

МОНІТОРИНГ ЕФЕКТИВНОСТІ ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ ПРОМИСЛОВОГО ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ¹

Охрімчук Є.І.,

аспірант кафедри фінансових технологій і підприємництва,

Сумський державний університет, м. Суми, Україна

Okhrimchuk.evg@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-5120-276X>

У цій статті розглядаються питання, як нові технологічні варіанти для промислових підприємств забезпечують простий підхід до вирішення проблем виробництва і досягнення економічного росту. Основною метою даного дослідження є аналіз ефективності існуючих рішень промислового Інтернету речей, визначення сучасного стану технологій та її актуальності у нинішній кризовий період. У найзагальнішому вигляді реалізація стратегії ІоТ передбачає підключення датчиків і автоматизованих систем, розташованих у складних виробничих і технологічних місцях, для створення єдиної мережі даних. У дослідженні представлено загальні архітектурні елементи екосистеми промислового Інтернету речей та розглянуто систему конвергенції системи ІоТ та ІТ-ОТ у вигляді багаторівневої схеми, пояснена принципова різниця між технологіями ІоТ та ІоТ. На прикладі країн Європи проаналізовано рівень інтеграції технологій на підприємствах, залежно від розміру та цілями впровадження. Залежно від розміру підприємства можуть бути значні відмінності у використанні ІоТ, так на великих підприємствах досліджувані технології використовують майже вдвічі більше. Визначено що найбільша частка інвестицій припадає на сферу забезпечення і підтримки безпеки – 72% в середньому. Зазначено що Covid-19 мав найбільший позитивний вплив на прискорене впровадження технологій ІоТ. Описано основні переваги, отримані шляхом обробки та аналізу даних з розумних датчиків і сенсорів, і досліджено їхнє застосування для вирішення конкретних цілей. У той же час перераховано основні проблеми, що постають перед бізнесом та урядом. Проаналізовано вплив українсько-російського конфлікту на технологічний сектор, що призвело до проблем з логістикою важливих елементів для виробництва напівпровідникових мікросхем та розширив список можливих ризиків від впровадження цифрових технологій у виробництво. Загалом зростання кількості підключених пристроїв словилось у 2021 році, але очікується, що воно знову прискориться у 2022 році та наступних роках. Незважаючи на те, що на ринку ІоТ з'явилися нові перепони, загальні настрої в індустрії залишаються відносно позитивними.

Ключові слова: Інтернет промислових речей, ІоТ, підприємство, інновації

DOI: 10.21272/1817-9215.2022.3-11

ВСТУП

Виробники в усьому світі розуміють стандартну схему, щоб залишатися конкурентоспроможним необхідно постійно підвищувати продуктивності. Історія довела, що організації, які чинять опір прийняттю відповідних нових революційних технологій, швидше за все, стануть менш ефективними, і їх обійдуть більш обізнані конкуренти. І навпаки, компанії, які впроваджують інноваційні методи виробництва або надання послуг, позиціонують себе як лідери галузі.

Інтернет промислових речей (ІоТ) значно вплинув на промисловий сектор і приніс багато переваг цифровому виробництву. Розвиток технологій Інтернету речей (ІоТ), у свою чергу, допоміг розвинути іншим передовим технологіям, таким як хмарні обчислення, аналітика великих даних і штучний інтелект/машинне навчання та проникнути в галузь виробництва. Традиційні промислові системи, такі як диспетчерське керування та збір даних, а також розподілені системи керування покращили моніторинг, продуктивність, і, що важливіше, ефективність із появою ІоТ, сприяючи прибутковості організацій.

Конвергенція фізичних пристроїв через мережеву інфраструктуру з розумними периферійними пристроями, аналіз даних виробничого процесу в реальному часі, можливість налаштування необхідних параметрів процесу, контроль виробництва і обмін даними значно покращилися. Загалом, ІоТ зробив можливим прийняття рішень

¹ дослідження виконано в рамках виконання науково-дослідної роботи № 0121U114364 «Соціально-економічні виклики в умовах цифровізації суспільних відносин»

на основі аналізу даних, що, у свою чергу, надає змогу якомога точніше передбачити більшість ситуацій на виробництві або у галузі в цілому.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

За розвитком технологій промислового Інтернету речей активно слідкує велика кількість зарубіжних вітчизняних науковців та підприємців. Так, аналізуючи дані наукометричної бази даних Scopus з даного питання можна відмітити, що тенденція випуску публікацій присвячених тематиці промислового Інтернету речей за останні 10 років демонструє активне зростання публікаційної активності. Загалом, у розділі присвяченому бізнесу, менеджменту і бухгалтерському обліку 348 документів, основна частина яких була опублікована в останні 5 років (317 робіт). А це, у свою чергу, демонструє значний інтерес міжнародної спільноти до досліджень питань впровадження технологій Інтернету речей на промислових виробництвах.

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Головною метою даного дослідження є аналіз ефективності існуючих рішень промислового Інтернету речей, визначення сучасного стану технологій та її актуальності у нинішній кризовий період.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Промисловий Інтернет речей загалом означає різні речі для різних людей. Кінцеві користувачі з усіх галузей промисловості та бізнесу включають елементи ПоТ, щоб реалізувати цінність у спосіб, який відповідає їхнім унікальним потребам. У найзагальнішому вигляді реалізація стратегії ПоТ передбачає підключення датчиків і автоматизованих систем, розташованих у складних виробничих і технологічних місцях, для створення єдиної мережі даних. Це забезпечує широкий віддалений моніторинг і збір даних, більш глибокий операційний аналіз і автономну взаємодію між машинами. Спільними цілями користувачів є розумніша робота, підвищення ефективності обладнання та зниження витрат.

Промисловий Інтернет речей має на увазі застосування нових технологій для вирішення проблем, які існували у виробництві протягом багатьох років. Наприклад: управління активами в хмарі замість локального (що робилося роками). Основна концепція полягає в тому, щоб зібрати отримати всі доступні дані про процеси та активи, а потім проаналізувати їх, щоб надати оператору реальну інформацію, для прийняття необхідних рішень [9]. Загалом екосистема ПоТ складається з наступного (рис. 1):

На найпростішому рівні реалізація ПоТ передбачає отримання даних у хмарних системах, щоб їх можна було обробляти та ділитися з операторами та іншими програмами. Ці дані найчастіше є областю персоналу та систем операційних технологій (ОТ), які зазвичай включають такі пристрої, як програмовані логічні контролери (PLC), людино-машинні інтерфейси (HMI) і диспетчерське керування та збір даних (SCADA). ПоТ забезпечує реальну конвергенцію інформаційних технологій (ІТ) і технологій ОТ [2]. Розумні периферійні пристрої в полі або на заводах передають отримані дані через комунікаційну інфраструктуру. Ці дані використовуються для отримання корисної інформації та аналізу стану техніки та робочих процесів. Проаналізована інформація сприяє підтриманню прийняття правильних обґрунтованих рішень щодо прогнозованого технічного обслуговування, захисту, безпеки та оптимізації бізнесу.

Різниця між ІоТ та ПоТ полягає в тому, як реалізовані ці дві технології. ІоТ використовує недорогі підключені датчики та пристрої для зручності споживачів. ПоТ використовує більш складні пристрої для розширення існуючих систем управління виробництвом і ланцюгом поставок, забезпечуючи повну видимість процесів, автоматизований контроль і більш досконалу аналітику. Обидві технології забезпечують користувачам отримання даних у реальному часі та підвищують ефективність роботи [14].



Рисунок 1 – Схема роботи Інтернету речей на промисловому виробництві (складено автором)

Пристрої та програми IIoT розроблені для важких умов промислового середовища, що робить їх високонадійними та корисними для прогнозованого обслуговування. Зазвичай до цих пристроїв можна отримати доступ із віддалених місць і контролювати інфраструктуру без допомоги людини, надсилаючи всю інформацію на хмарну платформу. Як наслідок, їм потрібні більш надійні протоколи зв'язку, ніж пристрої IoT [6].

Систему IIoT із конвергенцією IT-OT можна розглядати як багаторівневу модульну архітектуру цифрових технологій (рис. 2). Її можна розділити на чотири технологічні рівні:

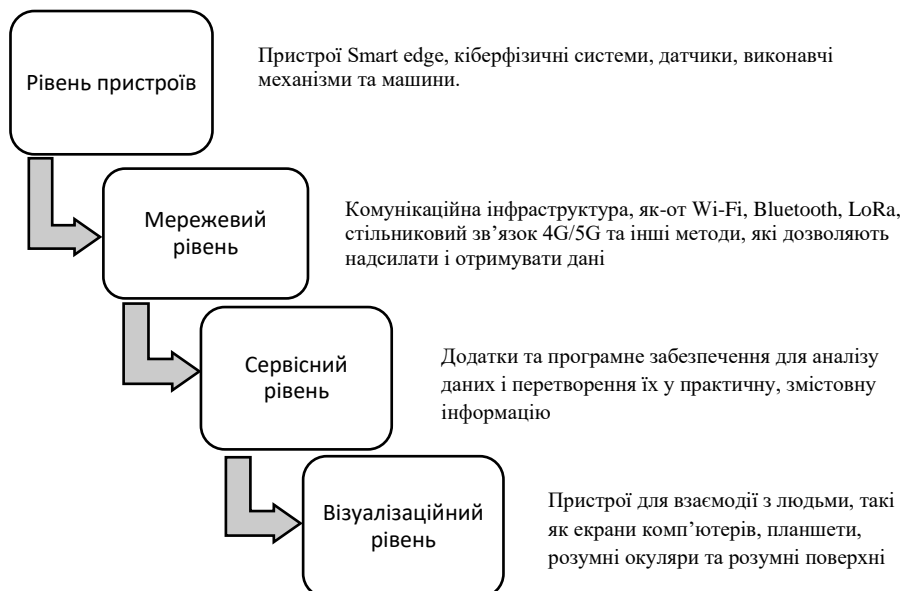


Рисунок 2 – Багаторівнева модульна архітектура цифрових технологій (складено автором на основі [5, 8])

Рівень пристроїв включає в себе датчики, сенсори, прилади і фізичних об'єкти, які використовуються для збору даних. Датчики, які використовуються в IoT, називаються розумними датчиками. Однією з відмінних характеристик інтелектуальних датчиків є те, що вони підключаються до мережі, часто через бездротовий сигнал, минаючи існуючі промислові мережі, які зазвичай дротові [5].

Мережевий рівень складається з виділених пристроїв IoT, які передають зібрані дані через Інтернет. Після потоку даних, починаючи від розумних датчиків і просуваючись вгору, наступним пристроєм, який зустрічається, є шлюз IoT. Шлюзи IoT, також відомі як межові шлюзи, виконують локальне зберігання та обробку зібраних даних перед надсиланням їх на наступний рівень у мережі.

Сервісний рівень. У цей момент дані досягають бази даних або сервера в центрі обробки даних. Для виконання аналізу даних і алгоритмів машинного навчання зазвичай потрібні великі обсяги обчислювальної потужності. Тому найважливіша обробка даних відбувається на цьому рівні. Окрім алгоритмів, цей рівень включає веб-сервіси та хмарні технології, які підтримують процес. Веб-служба описує передачу даних від пристроїв до інших інтерфейсів і програм.

Візуалізаційний рівень представляє собою набір різних розгорнутих графічних інтерфейсів користувача, які допомагають людям інтерпретувати інформацію, отриману в результаті попередніх процесів. Це діє як посередник між кінцевими вузлами та мережею та встановлює зв'язок із авторизованими компонентами програмного забезпечення [8].

Сьогодні підприємства використовують взаємопов'язані пристрої та системи з різних причин, зокрема для захисту своїх приміщень, оптимізації споживання енергії, оптимізації виробництва та логістики, підтримки обслуговування клієнтів і покращення технічного обслуговування машин і транспортних засобів. Так у 2021 році 29% підприємств Європи використовували взаємопов'язані пристрої чи системи, які можна відстежувати або керувати віддалено (рис. 3). Серед підприємств, які повідомили про використання IoT, переважна більшість використовували його для забезпечення безпеки приміщень (розумні системи сигналізації, розумні камери та інші розумні пристрої; 72%) [15]. У меншій мірі підприємства використовували IoT для управління споживанням енергії (інтелектуальні лічильники, розумні термостати; 30%) або для технічного обслуговування на основі стану (датчики для моніторингу потреб у технічному обслуговуванні машин або транспортних засобів; 24%)

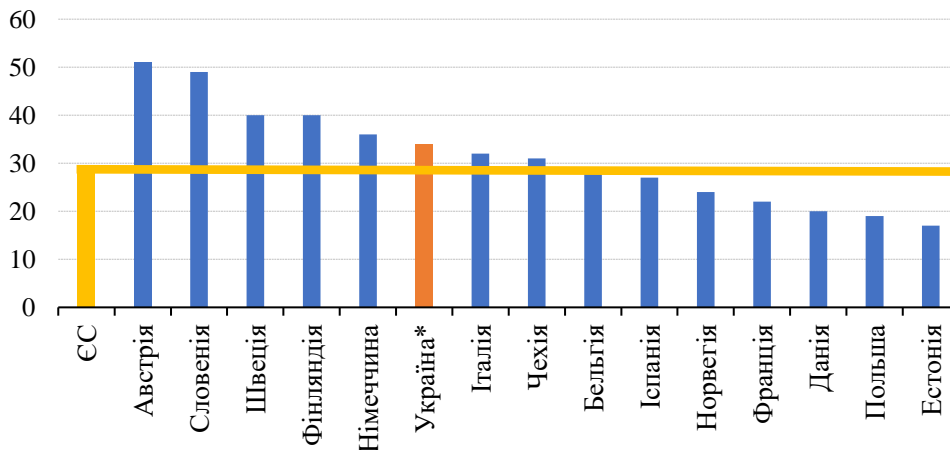


Рисунок 3 – Підприємства використовувати IoT (взаємозв'язані пристрої або системи, які можна відстежувати або дистанційно керувати через Інтернет) (станом на 2021 рік [7]; *2019 – рік [16])

Тож загалом у Європі більше половини підприємств в Австрії (51%) використовували пристрої або системи IoT у 2021 році. Трішки менше половини у Словенії (49%), Фінляндії та Швеції (обидві по 40%). Варто також відмітити підприємства України, показник яких у докризовому 2019 році становив 34%. Однак використання IoT не настільки поширене в інших державах-членах: менше 20% підприємств у Польщі (19%) та Естонії (17%).

Залежно від розміру підприємства можуть бути значні відмінності у використанні IoT (табл. 1). У 2021 році трохи більше чверті (26%) малих підприємств використовували IoT, тоді як великі підприємства використовували його майже вдвічі більше (48%). На підприємствах середнього розміру майже 2 з 5 (37%) використовували IoT.

Таблиця 1 – Підприємства, які використовують IoT, за розміром та цілями у Європі (станом на 2021 рік [7])

Мета використання IoT	Всі підприємства	Малі підприємства	Середні підприємства	Великі підприємства
% використання	29	26	37	48
Технічне обслуговування на основі стану	24	22	31	44
Управління логістикою	22	21	26	34
Виробничі процеси	17	15	24	36
Безпека приміщень	72	72	73	72
Управління споживанням енергії	30	26	38	56
Обслуговування клієнтів	13	13	13	19
Інші цілі	24	24	24	31

У 2021 році головною метою використання IoT серед підприємств у всіх секторах економіки було забезпечення безпеки своїх приміщень. Цей показник коливався від 79 % у секторі роздрібною торгівлі до 61 % у секторі транспорту та зберігання.

Пристрої IoT для управління споживанням енергії здебільшого використовувалися підприємствами у сфері розміщення (48%) та в сфері нерухомості (45%). Використання IoT для виробничих процесів було найвищим у секторі електроенергії, газу, пари, кондиціонування повітря та водопостачання (34%) та у виробничому секторі (32%). Пристрої IoT для управління логістикою найбільше використовувалися в секторі транспорту та зберігання (61%). IoT для технічного обслуговування машин або транспортних засобів на основі стану використовувався в основному в секторі електроенергії, газу, пари, кондиціонування повітря та водопостачання (41%). Крім того, 22% підприємств у секторі розміщення використовували взаємопов'язані пристрої для обслуговування клієнтів (для моніторингу активності клієнтів або пропонування персоналізованих покупок).

Під час пандемії Covid-19 впровадження технологій з підтримкою PoT значно зросло. Вимоги до віддаленої роботи були поштовхом для цього впровадження. Останніми роками впровадження PoT [11] було зосереджено на ініціативах з управління робочою силою, автоматизації та покращенні взаємодії з клієнтами. Оскільки пристрої PoT стають меншими, дешевшими та розумнішими, їх можна буде використовувати практично скрізь. Дані, які вони генерують, можна перетворити на практичну інформацію, що призведе до неймовірних переваг для бізнесу, таких як:

- Віддалений моніторинг і керування: перевага аналізу даних на основі датчиків полягає в доступі до даних і пристроїв за запитом.
- Вдосконалення сенсорів граничного обчислення: здатності граничного обчислення і впровадження 4G/5G зв'язку дало можливість швидко виробляти надійні сенсори.
- Прогнозний аналіз: аналіз тенденцій на основі даних покращив своєчасне технічне обслуговування, скоротивши час простою та збільшивши продуктивність.

- Цифрові двійники: дані розумних датчиків надходять у моделі цифрових близнюків та роблять віддалений моніторинг і керування більш надійними та ефективними.

- Здоров'я та безпека. Технології, керовані Інтернетом речей, сприяли покращенню рівня здоров'я та безпеки на підприємстві, особливо під час пандемії у 2020–2021 роках. Розташування співробітників на підлозі підприємства, відстеження тісних контактів і реєстрація температури – усе це сприяло створенню безпечного та здорового робочого середовища [13].

- Гнучка і динамічна інфраструктура: досягнення ПоТ забезпечують безпрецедентну гнучкість у таких сферах, як ланцюг поставок, тож виробники можуть бути вільними у виборі постачальників, стратегії замовлення, закупівлі та управлінні запасами.

- Розумна фабрика: Збільшення проникнення та використання бездротового зв'язку 5G на підприємствах наближає їх до цифрового майбутнього.

- Аналіз даних у джерелі. Велика кількість даних, що генеруються розумними периферійними пристроями, робить можливим своєчасний аналіз даних. Заводи змінюють свою технічну архітектуру, виводячи аналіз даних і технології штучного інтелекту (AI) на передову, щоб повною мірою використовувати переваги екосистеми ПоТ [12].

У той же час, слід також пам'ятати що імплементація у виробництво технологічних інновацій призводить до виникнення ряду проблем.

1. Дороговизна інвестицій. Висока вартість впровадження є однією з найбільш очевидних проблем промислового Інтернету речей. Дійсно, одна з головних обіцянок IoT полягає в тому, що він зменшить витрати за рахунок покращеного управління активами, доступу до бізнес-аналітики та підвищення продуктивності. Однак організаціям важко виправдати витрати, коли А: вони не впевнені щодо очікуваної рентабельності інвестицій і В: вони не мають досвіду впровадження підключених систем. Однією з головних причин затримки впровадження IoT була нестача ресурсів, на яку вказали 29 відсотків організацій [10].

2. Інтеграція застарілої та інфраструктури ПоТ. Оскільки організації розгортають пристрої ПоТ на застарілому апаратному забезпеченні та різних пристроях, вироблених різними компаніями, співробітникам стає надзвичайно важко відстежувати та контролювати наскрізні операції. Наразі не існує набору стандартів щодо того, як організації мають обробляти дані між різними пристроями та машинами. Немає стандарту для забезпечення сумісності або захисту системи, яка включає апаратне забезпечення, яке ніколи не задумувалося як «розумне» [3].

3. Перебої в підключенні. Навіть якщо говорити лише про безперебійну роботу Інтернету, досягти 100-відсоткової доступності майже неможливо. З'єднання може бути втрачено через технічне обслуговування чи щось інше. Щоб уникнути простоїв, організаціям потрібно знайти відповідного постачальника для задоволення вимог підключення. На жаль, вимоги відрізняються залежно від галузі. Організації повинні враховувати діапазон, розташування обладнання і споживання електроенергії. Збої в IoT створюють кілька факторів ризику, які виходять далеко за рамки тимчасового збою Wi-Fi. Коли датчики використовуються для виявлення таких небезпек, як витік газу, відключення може бути питанням життя чи смерті. Збої в інтелектуальних мережах можуть призвести до знеструмлення цілої громади [1].

4. Безпека. Сьогодні конфлікт в Україні та його потенційні наслідки розширили список можливих ризиків від впровадження цифрових технологій у виробництво, починаючи від аналізу загроз і закінчуючи технологіями та послугами, які дають зловмисникам бачення цілей і можливостей. Націлювання на енергомережу України, кібератаках та подібні дії в інших місцях, свідчить про загрозу, яку становлять технологічні інновації для фізичних ресурсів і населення [17]. Ці залежності можуть бути використані як важелі впливу на підприємство або країну. Здатність порушувати

критично важливі функції далеко за межами конфлікту створює загрозу для країн та населення у всьому світі та потенційно включає сфери, далекі від енергії. Докази попередніх атак на будь-яке інше, від систем охорони здоров'я до водопостачання, свідчать про масштаб таких загроз [4].

ВИСНОВКИ

Впровадження технологій ПоТ можуть допомогти компанії слідувати ринковим тенденціям або випереджати їх, а також підтримувати компанію серед лідерів галузі. У той час інновації вимагають складних інженерно-важких ресурсів, сертифікатів якості, відповідності галузевим стандартам тощо, технологічні рішення, які є результатом цього, можуть справді спрацювати на зниження витрат завдяки більш ефективним виробничим процесам або більш ефективним і якісним продуктам. Платформи ПоТ стають невід'ємною частиною роботи великих компаній, працюючи з величезною кількістю обладнання та датчиків, системи здатні виконувати більшу частину роботи, а саме: зменшити кількість несподіваних збоїв і перерв у процесі; провести оцінку стану обладнання у реальному часі, заощаджуючи час, необхідний для планового обслуговування; зменшити час, що витрачається на обходи та калібрування обладнання.

Зрештою, майбутнє промислового Інтернету речей залежить від низки факторів. Поточні ділові настрої для компаній у сфері цифрових технологій та Інтернету речей залишаються переважно позитивними. Існує загальне визнання того, що Covid-19 мав загальний позитивний вплив на прискорене впровадження технологій ПоТ. Але у той же час війна в Україні посилює проблеми з постачанням і інфляцію. Українсько-російський конфлікт вплинув на ланцюжки поставок у багатьох секторах, включаючи напівпровідникову промисловість. Конфлікт може мати особливий вплив на постачання важливих елементів для виробництва напівпровідникових мікросхем.

SUMMARY

Ye. Okhrimchuk. Monitoring the efficiency of existing industrial internet of things solutions

This article discusses how new technological options for industrial enterprises provide a simple approach to solving production problems and achieving economic growth. The main goal of this study is to analyze the effectiveness of existing industrial Internet of Things solutions, to determine the current state of technology and its relevance in the current crisis period. In its most general form, the implementation of the IIoT strategy involves connecting sensors and automated systems located in complex manufacturing and process locations to create a single data network. The study presents the general architectural elements of the industrial Internet of Things ecosystem and considers the IIoT and IT-OT system convergence system in the form of a multi-level scheme, explains the fundamental difference between IoT and IIoT technologies. Using the example of European countries, the level of technology integration at enterprises was analyzed, depending on the size and implementation goals. Depending on the size of the enterprise, there can be significant differences in the use of IIoT, so in large enterprises the studied technologies are used almost twice as much. It was determined that the largest share of investments falls on the sphere of security provision and support - 72% on average. It is noted that Covid-19 had the greatest positive impact on the accelerated implementation of IIoT technologies. The main benefits obtained by processing and analyzing data from smart sensors and sensors are described, and their application to specific goals is explored. At the same time, the main problems facing business and the government are listed. The impact of the Ukrainian-Russian conflict on the technological sector was analyzed, which led to problems with the logistics of important elements for the production of semiconductor microcircuits and expanded the list of possible risks from the introduction of digital technologies into production. Overall, growth in the number of connected devices slowed in 2021, but is expected to accelerate again in 2022 and beyond. Although new hurdles have emerged in the IoT market, the overall sentiment in the industry remains relatively positive.

Key words: *Industrial Internet of Things, IIoT, enterprise, innovation.*

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Arriandiaga P., Goodness E., Wallin L., Chao K. (2022). Magic Quadrant for Managed IoT Connectivity Services, Worldwide. *Gartner*. URL: <https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-291WMEED&ct=220207&st=sb>
2. Bakir S., Salomon V., Sasmal A. (2022). Building an industrial Internet of Things (IIoT) digital transformation strategy. *Amazon Web Services (AWS)*. URL: <https://docs.aws.amazon.com/prescriptive-guidance/latest/strategy-iiot-transformation/welcome.html>
3. Boiz P., Freund H., Kasah T., Koerber B. (2018). Plataformas de Internet das Coisas Industrial (IIoT): o stack de tecnologia como alavanca de valor no setor de equipamento e maquinário industrial. *McKinsey*. URL:

- <https://www.mckinsey.com/industries/advanced-electronics/our-insights/iiot-platforms-the-technology-stack-as-value-driver-in-industrial-equipment-and-machinery/pt-BR>
4. Crawford S., Vermij J. (2022). Conflict in Ukraine: A turning point for cybersecurity. *S&P Global Market Intelligence*. URL: <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/research/conflict-in-ukraine-a-turning-point-for-cybersecurity>
 5. De Luca C. (2022). Interest in Industrial IoT starts to grow. *Network-king*. URL: <https://network-king.net/interest-in-industrial-iiot-starts-to-grow/>
 6. Eastburn J. (2020). Simplifying the IIoT technology stack. *International Society of Automation*. URL: <https://www.isa.org/intech-home/2020/may-june/features/simplifying-the-iiot-technology-stack>
 7. EUROSTAT 2022. Internet of Things (isoc_eb_iiot) URL: https://ec.europa.eu/eurostat/data/database?node_code=isoc_eb_iiot
 8. Fogg E. (2022). Complete guide to IIoT (Industrial Internet of Things). *MachineMetrics*. URL: <https://www.machinemetrics.com/blog/industrial-internet-of-things-iiot>
 9. Gandhi Y. (2022). What is the Industrial Internet of Things (IIoT)? *Analyticssteps*. URL: <https://www.analyticssteps.com/blogs/what-industrial-internet-things-iiot>
 10. GlobalData. (2022). Internet of Things: Overview. URL: <https://www.globaldata.com/themes/internet-of-things/>
 11. Microsoft. (2021). IoT Signals report. URL: <https://www.advantech.com/resources/industry-focus/iiot-signals>
 12. Myers B. (2021). InTech Focus: Plant Asset Management. *International Society of Automation*. URL: <https://www.isa.org/intech-home/2021/april-2021/features/intech-focus-plant-asset-management>
 13. Jayalaxmi P., Saha R., Kumar G., Kumar N. (2021). A Taxonomy of Security Issues in Industrial Internet-of-Things: Scoping Review for Existing Solutions, Future Implications, and Research Challenges. *IEEE Access*, 9. Doi:10.1109/ACCESS.2021.3057766
 14. Tsymbal O. (2022). IIoT in Manufacturing: 6 Industrial IIoT Trends in 2022. *Mobdev*. URL: <https://mobidev.biz/blog/industrial-iiot-internet-of-things-trends>
 15. Wegner P. (2021). What CEOs talked about in Q1 2021: Vaccines, Sustainability, Semiconductors. *IIoT Analytics*. URL: <https://iiot-analytics.com/what-ceos-talked-about-q1-2021/>
 16. Шербатенко О. (2022). Україні потрібно зробити цифровий стрибок від паперових документів до штучного інтелекту. *UaProm info*. URL: <http://uaprom.info/article/8279-ukrayini-potribno-zrobiti-cifrovij-stribok-vid-paperovih-dokumentiv-shhtuchnogo-intelektu-oleg-shherbatenko-it-enterprise.html>
 17. Юрчак О. (2022). Інноваційний розвиток в промисловості – що має змінити війна? *INDUSTRY4UKRAINE*. URL: <https://www.industry4ukraine.net/publications/innovacijnyj-rozvytok-v-promyslovosti-shho-maye-zminyty-vijna/>

REFERENCES

1. Arriandiaga P., Goodness E., Wallin L., Chao K. (2022). Magic Quadrant for Managed IIoT Connectivity Services. Worldwide. *Gartner*. URL: <https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-291WMEED&ct=220207&st=sb>
2. Bakir S., Salomon V., Sasmal A. (2022). Building an industrial Internet of Things (IIoT) digital transformation strategy. *Amazon Web Services (AWS)*. URL: <https://docs.aws.amazon.com/prescriptive-guidance/latest/strategy-iiot-transformation/welcome.html>
3. Boiz P., Freund H., Kasah T., Koerber B. (2018). Plataformas de Internet das Coisas Industrial (IIoT): o stack de tecnologia como alavanca de valor no setor de equipamento e maquinário industrial. *McKinsey*. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/advanced-electronics/our-insights/iiot-platforms-the-technology-stack-as-value-driver-in-industrial-equipment-and-machinery/pt-BR>
4. Crawford S., Vermij J. (2022). Conflict in Ukraine: A turning point for cybersecurity. *S&P Global Market Intelligence*. URL: <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/research/conflict-in-ukraine-a-turning-point-for-cybersecurity>
5. De Luca C. (2022). Interest in Industrial IIoT starts to grow. *Network-king*. URL: <https://network-king.net/interest-in-industrial-iiot-starts-to-grow/>
6. Eastburn J. (2020). Simplifying the IIoT technology stack. *International Society of Automation*. URL: <https://www.isa.org/intech-home/2020/may-june/features/simplifying-the-iiot-technology-stack>
7. EUROSTAT 2022. Internet of Things (isoc_eb_iiot) URL: https://ec.europa.eu/eurostat/data/database?node_code=isoc_eb_iiot
8. Fogg E. (2022). Complete guide to IIoT (Industrial Internet of Things). *MachineMetrics*. URL: <https://www.machinemetrics.com/blog/industrial-internet-of-things-iiot>
9. Gandhi Y. (2022). What is the Industrial Internet of Things (IIoT)? *Analyticssteps*. URL: <https://www.analyticssteps.com/blogs/what-industrial-internet-things-iiot>
10. GlobalData. (2022). Internet of Things: Overview. URL: <https://www.globaldata.com/themes/internet-of-things/>
11. Microsoft. (2021). IIoT Signals report. URL: <https://www.advantech.com/resources/industry-focus/iiot-signals>
12. Myers B. (2021). InTech Focus: Plant Asset Management. *International Society of Automation*. URL: <https://www.isa.org/intech-home/2021/april-2021/features/intech-focus-plant-asset-management>

13. Jayalaxmi P., Saha R., Kumar G., Kumar N. (2021). A Taxonomy of Security Issues in Industrial Internet-of-Things: Scoping Review for Existing Solutions, Future Implications, and Research Challenges. *IEEE Access*, 9. Doi:10.1109/ACCESS.2021.3057766
14. Tsymbal O. (2022). IoT in Manufacturing: 6 Industrial IoT Trends in 2022. *Mobdev*. URL: <https://mobidev.biz/blog/industrial-iot-internet-of-things-trends>
15. Wegner P. (2021). What CEOs talked about in Q1 2021: Vaccines, Sustainability, Semiconductors. *IoT Analytics*. URL: <https://iot-analytics.com/what-ceos-talked-about-q1-2021/>
16. Shcherbatenko O. (2022). Ukraine needs to make a digital leap from paper documents to artificial intelligence. *UaProm info*. URL: <http://uaprom.info/article/8279-ukrayini-potribno-zrobiti-cifrovij-stribok-vid-paperovih-dokumentiv-shtuchnogo-intelektu-oleg-shherbatenko-it-enterprise.html>
17. Yurchak O. (2022). Innovative development in industry - what should war change? *INDUSTRY4 UKRAINE*. URL: <https://www.industry4ukraine.net/publications/innovacijnyj-rozvytok-v-promyslovosti-shho-maye-zminyty-vijna/>