

УДК 551.568.85

Гненний А.П. студент, Гордієнко Ю.Г професор д.т.н.
НТУ України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

АКТУАЛЬНІ МЕХАНІЗМИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОСОБИСТОСТІ В ІНТЕРНЕТІ РЕЧЕЙ

Гненний А.П., Гордієнко Ю.Г. Актуальні механізми ідентифікації особистості в інтернеті речей. Розкрито актуальні механізми ідентифікації особистості в Інтернеті речей. Наведено архітектуру IoT, яка включає чотири функціональних рівня. Запропоновано приклади веб-взаємодії з пристроями сенсорної мережі. Відокремлено 3 способи взаємодії з інтернет-речами: прямий доступ; доступ через шлюз; доступ через сервер. Оскільки локальні мережі інтернет-речей являють собою в основному бездротові сенсорні мережі, то шлюзи, використовувані в Інтернеті речей, аналогічні використовуваним в територіально-розподілених сенсорних мережах. Описано кілька способів організації шлюзів.

Ключові слова. Інтернет речей, мережа, бездротові стандарти, ідентифікація, сенсор.

Гненний А.П., Гордиенко Ю.Г. Актуальные механизмы идентификации личности в интернете вещей. Аннотация. Раскрыты актуальные механизмы идентификации личности в Интернете вещей. Приведена архитектура IoT, которая включает четыре функциональных уровня. Предложены примеры веб-взаимодействия с устройствами сенсорной сети. Обособленно 3 способа взаимодействия с интернет-вещами: прямой доступ; доступ через шлюз; доступ через сервер. Поскольку локальные сети интернет-вещей представляют собой в основном беспроводные сенсорные сети, шлюзы, используемые в Интернете вещей, аналогичные используемым в территориально-распределенных сенсорных сетях. Описано несколько способов организации шлюзов.

Ключевые слова. Интернет вещей, сеть, беспроводные стандарты, идентификация, сенсор.

Gnenny A.P., Gordienko Y. Actual mechanisms of personality identification on the Internet of things. Actual mechanisms of identity identification in the Internet of things are revealed. The architecture of the IoT, which includes four functional levels. Examples of web interaction with sensor network devices are offered. Isolation 3 way of interacting with the Internet of things: direct access; access through the gateway; access via server. Since the local networks of Internet of things are mostly wireless sensor networks, the gateways used in the Internet of things are similar to those used in geographically distributed sensor networks. Several ways to organize gateways are described.

Keyword. Internet of things, network, wireless standards, identification, sensor.

Вступ. Обмін даними в системах Інтернету речей зазвичай здійснюється за допомогою бездротових протоколів, придуманих десятки років назад. Саме бездротові стандарти обміну даними найкращим чином підходять для Інтернету речей. Пристрої Інтернету речей часто важко обслуговувати або вони зовсім знаходяться в недоступному місці. Очевидно, що вартість таких рішень не повинна бути високою, пристрої повинні бути енергоефективними, оскільки часто працюють в умовах відсутності промислової електричної мережі.

Різноманітність бездротових протоколів дивує, перерахуємо найбільш популярні з них. Bluetooth Low Energy – це стандарт, що активно розвивається, низького обміну даними в радіусі до 30 метрів, він енергоефективний і недорогий в реалізації. Wi-fi – високошвидкісний протокол обміну даними, застосовується для підключення пристрою до мережі Інтернет. Zigbee і Z-wave – два конкуруючих стандарти з комірчастою топологією (mesh), застосування яких дозволить з'єднати обладнання в єдину локальну мережу з точкою виходу в Інтернет, за вартістю реалізації – затратні та вимагають обов'язкової присутності концентратора для організації мережі. Крім розглянутих також широко застосовуються такі стандарти: 6LowPAN, Thread, NFC, Sigfox, а також стільниковий зв'язок [1].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питання ідентифікації особистості в Інтернеті Речей досліджувалося на сторінках робіт багатьох вчених. До їх числа варто віднести: П.І. Семенченко [2], яка дослідила IoT платформи, без яких майже неможливо уявити собі правильну і ефективну роботу пристроїв Інтернету речей. Виділяються і описуються механізми роботи, основні функції платформ і конкретні приклади того, як з їх допомогою можна поліпшити роботу окремого пристрою або мережі пристроїв в цілому.

Шварц Марко [3] описав процес розробки недорогих, але ефективних пристроїв для Інтернету речей на основі популярного мікроконтролера з функцією Wi-Fi ESP8266. Розказано, як читувати, відправляти і відстежувати дані через хмарні сервіси і дистанційно керувати пристроями звідки завгодно, застосовувати ESP8266 для взаємодії з соціальними мережами Twitter і Facebook, відправляти користувачам ESP8266 повідомлення по email, SMS і push-каналах, організувати міжмашинну взаємодію без участі людини, в тому числі через хмару. На практичних прикладах показано побудову простої системи домашньої автоматизації з керуванням

через хмару, а також розгортання власної хмарної платформи. Описано, як зробити дверний замок з керуванням через хмару, фізичний індикатор курсу валюти, бездротове садове обладнання та багато інших пристроїв на основі ESP8266.

У якості зарубіжних джерел варто відзначити роботи: Li S., Xu L., Wang X. [4], He W., Xu L. [5], Uckelmann D., Harrison M., Michahelles F. [6], Wang L., Xu L., Bi Z., Xu Y. [7].

Визначення мети та завдання дослідження. Метою даного дослідження виступає розкриття актуальних механізмів ідентифікації особистості в Інтернеті Речей.

Основна частина дослідження. Інтернет речей концептуально належить до мереж наступного покоління, тому його архітектура багато в чому схожа з відомою чотиришаровою архітектурою NGN. IoT складається з набору різних інфокомунікаційних технологій, що забезпечують функціонування Інтернету речей, і його архітектура показує, як ці технології пов'язані один з одним. Архітектура IoT включає чотири функціональних рівня (рис. 1), описаних нижче.

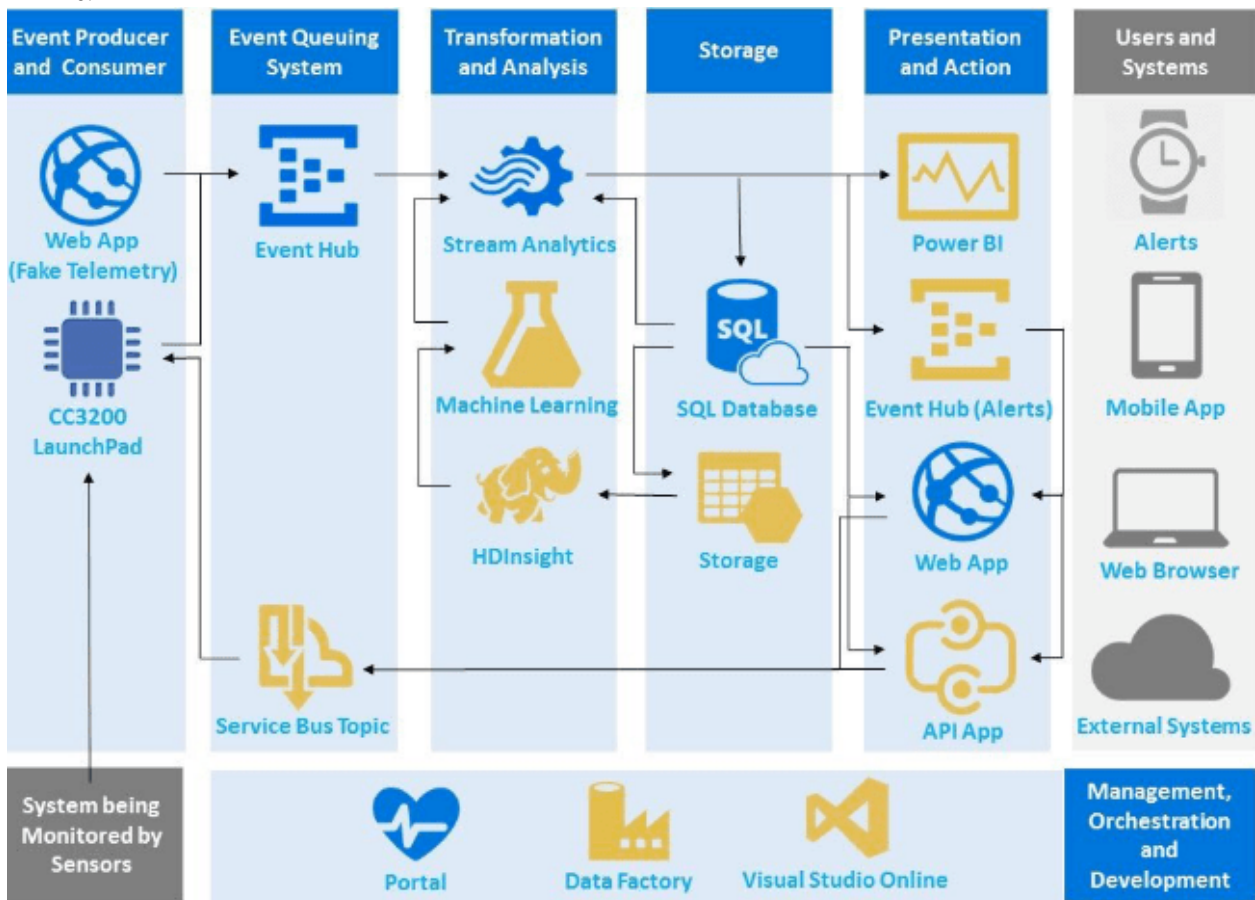


Рис. 1 – Архітектура IoT

1. Рівень сенсорів та сенсорних мереж.

Самий нижній рівень архітектури IoT складається з «розумних» (smart) об'єктів, інтегрованих з сенсорами (датчиками). Сенсори реалізують з'єднання фізичного та віртуального (цифрового) світів, забезпечуючи збір і обробку інформації в реальному масштабі часу. Мініатюризація, яка призвела до скорочення фізичних розмірів апаратних сенсорів, дозволила інтегрувати їх безпосередньо в об'єкти фізичного світу. Існують різні типи сенсорів для відповідних цілей, наприклад, для вимірювання температури, тиску, швидкості руху, місця розташування та ін. Сенсори можуть мати невелику пам'ять, даючи можливість записувати деяку кількість результатів вимірювань. Сенсор може вимірювати фізичні параметри контрольованого об'єкта/явища і перетворити їх в сигнал, який може бути прийнятий відповідним пристроєм. Сенсори класифікуються згідно з їх призначенням, наприклад, сенсори навколишнього середовища, сенсори для тіла, сенсори для побутової техніки, сенсори для транспортних засобів і т. д.

Більшість сенсорів потребує з'єднання з агрегатором сенсорів (шлюзом), які можуть бути реалізовані з використанням локальної обчислювальної мережі (LAN, Local Area Network), таких

як Ethernet і Wi-Fi або персональної мережі (PAN, Personal Area Network), таких як ZigBee, Bluetooth і ультраширокополосного бездротового зв'язку на малих відстанях (UWB, Ultra-Wide Band). Для сенсорів, які не вимагають підключення до агрегатора, їх зв'язок з серверами/додатками може надаватися використанням глобальних бездротових мереж WAN, таких як GSM, GPRS і LTE.

Сенсори, які характеризуються низьким енергоспоживанням і низькою швидкістю передачі даних, утворюють широко відомі бездротові сенсорні мережі (WSN, Wireless Sensor Network). WSN набирають все більшу популярність, оскільки вони можуть містити набагато більше сенсорів з підтримкою роботи від батарей і охоплюють великі площі.

2. Рівень шлюзів і мереж.

Великий обсяг даних, створюваних на першому рівні IoT численними мініатюрними сенсорами, вимагає надійної і високопродуктивної провідної або бездротової мережевої інфраструктури в якості транспортного середовища. Існуючі мережі зв'язку, що використовують різні протоколи, можуть бути використані для підтримки міжмашинних комунікацій M2M та їх додатків. Для реалізації широкого спектру послуг і додатків в IoT необхідно забезпечити спільну роботу безлічі мереж різних технологій і протоколів доступу в гетерогенній конфігурації. Ці мережі повинні забезпечувати необхідні значення якості передачі інформації, і перш за все по затримці, пропускну здатності та безпеці. Цей рівень складається з конвергентної мережевої інфраструктури, яка створюється шляхом інтеграції різноманітних мереж в єдину мережеву платформу. Конвергентний абстрактний мережевий рівень у IoT дозволяє через відповідні шлюзи декільком користувачам використовувати ресурси в одній мережі незалежно і спільно без шкоди для конфіденційності, безпеки і продуктивності.

3. Сервісний рівень

Сервісний рівень містить набір інформаційних послуг, спрямованих автоматизувати технологічні і бізнес-операції в IoT: підтримки операційної та бізнес діяльності (OSS/BSS, Operation Support System/Business Support System), різної аналітичної обробки інформації (статистичної, інтелектуального аналізу даних і текстів, прогностична аналітика та ін), зберігання даних, забезпечення інформаційної безпеки, управління бізнес-правилами (BRM, Business Rule Management), управління бізнес-процесами (BPM, Business Process Management) і ін.

4. Рівень додатків

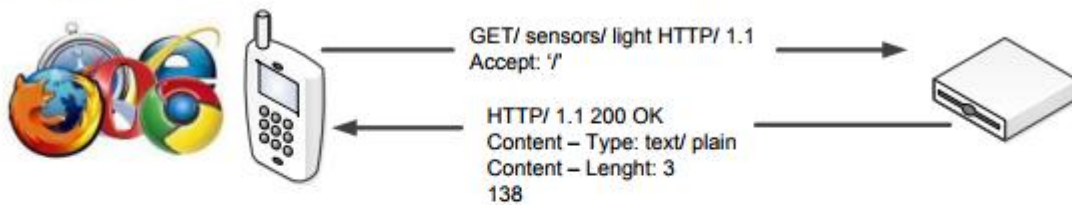
На четвертому рівні архітектури IoT існують різні типи додатків для відповідних промислових секторів і сфер діяльності (енергетика, транспорт, торгівля, медицина, освіта та ін.). Додатки можуть бути «вертикальними», коли вони є специфічними для конкретної галузі промисловості, а також «горизонтальними», (наприклад, управління автопарком, відстеження активів та ін), які можуть використовуватися в різних секторах економіки.

Складовою частиною Інтернету речей є Веб речей (WEB of Things, WoT), який забезпечує взаємодію різних інтелектуальних об'єктів («речей») з використанням стандартів і механізмів Інтернет, таких як уніфікований (стандартизований) ідентифікатор ресурсу URI (Uniform Resource Identifier), протокол передачі гіпертексту HTTP (HyperText Transfer Protocol), спосіб побудови архітектури розподіленого додатку REST (Representational State Transfer) та ін. Фактично WoT передбачає реалізацію концепції IoT на прикладному рівні з використанням вже існуючих архітектурних рішень, орієнтованих на розробку web-додатків.

Іншими словами, дані з розумних речей або управління ними повинно бути доступно через WWW-сторінки. На рис. 2 показано, як, використовуючи спеціальну сторінку в Інтернет через браузер можна зчитати дані з датчика світла в бездротовій сенсорній мережі або змінити колір четвертого індикатора в сенсорі.

Читання інформації з сенсора, наприклад зчитування показань датчика світла WEB-Клієнт.

Читання інформації з сенсора, наприклад зчитування показань датчику світла
WEB-клієнт



Управління акаунтом, наприклад, зміна кольору світлодіоду
WEB-клієнт

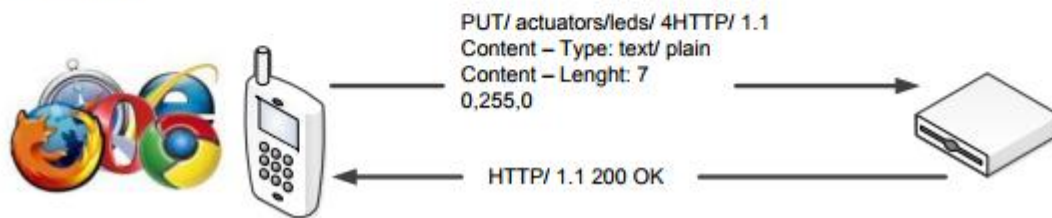


Рис. 2 Приклади веб-взаємодії з пристроями сенсорної мережі

Основні властивості WoT:

1. Використовує протокол HTTP для доповнення, а не в якості транспортного механізму передачі даних, як він застосовується для традиційних WWW-послуг.
2. Забезпечує синхронну роботу інтелектуальних (смайт) об'єктів через прикладний програмний інтерфейс REST (також відомий як RESTful API) і в цілому відповідає ресурсно-орієнтованій архітектурі ROA (Resource-Oriented Architecture).
3. Надає асинхронний режим роботи інтелектуальних об'єктів з використанням значною мірою стандартних Web-технологій, таких як Atom, містить формат для опису ресурсів веб-сайтів і протокол для їх публікації або Web-механізмів передачі даних, таких як модель роботи веб-додатку Comet, при якому постійне HTTP-з'єднання дозволяє веб-серверу відправляти дані браузеру без додаткового запиту з боку браузера.

Ці характеристики WoT забезпечують просту взаємодію інтелектуальних об'єктів через Інтернет, крім того вони реалізують однаковий інтерфейс для доступу і підтримки функціональності смайт-об'єктів.

З концепцією WoT перегукується ідея Семантичної павутини (Semantic Web) – це напрямок розвитку Всесвітньої павутини WWW, метою якого є представлення інформації у вигляді, придатному для машинної обробки. Термін «семантична павутина» був вперше відокремлений Тімом Бернерсом-Лі (винахідником Всесвітньої павутини) у травні 2001 року. Концепція семантичної павутини була прийнята і впроваджується Консорціумом Всесвітньої павутини W3C (World Wide Web Consortium).

У звичайній Павутині, заснованій на HTML-сторінках, інформація закладена в тексті сторінок і витягується людиною за допомогою браузера. Семантична ж павутина передбачає запис інформації у вигляді семантичної мережі за допомогою онтологій. Під онтологією розуміється формальний явний опис понять у розглянутій предметній області (класів). Онтологія разом з набором індивідуальних екземплярів класів утворює базу знань. Таким чином, програма-клієнт може безпосередньо отримувати з павутини факти і робити з них логічні висновки. Семантична павутина працює паралельно зі звичайною Павутиною і на її основі, використовуючи протокол HTTP і ідентифікатори URI.

Незважаючи на всі переваги, що надаються семантичною павутиною в разі її впровадження, існують певні сумніви в можливості її повної реалізації.

Вказуються різні причини, які можуть бути перешкодою до цього, починаючи з людського фактора (люди схильні уникати роботи по підтримці документів з метаданими, відкритими залишаються проблеми істинності метаданих тощо). Крім того необхідність опису метаданих так чи інакше призводить до дублювання інформації.

Кожен документ повинен бути створений в двох примірниках: розмічених для читання людьми, а також у машинно-орієнтованому форматі.

Використовують 3 способи взаємодії з інтернет-речами:

- 1) прямий доступ;
- 2) доступ через шлюз;
- 3) доступ через сервер.

У разі прямого доступу інтернет-речі повинні мати власну IP-адресу або мережевий псевдонім, за яким до них можна звернутися з будь-якого клієнтського додатку і вони повинні виконувати функції веб-сервера. Інтерфейс з такими речами зазвичай виконаний у вигляді веб-ресурсу з графічним інтерфейсом для управління за допомогою веб-браузера. Можливе використання спеціалізованого програмного забезпечення. В такі веб-пристрої повинен бути інтегрований прикладний програмний інтерфейс RESTful API для прямого доступу до них через Інтернет.

Недоліки такого способу очевидні: необхідність мати фіксовану адресу в мережі, що залежить від провайдера послуги зв'язку з Інтернетом таких речей; іншим виходом з ситуації є використання мережевого псевдоніма IP-адреси (alias), що вимагає постійного звернення інтернет-речі до спеціального сервера із запитом про оновлення мережевої адреси за псевдонімом; ліміт підключень до пристрою – викликано низькою якістю зв'язку інтернет-речей, а також їх слабкими обчислювальними ресурсами. Така проблема вирішується шляхом включення до складу інтернет-речі високопродуктивного обладнання і підключення речей до стабільного джерела зв'язку з Інтернетом. Це викликає необхідність у більшому споживанні енергії такою річчю і часто змушує робити такі речі стаціонарними, що живляться від постійних джерел електроенергії.

Якщо інтернет-речі не мають вбудованої підтримки протоколів IP і HTTP, а підтримують приватні протоколи, наприклад Bluetooth або ZigBee, то для взаємодії з ними можна використовувати спеціальний Інтернет-шлюз. Він є веб-сервером, який через інтерфейс REST API взаємодіє з IP-пристроями, і перетворює запити, що надходять від них до специфічного API пристрою, підключеного до цього шлюзу. Основна перевага використання Інтернет шлюзу в тому, що він може підтримувати кілька типів пристроїв, що використовують власні протоколи для зв'язку.

Доступ до інтернет-речей через шлюз є більш раціональним способом організації взаємодії і повністю витісняє метод прямого доступу в разі необхідності організації зв'язку бездротових сенсорних мереж або мережі Інтернет-речей з глобальною мережею Інтернет. Більшість стандартів бездротових сенсорних мереж не підтримують протокол IP, використовуючи власні протоколи взаємодії. Така особливість викликає необхідність наявності пристрою для ретрансляції повідомлень з сенсорної мережі в мережу Інтернет для сумісності протоколів.

Недоліки такого підходу ті ж, що й у випадку прямого доступу, але поширюються вони вже на шлюз.

Третя форма взаємодії пристроїв у IoT через сервер передбачає наявність посередника між інтернет-речами і користувачем і може бути реалізована за допомогою посередницької платформи даних. Даний підхід передбачає наявність централізованого сервера або групи серверів, в основні функції яких входить: приймання повідомлень від інтернет-речей і передача їх користувачам; зберігання прийнятої інформації та її обробка; забезпечення користувацького інтерфейсу з можливістю двостороннього обміну між користувачем та інтернет-річчю.

Основною метою використання посередницьких платформ даних є спрощення пошуку, контролю, візуалізації та обміну даними з різними речами». В основі даного підходу лежить централізоване сховище даних. Кожен пристрій, що має доступ в мережі Інтернет (прямий або через інтернет-шлюз), повинен бути зареєстрованим в системі, перш ніж він зможе почати передачу даних. При цьому істотно знижуються вимоги до продуктивності пристроїв, так як від них не вимагається виконання функцій веб-сервера. Набір інструментів, що надаються платформами, істотно спрощує розробку нових додатків для взаємодії та управління об'єктами WoT.

Такий спосіб доступу є найбільш раціональним і часто використовуваним, оскільки дозволяє перенести навантаження обробки запитів користувачів з інтернет-речей на централізований сервер, тим самим розвантажуючи слабкий радіоканал зв'язку інтернет-речей, переносючи навантаження на дротові канали зв'язку між сервером і користувачами.

Метод централізованого сервера також надає надійні засоби зберігання і обробки інформації, що дозволяє інтернету-речей взаємодіяти один з одним і користуватися хмарними обчисленнями. Даний підхід може використовувати також метод шлюзу для з'єднання локальних бездротових мереж з сервером.

В Інтернеті речей шлюз використовується не тільки для прямого зв'язку інтернет-речей з користувачем, але і при використанні централізованого сервера. Шлюзи служать засобом для об'єднання локальних мереж інтернет-речей з глобальною мережею і зв'язком з сервером управління або кінцевим користувачем. Оскільки локальні мережі інтернет-речей являють собою в основному бездротові сенсорні мережі, то шлюзи, використовувані в Інтернеті речей, аналогічні використовуваним в територіально-розподілених сенсорних мережах. Існує кілька способів організації шлюзів.

Перший спосіб полягає у використанні комп'ютерів, які мають точку доступу до глобальної мережі Інтернет, і кожна з об'єднаних мереж підключена до такого комп'ютера. Основними недоліками такого підходу є вартість і громіздкість.

Сенсорні мережі складаються з мініатюрних датчиків і повинні працювати автономно, однак територіально-розподілена сенсорна мережа при такому підході втрачає властивість автономності, оскільки тепер вона залежить від наявності електрики і точки доступу Інтернет на комп'ютері.

Другий спосіб полягає у використанні пристрою-шлюзу, що дозволяє з'єднати сенсорну мережу з найближчою провідною мережею, що має вихід в Інтернет. Такою провідною мережею, як правило, є Ethernet-мережа.

Третій спосіб полягає у використанні пристрою-шлюзу, який є повністю автономним і саме надає точку доступу до мережі Інтернет. Це можливо при використанні бездротових технологій передачі даних. Пристрій складається з одного передатчика, сумісного з сенсорною мережею і другого – сумісного з тією або іншою глобальною бездротовою мережею, сфера дії якої потрапляє сенсорна мережа. Такими мережами можуть служити GSM або WiMAX. Використання мережі GSM є більш економічним в плані енергоспоживання.

Існують також шлюзи, що надають доступ сенсорним мережам до найближчих мереж Wi-Fi для пошуку точки доступу до мережі Інтернет.

Таким чином, якщо необхідно організувати повністю автономну територіально-розподілену сенсорну мережу, то слід використовувати третій спосіб.

Якщо ж сенсорна мережа використовується як частина якоїсь великої провідної мережі, то немає необхідності в її повній автономності і можливо використання перших двох способів.

Висновки. Платформи IoT – це найвищий рівень інтелекту і призначеного для користувача інтерфейсу, який пов'язує підключені пристрої і веб-сервіси. Вони спільно визначають модель еталонної архітектури для IoT, беручи до уваги широкий спектр технологій, комунікаційних протоколів і стандартів. Платформа IoT повинна дозволяти зовнішнім користувачам або пристроям підключатися до неї, ґрунтуючись на моделі управління, яка є основою для прийняття рішення. Платформи IoT здатні координувати і керувати проблемами з підключенням, а також гарантувати безпеку і конфіденційність даних, якими обмінюється велика кількість мережевих пристроїв, одночасно долаючи проблеми взаємодії. Використання визначеного набору протоколів для обміну певними службами, об'єднання платформ дозволить оптимізувати використання ресурсів, поліпшити якість обслуговування і, швидше за все, скоротити витрати. Платформи IoT повинні мінімізувати складність збору і обробки великих обсягів даних, що генеруються в сценаріях IoT.

Пропонуючи інноваційні рішення, які забезпечують можливість самоврядування, самоконтролю і масштабованості платформи IoT дозволяють підприємствам створювати додатки для задоволення потреб цифрового бізнесу і стануть важливим елементом у розвитку цифрового єдиного ринку.

Підхід до розвитку інфраструктури «Інтернету речей» буде поетапним, що включає в себе розширення існуючих методів ідентифікації, таких як RFID.

1. «Інтернет вещей» в промышленности: обзор ключевых технологий и трендов // Ли Да Сюй (Li Da Xu), Ву Хе (Wu He) - whe@odu.edu, Шянчан Ли (Shancang Li) - shanchang.li@bristol.ac.uk, перевод Алексей Осотов. – <http://www.contrologrussia.com/internet-veshhej/klyuchevy-h-tehnologij/> (Станом на 10.04.2018)
2. Семенченко П.И. Обзор и анализ функциональных возможностей платформ для устройств интернета вещей / П.И. Семенченко // Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, 2017. – № 5. – С. 156-168.

3. Шварц Марко Интернет верей с ESP8266: Пер. с англ. – СПб.: БХВ-Петербург, 2018. – 192 с.
4. Li S., Xu L., Wang X. Compressed sensing signal and data acquisition in wireless sensor networks and internet of things // IEEE Trans. Ind. Informat. 2013. – Vol. 9. – No. 4.
5. He W., Xu L. Integration of distributed enterprise applications: A survey // IEEE Trans. Ind. Informat. 2014. – Vol. 10. – No. 1.
6. Uckelmann D., Harrison M., Michahelles F. An architectural approach towards the future internet of things // Uckelmann D., Harrison M., Michahelles F. Architecting the Internet of Things. USA, NY: Springer, 2011.
7. Wang L., Xu L., Bi Z., Xu Y. Data filtering for RFID and WSN integration // IEEE Trans. Ind. Informat. 2014. – Vol. 10. – No. 1.