти великі обсяги подій і сповіщень, збирати й аналізувати дані Інтернету речей з підключених пристроїв і додатків для створення інтеграції між пристроями і підприємствами, оптимізувати продуктивність кількох додатків, API, мереж і протоколів для усунення розривів в продуктивності, а також надавати цінну інформацію для поліпшення взаємодії з клієнтами, пришвидшення процесів реагування та розв'язання проблем клієнтів і розширення можливостей Інтернету речей як сервісної управлінської технології.

Висновки. Узагальнюючи досвід застосування Інтернету речей в Україні в різних сферах економічної діяльності, включаючи "розумне" місто, охорону здоров'я та безпеку, можна зробити висновок, що Україна досягла значного прогресу у сприянні розвитку Інтернету речей. Проте ключовою проблемою, яка розглядається багатьма дослідниками, є відсутність стандартів хмарного Інтернету речей. Більшість об'єктів зараз підключаються до "хмари" через вебінтерфейси, які потенційно можуть зменшити складність розробки таких додатків. Хоча наукова спільнота зробила свій внесок у розгортання і стандартизацію Інтернету речей і хмарних явищ, потреба в стандартних протоколах, архітектурах і програмних інтерфейсах API очевидна, щоб полегшити взаємозв'язок між різними сервісами та зробити внесок у підходи до створення передових сервісів, що реалізують послуги пов'язані зі хмарним Інтернетом речей. Оскільки хмарні рішення вибудовуються навколо конкретних додатків, недостатньо зусиль приділяється розробці загальної методології інтеграції хмарних систем і Інтернету речей. Гнучка загальнодоступна платформа може стати відправною точкою для полегшення реалізації таких завдань.

Оскільки системи Інтернету речей пов'язані з хмарними ERP-системами, існує багато викликів, відкритих питань і майбутніх напрямів дослідження, пов'язаних саме з використанням хмарних сервісів і електронного документообігу в практичній діяльності компаній. Більшість хмарних додатків ERP з елементами Інтернету речей мають специфічні вимоги до функціональності та якості обслуговування, включаючи зв'язок, обчислення та зберігання даних. Задовольнити ці вимоги може бути складно, особливо коли йдеться про продуктивність

мережі. Попри збільшення пропускну здатності, на роботу систем зберігання та обчислень усе ще можуть впливати непередбачувані проблеми, які можуть призвести до появи вузьких місць у роботі додатків у режимі реального часу. В Україні використання технології Інтернету речей стикається з різними проблемами в цілому та через війну зокрема. Відсутність інфраструктури та зв'язку в сільській місцевості, а також обмежене фінансування проєктів Інтернету речей є основними перешкодами. Посилений через російсько-українську війну процес еміграції кваліфікованих кадрів ще більше ускладнює подолання цих викликів і негативно впливає на розвиток Інтернету речей в Україні.

Література

1. Баранов О. А. Інтернет речей (IoT): мета застосування та правові проблеми. Інформація і право. 2018. №2(25). С. 31-44. [https://doi.org/10.37750/2616-6798.2018.2\(25\).270706](https://doi.org/10.37750/2616-6798.2018.2(25).270706)
2. Дмитрів К. І., Шпак Ю. Н. Дослідження інформаційних систем в управлінні підприємствами: досвід та перспективи. URL:<http://ev.fmm.kpi.ua/article/view/108776/103719> <http://ev.fmm.kpi.ua/article/view/108776/103719> (дата звернення 17.04.2023).
3. Заюков І. В., Воронюк Д. В., Кузнєцова В. М., Мурашко А. О., Самчук Я. С., Самоєнко Т. Ю. Запровадження медичної інформаційної системи в вінницькій територіальній громаді. Наукові перспективи. 2023. № 1(31). С. 326-339. [https://doi.org/10.52058/2708-7530-2023-1\(31\)-326-339](https://doi.org/10.52058/2708-7530-2023-1(31)-326-339)
4. Кизенко О. О. Стратегічний контролінг: концепція і системна реалізація на підприємстві: монографія. Київ: КНЕУ, 2019. 244 с.
5. Чукут С. А., Дмитренко В. І. Смарт-сіті чи електронне місто: сучасні підходи до розуміння впровадження е-урядування на місцевому рівні. Інвестиції: практика та досвід. 2016. № 13. С.89- 93. http://www.investplan.com.ua/pdf/13_2016/17.pdf
6. Afzal B., Umair M., Shah G. A., Ahmed E. Enabling IoT platforms for social IoT applications: Vision, feature mapping, and challenges. Future Generation Computer Systems. 2019. Volume 92. P. 718-731. <https://doi.org/10.1016/j.future.2017.12.002>
7. Amendola S., Lodato R., Manzari S., Occhiuzzi C., Marrocco G. RFID Technology for IoT-Based Personal Healthcare in Smart Spaces. IEEE Internet of Things Journal. 2014. Vol. 1, no. 2. P. 144-152. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2014.2313981>
8. Androcec D., Picek R., Mijac M. The Ontologically based Model for the Integration of the IoT and Cloud ERP Services. Proceedings of the 8th International Conference on Cloud Computing and Services Science (CLOSER 2018). P. 481-488. URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/3343/313be08c296ebfd597e46fad27df13d6eda8.pdf> (дата звернення 17.04.2023).
9. Bahssas D. M., AlBar A. M., Hoque R. Enterprise Resource Planning (ERP) Systems: Design, Trends and Deployment. The International Technology Management Review. 2015. Volume 5, Issue 2. P. 72-81. URL: <https://www.atlantis-press.com/journals/itmtr/24089> (дата звернення 17.04.2023).
10. Baker S. B., Xiang W., Atkinson I. Internet of Things for Smart Healthcare: Technologies, Challenges, and Opportunities. IEEE Access. 2017. Vol. 5. P. 26521-26544. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2775180>
11. Barcelo M., Correa A., Llorca J., Tulino A. M., Vicario J. L., Morell A. IoT-Cloud Service Optimization in Next Generation Smart Environments. IEEE Journal on Selected Areas in Communications. 2016. Vol. 34, no. 12. P. 4077-4090. <https://doi.org/10.1109/JSAC.2016.2621398>

12. Brous P., Janssen M., Herder P. The dual effects of the Internet of Things (IoT): A systematic review of the benefits and risks of IoT adoption by organizations. *International Journal of Information Management*. 2020. Volume 51. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.008>
13. IoT value set to accelerate through 2030: Where and how to capture it. McKinsey Report. November 9, 2021. <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/iot-value-set-to-accelerate-through-2030-where-and-how-to-capture-it#/> (дата звернення 17.04.2023).
14. Marjani M. et al. Big IoT. Data Analytics: Architecture, Opportunities, and Open Research Challenges. *IEEE Access*. 2017. Vol. 5. P. 5247-5261. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2689040>
15. Matyushenko I., Pozdniakova A. Smart Cities in Ukraine — the evolution, state and challenges of smart solutions in the area of governance. URL: https://www.researchgate.net/publication/314036090_Smart_Cities_in_Ukraine_-_the_evolution_state_and_challenges_of_smart_solutions_in_the_area_of_governance (дата звернення 17.04.2023).
16. Mohammadi M., Al-Fuqaha A., Sorour S., Guizani M. Deep Learning for IoT Big Data and Streaming Analytics: A Survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*. 2018. Vol. 20, no. 4. P. 2923-2960. <https://doi.org/10.1109/COMST.2018.2844341>
17. Nah F. F-H., ed. *Enterprise Resource Planning: Solutions and Management*. Hershey, PA: IGI Global, 2002. <https://doi.org/10.4018/978-1-930708-36-5>
18. Samie F., Bauer L., Henkel J. From Cloud Down to Things: An Overview of Machine Learning in Internet of Things. *IEEE Internet of Things Journal*. 2019. Vol. 6, no. 3. P. 4921-4934. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2019.2893866>
19. Siddiqui F., Beley J., Zeadally S., Braught G. Secure and lightweight communication in heterogeneous IoT environments. *Internet of Things*. 2021. Volume 14. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2019.100093>
20. Siegemund G., Volker T. A Self-Stabilizing Publish/Subscribe Middleware for IoT Applications. *ACM Trans. Cyber-Phys. Syst.* 2, 2, Article 12 (April 2018), 26 p. <https://doi.org/10.1145/3185509><https://dl.acm.org/doi/10.1145/3185509>
21. Snellman D. Difference in Cloud ERP Systems — A comparison. Degree project in information and communication Technology, Stockholm, Sweden, 2017. URL: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1119432/FULLTEXT01.pdf> (дата звернення 17.04.2023).
22. 2013: The year of the Internet of Things. *MIT Technology Review*. January 4, 2013. <https://www.technologyreview.com/2013/01/04/180666/2013-the-year-of-the-internet-of-things/> (дата звернення 17.04.2023).

References

1. Baranov, O.A. “Internet rechei (IoT): meta zastosuvannia ta pravovi problemy” [“Internet of Things (IoT): Purpose of Application and Legal Problems”]. *Information and law* 2(25) (2018): 31-44. [https://doi.org/10.37750/2616-6798.2018.2\(25\).270706](https://doi.org/10.37750/2616-6798.2018.2(25).270706) [in Ukrainian].
2. Dmytriv, K. I., Shpak, Yu. N. Doslidzhennia informatsiinykh system v upravlinni pidpriemstvamy: dosvid ta perspektyvy. [Research of information systems in enterprise management: experience and prospects]. <http://ev.fmm.kpi.ua/article/view/108776/103719><http://ev.fmm.kpi.ua/article/view/108776/103719> (data 17.04.2023). [in Ukrainian].
3. Zaiukov, I. V., Voroniuk, D. V., Kuznietsova, V. M., Murashko, A. O., Samchuk, Ya. S. and Samoienko, T. Yu. “Zaprovadzhennia medychnoi informatsiinoi systemy v vinnyskii terytorialnii

hromadi”. [“Implementation of the medical information system in Vinnytsia territorial community”]. *Naukovi perspektyvy* 1(31) (2023): 326-339. [https://doi.org/10.52058/2708-7530-2023-1\(31\)-326-339](https://doi.org/10.52058/2708-7530-2023-1(31)-326-339) [in Ukrainian].

4. Kyzenko, O. *Strategichnij kontroling: koncepciya i sistema realizaciya na pidpriyemstvi*. [Strategic controlling: concept and system implementation at the enterprise]. Kyiv: KNEU, 2019 [in Ukrainian].

5. Chukut, S. A., Dmytrenko, V. I. “Smart-siti chy elektronne misto: suchasni pidkhody do rozuminnia vprovadzhennia e-uriaduvannia na mistsevomu rivni”. [“Smart city or electronic city: modern approaches to the understanding of the implementation of e-governance at the local level”]. *Investytsii: praktyka ta dosvid* 13 (2016): 89- 93. [in Ukrainian].

6. Afzal, B., Umair, M., Shah, G. A., Ahmed, E. “Enabling IoT platforms for social IoT applications: Vision, feature mapping, and challenges”. *Future Generation Computer Systems*, Vol. 92 (2019): 718-731, <https://doi.org/10.1016/j.future.2017.12.002>

7. Amendola, S., Lodato, R., Manzari, S., Occhiuzzi C. and Marrocco, G. “RFID Technology for IoT-Based Personal Healthcare in Smart Spaces”. *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 1, no. 2 (2014): 144-152. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2014.2313981>

8. Androcec, D., Picek, R. and Mijac, M. “The Ontologically based Model for the Integration of the IoT and Cloud ERP Services”. Proceedings of the 8th International Conference on Cloud Computing and Services Science (CLOSER 2018) (2018): 481-488. <https://pdfs.semanticscholar.org/3343/313be08c296ebfd597e46fad27df13d6eda8.pdf> (accessed 17.04.2023).

9. Bahssas, D. M., AlBar, A. M. and Hoque, R. “Enterprise Resource Planning (ERP) Systems: Design, Trends and Deployment”. *The International Technology Management Review* Vol. 5, Iss. 2 (2015): 72-81. <https://www.atlantis-press.com/journals/itmr/24089> (accessed 17.04.2023).

10. Baker, S. B., Xiang, W. and Atkinson, I. “Internet of Things for Smart Healthcare: Technologies, Challenges, and Opportunities”. *IEEE Access* vol. 5 (2017): 26521-26544, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2775180>

11. Barcelo, M., Correa, A., Llorca, J., Tulino, A. M., Vicario J. L. and Morell, A. “IoT-Cloud Service Optimization in Next Generation Smart Environments”. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications* vol. 34, no. 12 (2016): 4077-4090. <https://doi.org/10.1109/JSAC.2016.2621398>

12. Brous, P., Janssen, M. and Herder, P. “The dual effects of the Internet of Things (IoT): A systematic review of the benefits and risks of IoT adoption by organizations”. *International Journal of Information Management* Vol. 51 (2020). <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.008>

13. IoT value set to accelerate through 2030: Where and how to capture it. McKinsey Report. November 9, 2021. <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/iot-value-set-to-accelerate-through-2030-where-and-how-to-capture-it#/> (accessed 17.04.2023).

14. Marjani, M. et al. “Big IoT Data Analytics: Architecture, Opportunities, and Open Research Challenges”. *IEEE Access* vol. 5 (2017): 5247-5261. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2689040>

15. Matyushenko, I., Pozdniakova, A. Smart Cities in Ukraine — the evolution, state and challenges of smart solutions in the area of governance. https://www.researchgate.net/publication/314036090_Smart_Cities_in_Ukraine_-_the_evolution_state_and_challenges_of_smart_solutions_in_the_area_of_governance (accessed 17.04.2023).

16. Mohammadi, M., Al-Fuqaha, A., Sorour, S. and Guizani, M. “Deep Learning for IoT Big Data and Streaming Analytics: A Survey”. *IEEE Communications Surveys & Tutorials* vol. 20, no. 4 (2018): 2923-2960. <https://doi.org/10.1109/COMST.2018.2844341>

17. Nah, F. F.-H., ed. *Enterprise Resource Planning: Solutions and Management*. Hershey, PA: IGI Global, 2002. <https://doi.org/10.4018/978-1-930708-36-5>

18. Samie, F., Bauer L. and Henkel, J. "From Cloud Down to Things: An Overview of Machine Learning in Internet of Things". *IEEE Internet of Things Journal* vol. 6, no. 3 (2019): 4921-4934. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2019.2893866>
19. Siddiqui, F., Beley, J., Zeadally, S., Braught, G. "Secure and lightweight communication in heterogeneous IoT environments". *Internet of Things* Vol. 14 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.iot.2019.100093>
20. Siegemund, G., Volker, T. "A Self-Stabilizing Publish/Subscribe Middleware for IoT Applications". *ACM Trans. Cyber-Phys. Syst.* 2, 2, Article 12 (April 2018): 1-26. <https://doi.org/10.1145/3185509>
21. Snellman, D. Difference in Cloud ERP Systems — A comparison. Degree project in information and communication Technology, Stockholm, Sweden, 2017. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1119432/FULLTEXT01.pdf> (accessed 17.04.2023).
22. 2013: The year of the Internet of Things. MIT Technology Review. January 4, 2013. <https://www.technologyreview.com/2013/01/04/180666/2013-the-year-of-the-internet-of-things/> (accessed 17.04.2023).

INTERNET OF THINGS APPLICATION IN AUTOMATED RESOURCE MANAGEMENT SYSTEMS

Vladyslav I. Markuts

PhD student in Economics

Kyiv National Economic University

named after Vadym Hetman (Ukraine)

e-mail: vladyslav.markuts@kneu.ua

ORCID: 0000-0002-7625-4627

Abstract. The article summarizes scientific knowledge about the state and potential of the development of the Internet of Things (IoT) industry in Ukraine and analyzes already implemented initiatives to promote its spread in the areas of health care and urban management. The study aims to systematize and analyze the available scientific information about the opportunities and potential revealed by integrating the ERP system and the Internet of Things as a convergent management technology. Based on the research results, a model of combining Internet of Things technologies and resource management of companies in ERP systems is presented; the advantages provided by the integration of IoT and ERP systems are systematized; the problems associated with determining the economic efficiency of the integration of IoT and ERP systems are summarized based on the analysis of applied cases in the areas of health care and urban management. The research used methods of systematization, meta-analysis, and synthesis of research from the fields of information technologies, economics, management, and law. In addition, a case analysis was used to understand the practical aspects of the implementation of convergent technologies based on the combination of management and information technologies. Attention is focused on the fact that future directions of research are related to the expansion of technical capabilities for processing

large volumes of IoT data from connected devices and applications to create integration between devices and control systems at enterprises; development of networks and protocols to eliminate performance gaps, provide valuable information on improving customer interaction, speed up customer problem-solving processes, and expand the capabilities of the IoT as a service management technology. Most cloud-based ERP applications with IoT elements have specific requirements for functionality and quality of service, including communication, computing, and data storage. Meeting these requirements can be challenging, especially regarding network performance, resulting in bottlenecks in real-time application performance.

Keywords: Internet of Things; ERP system; management technologies; economic efficiency; convergence; enterprise resource management; automated resource management systems; rational use of resources; productivity.

Стаття надійшла до редакції 17.04.2023

УДК 338.43:330.322.3
JEL Classification O10, O40
DOI 10.33111/sedu.2023.52.111.121

Смирнов Євген Євгенович*
Катрич Дмитро Юрійович**

НАУКОВІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОГО ЗРОСТАННЯ ПІДПРИЄМСТВА

Анотація. У статті представлено результати дослідження міждисциплінарної проблематики в царині визначення економічного зростання підприємства. Принципово виділено два напрями наукових досліджень, що розкривають змістовну складову економічного зростання підприємства — функціональний і капітальний. У межах функціонального напрямку сутність економічного зростання розкривається в контексті організаційного розвитку. Уточнення змісту економічного зростання підприємства зроблено в площині взаємопов'язаних категорій, таких як розвиток, організаційна здатність, цілі розвитку, якість економічного зростання, стратегії та потенціал розвитку підприємства. Визначення економічного зростання підприємства відповідно до капітального напрямку наукових досліджень базується на сучасних положеннях теорії капіталу підприємства. Актуалізація досліджень

* **Смирнов Євген Євгенович** — магістр економіки, здобувач наукового ступеня доктора філософії, кафедра бізнес-економіки та підприємництва, Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана (м. Київ, Україна), ORCID 0000-0002-9871-5981, yevhen.smyrnov@kneu.ua

** **Катрич Дмитро Юрійович** — магістр економіки, здобувач наукового ступеня доктора філософії, кафедра бізнес-економіки та підприємництва, Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана (м. Київ, Україна), ORCID 0009-0004-9809-6625, dmitry.katrich@kneu.ua