

M&MS 2023, 19-20 October, Kharkiv, UKRAINE



VII International Conference
MANUFACTURING
&
MECHATRONIC
SYSTEMS

УДК: 005:004.896:62-65:338.3

Виробництво & Мехатронні Системи 2023: матеріали VII-ої Міжнародної конференції, Харків, 19-20 жовтня 2023 р.: тези доповідей / [редкол. І.Ш. Невлюдов (відповідальний редактор)].-Харків: [електронний друк], 2023 - 163с.

У збірник включені тези доповідей, які присвячені сучасним тенденціям розвитку технологій та засобів виробництва та мехатронних систем, передовому досвіду та впровадженню їх в галузях систем промислової автоматизації та керування виробництвом; системній інженерії; CAD/CAM/CAE системах; мехатроніці (електро-механічних системах, електронних інструментах систем керування, механічних CAD системах); робототехніці та засобах інтелектуалізації; MEMS (сучасних матеріалів та технологіях виготовлення MEMS) та компонентах і технологіях автоматизації видобутку, переробки та транспортування нафти та газу.

Редакційна колегія: І.Ш. Невлюдов, В.В. Євсєєв.

Manufacturing & Mechatronic Systems 2023: Proceedings of VIIst International Conference, Kharkiv, October 19-20, 2023: Theses of Reports / [Ed. I.Sh. Nevlyudov (chief editor).] .- Kharkiv .: [electronic version], 2023. - 163 p.

The collection includes the theses of reports on modern trends in the development of technologies and means of production and mechatronic systems, top experience and implementation of them in fields of: industrial automation and production management systems; systems engineering; CAD/CAM/CAE systems; mechatronics (electrical and mechanical systems, electronic control tools, mechanical CAD systems); robotics and intellectual tools; MEMS (modern materials and manufacturing technologies MEMS) and components and technologies for the automation of oil, gas and oil extraction, processing and transportation.

Editorial board: Igor.Sh. Nevlyudov, Vladyslav.V. Yevsieiev

© Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій,
автоматизації та робототехніки (KITAP),
ХНУРЕ,2023

Міністерство освіти і науки України (МОНУ)
Харківський національний університет радіоелектроніки (ХНУРЕ)
Варшавський університет сільського господарства (WULS - SGGW)
Азербайджанський державний університет нафти і промисловості
Національний університет «Львівська політехніка»
Festo Didactic Україна
Jabil Circuit Ukraine Limited
ТОВ «Науково-виробниче підприємство «УКРІНТЕХ»»
Факультет автоматики і комп'ютеризованих технологій (АКТ)
Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР),
Державне підприємство «Науково-дослідний технологічний інститут приладобудування»
Державне підприємство «Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості»

МАТЕРІАЛИ

VII-ої Міжнародної Конференції
ВИРОБНИЦТВО
&
МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ 2023
(19-20 жовтня 2023)
Харків, Україна



ОРГАНІЗАТОРИ



Міністерство
освіти і науки
України

Міністерство освіти і науки України (МОНУ)
The Ministry of Education and Science of Ukraine



NURE
Kharkiv National University
of Radioelectronics

Харківський національний університет
радіоелектроніки (ХНУРЕ)

Kharkiv National University of Radioelectronics



**WARSAW UNIVERSITY
OF LIFE SCIENCES
- SGGW**

Варшавський університет
сізьського господарства (WULS - SGGW)

Warsaw University of Life Sciences WULS - SGGW



Азербайджанський державний університет
нафти і промисловості

Azerbaijan State Oil and Industry University



Festo Didactic Україна

Festo Didactic Ukraine



ТОВ «Науково-виробниче підприємство
«УКРІНТЕХ»»

Research and Production Enterprise
"UKRINTECH" Ltd



Національний університет «Львівська
політехніка»

National University Lviv Polytechnic

Державне підприємство «Харківський науково-
дослідний інститут технології машинобудуван-
ня», м. Харків, Україна

State Enterprise «Kharkiv Scientific-Research
Institute of Mechanical Engineering Technology»,
Kharkiv, Ukraine



Державне підприємство «Південний державний
проектно-конструкторський та науково-
дослідний інститут авіаційної промисловості»,
м. Харків, Україна

State Enterprise «National Design & Research
Institute of Aerospace Industries», Kharkiv,
Ukraine



Jabil Circuit Ukraine Limited

КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

МІЖНАРОДНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

- Ігор Шакирович Невлюдов** голова комітету конференції, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР), Харківського національного університету радіоелектроніки, Україна
- Олександр Іванович Филипенко** заступник голови комітету конференції, доктор технічних наук, професор, декан факультету Автоматики і комп'ютеризованих технологій (АКТ), Харківського національного університету радіоелектроніки, Україна.
- Мурад Анвер огли Омаров** доктор технічних наук, професор, проректор з міжнародного співробітництва, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна
- Владислав В'ячеславович Євсєєв** секретар, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР), Харківського національного університету радіоелектроніки, Україна.
- Andrzej Chochowski** доктор технічних наук, професор Варшавського університету сільського господарства (WULS - SGGW), Польща
- Pawel Obstawski** доктор технічних наук, професор Варшавського університету сільського господарства (WULS - SGGW), Польща.
- Сергій Богомолів** лектор/доцент, доктор філософії (комп'ютерні науки), Дослідницька школа комп'ютерних наук, Коледж інженерії та комп'ютерних наук, Австралійський національний університет, Австралія.
- Микола Васильович Замірець** доктор технічних наук, професор, директор Державного підприємства Науково-дослідного технологічного інституту приладобудування, Україна
- Михайло Васильович Лобур** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри систем автоматизованого проектування Національного університету «Львівська політехніка», Україна.
- Євген Сергійович Риженко** керівник відділу дидактики ДП «Фесто», Україна
- Сергій Володимирович Демченко** директор ТОВ «Науково-виробничого підприємства «УКРІНТЕХ»», Україна.

- Самед Імамалі огли Юсіфов** кандидат технічних наук, доцент, декан факультету інформаційних технологій та управління, Азербайджанський державний університет нафти і промисловості, Азербайджан.
- Фарід Гаджі огли Агасв** кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри управління та системної інженерії, Азербайджанський державний університет нафти і промисловості, Азербайджан.
- Віктор Васильович Косенко** доктор технічних наук, доцент, директор Державного підприємства «Харківського науково-дослідного інституту технології машинобудування», Україна.
- Володимир Вікторович Козирський** доктор технічних наук, професор, директор Навчально-наукового інституту енергетики, автоматики та енергозбереження, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.
- Віталій Пилипович Лисенко** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматики та робототехнічних систем ім. акад. І.І. Мартиненка, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.
- Юрій Францевич Зіньковський** доктор технічних наук, професор кафедри радіоконструювання і виробництва радіоапаратури, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна.
- Володимир Митрофанович Свищ** доктор технічних наук, професор, радник директора Державного науково-виробничого підприємства «Об'єднання Комунар», Україна.
- Віталій Євгенович Овчаренко** доктор технічних наук, професор, заступник директора з наукової роботи Державного підприємства «Науково-дослідний технологічний інститут приладобудування», Україна.
- Лариса Сергіївна Глоба** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційно-комунікаційних мереж, Інститут телекомунікаційних систем Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна.
- Анатолій Олександрович Андрусевич** доктор технічних наук, професор, начальник Криворізького коледжу Національного авіаційного університету, Україна.
- Роман Володимирович Артюх** кандидат технічних наук, директор Державного підприємства «Південний державний проектно-конструкторський інститут авіаційної промисловості», Україна.

- Glen Kurtwitz** генеральний менеджер Titan Machinery Limited, Шотландія.
- Liu Shan** генеральний менеджер Titan Machinery Limited, Китай.
- Володимир Андрійович Павлиш** кандидат технічних наук, професор, перший проректор Національного університету «Львівська політехніка», Україна
- Сергій Іванович Осадчий** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизації виробничих процесів, Центральноукраїнський національний технічний університет, м.Кропивницький, Україна.
- Анатолій Афанасійович Єфіменко** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри електронних засобів та інформаційно-комп'ютерних технологій, Одеський національний політехнічний університет, Україна
- Анатолій Петрович Ладанюк** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизації та інтелектуальних систем, Національний університет харчових технологій, Україна.
- Володимир Михайлович Решетюк** кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики та робототехнічних систем ім. акад. І.І. Мартиненка, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

- Олександр Михайлович Цимбал** заступник голови конференції з організаційних питань, доктор технічних наук, професор комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.
- Сергій Павлович Новоселов** кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.
- Євген Анатолійович Разумов-Фризюк** кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.
- Наталія Павлівна Демська** кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.

ЗМІСТ

Vladyslav Yevsieiev

Modeling of the BEAM robot control system on the basis of a microcircuit L293D 12

Medovkin Mykhailo, Puhach Hanna

The development of a cryptographically secure pseudorandom number generator 15

Svetlana Sotnik, Anton Andreiev

QR codes in production 19

Софія Хрустальова, Світлана Вишванюк

Розроблення структурної схеми модуля автоматизації на базі RFID – технологій 22

Владислав Заїкін

Моделювання пошуку вибухонебезпечних предметів методом електромагнітної спектроскопії та радіолокації 26

Karetyna Stetsenko

BEAM Robotics: Combining Biological Principles and Technological Solutions for More Adaptive and Energy-Efficient Robots 30

Svitlana Maksymova, Mykhailo Akopov

Selection of Sensors for Building a 3D Model of the Mobile Robot's Environment 33

Сергій Новоселов, Єгор Волков

Завдання автоматичного керування рухом мобільної платформи з застосуванням законів автоматички 36

Сергій Новоселов, Ігор Гладков

Сучасний промисловий інтернет речей та хмарні технології 40

Дмитро Гурін

Вирішення задачі зворотної кінематики для рухливих кінцівок роботехнічної платформи 43

<i>Максим Лузан, Дмитро Янушкевич</i>	
Аналіз методів дистанційного знешкодження	46
<i>Михайло Ковальов, Іванов Леонід</i>	
Способи удосконалення частотного перетворювача напруги для блоку управління електричним транспортним засобом	49
<i>Світлана Максимова, Георгій Борисов</i>	
Розробка програми для пошуку й побудови оптимального маршруту мобільного робота у двовимірному просторі	52
<i>Світлана Максимова, Канаєв Владислав</i>	
Розробка підсистеми керування мобільного роботу для орієнтації в виробничому просторі	54
<i>Олена Чала, Анатолій Сливка</i>	
Рівні Засобів ПоТ в Інформаційних Технологіях	57
<i>Чала О., Дон Д.</i>	
Розроблення елементів обліку обладнання інформаційних ERP-систем	61
<i>Бронніков А.І., Чернишов Д.І.</i>	
Модернізація модуля керування розсувними конструкціями виробничого приміщення з використанням ІоТ	65
<i>Бронніков А.І., Ницета В.Є.</i>	
Розроблення системи інтелектуального керування кондиціонуванням виробничого приміщення з використанням технології ІоТ	68
<i>Запорізький Валентин, Плахтій Олександр</i>	
Аналіз поточного стану розвитку колаборативних роботів	71
<i>Олег Гуртовий</i>	
Використання автоматизованого випробувального обладнання в системі контролю якості продукції радіоелектронної промисловості	74
<i>Дмитро Лобанов, Леонід Іванов</i>	
Способи удосконалення модуля автоматичного управління перетворювача напруги блоку живлення електророботикара	78

Ілля Лисенко, Леонід Іванов

Необхідність охолодження акумуляторних батарей автономного ходу електричного транспорту на прикладі тролейбуса PTS-12 81

Редько Денис, Дмитро Янушкевич

Аналіз конструкції маніпуляторів роботехнічних пристроїв для переміщення вибухонебезпечних предметів 84

Дмитро Янушкевич, Леонід Іванов, Ігор Толкунов

Комплексний підхід до застосування робототехнічних комплексів у сфері гуманітарного розмінування 88

Viacheslav Korotkov, Igor Nevliudov, Yurii Romashov

General Approaches to Design Improved Angular Velocity PID Controllers of Automated Electrical Drives 93

Oleksandr Narozhnyi, Yurii Romashov

Technical State Estimation for Electromechanical Wheeled Platforms with Parametric Identification Using 99

Наталія Демська, Юрій Ромашов, Артем Шевченко

Розробка підходів щодо використання комп'ютерних технологій для імітаційного моделювання промислового електроприводу 104

І. В. Жарікова

Автоматичний пристрій для збору вторинної тари з алюмінію та поліетилентерефталату 110

Доронін Павло, Леонід Іванов

Контроль укладання акумуляторних батарей автономного ходу для електричного транспорту (за зразком тролейбуса PTS-12) 113

Фарзуллаєв Рашад, Леонід Іванов

Необхідність контролю вихідного сигналу з бортового перетворювача напруги для електротранспорту 116

Сергій Новоселов, Дмитро Шестак

Класифікація вибухонебезпечних об'єктів, їх візуальні ознаки, методи маскуванню та ідентифікації 119

<i>Кузьменко Олександр</i>	
Аналіз засобів дистанційного виявлення мінно-вибухових пристроїв ...	124
<i>Дмитро Кухаренко, Богдан Коваленко</i>	
Метод ранньої діагностики ниркових захворювань	128
<i>Олексій Юрко, Дмитро Кухаренко, Михайло Довбня, Микола Мешков</i>	
Програмна реалізація системи керування лабораторним блоком живлення	133
<i>Дмитро Кухаренко, Роман Косюта</i>	
Моделювання процесу розмінування українських територій за допомогою роботизованих комплексів	138
<i>Дмитро Кухаренко, Іван Лукеча</i>	
Моделювання артеріального тромбозу в серцево-судинній системі	142
<i>Дмитро Кухаренко, Владислав Нікітюк</i>	
Розробка моделей та методів комп'ютерного планування оперативних втручань на ШКТ	146
<i>Дмитро Проценко</i>	
Особливості розробки автономного малогабаритного робота	150
<i>Igor Nevliudov, Oleksandr Ratushnyi, Yurii Romashov</i>	
Development of General Approaches for Mathematical Modelling of Heat Exchangers as Automation Objects	153
<i>Олександр Малий, Наталія Фурманова, Вадим Онищенко, Сергій Малий</i>	
Методологічні засади вибору компонентів рушійної установки мультиторних БПЛА	158

Рівні Засобів IoT в Інформаційних Технологіях

Олена Чала, Анатолій Сливка

1. Кафедра КІТАР, Харківський національний університет радіоелектроніки, УКРАЇНА,
Харків, пр. Науки. 14., email: olena.chala@nure.ua, anatolii.slyvka@nure.ua

Анотація: В тезах доповіді було проведено аналіз особливості побудови та функціонування рівні промислового Інтернету речей.

Ключові слова: рівень, Промисловий Інтернет речей, інформаційні технології.

I. Вступ

Промисловий Інтернет речей (Industrial IoT, IIoT) – це один з найбільш великих сегментів Інтернету речей з точки зору кількості підключених пристроїв і ступеня корисності цих сервісів для виробництва і автоматизації підприємств.

Цей сегмент традиційно служить операційно-технологічною базою. Сюди входять апаратні і програмні засоби моніторингу фізичних пристроїв. Традиційні завдання інформаційних технологій вирішуються інакше, ніж операційно-технологічні завдання.

Операційні технології (OT) зосереджені на оцінці продуктивності, часу безвідмовної роботи, зборі даних і відповідній реакції в режимі реального часу, а також безпеки систем. Інформаційні технології спрямовані на безпеку, групування, сервіси та надання даних.

Оскільки Інтернет речей починає займати важливе місце в сфері виробництва і промисловості, світи IT і OT об'єднуються, особливо в області діагностичного обслуговування, і зможуть забезпечувати безпрецедентним обсягом даних приватні та публічні хмарні інфраструктури [1,2].

До характеристик цього сегмента відноситься необхідність надавати операційно-технологічної системи готові рішення в режимі реального часу або майже в режимі реального часу.

Це означає, що у всьому, що стосується виробничого простору, головним параметром для Інтернету речей буде час відгуку. Крім того, важливу роль будуть грати тривалість простою і безпеку.

Промисловий Інтернет речей - це один з сегментів на цьому ринку що найбільш швидко розвивається. Важливою особливістю цього напрямку є те, що він спирається на існуючі технології, тобто на апаратні і програмні засоби і може бути адаптований під них та інтегруватися та об'єднуватися з існуючими.

II. Базові рівні технології інтернету речей

Класична архітектура IoT складається з чотирьох функціональних рівнів (рис. 1).

Найнижчий рівень (рівень сенсорів і сенсорних пристроїв) складається з об'єктів, інтегрованих із сенсорами (датчиками), які забезпечують збір і обробку інформації в реальному масштабі часу.

Наступний рівень (шлюзів і мереж) складається з конвергентної мережевої інфраструктури, яка створюється шляхом інтеграції різномірних мереж у єдину мережеву платформу.

Сервісний рівень містить певний набір послуг, які автоматизують низку технологічних і господарських операцій.

Четвертий рівень архітектури IoT включає різні типи додатків для відповідних промислових секторів і сфер діяльності [3].



Рис.1. Архітектура IoT [3].

Саме при використанні IoT, будь-яке приміщення перетворюється на систему, яка набуває здатності розпізнавати конкретні ситуації, що відбуваються в динаміці, і відповідним чином на них реагувати.

III. Особливості рівнів

Пристрої – це об'єкти, які фактично становлять «речі» в Інтернеті речей.

Виступаючи як інтерфейс між реальним і цифровим світами, вони можуть мати різні розміри, форми та рівні технологічної складності залежно від завдання, яке вони повинні виконувати в рамках конкретного розгортання Інтернету речей.

Незалежно від того, чи то мікрофони розміром із шпильковою голівку, чи це важкі будівельні машини, практично кожен матеріальний об'єкт (навіть живий, наприклад, тварини чи люди) можна перетворити на підключений пристрій шляхом додавання необхідного інструментарію (додаючи датчики чи приводи разом із відповідним програмним забезпеченням).

Давачі, виконавчі механізми або інші телеметричні пристрої також можуть бути самостійними розумними пристроями.

Єдине обмеження, з яким тут можна зіткнутися, – це фактичний варіант використання Інтернету речей

та його вимоги до обладнання (розмір, простота розгортання та керування, надійність, термін служби, економічна ефективність).

IV. Програмне забезпечення

Програмне забезпечення відповідає за реалізацію зв'язку з хмарою, збір даних, інтеграцію пристроїв, а також виконання аналізу даних у реальному часі в мережі IoT.

Більше того, це програмне забезпечення для пристроїв також забезпечує можливості на рівні додатків, щоб користувачі могли візуалізувати дані та взаємодіяти з системою IoT.

Маючи апаратне та програмне забезпечення пристрою, має бути ще один рівень, який забезпечуватиме розумні об'єкти способами та засобами обміну інформацією з рештою світу IoT.

Механізми зв'язку сильно пов'язані з апаратним та програмним забезпеченням пристрою, важливо розглядати їх як окремий рівень.

Рівень зв'язку включає як рішення фізичного підключення (стільниковий зв'язок, супутник, локальна мережа), так і конкретні протоколи, в різних Інтернету речей (ZigBee, Thread, Z-Wave, MQTT, LwM2M) [4-7].

Вибір відповідного комунікаційного рішення є однією з важливих частин у створенні кожного стека технології інтернету речей

Вибрана технологія визначатиме не лише способи надсилання та отримання даних із хмари, а й способи керування пристроями та способи їх зв'язку з пристроями сторонніх розробників.

Платформа IoT – це місце, де всі ці дані зібрані, керовані, обробляються, проаналізовані і представлені в зручному для користувача вигляді.

Таким чином, те, що робить таке рішення особливо цінним, – це не лише можливість збору даних та керування пристроями IoT, а скоріше його здатність аналізувати та знаходити корисні відомості з частин даних, які надаються пристроями через рівень комунікацій.

Існує досить багато платформ технології інтернету речей (рис.2), вибір яких залежить від вимог конкретного проекту IoT і таких факторів, як архітектура та стек технологій IoT, надійність, властивості налаштування, використовувані протоколи, апаратна агностика, безпека та вартість ефективність.

Варто також зазначити, що платформи можуть бути встановлені як локально, так і в хмарі.



Рис.2. Базові рівні технології Інтернету речей

V. Рішення для підключення в стеку технологій IoT

Скільки існує можливих реальних застосувань технологій IoT, так само не бракує рішень для підключення.

Залежно від специфікацій конкретного випадку використання Інтернету речей, кожен варіант зв'язку може запропонувати різні сценарії включення послуг, маючи компроміс між споживанням енергії, діапазоном і пропускнуою здатністю.

Наприклад, якщо ви будете розумне виробництво, можливо, інтегрувати датчики температури в приміщення та контролер опалення з різними портативними гаджетами, щоб ви могли дистанційно контролювати температуру на кожному промисловому об'єкті чи процесі, регулювати параметри режимі реального часу відповідно до поточної потреби. У такому випадку рекомендованим рішенням буде мережевий протокол IPv6 на основі IP під назвою Thread, спеціально розроблений для середовища домашньої автоматизації.

З огляду на таку множинність і різноманітність стандартів і протоколів зв'язку, може виникнути питання про фактичну потребу в розробці нових рішень, в той час як існують деякі добре перевірені протоколи Інтернету, які використовуються вже десятиліттями. Причина цього полягає в тому, що існуючі Інтернет-протоколи, такі як протокол керування передачею/протокол Інтернету (TCP/IP), часто недостатньо ефективні та надто споживають електроенергію, щоб мати можливість ефективно працювати в нових програмах технології Інтернету речей.

Також необхідно зазначити, що існують альтернативні Інтернет-протоколи (рис.3), спеціально призначені для використання системами IoT. Вони розділяються за діапазоном радіочастот, досягнутим кожним із рішень: радіорішення IoT для короткого радіусу дії, рішення середнього радіусу дії та рішення для глобальних мереж далекого радіусу дії.

Добре відпрацьована технологія підключення на короткій відстані, Bluetooth вважається ключовим рішенням, особливо для майбутнього ринку електроніки, такого як датчики геолокації Протокол Bluetooth Low-Energy (BLE), розроблений з урахуванням економічної ефективності та зниження енергоспоживання, вимагає дуже мало енергії від пристрою. Однак це має компроміс: під час передачі більших обсягів даних BLE може бути не найефективнішим рішенням.

Вузькосмуговий Інтернет речей, продукт існуючих технологій 3GPP, є абсолютно новим стандартом радіотехнологій, який забезпечує надзвичайно низьке енергоспоживання забезпечує підключення з потужністю сигналу прибіл. на 23 дБ нижче, ніж у випадку 2G. Протокол використовує існуючу мережеву інфраструктуру, що забезпечує не тільки глобальне покриття в мережах LTE, але й гарантовану якість сигналу.

LTE-Cat M1 з'єднує ITNA і M2M пристрої. Будучи сумісним з існуючою мережею LTE, CAT M1 не вимагають носіїв, щоб побудувати нову інфраструктуру реалізувати його.

У порівнянні з NB-IoT, LTE Cat M1 виявляється ідеальним для мобільних пристроїв, оскільки його

передача між стільниковими сайтами значно краща і дуже схожа на високошвидкісну LTE.

LoRaWAN – це малопотужний протокол глобальної мережі великого діапазону, оптимізований для низького споживання енергії та підтримки великих мереж з мільйонами пристроїв. Спрямований на додатки глобальної мережі (WAN), LoRaWAN призначений для забезпечення малопотужних глобальних мереж функціями, необхідними для підтримки недорогого, мобільного та безпечного двостороннього зв'язку в рамках IoT, M2M, розумного міста та промислових додатків.

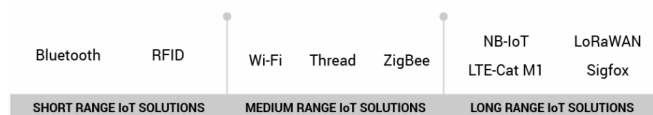


Рис.3. - Альтернативні Інтернет-протоколи IoT

Концепція Sigfox полягає в тому, щоб забезпечити ефективне рішення підключення для малопотужних додатків M2M, які вимагають низьких рівнів передачі даних, для яких діапазон Wi-Fi занадто короткий, а діапазон стільникового зв'язку надто дорогий і надто енергоємний [8-11].

Sigfox використовує UNB, технологію, яка дозволяє обробляти низькі швидкості передачі даних від 10 до 1000 біт на секунду.

Споживаючи до 100 разів менше енергії в порівнянні з рішеннями стільникового зв'язку, він забезпечує типовий час очікування 20 років для акумулятора ємністю 2,5 А.

Пропонуючи надійну, енергоефективну та масштабовану мережу, здатну підтримувати зв'язок між тисячами тисяч пристроїв, що живляться від батарей, на площах у кілька квадратних кілометрів, Sigfox виявляється придатним для різних додатків M2M, включаючи розумне вуличне освітлення, інтелектуальні лічильники, монітори пацієнта, безпеку пристроїв та датчики навколишнього середовища.

Наразі Sigfox використовується у все більшій кількості технологічних рішень IoT.

VI. Висновки

Системи інформаційно-комунікаційні технології з використанням технологічних рішень IoT вирішують великий прошарок проблем сьогодення, які можуть бути використані у різних галузях промисловості, виробництва, машинобудування, енергетиці, безпеці та екології.

Правильне поставлене завдання потребує детального аналізу для підбору найефективніших рішень з використанням технологічних рішень IoT.

Використання технологічних рішень IoT може суттєво знизити матеріальні, часові та фізичні витрати у багатьох сферах народного господарства і виробництва.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

[1] Pavithra D., Balakrishnan R. IoT based Monitoring and control system for home automation. Proceedings

of the Global conference on communication technologies (GCCT). 2015. pp. 169-173.

[2] Левченко Є. О. Сенсорне керування автомобілем [Текст] / Мажара А. Є., Васильченко О. С., Чала О. О., // Синергетика, мехатроніка, телематика дорожніх машин і систем у навчальному процесі та науці. Збірник наукових праць за матеріалами II міжнародної науково-практичної конференції. – Харків, ХНАДУ, 2018. – 184 с

[3] Самойленко М.Ю. Принципи застосування технології Інтернет речей у сучасному світі техніки. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. 2020. Том 31 (70). ч. 1. № 6. С. 142-148.

[4] Бронніков А.І., Цимбал О.М., Фомовський Ф.М., Інтелектуальні засоби в системі керування виробничим агентом / Технологія приборостроєння. Харків, 2014, № 2, С. 26 - 30.

[5] Бабійчук В.С., Шуміло І.А. Інтернет речей: нові напрями модернізації Законодавства. Експерт:парадигми юридичних наук і державного управління. 2020. № 6(12). С. 159-166

[6] O. I. Filipenko, O. V. Sychova and O. O. Chala, "The Autoconvolution Method Use for Positioning Photonic Crystal Fibers," 2019 IEEE 8th International Conference on Advanced Optoelectronics and Lasers (CAOL), Sozopol, Bulgaria, 2019, pp. 429-432, doi: 10.1109/CAOL46282.2019.9019558.

[7] Гайдукевич С.В., Семенова Н.П., Леськів Я.А. Концепції «Smart технологій» та їх застосування в приміщеннях закритого ґрунту. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. 2022. Том 33 (72) № 2. С. 78-83

[8] Шостенко С. С. Архітектура програмного забезпечення для супроводження автоматизованих систем оповіщення на виробництві / С. С. Шостенко, О. О. Чала // Виробництво & Мехатронні Системи 2022 : зб. тез. доп. VI-ої Міжнародної конференції, 21- 22 жовтня 2022 р. – Харків, 2022. – С. 115-117.

[9] Ковівчак Я.В., Дубук В.І., Слюсар В.В. Розробка інформаційної системи управління електроспоживанням у розумному будинку. Науковий журнал «Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво». Луцьк, 2021. Вип. № 42. С. 58-64.

[10] Гіль А. Промислові інтерфейси та протоколи передачі даних інтегрованих систем для автоматизованого управління в умовах Industry 4.0 / Гіль А., Чала О., Филипенко О. // Виробництво & Мехатронні Системи 2021: матеріали V-ої Міжнародної конференції, Харків, 21-22 жовтня 2021 р.: Харків, 2021. С.127-30.

[11] ZHARIKOVA, I., NEVLIUDOVA, V., & CHALA, O. (2023). FLEXIBLE PRINTED STRUCTURES QUALITY MODELS FOR MOBILE ROBOT PLATFORM. Journal of Natural Sciences and Technologies, 1(1), 77–84.

[12] Цимбал О.М., Бронніков А.І. Інтернет роботизованих речей: огляд концепції //Матеріали 3-ї міжнародної науково-практичної конференції «Computer and informational systems