

А.П ГНЕННИЙ,

НТУ України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

Ю.Г. ГОРДІЄНКО

НТУ України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

## ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ, ЯК ГОЛОВНИЙ ЧИННИК ВПРОВАДЖЕННЯ ІТ-ТЕХНОЛОГІЙ НА СУЧАСНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

*Анотація. У якості головного чинника впровадження ІТ-технологій на сучасному підприємстві розглядається Інтернет речей. Інтернет речей – одна з найпопулярніших концепцій в сучасній футурології. Визначено принципи використання технології ІоТ на громадському підприємстві. Зазначається, що ІоТ є більш важливим, ніж просто додавання підключення до існуючих продуктів або послуг, мова йде про зміну способу доставки цінності продуктів та послуг. У процесі продукти стають сервісами, а послуги стають все більш розумними. Рішення, побудовані згідно цієї концепції, масштабуються від звичайних побутових пристроїв, до цілих "розумних" міст. Визначено складові екосистеми, необхідні для реалізації Інтернету Речей, наведено перелік спеціалізованих стандартів, що використовуються для передачі даних між "розумними" пристроями: eMTC (enhanced Machine-Type Communication), EC-GSM-IoT (Extended Coverage – GSM – Internet of Things) та NB-IoT (Narrowband IoT). Проведено типізацію ІоТ-проектів в залежності від типу комунікації пристроїв (масові і критичні), вказано основні вимоги до характеристик пристроїв відповідно до кожного типу ІоТ-проекту. Основною вимогою до рішень на основі масової комунікації пристроїв є висока енергоефективність. Частина проектів для цього типу комунікації на даний момент реалізуються на основі GSM-мереж, але більшість рішень побудовані на основі інфраструктури LTE. Для рішень на основі критичної машинної комунікації необхідна ультранизька затримка передачі сигналу (менше 5 мсек) і надвисока надійність мережі. Ціль впровадження Інтернету Речей - автоматизація процесів аж до повного виключення участі людини. Споживачі можуть використовувати Інтернет Речей для управління мікрокліматом приміщень, управління автомобільними технологіями (замками, навігаторами, GPS), управління холодильним обладнанням, управління освітленням, управління захистом. Згідно досліджень, до 2022 року кількість пристроїв, задіяних в ІоТ, досягне 18 мільярдів пристроїв.*

*Ключові слова. ІТ-технології, Інтернет речей, сервіс, мережа, енергоефективні мікропроцесорні пристрої.*

А.Р. HNENNYI,

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Y.H. HORDIENKO

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

## INTERNET OF THINGS AS THE MAIN FACTOR OF INTRODUCING IT TECHNOLOGY IN THE MODERN COMPANY

*Annotation. The Internet of things is considered as the main factor of it-technologies introduction at the modern enterprise. Internet of things is one of the most popular concepts in modern futurology. The principles of using IoT technology in a public enterprise are defined. It is noted that IoT is more important than just adding connectivity to existing products or services, it is about changing the way the value of products and services is delivered. In the process, products become services, and services become more intelligent. Solutions built according to this concept are scaled from ordinary household devices to entire "smart" cities. The components of ecosystems necessary for the implementation of the Internet of Things are determined, the list of specialized standards used for data transmission between "smart" devices is specified: eMTC (enhanced Machine-Type Communication), EC-GSM-IoT (Extended Coverage - GSM - Internet of Things) and NB-IoT (Narrowband IoT). Typization of IoT projects depending on the type of device communication (mass and critical), the basic requirements to the characteristics of devices according to each type of IoT project are specified. The main requirement for solutions based on mass communication devices is high energy efficiency. Part of the projects for this type of communication are currently being implemented on the basis of GSM networks, but most of the solutions are built on the basis of LTE infrastructure. For solutions based on critical machine communications, ultra-low signal delay (less than 5 msec) and ultra-high reliability of the network are required. The purpose of the introduction of the Internet of Things - automation of processes up to the complete exclusion of human participation. Consumers can use the Internet of Things for premises microclimate management, automotive technologies (locks, navigators, GPS) management, refrigeration equipment management, lighting control, protection management. According to researches, by 2022, the number of devices involved in the IoT will reach 18 billion devices.*

*Keyword. It technologies, Internet of things, service, network, energy-efficient microprocessor devices.*

**Вступ.** На сьогоднішній день однією з найбільш обговорюваних концепцій в галузі комп'ютерних та інформаційних технологій є концепція «Інтернету речей». Вважається, що ця технологія – «the next big thing», тобто наступна революційна технологія, яка радикально змінить наш спосіб життя. Дана концепція вперше була сформульована Кевіном Ештоном – засновником видавничої групи Auto-ID при Массачусетському технологічному інституті в 1999 році.

Важливість і актуальність технології настільки очевидна країнам, що розвиваються, що з 2009 року Єврокомісія підтримує і допомагає організувати щорічну конференцію «Internet of Things», на якій

депутати Європарламенту та єврокомісари, європейські чиновники і керівники найбільших технологічних компаній Європи, вчені великих університетів представляють свої доповіді.

Відповідно до даної концепції кожен пристрій, яким користується людина повинен виходити в мережу Інтернет за допомогою енергоефективних мікропроцесорних пристроїв. Це дозволяє дати пристроям і мережам, що складається з них, безліч властивостей, якими вони раніше не володіли. Наприклад, можливість управляти і отримувати від них дані в реальному часі, збільшувати ефективність технологічних процесів за рахунок ефективної комунікації, усувати людський фактор в деяких аспектах виробничої діяльності.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** На сьогодні спостерігається стрімкий розвиток сучасних досліджень у сфері Інтернету речей. До найбільш актуальних публікацій варто віднести роботу В.М. Петрової, О.В. Куриленка, О.В. Фуртата [1], які розкрили нову концепцію Інтернету Речей (ІР), в якій число користувачів вимірюватиметься одиницями і десятками трильйонів. У основі клієнтської бази ІР лежать речі (пристрої, прилади, бази даних і так далі). Розглянуті фундаментальні характеристики концепції ІР і протоколи для мереж ІР.

Із зарубіжних вчених варто відзначити роботи Van Kranenburg R., Anzelmo E., Bassi A., Caprio D., Dodson S., Ratto M. [2], Li Y., Hou M., Liu H., Liu Y. [3], Tan L., Wang N. [4], Jia X., Feng O., Fan T., Lei Q. [5].

Проте, незважаючи на масштабність наукових досліджень питання вивчення Інтернету речей, як головного чинника впровадження ІТ-технологій на сучасному підприємстві залишається відкритим та потребує детального опрацювання.

**Мета дослідження.** Головною метою даного дослідження є вивчення Інтернету речей, як головного чинника впровадження ІТ-технологій на сучасному підприємстві.

**Основна частина дослідження.** Ідею Інтернету речей (Internet of things - IoT) високотехнологічні компанії та експерти обговорюють вже протягом багатьох десятиліть, і перший підключений до Інтернету тостер був представлений на конференції ще в 1989 році. За своєю суттю, IoT простий: мова йде про підключення пристроїв через Інтернет, дозволяючи їм спілкуватися з користувачами, додатками і один з одним. Популярним прикладом є смарт-холодильник. IoT, однак, ширший, ніж розумні будинки і підключені пристрої. Він масштабується до інтелектуальних міст – підключаючи світлофори через відстеження трафіка, або смарт-контейнери, які сигналізують, коли вони повинні бути очищені – і промисловості, з підключених до всього датчиків, від відстеження посилок до моніторингу сільськогосподарських угідь.

IoT важливий тому, що об'єкт, який може представити себе в цифровому вигляді, стає чимось більшим, ніж об'єкт сам по собі. В той же час, Інтернет речей є складною концепцією, щоб визначити її точно. IoT описує світ, де все, що завгодно, може бути підключене і спілкуватися в інтелегентній манері. Іншими словами, з Інтернетом речей фізичний світ стає однією великою інформаційною системою. Всі дані і автоматизоване їх використання є більш ефективним, а це означає, що буде споживатися менше енергії.

У більш широкому масштабі IoT може бути застосований до таких речей, як транспортні мережі "розумних міст", що допоможе зменшити кількість відходів і підвищити ефективність, наприклад, використання енергії; він допомагає зрозуміти і поліпшити, якість життя (Рис. 1).



Рис. 1 “Розумний світ”

Інтернет речей – одна з найпопулярніших концепцій в сучасній футурології. І більш того, одна з тих небагатьох, що вже перестають бути концепціями і втілюються в життя.

Згідно з найбільш поширеним формулюванням, інтернет речей – це концепція обчислювальної мережі фізичних предметів (тобто власне, речей), які оснащені технологіями для взаємодії один з одним.

Концепція передбачає, що Інтернет речей здатний серйозно вплинути на розвиток сучасного суспільства, оскільки дозволить багатьом процесам відбуватися без участі людини.

Інтернет речей (Internet of Things, скорочено IoT) – це глобальна мережа підключених до Інтернету фізичних пристроїв – «речей», оснащених сенсорами, датчиками і пристроями передачі інформації. Ці пристрої об'єднані за допомогою підключення до центрів контролю, управління і обробки інформації.

В окремих напрямках IoT, мабуть, виділилося в середині 2000 року, коли кількість пристроїв, підключених до всесвітньої павутини, перевищила число користувачів.

За даними Ericsson Mobility Report, сьогодні в світі налічується більше 16 млрд підключених пристроїв. До 2022 року – це число досягне 29 млрд, і 18 з яких будуть пристроями світу IoT.

Інтернет речей об'єднує реальні речі в віртуальні системи, здатні вирішувати абсолютно різні завдання. Ключова ідея концепції – з'єднати між собою всі об'єкти, які можна з'єднати, підключити до мережі, і за рахунок цього отримати синергію, щось на зразок « $2+2=5$ ».

Для реалізації IoT необхідна екосистема, яка включала б у себе «розумні речі» – різні пристрої, оснащені датчиками; мережу доступу і передачі інформації (мобільну або фіксовану – не важливо); а також платформи для управління мережею, пристроями і додатками. Пазл не складеться за відсутності хоча б одного із зазначених компонентів.

Для передачі даних від «розумних» пристроїв сьогодні існує кілька спеціалізованих стандартів. Стандарт eMTC (enhanced Machine-Type Communication) розгортається на основі мобільних мереж LTE, а EC-GSM-IoT (Extended Coverage – GSM – Internet of Things) працює поверх мережі GSM. Але найбільш популярний – стандарт NB-IoT (Narrowband IoT). Його особливість полягає в тому, що він може бути розгорнутий, як в мережах GSM або LTE, так і незалежно, окремою мережею.

Умовно можна розділити всі IoT-проекти на дві групи в залежності від типу комунікації пристроїв: масові (Massive MTC) і критичні (Critical MTC). Перед кожним типом стоять свої завдання, і кожен з них має свої вимоги до мережі. Масові IoT-проекти – це «розумні» будинки, лічильники, рішення для відстеження вантажоперевезень або сільського господарства тощо.

Такі рішення передбачають передачу невеликої кількості даних від величезної кількості сенсорів. Також ці рішення характеризуються некритичністю гарантованої передачі-отримання інформації. Якщо один раз з якої-небудь причини інформацію з лічильника не отримали – нічого страшного, оскільки дані будуть оновлені під час наступного сеансу передачі.

Основні вимоги тут – низька вартість пристроїв і їх мінімальне енергоспоживання. Частково такі проекти можуть бути реалізовані на основі GSM-мереж, але більшість дійсно масових рішень побудовані на основі інфраструктури LTE.

Що стосується рішень на основі «критичної» машинної комунікації, у них абсолютно інші запити. Насамперед – це ультранизька затримка передачі сигналу (менше 5 мсек) і надвисока надійність мережі.

Інтернет речей значно трансформує особисті та соціальні аспекти життя, а також бізнес і навіть цілі галузі. Також ця технологія має потенціал вирішити деякі глобальні проблеми сучасності.

У житті людей стане менше місця для побутових проблем, а значить – більше часу можна буде приділяти сім'ї, творчості, хобі. Підключені до Інтернету пристрої також дадуть людям більше можливостей для раціонального управління ресурсами. Вже сьогодні вони допомагають оптимально витратити тепло, воду, світло і економити на оплаті комунальних послуг.

Важливо відзначити, що зміниться не тільки життя окремих людей, а й цілих індустрій. Однією з найбільш схильних до змін галузей, мабуть, буде телеком, оскільки мобільні оператори потроху будуть змінювати свої бізнес-моделі від провайдерів мережі до провайдерів «розумних» сервісів і додатків.

Для реалізації багатьох сценаріїв використання IoT необхідне впровадження мереж 5G. Мережі п'ятого покоління дозволять знизити затримки, одночасно підтримувати величезну кількість підключень, продовжити службу «розумних» пристроїв до 10 років, а також домогтися неймовірних за нинішніми мірками швидкостей мобільної передачі даних.

Особливість 5G в тому, що в рамках однієї мережі буде одночасно підтримуватися робота додатків і пристроїв з широким спектром характеристик. Це досягається завдяки «сегментації» мережі на фрагменти, кожен з яких призначений для певних потреб.

Розвиток ринку буде залежати від безлічі факторів, але абсолютно точно всім учасникам цього процесу доведеться змінюватися набагато швидше, ніж це відбувається сьогодні.

Глобальне підключення змінює все. Бізнесмени та споживачі починають використовувати Інтернет речей для всього – починаючи від домашніх гаражних пристроїв для відкриття дверей до програм для розумних міст, які вирішують завантаженість трафіку та зменшують злочинність.



Рис. 2 Використання технології IoT на громадському підприємстві

Але IoT є більш важливим, ніж просто додавання підключення до існуючих продуктів або послуг. Насправді мова йде про зміну способу доставки цінності продуктів та послуг. У процесі продукти стають сервісами, а послуги стають все більш розумними.

IoT: контроль температури

Багато підприємств вже використовують IoT для керування термостатами.

Перемикаючи підключений термостат, підприємства можуть регулювати температуру в приміщенні. Підключений термостат скорочує кошти на охолодження та нагрівання приміщень. Це також зменшує ймовірність псування першого враження від кімнати з непривабливою і непридатною для проживання температурою.

Можна й далі вдосконалювати опалення та охолодження. Якщо підприємства об'єднують термостат з іншими датчиками, кондиціонер може автоматично вимикатись. Інша можливість полягає в тому, щоб використовувати автоматизоване покриття вікна, яке може зменшити коливання температури через сонячне світло. Час доби або температурні датчики можуть активізувати ці коригування навколишнього середовища.

Дзвінки з IoT

Телефон теж готовий до заміни. Одна велика можливість: використовувати динамік телефону для сповіщення. Наприклад, якщо звучить пожежна тривога, підприємство може надати інструкції або інформацію за допомогою системи сповіщення. Переговорний пристрій може бути корисним і в інших випадках.

Розпізнавання дотику пальця

Деякі підприємства, такі як готель Hilton, експериментують з підключенням дверних замків через Bluetooth. Таким чином гість зможе використовувати свій смартфон як ключ. Проте даний підхід сумнівним, адже подорож – це вже випробування для батареї смартфона. Власники смартфонів використовують їх як посадковий талон, для програм таксі, онлайн-читання та навігації, тому приїхати в готель з ввімкненим телефоном – велика удача.

Кращим підходом є будка для самостійної реєстрації, схожа на ті, що пропонують авіакомпанії. Додаток для смартфонів може відігравати певну роль, але окремий ключ з будки став би кращим рішенням. Сучасні карткові ключі є невеликими, водонепроникними та одноразовими, вони не потребують батареї.

Компанія Intel поділилася своїм баченням IT-тенденцій, які домінуватимуть в 2018-му році. На думку представників компанії основними трендами стануть пристрої на базі новітніх технологій, IoT (Інтернет речей), аналіз "великих даних" в охороні здоров'я, відмова від дротів і "розумні" міста. Пристрої на базі новітніх технологій мають все більший попит у покупців. Ця тенденція яскраво відбивається в сегменті цифрових рішень для зайняття спортом і фітнесом: в 2017г., згідно із звітом Gartner, було продано 70 млн пристроїв для моніторингу фізіологічних параметрів під час таких занять. Крім того, за даними Intel, в 2017 р. ринок "розумних" годинників також чекає значне зростання.

**Висновки.** У якості складної кіберфізичної системи «Інтернет речей» об'єднує різні пристрої, оснащені зондуванням, ідентифікацією, обробкою даних, комунікацією і володіють мережевими можливостями. Зокрема, датчики і виконавчі пристрої стають дедалі потужнішими, дешевшими і меншими, що призводить до їх повсюдного використання. Індустрія сильно зацікавлена в розгортанні IoT-пристроїв для розробки промислових додатків, таких як автоматичний моніторинг, контроль, управління, експлуатація та технічне обслуговування. Передбачається, що через стрімкий розвиток технологій і промислової інфраструктури «Інтернет речей» буде широко застосовуватися в промисловості. Наприклад, в харчовій промисловості інтеграція бездротових сенсорних мереж (WSN) і радіочастотної ідентифікації (RFID) служить для побудови автоматизованих систем контролю, моніторингу та відстеження якості продуктів харчування по всьому ланцюжку поставок.

#### Список літератури.

1. Петрова В.М. Інтернет речей / В.М. Петрова, О.В.Куриленко, О.В. Фуртат // Вісник АМУ серія «Техніка» Випуск 1 (9) – 2015. – С. 77-79.
2. Van Kranenburg R., Anzelmo E., Bassi A., Caprio D., Dodson S., Ratto M. The internet of things // Proc. 1st Berlin Symp. Internet Soc. Germany, Berlin, 2011.
3. Li Y., Hou M., Liu H., Liu Y. Towards a theoretical framework of strategic decision, supporting capability and information sharing under the context of Internet of Things // Inf. Technol. Manage. 2012. Vol. 13, No. 4. pp 205–216.
4. Tan L., Wang N. Future internet: The internet of things // Proc. 3rd Int. Conf. Adv. Comput. Theory Eng. (ICASTE). China, Chengdu, 2010.
5. Jia X., Feng O., Fan T., Lei Q. RFID technology and its applications in internet of things (IoT) // Proc. 2nd IEEE Int. Conf. Consum. Electron., Commun. Netw. (CECNet). China, Yichang, 2012.

#### References

1. Petrova V.M. Internet rechei / V.M. Petrova, O.V.Kurylenko, O.V. Furtat // Visnyk AMU seriia «Tekhnika» Vypusk 1 (9) – 2015. – S. 77-79.
2. Van Kranenburg R., Anzelmo E., Bassi A., Caprio D., Dodson S., Ratto M. The internet of things // Proc. 1st Berlin Symp. Internet Soc. Germany, Berlin, 2011.
3. Li Y., Hou M., Liu H., Liu Y. Towards a theoretical framework of strategic decision, supporting capability and information sharing under the context of Internet of Things // Inf. Technol. Manage. 2012. Vol. 13, No. 4. pp 205–216.
4. Tan L., Wang N. Future internet: The internet of things // Proc. 3rd Int. Conf. Adv. Comput. Theory Eng. (ICASTE). China, Chengdu, 2010.
5. Jia X., Feng O., Fan T., Lei Q. RFID technology and its applications in internet of things (IoT) // Proc. 2nd IEEE Int. Conf. Consum. Electron., Commun. Netw. (CECNet). China, Yichang, 2012.