



Біла книга «Цифрова трансформація в промисловості» (Digital Transformation in Industry White Paper)

Біла книга Industrial Internet Consortium

Версія 1.0

2020-07-29

Зміст

1	Підхід ІІС до цифрової трансформації.....	4
2	Ключові технології, що сприяють цифровій трансформації	7
2.1	Хмара/границя	8
2.2	Гіперсполученість.....	9
2.3	Кібербезпека даних	9
2.4	Штучний інтелект та аналітика.....	10
2.5	Цифрові двійники.....	11
2.6	Розподілений реєстр	12
2.7	Людино-машинний інтерфейс	13
2.8	Адитивне виробництво.....	14
2.9	Обмін даними	15
2.10	ІІоТ.....	16
2.11	Автономні роботизовані системи	17
2.12	Інновації на межі ІТ/ОТ.....	18
2.13	Мікроенергетична генерація для кінцевих пристроїв ІІоТ – збирання енергії	19
2.14	Сервітизація.....	20
2.15	Технологічні платформи для нових бізнес-моделей та методів сплати.....	21
3	Цифрова трансформація та благонадійність	23
3.1	Що таке благонадійність в інтернеті речей?	23
3.2	Вимоги до благонадійності ІІоТ	23
3.3	Вплив благонадійності на цифрову трансформацію	25
4	Контекст шляху цифрової трансформації	27
4.1	Роль інновацій в цифровій трансформації	27
4.2	Програма цифрової трансформації.....	28
4.3	Програми цифрової трансформації та проекти ІІоТ.....	29
5	Перші кроки для прийняття.....	30
5.1	Дізнатися, що роблять лідери у вашій галузі	31
5.2	Вивчайте відповідні зміни в дотичних галузях.....	31
5.3	Визначте свої ключові застосування	31
5.4	Оберіть технології цифрової трансформації, які підходять вам найбільше	32
5.5	Визначте ключових постачальників.....	32
5.6	План впровадження.....	32
6	Подяка та правова інформація.....	33

Цифрова трансформація (ЦТ) – це загальний термін, який використовується у різних сферах та галузях. Наприклад:

- у споживчому просторі – підривні технології змінили спосіб доставки медіаконтенту до споживачів (напр., Netflix, Uber);
- в бізнесі – мобільні платіжні програми вплинули на спосіб споживання банківських послуг фізичними особами та підприємствами;
- у промисловості – підривні технології змінюють підходи до експлуатації, налагодження та обслуговування обладнання.

Всі ці галузі ґрунтуються на приєднанні до інтернету: споживач-споживач, споживач-постачальник послуг, бізнес для споживача, система-обладнання та інші фізичні речі. Стрілки на рис. 0-1 показують хронологію розвитку цих типів цифрової трансформації. Кінець стрілок відображає сьогоднішній день, а їх товщина – показник впливу на ринок.

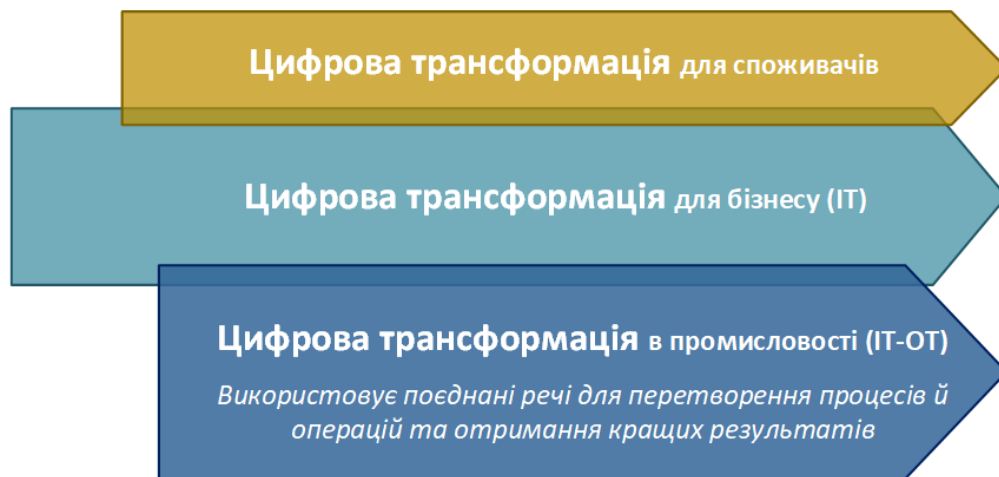


Рисунок 0-1. Цифрова трансформація в промисловості (джерело - IIC)

Підривні технології перетворюють промисловість в цифрове виробництво, ніби «з гусені в метелика», що деколи виливається в ситуацію «зроби або помри». Окрім звичних моделей ведення бізнесу та технологічних проблем перед такою трансформацією постають значні виклики, як-от забезпечення кібербезпеки та дотримання нормативних вимог.

Ми надамо загальний огляд цифрової трансформації в промисловості та кращих результатів, до яких прагнуть підприємства, що стають на шлях ЦТ. Також ми висвітлимо:

- бізнес-фактори (розділ 1),
- ключові технології (розділ 2),
- фактори благонадійності (розділ 3),

які лежать в основі цього шляху.

Ця книга буде корисна управлінцям, які задіяні в розробці стратегії цифрової трансформації підприємства, та технічним керівникам, яким потрібно визначити та оцінити, як технології можуть полегшити шлях цифрової трансформації. Крім того, ми орієнтуємось на керівників сфер управління ризиками, безпеки та охорони праці, відповідальних за впровадження заходів щодо захисту та мінімізації наслідків впливу збоїв, атак, помилок впродовж цього шляху.

1 Підхід ІІС до цифрової трансформації

Industrial Internet Consortium (IIC)¹, сприяючи поширенню Промислового інтернету речей² (IIoT³) змінює підприємництво та суспільство. IIoT вже значно розвинувся – з'явилося багато прикладів та застосувань, що продовжують трансформувати бізнес, промисловість та суспільство.

Разом із сталим розвитком IIoT посилюється розуміння того, що він – один з наборів технологій⁴, що стимулюють зміни в бізнесі, виробництві й суспільстві. Таким чином ІІС розширив свою увагу, звернувшись до більш широкого кола технологій та як саме вони сприяють цифровій трансформації промисловості.

Перетворення промисловості в цифрову супроводжується значними викликами в царині безпеки та дотримання нормативних вимог. Цифрова трансформація - це насамперед бізнес-мета. Це інноваційне та принципове застосування цифрових технологій, а також стратегічна перебудова організації у напрямку вдосконалення і, зрештою, створення абсолютно нових бізнес- та промислових моделей та процесів.

Визначення: Цифрова трансформація в промисловості заради досягнення кращих результатів використовує поєднані речі для змін в процесах та операціях (рис. 1-1).

На відміну від цифрової трансформації в споживчому секторі чи в більш широкому сенсі, визначною рисою такої трансформації в промисловості є зближення Інформаційних (ІТ) та Операційних (ОТ) технологій. У цифровому перетворенні в промисловості інноваційне використання сенсорних даних та керованих даними виконавчих механізмів впливає на людей, бізнес, експлуатацію та навколишнє середовище і дає можливість отримати кращі бізнес-результати.

¹ <https://www.iiconsortium.org/>

² https://www.iiconsortium.org/vocab/IIC_Vocab_Technical_Report_2.2.pdf

³ У цій книзі терміни IIoT та IIoT використовуються як синоніми та означають Промисловий інтернет речей.

⁴ Детальніше див. розділ 2



Рисунок 1-1. Шлях цифрової трансформації (джерело - ІІС)

Ми зосереджуємося на цифровій трансформації з точки зору заповнення розриву між, з одного боку, стратегією і процесами інновацій, а з іншого - новими технологіями, що роблять можливим більш тісну взаємодію ІТ й ОТ. Місія ІІС "забезпечити надійний IIoT, в якому світові системи та пристрої безпечно з'єднані та контрольовані для досягнення результатів трансформації", тісно пов'язана з інноваційними проектами компаній-учасниць. ІІС має хороші позиції, щоб заповнити прогалину між стратегією промислової трансформації та процесами інновацій, а також розрив між процесом інновацій та ресурсами компаній.

Цифрова трансформація в промисловості під час об'єднання ІТ та ОТ має охоплювати інноваційні процеси. Це ґрунтується на думці, що найкраще ЦТ можна досягти шляхом прийняття нових бізнес-моделей. Вона включає нові пропозиції цінності, які стали можливими завдяки накопленню успіхів в інноваціях та зменшенню протиріч між ними та діючими процесами й іншими системами управління. Це досягається шляхом зміни структури систем управління.

Перш ніж заглибитися в деталі цифрового перетворення, розглянемо три пов'язані терміни, які інколи вживаються як взаємозамінні:

- оцифрування;
- цифровізація;
- цифрова трансформація.

Рис. 1-2 ілюструє різницю між цими термінами та їх прогресуючу природу.

Рушійною силою цифрової трансформації часто є тиск з боку ринку – конкуренція або її загроза. Якщо хтось з учасників ринку успішно впровадить проект цифрового перетворення, то конкуренти також будуть змушені трансформуватися – або ризикують втратити конкурентоздатність та долю ринку.

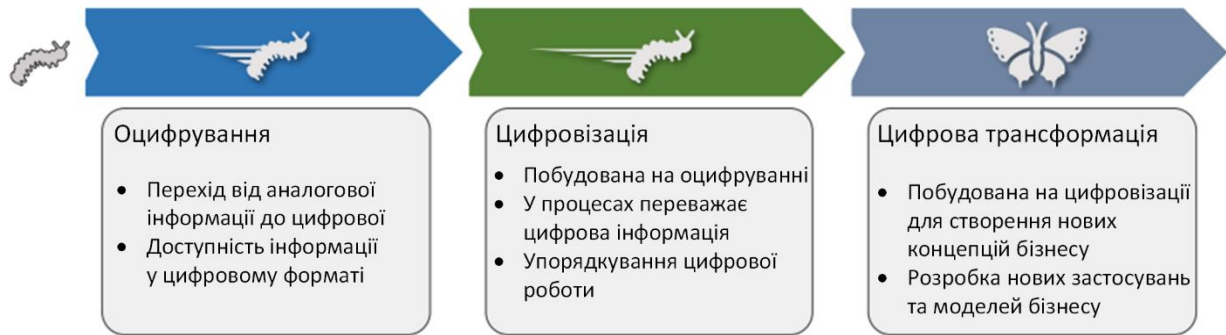


Рисунок 1-2. Оцифрування, цифровізація та цифрова трансформація (джерело - ІІС)

Важливо: хоча ми зосереджені на цифровій трансформації, деякі промислові організації використовують цей термін, охоплюючи оцифрування та цифровізацію. Вони можуть бути сфокусовані лише на оцифруванні та покращенні своїх процесів й операційної ефективності або це може бути першим етапом до послідовного удосконалення у напрямку цифрової трансформації.

Шляхи, за допомогою яких виникають такі конкурентні переваги, варіюються від більш високої ефективності процесів, що дозволяє знизити ціни для клієнтів, до підривних інновацій та реалізації нової пропозиції клієнту, яка значно відрізняється від існуючих на ринку.

Регуляторний тиск історично був значним рушієм для бізнес-трансформації, і ця роль ще збільшиться в умовах COVID-19, коли зростає роль «безпечних» умов праці та соціальної дистанції.

Крім цих рушійних сил існує цілий ряд непрямих факторів, які можуть спонукати підприємства переосмислити ведення бізнесу. Наприклад, особливості демографії та старіння населення можуть змусити постачальника медичних послуг переглянути, як їх послуги надаються літнім клієнтам.

Також впливають ефекти мережі. Проста доступність нових технологій та технік означає, що підприємства можуть розглядати перетворення своєї діяльності шляхами, які раніше були неможливі. Одним з найважливіших факторів в цьому контексті є кількість, якість, своєчасність інформації та експоненційне зростання big data.

Загалом, мотиви для впровадження цифрових трансформаційних рішень різноманітні, але всі вони відображають потребу (чи бажання) робити бізнес по-новому чи у кращий спосіб.

Прагнення цифрової трансформації поділяються на 3 типи:

- охоплення нових бізнес-моделей, що впливають як на пропозиції цінності підприємства, так і на його ефективність;

- ті, що стосуються операційної діяльності підприємства та супутніх активностей, але не торкаються клієнта
- ті, що мають відношення до якості взаємодії з клієнтом, але не до операційної ефективності.

Нові бізнес-моделі спонукають підприємство до перетворення, щоб надавати кінцевим споживачам істотно змінені послуги. Це часто пов'язано зі зміною способу отримання плати за них. Типовий приклад – коли виробник обладнання пропонує його вже як послугу. Такі зміни часто призводять до далекосяжних змін в операційній моделі підприємства, що включає потребу у впровадженні нових можливостей по підтримці клієнтів: обслуговування, повторюване виставлення рахунків, підтримка на стороні клієнта, здійснення протоколів технічного обслуговування і ремонту із закладеними можливостями перевірки.

Деякі проекти цифрової трансформації зосереджуються здебільшого на нових моделях співробітництва чи операційних моделях, залишаючи відносно незмінною пропозицію цінності підприємства, яке розгортає рішення. Вони фокусуються у першу чергу на збільшенні ефективності (або зменшенні витрат, ризиків) своїх продуктів та послуг. Наприклад, авіакомпанія змінює спосіб придбання запасних частин, щоб забезпечити додаткову прозорість складських запасів вздовж ланцюгів постачання та підвищити ефективність. Такий проект не впливає на загальну пропозицію авіакомпанії своїм пасажиром, а являється змінами «за лаштунками». В основі подібного проекту можуть лежати технології розподіленого реєстру, які забезпечать новий рівень обміну інформацією між учасниками ланцюга постачання з приводу будь-яких деталей та забезпечать зниження витрат на технічне обслуговування літака.

Остання з категорій цифрової трансформації орієнтується на зміни у взаємодії з клієнтом за відсутності або на додачу до інших змін. Такий тип проектів, як правило, направлений на *отримання доходів від нових послуг* або надання клієнтам *нових послуг*, зокрема на місцях. Ці проекти залишають існуючі операції підприємства в загальному незмінними, у той же час додаючи нові можливості покращеній загальній пропозиції клієнтам. Якщо компанія, яка впроваджує подібну послугу, зробить наступний крок, гарантуючи продуктивність активу, це невідворотно вплине як на власне обслуговування, так і на пропозицію кінцевому споживачу.

2 Ключові технології, що сприяють цифровій трансформації

Цифрова трансформація – це шлях від зростаючих викликів до кращих результатів (див. рис. 1-1). В його основі лежать три складові: бізнес, технологія та надійність.

Промисловий IoT - це підключення «речей» до мережі та збирання оперативних та контекстних даних (потенційно великих даних) про ці «речі» з метою їх контролю та

оптимізації їх роботи. Це відкриває двері для інноваційного використання широкого спектра нових (і деяких відомих) технологій, які разом сприяють бажаній цифровій трансформації.

У наступних розділах наведено огляд деяких з цих нових технологій⁵ та ключових сценаріїв їх використання в контексті цифрового перетворення.

2.1 Хмара/границя

Технологія цифрової трансформації: границя (Edge)

Граничні технології забезпечують обробку даних близько до їх джерела, роблячи можливою реакцію в (майже) реальному часі та покращуючи функціональність у випадках, коли локальні пристрої не можуть бути постійно підключеними до ресурсів центрів обробки даних.

Ключові сценарії застосування:

- Граничні обчислення можуть забезпечити кращу продуктивність рішення, включаючи більш гнучкі застосунки, збільшену надійність та самостійність операцій.
- Зберігання та обробка даних поряд з їх джерелом може сприяти відповідності до вимог законодавства, у тому числі приватності та безпеки.
- Обробка на границі може зменшити витрати на з'єднання, переміщення даних та смугу пропускання, необхідну для відправлення даних до центру їх обробки.

Публікації ІІС по тематиці:

- Journal of Innovation: September 2017
- Introduction to Edge Computing in IIoT (White Paper)
- The Edge Computing Advantage (White Paper)

Можливості для ІІС:

- Розробка рекомендацій по оптимізації застосунків зі штучним інтелектом для центрів обробки даних та граничних активів
- Дослідження того, як граничні обчислення з множинним доступом (multi-access edge computing, МЕС) можуть застосовуватися для підтримки промислових користувачів, включно з обмеженнями МЕС-рішень
- Розробка рекомендації щодо того, як локальне застосування обробки даних може бути якомога ефективніше розподілене між граничними пристроями, що застосовуються в рішенні.

Таблиця 2-1. Гранична технологія

⁵ Перелік інновацій та досягнень в технологіях, що впливають на цифрову трансформацію, занадто довгий для наведення тут. Він також включає інновації, пов'язані із сенсорами, виконавчими механізмами, досягнення в нанотехнологіях (нано роботи, батареї з суперконденсаторами тощо)

2.2 Гіперсполученість

Технологія цифрової трансформації: гіперсполученість (Hyper-Connectivity)
<p>Гіперсполученість описує середовище з всеосяжним з'єднанням елементів, часто зі спеціалізованою функціональністю, адаптованою під потреби конкретного застосування. Ключові технології з точки зору ІІС включають 5G Ultra-Reliable Low Latency Communications (URLLC), Enhanced Mobile Broadband (EMB) та Massive Machine Type Communications (mMTC) у загальнодоступних і приватних мережах та альтернативні Low Power Wide Area networks (LPWA) технології. Додаткові технології включають сітчасті (mesh) мережі, high altitude low orbit (HALO) платформи та розвиток стандартів Wi-Fi.</p>
<p>Ключові сценарії застосування:</p> <ul style="list-style-type: none">• 5G URLLC дозволяє розгорнути безпроводні мережі для забезпечення критично важливих комунікаційних потреб з малою затримкою, таких як безпроводна аварійна зупинка промислового обладнання• Взаємодія загальнодоступних та приватних 5G мереж дозволить застосункам без проблем працювати в роумінгу в та за межами локації• Технології LPWA дозволять використовувати нові застосування ІІoT завдяки зменшенню вартості широкозонного підключення та подовження строку служби елементів живлення.
<p>Публікації ІІС по тематиці:</p> <ul style="list-style-type: none">• Industrial Networking Enabling IIoT Communication (White Paper)
<p>Можливості для ІІС:</p> <ul style="list-style-type: none">• Визначення, як краще за все взаємодіяти загальнодоступним та приватним 5G мережам, включаючи підтримку граничних обчислень• Розробка рекомендацій щодо створення енергоефективних застосунків для максимізації потенціалу NB-IoT• Розробка рекомендацій для оптимального вибору LPWA технологій у різних сценаріях• Визначення сильних та слабких сторін комунікаційних технологій у різних обставинах

Таблиця 2-2. Гіперсполученість

2.3 Кібербезпека даних

Технологія цифрової трансформації: Кібербезпека даних (Data Security)
<p>Захист конфіденційних даних, які створюються, зберігаються та використовуються технологіями ІІoT та застосунками, є однією з основ благонадійності⁶ систем ІІoT, що самі по собі є базою для цифрової трансформації.</p> <p>Кібербезпека даних – це властивість бути захищеними від ненавмисного або несанкціонованого доступу, змінення чи знищення, що забезпечує доступність, цілісність та конфіденційність. Вона входить до складу більш широкого поняття захисту даних і</p>

⁶ Додаткова інформація в Розділі 3 «Цифрова трансформація та надійність»

охоплює декілька суміжних сфер, таких як безпека даних, цілісність даних та конфіденційність даних. Безпека даних охоплює широкий спектр механізмів захисту, таких як управління ключами, root-of-trust, аутентифікація, контроль доступу та аудит і моніторинг.

Ключові сценарії застосування:

- Захищати рухомі, пасивні та активні дані від несанкціонованого доступу та підробки.
- Грати ключову роль в забезпеченні благонадійності IoT та його характеристик: конфіденційності, надійності, стійкості та безпечності.
- Запобігати підробці даних, яка може призвести до негативних інцидентів. Стандарт IEC 61508⁷ застосовується до функційної безпеки електронних контролерів, що використовуються в промислових IoT системах. Підробка системних команд, які визначають зміну робочого стану системи, можуть призвести до переведення системи в небезпечний стан.
- Кібербезпека також впливає на безпечність систем, безпечна експлуатація яких залежить від програмного забезпечення. Подібне програмне забезпечення має бути захищене впродовж всього життєвого циклу⁸.

Публікації IIC по тематиці:

- IoT Security Maturity Model (White Paper)
- Industrial Internet Vocabulary (Technical Report)
- Data Protection Best Practices (White Paper)
- IoT Security Maturity Model (SMM): Practitioner's Guide (Technical Report)
- Software Trustworthiness Best Practices (White Paper)

Можливості для IIC:

- Розробка рекомендацій по використанню Моделі зрілості безпеки від IIC, які можуть забезпечити шлях цифрової трансформації без ризиків та загроз безпеці.
- Розробка рекомендацій щодо того, як можна використовувати безпеку для забезпечення дотримання вимог конфіденційності даних.

Таблиця 2.3. Безпека даних

2.4 Штучний інтелект та аналітика

Технологія цифрової трансформації: штучний інтелект (ШІ) та аналітика (Artificial Intelligence and Analytics)

Словник Merriam-Webster визначає Штучний інтелект (ШІ, AI⁹) як «галузь інформатики, що займається моделюванням інтелектуальної поведінки в комп'ютерах» і як «здатність машини імітувати інтелектуальну поведінку людини».

⁷ <http://www.iloencyclopaedia.org/part-viii-12633/safety-applications/94-58-safetyapplications/electrical-electronic-and-programmable-electronic-safety-related-control-systems>

⁸ Під час створення, передачі, зберігання, експлуатації, по завершенню підтримки та в кінці строку служби

⁹ <https://www.merriam-webster.com/dictionary/artificial%20intelligence>

ШІ та аналітика розширюють можливості розуміти дані та навчатися на їх базі; системи IIoT надають безліч даних, які можна розділити та проаналізувати за допомогою алгоритмів ШІ для того, щоб компанії приймали більш обґрунтовані рішення.

Ключові сценарії застосування:

- Можливості ШІ дозволяють йому поєднуватися з іншими новітніми технологіями задля автоматизованої довіреності, іммерсивних інтерфейсів, гіпер-з'єднаних мереж та автономності роботи.
- ШІ може прискорювати зворотний зв'язок від польових даних IIoT для покращення операційних процесів та кращих практик.
- Удосконалена аналітика може допомогти компаніям у розумінні надзвичайно великих об'ємів даних (так звані великі дані), забезпечуючи підвищену якість та підзвітність.
- Алгоритми ШІ можуть «навчатися» на попередньому досвіді та підлаштовувати поточний стан під навколишнє середовище.
- Покращені зворотні зв'язки від систем IIoT сприяють посиленню заходів безпеки та підвищенню загальної якості.

Публікації ІІС по тематиці:

- Industrial Internet of Things Analytics Framework (технічний звіт)
- Industrial Analytics: The Engine Driving the IIoT Revolution (біла книга)

Можливості для ІІС:

- Отримання розуміння прийняття етичних рішень під час впровадження ШІ в IIoT
- Дослідження підходів до спостереження та контролю ризиків, керування і перевірки ШІ й аналітики у їх використанні в IIoT.
- Розробка засад для надання рекомендацій та допомоги в розробці, документуванні, комунікації та впровадженні ШІ в IIoT.
- Визначення того, як найкраще впроваджувати ШІ, щоб він безупинно працював у покладених задачах та підрозділах у поєднанні з іншими новітніми технологіями, такими як блокчейн та розширена реальність.

Таблиця 2-4. Штучний інтелект та аналітика

2.5 Цифрові двійники

Технологія цифрової трансформації: цифровий двійник (Digital Twin)

Цифровий двійник – це «цифрове відображення реальної сутності чи системи»¹⁰, включаючи властивості та поведінку, достатнє для задоволення вимог конкретних застосувань. Сутність у визначенні цифрового відображення – це, як правило, актив, процес чи система. Інформація цифрового двійника включає в себе поєднання різних категорій даних, таких як:

- фундаментальні моделі та дані,
- аналітичні моделі та дані,

¹⁰ Gartner: <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/digital-twin>

<ul style="list-style-type: none">• часові ряди показників й архівні дані,• транзакційні дані• основні дані• візуальні моделі• розрахунки
<p>Ключові сценарії застосування:</p> <ul style="list-style-type: none">• Виробництво: допомога у предиктивному обслуговуванні, оптимізація операційної ефективності, формування стратегій обслуговування активів.• Енергетика та комунальне господарство: оптимізація роботи в реальному часі та поєднання поточних розрахунків з показниками якості• Нафтогазова галузь: моніторинг підземних свердловин, починаючи від стадії буріння до етапів виробництва, обслуговування та виведення з експлуатації. Дозволяє оцінити стратегії економії коштів та оптимізувати роботу.• Гірничовидобувна галузь: обробка даних про стан активів для оптимізації рішень з обслуговування.• Автоматизація технологічних процесів: моніторинг відповідних аспектів стану продукту та допомога у визначенні проблем з його якістю.
<p>Публікації ІІС по тематиці:</p> <ul style="list-style-type: none">• Digital Twins for Industrial Applications (біла книга)• Journal of Innovation: November 2019
<p>Можливості для ІІС:</p> <ul style="list-style-type: none">• Вивчення можливостей сумісності між різними цифровими двійниками та цифровими двійниками і системами IIoT.• Співпраця з галузевими консорціумами та технічними комітетами для визначення передових методів взаємодії між цифровими двійниками та IIoT.• Вивчення зростаючої ролі цифрових двійників в промисловості.• Зв'язок з Консорціумом цифрових двійників ¹¹(DTC) для забезпечення відкритих каналів обміну інформацією та співпраці між ІІС та DTC.

Таблиця 2-5. Цифрові двійники

2.6 Розподілений реєстр

Технологія цифрової трансформації: технологія розподіленого реєстру (Distributed Ledger Technology)

Технологія розподіленого реєстру (Distributed Ledger Technology, DLT) забезпечує довірений, незмінний реєстр, у якому організації можуть передавати та зберігати цінну інформацію про внутрішні операції чи взаємодію з оточенням організації, у тому числі пристроями IIoT.

¹¹ <https://www.digitaltwinconsortium.org>

Ключові сценарії застосування:

- DLT – це спільний реєстр, тобто кожна організація в ланцюгу постачання завжди може бачити останню версію реєстру з повною впевненістю, що не потрібні узгодження з іншими учасниками ланцюга.
- DLT доповнює IoT, гарантуючи, що потоки даних і транзакції IoT захищені та розподілені по екосистемі учасників, автоматизуючи довіреність в середовищі DLT. Ця технологія разом з IoT та ШІ може перевіряти достовірність даних, виконувати ідентифікацію та забезпечувати безпечні, багатосторонні транзакції.
- Інформація в DLT вважається стійкою до фальсифікацій¹². Це означає, що непомітно змінити дані в реєстрі практично неможливо. Дозволи для перегляду даних реєстру, а також його самого, налаштовуються залежно від ситуації.

Публікації IIC по тематиці:

- Distributed Ledgers in IIoT
- Implementation Aspect: IIoT and Blockchain

Можливості для IIC:

- Вивчення можливостей взаємодії між різними розподіленими реєстрами, а також між DLT та системами IoT.
- Співпраця з галузевими консорціумами та технічними комітетами для визначення кращих практик взаємодії між DLT та IIoT.
- Дослідження передових методів балансу децентралізації, безпеки та масштабованості у їх застосуванні до DLT в IIoT.

Таблиця 2-б. Розподілений реєстр

2.7 Людино-машинний інтерфейс

Технологія цифрової трансформації: людино-машинний інтерфейс (Human Machine Interface)

Людино-машинні інтерфейси (ЛМІ) поєднують апаратні та програмні компоненти, які роблять можливою взаємодію людини з обладнанням шляхом введення інформації для запуску певних процесів. Вони бувають різних видів – від простих кнопок до складних графічних дисплеїв. Тут розглядаються ЛМІ у якості нових, ще не розповсюджених в промисловому середовищі, інтерфейсів. Наприклад, дисплеї доповненої реальності (augmented reality, AR), в яких фізичне оточення людини розширюється візуальними або звуковими «накладками», або гарнітури віртуальної реальності (virtual reality, VR), які дозволяють людям повністю занурюватися в згенеровані комп'ютером середовища.

Ключові сценарії застосування:

- AR та VR можуть забезпечити ефективне та економічно вигідне навчання професійним та особистісним навичкам.
 - AR може покращити навчання, надаючи користувачам нові інструменти (наприклад, накладання креслень, робочих процесів, контрольних

¹² Досягнення квантових комп'ютерів можуть послабити ефективність механізмів шифрування

переліків) або способи зв'язку (напр., голосовий або відеозв'язок з віддаленими експертами) для допомоги у вирішенні їх задач.

- Симуляції VR можуть допомогти учням відточувати свої навички до досягнення необхідної майстерності.
- Використовуючи в реальному часі дані та зображення, зібрані пристроями IoT та технологіями змішаної (XR) реальності, можна створювати цифрових двійників об'єктів, цехів, цілих заводів чи виробничих майданчиків. Це робить можливим віддалений контроль якості чи моніторинг стану.
- Зображення доповненої реальності, побудовані на основі актуальних даних від пристроїв інтернету речей, можуть бути корисними для бізнес-стратегій та прийняття рішень (наприклад, для громадського планування, правоохоронних органів чи антикризового управління).

Публікації ІІС по тематиці:

- Intelligent Realities for Workers Using Augmented Reality, Virtual Reality and Beyond (Journal of Innovation)
- Artificial and Human Intelligence with Digital Twins (Journal of Innovation)
- The Digital Transformation of Workers' Realities (вебінар)

Можливості для ІІС:

- Розробка керуючих та передових методів забезпечення безпеки та довіреності стосовно приладів та обладнання IoT-XR;
- Вивчення способів поєднання IIoT та XR для забезпечення цінності в бізнес-середовищі;
- Розвиток лідерства думок про те, як саме автономні IIoT пристрої можуть створювати додаткову цінність за допомогою добре спроектованих ЛМІ.

Таблиця 2-7. Людино-машинний інтерфейс

2.8 Адитивне виробництво

Технологія цифрової трансформації: адитивне виробництво¹³ (Additive Manufacturing)

Технологія адитивного виробництва змінює способи виготовлення речей, перетворюючи цифрове тривимірне проектування у фізичний об'єкт шляхом пошарового додавання матеріалу. Сировина – це, зазвичай, пластик та інші полімери, метали або кераміка. Вони можуть бути у вигляді рідини, порошку чи пластин.

Ключові сценарії застосування:

- Економічне виробництво масової персоналізованої продукції завдяки надзвичайній гнучкості налаштування товарів, які виробляються.
- Виробництво складних деталей в рамках єдиного технологічного процесу зменшує виробничі витрати, підвищує якість та спрощує ланцюги постачання (зменшуючи кількість компонентів). Завдяки інноваціям, у виробництві в рамках

¹³ Підготовано у співпраці з Ilyong Jung (GE additive Korea)

<p>одного процесу виникла можливість випуску продукції складної форми, яку неможливо було виконати традиційними методами.</p> <ul style="list-style-type: none">• «Гібридне виробництво» поєднує автоматизоване устаткування з адитивним виробництвом, наприклад, виробничі лінії інструментів з роботами та 3D-принтерами.• Багатоцільові заводи, здатні виробляти широкий асортимент продукції, не обмежуючись конкретною галуззю. Наприклад, лінії адитивного виробництва автомобільних запчастин, які можуть випускати також медичні пристрої.• Адитивне виробництво, шляхом безпосереднього створення фізичного об'єкту як фізичного відображення віртуальної конструкції цифрового двійника в реальному часі, сприяє прискоренню інтегрованих з ним процесів розробки.• Предмет використання: прототипи, моделі та інструменти, компоненти, затискачі і кріплення.• Галузі застосування: автомобільна, аерокосмічна, оборонна, медичне обладнання, лиття ювелірних виробів та будівництво, акумулятори, транзистори, світлодіоди.
<p>Публікації ІІС по тематиці:</p> <ul style="list-style-type: none">• відсутні
<p>Можливості для ІІС:</p> <ul style="list-style-type: none">• Лідерство у користувачо-орієнтованій промисловості або випробувальні стенди на фабриках нового покоління, що стимулюють цифрову трансформацію фірм-користувачів: дещо подібні до випробувальних стендів Smart Factory Web та Automated Negotiation• Взаємодія адитивного виробництва з моделями виробництва з підтримкою безпеки та інтернету речей.• Випробувальні стенди або випробування з використанням для забезпечення сумісності платформ адитивного виробництва• Розробка основ управління інтелектуальною власністю в контексті розподіленого адитивного виробництва.• Розробка рекомендацій для затвердження типів об'єктів, які виготовляються адитивним методом.

Таблиця 2-8. Адитивне виробництво

2.9 Обмін даними

Технологія цифрової трансформації: обмін даними (Data Sharing)

Обмін даними – це можливість ділитися виробничими та оперативними даними IoT між екосистемами та партнерами по ланцюгу постачання. Дані також можуть монетизуватися третьою стороною. Інколи обмін даними може бути головною рушійною силою IoT-проєкту. Спільний доступ до даних інтернету речей має відбуватися у відповідності до юридичних, нормативних положень та вимог щодо захисту даних: конфіденційності,

авторського права, права власності, кращих практик тощо. Це стосується рухомих, пасивних та активних даних.

Причини для обміну даних в екосистемі можуть бути найрізноманітнішими. Дані можуть мати:

- Внутрішню цінність, яку можна монетизувати,
- Дослідницьку цінність,
- Історичну цінність.

Ключові сценарії застосування:

- Розумні міста: обмін даними про інфраструктуру та трафік в міській екосистемі (обмін розумного міста)
- Нафтогазова галузь: обмін операційними даними між сутностями ланцюга постачання.
- Виробництво: обмін операційними та сервісними даними обладнання з виробниками та операторами.

Публікації ІІС по тематиці:

- Data Protection Best Practices (біла книга)
- IoT Security Maturity Model (SMM): Practitioner's Guide (технічний звіт)

Можливості для ІІС:

- Розробка рекомендацій щодо створення політик обміну даними в середині екосистеми
- Розробка рекомендацій щодо заходів безпеки для забезпечення відповідності вимогам конфіденційності (та обмін даними)
- Розробка основ та протоколів документування спільних даних, щоб дані могли інтерпретуватися відповідними сторонами в контексті. На цю тему можна спілкуватися з Digital Twin Consortium.

Таблиця 2-9. Обмін даними

2.10 IIoT

Технологія цифрової трансформації: промисловий інтернет речей (Industrial Internet of Things, IIoT)

IIoT – це основна технологія четвертої промислової революції. Вона відноситься до розширень та використання інтернету речей для некористувацького застосування (див. нижче). Системи IIoT сполучають та об'єднують границі (edge) з корпоративними системами, бізнес-процесами та аналітикою.

Ключові сценарії застосування:

- Розумні виробничі системи, що оптимізують виробництво та мінімізують незаплановані зупини за рахунок предиктивного обслуговування;
- Медична галузь: сполучені медичні прилади, віддалений моніторинг пацієнта, співпраця між постачальниками медичних послуг тощо;

<ul style="list-style-type: none">• Розумна інфраструктура: використання, моніторинг та керування процесами комунального господарства, газо- та водопостачання, дороги, будівлі, енергомережі тощо;• Інтелектуальні транспортні системи: комплексна логістика (повітряна, морська, наземна), автономні транспортні засоби, інтернет логістики, навігація, керування трафіком, управління громадським транспортом, страхування «платиш поки їдеш», паркування тощо.
Публікації ІІС по тематиці: <ul style="list-style-type: none">• Common Logical Data Model: Basis for Global ITS Innovation (Journal of Innovation)• Creating the Internet of Logistics (Journal of Innovation)
Можливості для ІІС: <ul style="list-style-type: none">• Дослідження та визначення можливостей взаємодії між різними сполученими системами (потенційно залежить від варіантів використання);• Співпраця з галузевими консорціумами та технічними комітетами у напрямку визначення кращих практик такої сумісності;• Вивчення впливу інтелектуальних транспортних систем на цифрову трансформацію розумних міст.

Таблиця 2-10. IIoT

2.11 Автономні роботизовані системи

Технологія цифрової трансформації: автономні роботизовані системи (Autonomous Robotic Systems)

Автономні роботизовані системи збільшують людську продуктивність в різних сферах - від автономних транспортних засобів до безпілотних дронів та роботизованого виробництва. Вони дозволяють пристроям виконувати свою роботу без нагляду чи контролю людини. Автономні роботизовані системи особливо вигідні у ситуаціях, що вимагають віддаленої роботи пристроїв в режимі реального часу¹⁴. Наприклад, для забезпечення безпечних умов праці працівників або уникнення шкідливого чи небезпечного середовища, або у застосуваннях, коли необхідна швидкість чи точність роботи вже недосяжна для людини.

Ключові сценарії застосування:

- Перевезення, у тому числі автономні транспортні засоби та інший пасажирський транспорт;
- Автоматизована дистрибуція, доставка та складування;
- Безпілотні літальні апарати (БПЛА), які використовуються в різних задачах, включаючи обстеження локацій та активів;
- Роботизовані виробничі лінії;
- Автоматизовані операції в сільському господарстві;
- Прецизійна робототехніка в сфері охорони здоров'я.

¹⁴ Як приклад: небезпечні зони.

Публікації ІІС по тематиці:

- відсутні

Можливості для ІІС:

- Визначення ландшафту новітніх автономних роботизованих систем;
- Визначення способів та умов, у яких автономні роботизовані системи можуть бути корисними для промисловості;
- Аналіз благонадійності в контексті автономних роботизованих систем та співставлення між благонадійністю в контексті автоматизованих систем й існуючих ІІоТ фреймворків.

Таблиця 2-11. Автономні роботизовані системи

2.12 Інновації на межі ІТ/ОТ

Технологія цифрової трансформації: інновації на межі ІТ/ОТ (Innovation at the IT/OT Boundary)

Межа між цифровим та фізичним світами проведена по ІоТ пристроях – виконавчих механізмах, що впливають на зміну властивостей фізичного світу у відповідь на отримані дані, та датчиків, які спостерігають за властивостями фізичного світу та перетворюють їх на інформацію.

Інновації, пов'язані з датчиками та виконавчими механізмами, розширюють використання існуючих операційних технологій або навіть формують нові пропозиції на ринку.

Серед основних інновацій є:

- Датчики, які задля мінітюаризації¹⁵ об'єднані на одному чіпі з провідними чи безпровідними засобами зв'язку;
- Датчики із засобами безпровідного зв'язку, що живляться енергією від сигналів Wi-Fi або стільникового зв'язку, та які витісняють «тупі» пасивні RFID-мітки¹⁶;
- Однокристальні сенсори відеокамер та мікрофонів¹⁷, які, на відміну від вловлювання зміни окремого специфічного аналогового сигналу, отримують та локально обробляють складні візуальні та звукові патерни;
- Мікромеханічні виконавчі механізми, здатні працювати у фізичному світі, які безпосередньо обладнані засобами провідного чи безпровідного цифрового зв'язку¹⁸;
- Нове покоління промислового устаткування, побудоване як кібер-фізичні системи (КФС), де обчислювальні та фізичні властивості спільно проєктуються, перевіряються, верифікуються та виробляються, відтак вони сплетені воєдино, на

¹⁵ Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI), "sensors", special issue "on-chip sensors", https://www.mdpi.com/journal/sensors/special_issues/on-chip-sensors

¹⁶ A non-battery Bluetooth solution is developed by Wiliot, <https://www.wiliot.com/>

¹⁷ AT&T replaces IoT sensors with cameras, <https://enterpriseiotinsights.com/20171102/news/att-seesvideo-replacing-lower-bandwidth-iot-traffic-tag4>

¹⁸ Technology Brief 15 Micromechanical Sensors and Actuators, <http://cad.eecs.umich.edu/techbriefs/tb15.pdf>

<p>відміну від традиційного підходу, коли автоматика надбудовується над вже розробленою машиною. КФС має безпрецедентні можливості до програмного керування, моніторингу, адаптації, розширення та удосконалення функціональності обладнання. Кібер-фізичні системи поєднують цифровий і фізичний світи та розмивають межу між ними.</p>
<p>Ключові сценарії застосування:</p> <ul style="list-style-type: none">• Імплантовані в людське тіло або тварин датчики і виконавчі механізми можуть виявляти хвороби, замінити пошкоджені органи - як кардіостимулятори, але значно різноманітніші;• Датчики і виконавчі механізми з бездротовим зв'язком на рухомих частинах, наприклад, для виявлення та усунення деградації шестерень або гідравлічних систем, як-от система контролю тиску в шинах у сучасних автомобілях, у всій своїй різноманітності.
<p>Відповідні публікації ІІС:</p> <ul style="list-style-type: none">• відсутні
<p>Можливості для ІІС:</p> <ul style="list-style-type: none">• Визначення ландшафту передових інновацій, унікальних аспектів цифрової трансформації в промислових системах;• Відслідковування винаходів в науково-дослідних центрах та створення продуктів стартапами• Аналіз впливу передових інновацій на благонадійність в контексті автоматизованих систем та існуючих IIoT фреймворків.

Таблиця 2-12. Інновації на межі ІТ/ОТ

2.13 Мікроенергетична генерація для кінцевих пристроїв IIoT – збирання енергії

Технологія цифрової трансформації: Мікроенергетична генерація – збирання енергії (Micropower Generation-Energy Harvesting)

Впровадження безпроводних технологій в IIoT призводить до значної розподіленості рішень, де окремі компоненти можуть знаходитись на віддалених фізично недоступних або небезпечних ділянках. Також IIoT пристрої можуть встановлюватися на рухомих частинах¹⁹, куди неможливо підвести кабелі живлення.

В акумуляторів є кілька недоліків. Строк служби обмежений, особливо зі звичайними батарейками, які саморозряджаються з плином часу, а у випадку хімічних процесів, важко гарантувати певну тривалість роботи. Енергію в акумуляторних батареях можна поповнювати за рахунок джерел навколишнього середовища, таких як сонячні батареї, вітер чи тепло, але, знову ж таки, через хімічні процеси важко гарантувати кількість циклів зарядки.

¹⁹ Як приклад – датчик тиску повітря в шині автомобіля – жодне провідне живлення неможливе

<p>Головними інноваціями є:</p> <ul style="list-style-type: none">• Твердотільні акумулятори без рідин, у яких довший та краще прогнозований строк служби або кількість циклів зарядки²⁰;• Електричні конденсатори підвищеної щільності з більшою кількістю передбачуваних циклів зарядки²¹;• Отримання енергії через антени з сигналів Wi-Fi та стільникових мереж, що в певних випадках може замінити акумулятори²²;• Біоелектричні процеси, в яких енергія генерується мікроорганізмами²³.
<p>Ключові сценарії застосування:</p> <ul style="list-style-type: none">• Трубопроводи: живлення віддалених датчиків та виконавчих механізмів;• Розумні міста: сонячні панелі для розумних стовпів освітлення;• Транспорт: генерація енергії з використанням тепла двигуна для підвищення ефективності;• Будівлі та споруди: виявлення пошкоджень бетону та сталі за допомогою вбудованих датчиків;• Медицина: живлення імплантованих пристроїв (у тому числі датчиків) в Wireless Body Area Networks (WBAN) понад те, що можуть забезпечити акумулятори по автономності та питомій щільності живлення;• Пристрої на рухомих частинах для виявлення пошкоджень, деградації, тріщин тощо.
<p>Публікації ІІС по тематиці:</p> <ul style="list-style-type: none">• Відсутні
<p>Можливості для ІІС:</p> <ul style="list-style-type: none">• Визначення ландшафту новітніх технологій мікроенергетичної генерації;• Вивчення того, як і за яких умов технології мікроенергетичної генерації можуть бути корисними промисловості;• Аналіз впливу технологій мікроенергетичної генерації на благонадійність автоматизованих систем та існуючих IIoT фреймворків (особливо щодо надійності, живучості і безпеки)

Таблиця 2-13. Мікроенергетична генерація – збирання енергії

2.14 Сервітизація

Технологія цифрової трансформації: сервітизація (Servitization)

Сервітизація – це не нова технологія, а швидше нові та набираючі популярності застосування інших технологій, описаних в цьому розділі. Найважливіше те, що вона спирається на IoT та гіперсполученість, а також на штучний інтелект та обмін даними.

²⁰ https://en.wikipedia.org/wiki/Solid-state_battery

²¹ <https://www.arrow.com/en/research-and-events/articles/supercapacitor-vs-battery-ultracapacitorpros-and-cons>

²² A non-battery Bluetooth solution is developed by Wiliot, <https://www.wiliot.com/>

²³ <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/bioelectricity>

Сервітизація включає широкий спектр концепцій постачання обладнання у вигляді послуг, щоб кінцеві споживачі могли не купувати сервітизоване устаткування або отримувати додаткові сервіси від постачальника обладнання. Часто сервітизація впроваджується як складова частина бізнес-моделі сплати за час використання, часто включаючи предиктивне обслуговування та зобов'язання постачальника по забезпеченню необхідної продуктивності.

Ключові сценарії застосування:

- Нарахування користувачам сплати саме за використання обладнання (та супутніх витратних матеріалів);
- Віддалене та предиктивне обслуговування обладнання;
- Віддалений продаж та активація додаткових можливостей обладнання за допомогою оновлення програмного забезпечення чи його конфігурування;
- «Результат як сервіс», коли компанії продають певний результат діяльності обладнання, а не обладнання для досягнення цього результату.

Публікації ІІС по тематиці:

- Відсутні

Можливості для ІІС:

- Розробка основ для аналізу користі від сервітизації як з точки зору виробника, так і кінцевого споживача;
- Розробка рекомендацій для визначення типів обладнання, що найбільше виграють від сервітизації;
- Створення основ розподілу обов'язків по обслуговуванню сервітизованого обладнання між кінцевими користувачами та постачальниками, включаючи розгляд інструментів (таких як ШІ), що можуть підтримувати спільне технічне обслуговування;
- Зв'язок з Digital Twin Consortium (DTC) для забезпечення гармонізації потреб сервітизації та поточної роботи DTC;
- Аналіз впливу економічних наслідків сервітизації, у тому числі оподаткування, фінансування, страхування, керування ризиками, а також вплив на вторинні ринки обладнання (і запчастин).

Таблиця 2-14. Сервітизація

2.15 Технологічні платформи для нових бізнес-моделей та методів сплати

Технологія цифрової трансформації: Технологічні платформи для нових бізнес-моделей та моделей сплати (Technical Platforms for New Business Models and Payment Models)

Традиційно промислові компоненти продаються як фізичні товари, а вже потім використовуються. Але з підключенням таких компонентів до інтернету виробник може точно відслідковувати їх використання. Це робить можливим застосування до таких компонентів бізнес-моделей та моделей сплати, подібних на існуючі зараз для хмарного і локального програмного забезпечення. Такі домовленості будуть підтримуватися новою

концепцією, яку ІІС називає Платформою моделі монетизації промислового інтернету (I²M²).

Готові промислові системи – це набір відповідним чином налаштованих компонентів. Отже, такі бізнес-моделі та моделі сплати можна розширити на цілі системи, включаючи роботи із системної інтеграції.

До таких бізнес-моделей та організацій платежів відносяться:

- Оренда/передплата: компонент оплачується періодично, наприклад щомісячно, впродовж часу використання;
- Функція на вимогу: складова частина не оплачується, доки вперше не стане потрібна;
- Оплата за використання: за компонент або окремі функції сплачується лише у випадку їх використання;
- Розподіл доходу і прибутку: постачальнику компонента виплачуються кошти в залежності від конкретної бізнес-цінності, яку компонент приносить користувачу;
- Безкоштовне програмне забезпечення: основні функції безкоштовні, продаються лише розширені можливості;
- Пробна версія: окремі функції безкоштовно випробовуються впродовж обмеженого часу, перш ніж користувач за них сплачуватиме.

Ключові сценарії застосування:

- Зменшення частини авансових платежів щодо ризикових промислових систем з можливістю майбутнього «поділу успіху» з постачальником компонента;
- Налаштування промислових систем, які сьогодні неможливі через високі інвестиційні ризики та брак коштів;
- Постійний дохід постачальника компонента впродовж всього життєвого циклу компонента;
- Активні ділові відносини між виробником компонента та користувачем впродовж всього строку служби цього компонента.

Публікації ІІС по тематиці:

- I²M²—the Future of Industrial System Monetization, Journal of Innovation March 2018²⁴

Можливості для ІІС:

- Уточнення конкретних бізнес-процесів навколо систем ІІoT;
- Представлення та обговорення нових бізнес-моделей та моделей сплати виробникам компонентів, системним інтеграторам, платіжним системам та кінцевим користувачам промислових систем;
- Підготовча робота щодо стандартизації автоматичного встановлення, процесінгу та управління новими платіжними та бізнес-моделями.

Таблиця 2-15. Технологічні платформи для нових бізнес-моделей та методів сплати

²⁴https://www.iiconsortium.org/news/joi-articles/2018-March_IIoTFuture_Industrial_System_Monetization_Wibu.pdf

3 Цифрова трансформація та благонадійність

Слово «благонадійний» - це прикметник, який описує якість об'єкта: особи, організації, системи та ін. У цьому матеріалі ми розглядаємо благонадійність у її застосуванні до систем з підтримкою інтернету речей в контексті цифрової трансформації.

3.1 Що таке благонадійність в інтернеті речей?

Технології інтернету речей – це наріжний камінь цифрової трансформації. Вони мають бути благонадійними, щоб забезпечити цифрову трансформацію за допомогою описаних нижче методів і підходів. Благонадійність систем із застосуванням IoT – це міра впевненості в тому, що такі системи працюватимуть належним чином й з такими характеристиками, як **безпека, кібербезпека, конфіденційність, надійність та живучість**, за наявності збурень, людських помилок, системних збоїв та атак. Окремі особи та організації все більше усвідомлюють, як використовуються та зберігаються дані, а це призводить до посилення регулювання та соціальних стандартів по відношенню до благонадійності.

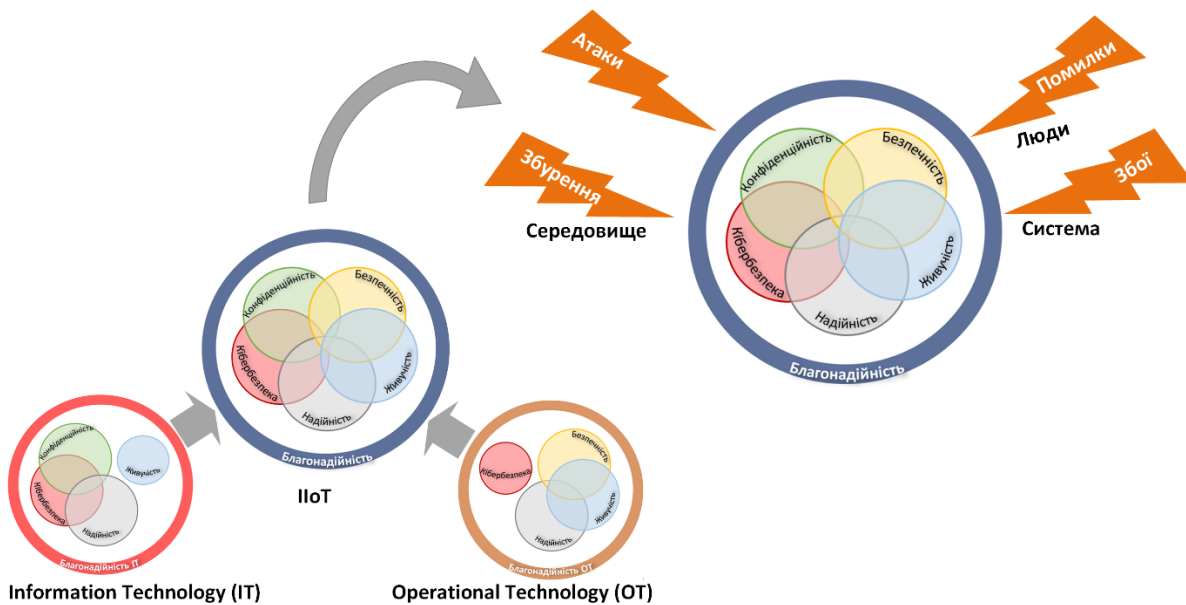


Рисунок 3-1. Зближення IT-OT та благонадійність IoT (джерело – IIC)

3.2 Вимоги до благонадійності IoT

Система IoT є благонадійною, якщо задовольняє мінімальним вимогам по кожному з п'яти наведених вище пунктах. Інколи ці мінімально допустимі вимоги встановлюються

законодавством, регулятивними документами, стандартами, або загальноприйнятими у промисловості практиками. Вони стосуються всього життєвого циклу системи IoT.

Прикладами нормативних обмежень щодо конфіденційності та безпечності є законодавство ЄС про конфіденційність – GDPR, або стандарти охорони праці OSHA. Надійність та живучість часто визначаються не стільки законами скільки конкуренцією, хоча деякі сфери, як-то аерокосмічна чи охорона здоров'я, жорстко контролюються. Більшості організацій, аби бути впевненими у відповідності локальним вимогам та кращим промисловим практикам, доводиться задовольняти мінімальні вимоги, або перевищувати їх, по кожному з п'яти параметрів.

Поза межами мінімального рівня підприємства можуть встановлювати вищі вимоги щодо благонадійності, орієнтуючись на корпоративне бачення, дорожні карти та позиціонування на ринку.

На рисунку 3-2 зображено стани благонадійності для деякої системи IoT: поточний (червона лінія), мінімальний (синя) та бажаний (зелена). На графіку видно, що показник безпечності відповідає мінімальним вимогам, у той час як інші характеристики благонадійності, а саме кібербезпека, конфіденційність, надійність та живучість, не виконуються.

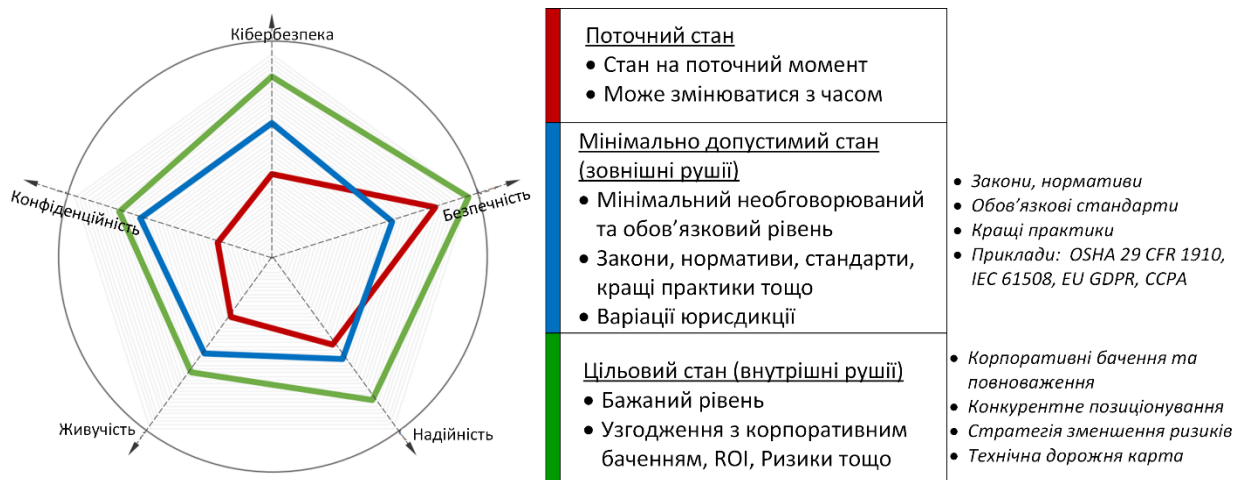


Рисунок 3-2: Різні стани благонадійності (джерело - IIC)

У контексті благонадійності IoT «погана поведінка» (червона лінія не відповідає синій) може призводити до людських жертв, негативного впливу на навколишнє середовище або порушення роботи критичної інфраструктури, чи до ненавмисного розкриття конфіденційних даних, руйнування обладнання, фінансових збитків та репутаційних втрат.

3.3 Вплив благонадійності на цифрову трансформацію

Негативні наслідки можуть наражати на небезпеку процес цифрової трансформації. Брак благонадійності може означати, що вікно можливостей на ринку буде втрачене назавжди, поставивши компанію у невідгідне становище порівняно з конкурентами.

Навіть з перевагами, пов'язаними з досягненням базового рівня благонадійності, як показано нижче, її надмірність не завжди є позитивною для компанії.

Характеристика благонадійності	Можливі наслідки надмірної уваги
Кібербезпека	Зростання витрат, втрата маневреності, зменшення зручності використання
Безпечність	Зменшення гнучкості рішення, зростання складності процесів, зменшення продуктивності
Надійність	Надмірні капітальні витрати та витрати на обслуговування, зменшення зручності використання
Живучість	Надмірні капітальні витрати та витрати на обслуговування, зменшення гнучкості та функціональності
Конфіденційність	Надмірно громіздкі процеси

Тому часто йдуть на компроміси між ризиками від недофінансування в аспекти благонадійності та наслідками надмірного інвестування в них. Розгляд благонадійності в контексті бізнес-кейсу часто висвітлює подібні компроміси, як видно на рисунку 3-3.

Приклад стосується невеликої технологічної лінії по складанню електронних плат. Особливість цього процесу в тому, що складальні машини для різних партій потрібно калібрувати та переналаштовувати. Сповільнення складальної лінії може зменшити ризик травмування персоналу та рівень зношеності обладнання, але й зменшити продуктивність та прибуток²⁵.

Звичайно, тут можна знайти фінансові вигоди від інвестування в благонадійність:

- зменшення кількості компенсаційних виплат клієнтам за збої;
- зменшення регуляторних та законодавчих ризиків та штрафів за невідповідність нормативам;
- зменшення репутаційних ризиків;
- зростання продажів та доходів завдяки посиленню іміджу бренда;
- зменшення вартості страхування;
- зменшення витрат на фінансування невизначених ризиків;

²⁵ Детальніше див. Managing and Assessing Trustworthiness for IIoT in Practice whitepaper https://www.iiconsortium.org/pdf/Managing_and_Assessing_Trustworthiness_for_IIoT_in_Practice_Whitepaper_2019_07_29.pdf

- збільшення вартості акцій.

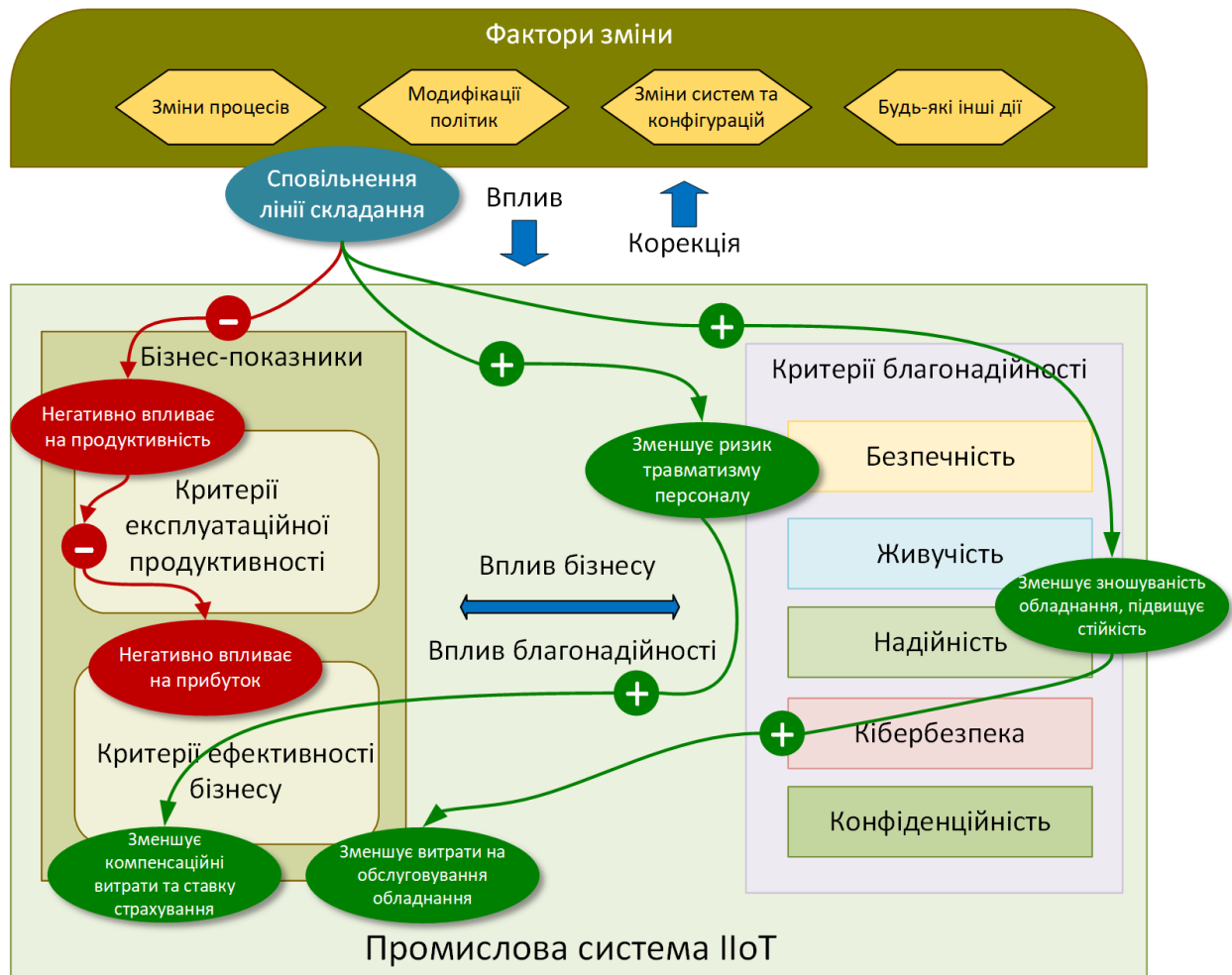


Рисунок 3-3: Приклад аналізу благонадійності (джерело – ІІС)

Головним завданням та метою є визначення «оптимального» балансу благонадійності на основі поточного стану організації, мінімальних вимог та бажаним станом. Такий оптимізаційний підхід застосовується до всіх дій компанії щодо цифрової трансформації та загальної стратегії благонадійності й відповідного рівня інвестицій²⁶.

²⁶ Детальніше див. Managing and Assessing Trustworthiness for IIoT in Practice whitepaper https://www.iiconsortium.org/pdf/Managing_and_Assessing_Trustworthiness_for_IIoT_in_Practice_Whitepaper_2019_07_29.pdf

4 Контекст шляху цифрової трансформації

Цифрова трансформація – це стратегія, яка вимагає підходу і способу мислення «за задумом» (а не «ситуаційно»). Ми показуємо контекст для ролі інновацій в цифровому перетворенні та змінах в організації, яких потребують такі перетворення.

4.1 Роль інновацій в цифровій трансформації

Промислова організація потребує налаштування інноваційних процесів, які відрізняються від існуючих, зокрема:

- Такий процес включає вивчення можливості застосування нових технологій, інтеграції ІТ з ОТ та створення й функціонування рішень, що поєднують ІТ та ОТ;
- Такий процес «швидкий», заснований на побудові «мінімально ціннісного продукту», який успадковує традиції бережливого запуску, дизайнерського мислення та підходу BizDevOps²⁷ ;
- Зважаючи на складність інтеграції ОТ та ІТ «відкритий» процес інновацій можливий лише завдяки співпраці різних підрозділів та компаній (у тому числі ІТ- та ОТ-організацій). Такий процес має забезпечити відкриту взаємодію між партнерами, клієнтами та постачальниками в областях ОТ й ІТ, спираючись на широке застосування ІТ, залучення людей та поєднаних речей. У «відкритому» процесі організації зі сфер ІТ та ОТ обмінюються знаннями зі своїх предметних областей, розуміють обмеження, проблеми один одного та співпрацюють для їх вирішення;
- Шляхом клієнтоорієнтованості можна досягти оптимізації процесів створення рішень для клієнтів, підвищити якість обслуговування та/або результатів, залучити відповідні ресурси, у тому числі самих клієнтів.

Важливо: інноваційні процеси вразливі до опору зі сторони як ОТ, та й ІТ організацій, і, ймовірно, вступатимуть в протиріччя з діючими процесами, організаційними структурами та іншими аспектами існуючих систем управління.

Зміна процесу стала можливою завдяки створенню та розповсюдженню інноваційних інструментів (наприклад, FastWork²⁸ від GE) для «швидких, відкритих та ефективних» інноваційних процесів інтеграції ІТ з ОТ. Розповсюдження інструментів можна полегшити шляхом зміни системи управління, усунувши протиріччя нових інноваційних процесів з діючими системами управління, включаючи актуальні процеси, організаційні структури, систему оцінки працівників, культуру та систему фінансування інновацій.

²⁷ BizDevOps – це культура співпраці, яка дозволяє використовувати нову операційну модель (бізнес, операції та технології разом) для створення продуктів та послуг найвищої якості за допомогою автоматизованого конвеєра (PwC) <https://www.digitalpulse.pwc.com.au/bizdevops-competitive-advantage/>

²⁸ <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/why-big-companies-need-lean-startup-techniques/>

Зміни призводять до поступового прогресу в цифровій трансформації. Її можна досягнути, накопичуючи результати поточних інноваційних ініціатив, направлених на пошук нових пропозицій цінності. Інтеграція ІТ та ОТ поступово виливається в покращення якості обслуговування клієнтів та результатів роботи.

4.2 Програма цифрової трансформації

Цифрова трансформація – не проект. Це стратегія, шлях, заснований на баченні і керований цілеспрямованою програмою, яка, в свою чергу, є набором взаємопов'язаних довгострокових заходів.

Програма цифрової трансформації повинна мати чітко визначену мету, статут, місію та структуру управління. Керувати нею має міжфункціональна команда з явним лідером та корпоративним спонсором, за активної участі кількох міжфункціональних зацікавлених сторін, чия послідовна спільна робота має вести до забезпечення кращих результатів.



Рисунок 4-1: Міжфункціональна команда програми цифрової трансформації (джерело – IGnPower)

Корпоративний спонсор програми цифрової трансформації спрямовує керівництво команди програми на досягнення цілей цифрового перетворення та наділяє її повноваженнями, ресурсами та фінансуванням. Залежно від організації, ця особа може обіймати посаду СхО, наприклад, CEO, CDO (Digital), CMO, COO, CIO тощо.

Керівник команди програми цифрової трансформації веде програму і звітує корпоративному спонсору. Тип організації, галузь та сфера цифрової трансформації впливають на те, з якої групи походить лідер. Керівник групи повинен комунікувати з корпоративним спонсором та різними зацікавленими сторонами програми про:

- прогрес програми та проекти в її межах,
- координацію та узгодження діяльності різних зацікавлених сторін,

- цінність, яку програма несе окремим стейкхолдерам,
- проблеми, з якими стикаються програма та її проекти,
- планування програмної та проектної діяльності.

Команда програми цифрової трансформації керує та контролює програму. Вона має повноваження та відповідальна за досягнення конкретних «результатів» та відчутних «бізнес-переваг» програми. Команда об'єднує різних стейкхолдерів з розрізнених спільнот з власними бюджетами, структурами звітності, техніками, методами оцінювання, стандартами та положеннями, на основі таких міркувань:

- Тип організації та галузі;
- Рушійні сили та рівні терміновості трансформації;
- Конкурентний ландшафт;
- Характер підривних технологій, які роблять трансформацію можливою;
- Обсяг очікуваних покращень.

Одним з головних обов'язків команди є ефективне просування цінності стратегії цифрової трансформації серед різноманітних стейкхолдерів організації.

Більш того, програма цифрової трансформації може включати кілька проектів ІІоТ. У кожного з них свої зацікавлені сторони та очікування. В обов'язки команди цифрової трансформації входить координація команд різних проектів ІІоТ, щоб синхронізувати їх зі стратегією цифрового перетворення та забезпечити прописану в ній цінність для організації.

Примітка: деякі організації вводять роль директора з цифрових технологій (Chief Digital Officer, CDO). Ця особа може бути корпоративним спонсором програми цифрової трансформації або керівником її команди.

4.3 Програми цифрової трансформації та проекти ІІоТ

Під час цифрової трансформації промислового підприємства можуть виконуватися багато технологічних проектів ІІоТ, що роблять її можливою, а подекуди і виступають рушійною силою бажаного перетворення. У ці проекти, в межах своїх цілей та вимог, має закладатися здатність вирішувати зростаючі проблеми та досягати бажаних результатів (рис. 4-2).

Для проектів ІІоТ, які розпочалися до прийняття стратегії цифрової трансформації, необхідно переглянути та, при потребі, скорегувати їх рамки, щоб максимізувати їх вплив та внесок в стратегію цифрового перетворення.



Рисунок 4-2: Програми цифрової трансформації та проекти IIoT (джерело - IIC)

5 Перші кроки для прийняття

Цифрова трансформація – це свого роду прорив. Вона відкриває нові можливості в бізнес-моделях, пропозиціях цінності та операційній ефективності. Конкурентна динаміка призведе до того, що цілі галузі промисловості будуть змушені трансформуватися, аби вирватися в лідери ринку чи йти в ногу з ними, а інші зіткнуться з втратами частки ринку. Як і завжди, подібні прориви пов'язані з ризиками.

Головне – мінімізувати супутні ризики. Рекомендований нами підхід полягає в тому, щоб галузеві користувачі слідували шаблону «Перших кроків для прийняття», показаних на рис. 5-1 та описаних нижче.



Рисунок 5-1: Шаблон перших кроків для прийняття (джерело - Transforma Insights)

5.1 Дізнатися, що роблять лідери у вашій галузі

Перше питання – визначити, що роблять конкуренти, так як їхні дії, швидше за все, стануть джерелом безпосередніх загроз та ризиків.

Якщо ви не є лідером на ринку технологій в своїй галузі, то найефективнішою стратегією зазвичай буде «швидке наслідування». Її перевагами є поєднання знижених ризиків (тільки підбір тільки тих ініціатив конкурентів, які виглядають ефективними) та швидкість (швидке вжиття заходів, перш ніж будь-які ініціативи конкурентів зможуть мати значний вплив на частку ринку).

5.2 Вивчайте відповідні зміни в дотичних галузях

Наступним кроком подивіться, які ініціативи щодо цифрової трансформації застосовуються у суміжних, порівнюваних галузях, та оцініть вигоду їх використання у вашій ситуації. На перший погляд багато галузей можуть здаватися абсолютно різними, в якійсь з них можуть бути підходи та рішення, що потенційно мають відношення до інших. Наприклад:

- Рішення для підтримки в управлінні будівельною технікою на будмайданчиках дає розуміння найкращого підходу до керування доступністю медичних приладів в лікарнях;
- Рішення для розпізнавання обличчя і відслідковування людей у громадських місцях можуть бути пристосовані до використання у розважальній індустрії чи ритейл-парках;
- На прикладі страхових рішень для каршерінгу можна навчитися особливостям гарантійного обслуговування у випадку пропозиції «продукції-як-послуги».

Інший підхід полягає у пошуку в порівнюваних галузях таких об'єктів, що стикалися з близькими до вашої ситуації проблемами. Наприклад, якщо ви плануєте вивести на високо регульований ринок багатомільйонну кількість пристроїв, то аналіз інших, хто вже пройшов цей шлях, може багато чому вас навчити.

Широта можливостей по взаємозбагаченню ідеями цифрової трансформації з різних галузей безмежна. Після такого аналізу з'явиться готовий перелік найкращих практик, зібраних по усіх галузях, що дасть розуміння ймовірного подальшого розвитку кожної з них.

5.3 Визначте свої ключові застосування

Порівняльні дослідження зосереджені на аналізі конкретних проєктів цифрової трансформації, однак їх можна узагальнити на рівні «прикладів застосування». Наприклад, багато конкурентів працюють над рішеннями по керуванню автопарком. Але що найважливіше для вас під час планування власного рішення – так це загальні можливості та переваги рішень для автопарку, а не деталі окремих випадків.

Суть підходу у тому, щоб кінцевий користувач розробив бачення власного рішення щодо управління автопарком, беручи до уваги отримані під час тематичних досліджень уроки та результати.

5.4 Оберіть технології цифрової трансформації, які підходять вам найбільше

Наступний крок – визначити, які технології є критично важливими для виявлених випадків застосування. Якщо продовжити приклад з управлінням автопарком, то основними технологіями можуть бути IIoT, граничні обчислення та штучний інтелект. Промисловець має ознайомитися з цими технологіями, щоб у майбутньому більш результативно та ефективно співпрацювати з постачальниками.

5.5 Визначте ключових постачальників

Багато постачальників технологій мають значний досвід цифрової трансформації в різних напрямках. Але ключові для конкретного промислового замовника вендори матимуть як глибокі знання в найактуальніших для конкретного випадку технологіях, так і великий досвід у галузі замовника. В ідеалі ключові постачальники матимуть досвід роботи в кількох географічних регіонах, так щоб отриманий в інших місцях досвід був швидко перенесений до локації замовника.

Багато великих постачальників пропонують велику кількість навчальної документації, а також публікації незалежних аналітиків й консультантів, які висвітлюють можливості, діляться новітніми методами та уроками, отриманими в конкретних випадках. Багато провідних вендорів надають послуги «центрів експертизи», де в контрольованому середовищі та з допомогою вендора можна випробувати новітні технології.

Для будь-якого кінцевого користувача, що розглядає можливість розгортання рішень з цифрової трансформації, важливо визначити власних ключових постачальників та налагодити з ними міцний зв'язок.

5.6 План впровадження

В ІІС є ряд ресурсів, що допомагають у плануванні наступних кроків, у тому числі публікації про фреймворки (наприклад, Business Strategy Innovation Framework²⁹), технічні публікації (як-от біла книга Edge Computing in IIoT), та веб-ресурси, доступні через Resource Hub³⁰.

Крім того, в Програмі Акселерації є випробувальні стенди, тест-драйви та задачі, орієнтовані відповідно на технології, рішення та застосування.

²⁹ <https://www.iiconsortium.org/BSIF.htm>

³⁰ <https://hub.iiconsortium.org/homepage>

6 Подяка та правова інформація

Цей документ є результатом роботи робочої групи з цифрової трансформації Industrial Internet Consortium під керівництвом Jim Morrish (Transforma Insights), Dirk Slama (Bosch) та Bassam Zarkout (IGnPower).

Редактори:

- Jim Morrish (Transforma Insights)
- Bassam Zarkout (IGnPower)

Автори (в алфавітному порядку):

- Marcellus Buchheit (Wibu-Systems)
- Alex Ferraro (PwC)
- Chaisung Lim (Korea Industry 4.0 Association)
- Shi-Wan Lin (Yo-i Information Technologies, Ltd.)
- Jim Morrish (Transforma Insights)
- Bassam Zarkout (IGnPower)

Технічний редактор: Stephen Mellor (IIC) контролював внески вказаних авторів та співавторів у загальний документ.

Copyright © 2020, Industrial Internet Consortium, a program of the Object Management Group©.

All copying, distribution and use are subject to the limited License, Permission, Disclaimer and other terms stated in the Industrial Internet Consortium Use of Information – Terms, Conditions & Notices, as posted at http://www.iiconsortium.org/legal/index.htm#use_info. If you do not accept these Terms, you are not permitted to use the document.

Перекладено з дозволу та за підтримки ІІС на Кафедрі автоматизації теплоенергетичних процесів КПІ ім. Ігоря Сікорського

Автори перекладу: Олександр Степанець, Олена Некрашевич