

## РОЗДІЛ 4. ІОТ ПЛАТФОРМИ

### 4.1. Поняття IoT платформа

IoT-платформи об'єднують власне "речі" і "Інтернет". По суті - це ключовий інструмент розробки IoT-додатків і сервісів, що поєднує фізичні об'єкти і Мережу.

При цьому багато постачальників, які намагаються "тримати ніс за вітром", пропонують "IoT-платформи", які в корені відрізняються між собою. І в ряді випадків не є "платформою" в широкому сенсі слова, але абсолютно очевидно мають підстави себе такою вважати - є "річ", є якийсь ресурс в Інтернеті, який приймає / передає дані від / до "речі". І щось робить (намагається робити) з цими даними. Отже, претендувати на високе звання платформи цілком може. Притому, що чіткого і конкретного визначення IoT-платформи просто не існує.

На думку авторів "*IoT Analytics*", повноцінною IoT-платформою слід вважати таку платформу, яка дозволяє розробляти відповідні додатки / рішення (*IoT Application Enablement Platform*) [1].

А ось чотири типи платформ, які називають "IoT-платформами", проте вони не цілком підходять під класифікацію *IoT Analytics*:

➤ *Connectivity / M2M platforms*. Платформи в своїй роботі фокусуються на зв'язку розумних об'єктів через телекомунікаційні мережі, але рідко на обробці сигналів від датчиків (приклад такої платформи: *Sierra Wireless з продуктом AirVantage*).

➤ *IaaS backends*. Інфраструктура-як-сервіс-сервери, що надають хостінг-простір і обчислювальні потужності для додатків і сервісів, раніше оптимізували для десктопів і мобільних додатків, але зараз в фокус потрапив і IoT (приклад - *IBM Bluemix*, але не *IBM IoT Foundation*).

➤ *Hardware-specific software platforms*. Деякі компанії, що продають розумні гаджети, створюють власний програмний бекенд і міркують про нього, як про IoT-платформі. Але, так як ця платформа носить закритий для всіх інших характер, правомірність такого найменування сумнівна (наприклад - *Google Nest*).

➤ *Consumer / Enterprise software extensions*. Існуючі пакети корпоративного програмного забезпечення і операційні системи типу MS Windows 10 стають все більш відкритими для інтеграції IoT- пристроїв. В даний час ця область ще недостатньо розвинена, щоб називатися IoT-платформою, але майбутнє у неї дуже перспективне.

*IoT Analytics* виділили вісім компонентів повноцінної IoT-платформи:

➤ *Зв'язок і нормалізація (Connectivity & normalization)*: зведення різних протоколів і форматів даних в один "програмний" інтерфейс, гарантуючи точну передачу даних і взаємодію з усіма пристроями.

➤ *Управління пристроями (Device management)*: забезпечення належного функціонування підключених "Інтернет-речей", їх конфігурацію, безперебійну роботу, встановлення патчів і оновлень. Причому, не тільки ПО власне "речей", але і додатків, що працюють на пристрої або прикордонних шлюзах.

➤ *База даних (Database)*: тут все досить зрозуміло і прозоро – сховище даних від "речей", що масштабується. Вимоги до цих даних, спроба навести порядок в обробці і перенесення даних з, наприклад, різних "платформ" або зовсім до інформаційних систем "третьох осіб".

➤ *Обробка та управління діями (Processing & action management)*: дані, отримані від "речей" в кінцевому підсумку впливають на події в реальності. Отже "платформа" повинна вміти будувати процеси, "тригери подій" та інші "розумні дії" на основі конкретних даних датчиків.

➤ *Аналітика (Analytics)*: дані від "речей" є цінними самі по собі. Тому існування комплексу засобів їх аналізу є обов'язковою вимогою до "платформи". Якщо сюди включити ще й кошти кластеризації даних і глибокого машинного навчання аж до прогнозуючої аналітики, то цінність "платформи" очевидно зростає.

➤ *Візуалізація (Visualization)*: всю перераховану вище аналітику було б непогано показати таким чином, щоб людям було зрозуміло, приємно і красиво. Будувати графіки, моделі, просто візуалізувати те, що відбувається з "речами". Ну, і просто зручний інтерфейс [2].

➤ *Додаткові інструменти (Additional tools)*: набір інструментів, який дозволяє розробникам IoT створювати прототипи, тестувати і пробувати різні системи. Бажано, щоб не дуже заглиблюватися в код і програмування.

➤ *Зовнішні інтерфейси (External interfaces)*: інтеграція за допомогою платформи - одна з головних можливостей. Світ інтернет-розробки сьогодні не терпить замкнених рішень. Завжди може знадобитися передача і обмін зі сторонніми системами. Тому справжня IoT- платформа повинна мати інтерфейси прикладного програмування (*API*), комплекти розробки програмного забезпечення (*SDK*) і шлюзи.

## 4.2. Платформа Linux Foundation

Організація *Linux Foundation* представила новий спільний проект *EdgeX Foundry*, націлений на розвиток відкритої платформи для спрощення створення рішень на базі IoT-пристроїв. Метою *EdgeX Foundry* є надання універсальної модульної платформи для забезпечення взаємодії між IoT-пристроями, додатками і сервісами, а також створення екосистеми з компаній-виробників, що випускають сумісні і взаємозамінні компоненти для Інтернету речей. Платформа не прив'язана до обладнання конкретних постачальників і операційним системам, і розвивається незалежною робочою групою, під егідою *Linux Foundation* [3].

Платформа дозволяє створювати шлюзи, які б поєднували наявні IoT- пристрої і збирають дані від різних датчиків. Крім організації взаємодії з пристроями, в цій платформі шлюз виконує завдання по первинній обробці, агрегування та аналізу інформації, виступаючи проміжною ланкою між мережею з IoT-пристроїв і локальних керуючим центром або хмарної інфраструктурою управління. На шлюзах також можуть виконуватися обробники, оформлені у вигляді мікросервісів. Взаємодія з IoT пристроями може бути організовано по дротову або бездротову мережу з використанням *TCP / IP-мереж* і специфічних (НЕ-IP) протоколів.

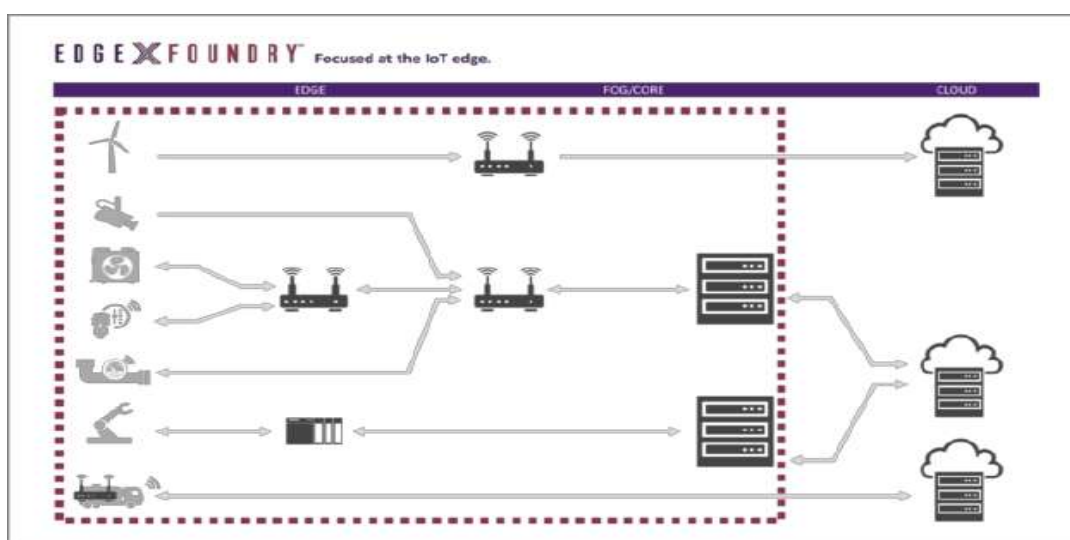


Рис. 4.1. Структура платформи Linux Foundation

Шлюзи різного призначення можуть об'єднуватися в ланцюжки, наприклад, шлюз першої ланки може вирішувати завдання з управління пристроями (*system management*) і забезпечення безпеки, а шлюз другої ланки (*fog-сервер*) зберігати дані, що надходять, виконувати аналітику і надавати сервіси (наступний слайд).

Система модульна, тому поділ функціональності на окремі вузли виконується в залежності від навантаження, в простих випадках достатньо одного шлюзу, а для великих IoT- мереж може бути розгорнутий цілий кластер [4].

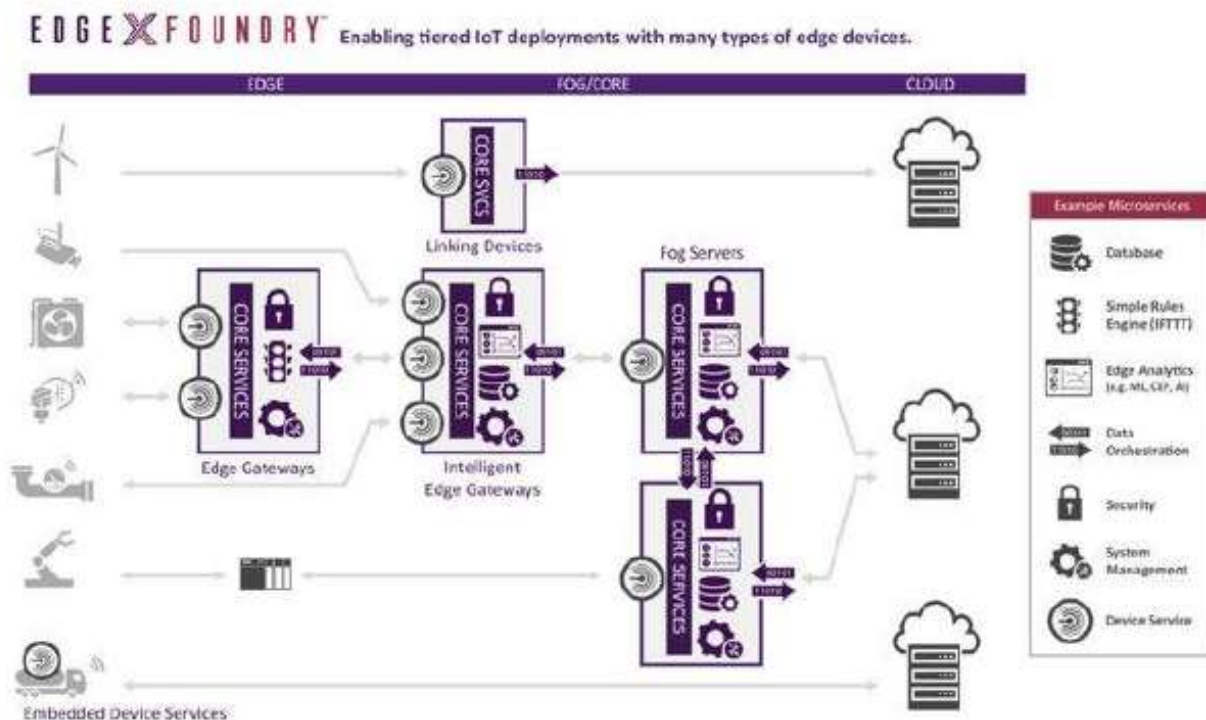


Рис. 4.2. Ланцюжки із шлюзів з різною функціональністю

В якості основи *EdgeX* виступає IoT-стек *Fuse*, який застосовується в шлюзах для IoT-пристроїв *Dell Edge Gateway*. Компанія *Dell* відкрила всі пов'язані з *Fuse* напрацювання під ліцензією *Apache 2.0* і передала права на проект під піклування *Linux Foundation*.

Консорціум *Linaro* увійшов в число учасників проекту і вважає, що *EdgeX* доповнює ініціативу *LITE (Linaro IoT and Embedded)*, зосереджену на низькорівневих компонентах для IoT-пристроїв. Згадується також робота по інтеграції *EdgeX* з ОС реального часу *Zephyr*, що розвивається *Linux Foundation* для Інтернету речей.

Проект *EdgeX* налічує понад 125 тисяч рядків коду і включає в себе добірку готових мікросервісів для аналізу даних, забезпечення безпеки, управління і вирішення різних завдань. Платформа може бути встановлена на будь-яке обладнання, включаючи сервери на базі CPU x86 і ARM, що працюють під управлінням *Linux*, *Windows* або *MacOS*. Для розробки мікросервісів можуть використовуватися мови *Java*, *Javascript*, *Python*, *Go* і *C / C++*. Для розробки драйверів для IoT-пристроїв і датчиків пропонується SDK [5].

Отже *EdgeX* не притримується рекомендацій, що зазначенні в моделях Всесвітнього форуму IoT та моделі від *MCE-T*. Ця платформа сильно розширює можливості шлюзу додаючи до можливості «перепакування» даних ще й функції туманних обчислень, таких як: первинної обробки даних та прийняття рішень в режимі реального часу (а не в часі транзакції при використанні хмарних сховищ), збереження, захист та аналіз даних.

Платформа має доволі широке поле застосування: безпека та спостереження, енерговиробництво, промисловість, розумний будинок, логістика. Для роботи с цією платформою найкраще підходять шлюзи від фірми *Dell*, адже вони використовують той самий стек *Fuse*.

### 4.3. Платформа AggreGate

*AggreGate* - це інтеграційна платформа для Інтернету речей, що пропонує швидке рішення п'яти головних завдань будь-якої IoT програми: отримання, зберігання, обробка, візуалізація даних та інтеграція з додатками рівня підприємства. На відміну від інших рішень, що надають базову інфраструктуру і комплекти розробника ПЗ для розробки вертикальних додатків, *AggreGate* пропонує не тільки інструменти візуальної розробки для побудови інтерфейсів кінцевих користувачів, а й ланцюжок обробки даних на сервері.

Незалежна від постачальника M2M платформа включає сотні драйверів пристроїв, що роблять можливим підключення будь-якого промислового або призначеного для користувача IoT пристрою. Крім застосування нормалізації даних на базі драйверів, *AggreGate* уможливує отримання даних через зовнішні або вбудовані Агенти, конвертери протоколів пристроїв, що забезпечують буферизацію даних і підключення до серверів, оптимізовані для ненадійних стільникових і супутникових каналів з низькою пропускнуою здатністю [6].

*AggreGate* підлаштовує існуючі технології M2M, віддаленого моніторингу та обслуговування під новий світ *IoT*, що ґрунтується на відкритих стандартах, впровадженні хмарних додатків, засобах зберігання і обробки великих даних, багатому інтерфейсі користувача в браузері на базі HTML5 і інші тенденції. Це економить роки розробки і мільйонні інвестиції в розробку масштабованих і надійних рішень для Інтернету речей, інтегрованих в підприємство.

У той час як більшість вендорів IoT платформ пропонують інфраструктуру нижнього рівня для збору і зберігання даних, а також пропонують кінцевому користувачеві API і SDK для розробки додатків, IoT платформа *AggreGate* пропонує комплексне візуальне конфігурування, яке включає налаштування ланцюжків обробки даних, правил прийняття рішень, географічних карт, інструментальних панелей продуктивності, форм введення даних і навіть динамічних компонентів інтерфейсу без необхідності написання програмного коду.

*Платформа AggreGate* скорочує капітальні витрати і термін впровадження для виробників обладнання та системних інтеграторів, що створюють нові рішення для Інтернету речей. Вона являє собою міцну основу для підключення IoT пристроїв до додатків управління і веб-інтерфейсів кінцевого користувача [7].

Платформа гарантує високий показник повернення інвестицій для будь-яких IoT проєктів, оскільки скорочує час простою системи і експлуатаційні витрати, підвищує ефективність і загальну задоволеність клієнтів.

Основними перевагами *AggreGate* є:

- *Широкі можливості підключення IoT пристроїв:* *AggreGate* підтримує великий набір комунікаційних протоколів, включаючи M2M / IoT, IT та протоколи автоматизації, а також такі загальні протоколи, як *SQL* і *SOAP*. Якщо операції запису і контролю підтримуються протоколом, *AggreGate* може їх використовувати.
- *Адаптована для M2M комунікацій:* Агенти встановлюють вихідні повідомлення з самим сервером. Це є ідеальним рішенням для стільникових і супутникових мереж, що не присвоюють білі статичні IP-адреси. Та ж технологія вирішує будь-які проблеми з брандмауерами і перетворенням мережевих адрес типових промислових мереж.
- *Єдина модель даних:* Єдина модель даних *AggreGate* надає загальний гнучкий підхід до конфігурації, контролю і моніторингу будь-яких пристроїв, джерел даних і системних об'єктів, незалежно від вендора, моделі, типу і цілі *Модульна, масштабована і надійна IoT архітектура:* Модульна архітектура хмарної IoT платформи *AggreGate* гарантує, що нові модулі зберігання, обробки і візуалізації даних можуть встановлюватися в ядро сервера як плагіни. Наприклад, додавання можливостей відстеження транспорту в існуючу M2M систему є справою звичайного встановлення пакета розширення.
- *Пакетна відкладена конфігурація пристроїв:* Не потрібно чекати, поки всі вони одночасно перейдуть у режим онлайн, достатньо внести зміни в конфігурацію і вони вступлять в силу в якомога більш стислі терміни.

- *Централізоване управління вбудованим ПО:* Централізоване оновлення вбудованого ПЗ та конфігурації вкрай важливо для будь-якої програми Інтернету речей. Ці оновлення можуть доставлятися пристроям користувача через центральний сервер за допомогою стандартних і приватних комунікаційних протоколів. Планування розподілу на нічні години не порушує роботу сервісів.
- *Дизайнер планів віддалених об'єктів:* Платформа для M2M додатків має вбудований візуальний редактор інтерфейсів. Це засіб побудови форм, графіків, звітів, таблиць, інтерфейсів і карт за допомогою миші. Не потрібно ніякого програмування навіть при побудові компонентів інтерфейсу з даними серверів / пристроїв.
- *Динамічні карти:* Відображають пристрої, групи, маршрути, геозони, з'єднання та інші об'єкти на географічних картах, що використовують будь-який ресурс, *наприклад Google Maps, Bing Maps, Open Street Map* та інші. Додайте до карт шари, елементи управління і вибору і візуально побудуйте будь-якого операторський інтерфейс.
- *Зведені інструментальні панелі станів:* Візуалізують групи пристроїв і КПЕ (ключові показники ефективності) в масштабі системи на інструментальних панелях операторів верхнього рівня, що мають багаторівневу деталізовану навігацію по індивідуальних пристроях і сервісах. Звіти користувача запускаються за кілька кліків.
- *Безпечні зв'язки між пристроями:* Всі зв'язки між серверами і агентами можуть встановлюватися через безпечні SSL з'єднання і стискатися, щоб відповідати GPRS / 3G / LTE і супутниковим каналам. Агенти досить розумні, щоб при необхідності відправляти тільки важливі події замість необроблених значень метрик.
- *Зберігання великих даних в хмарі:* Незважаючи на те, що всі реляційні бази даних корпоративного рівня підтримуються як системи зберігання даних пристроїв, потоки подій зі світу Інтернету речей можуть направлятися в хмару великих даних. Інтегроване сховище типу NoSQL може працювати як всередині сервера, так і в якості окремого кластера зберігання, що складається з декількох вузлів.
- *Тривоги і обробка подій:* Гнучкі можливості керування пристроями, що включають фільтрацію, агрегування, маскування, кореляцію, підтвердження подій і аналіз першопричин. Настроюються тривоги, що підтримують різні типи тригерів, повідомлень (звукові, спливаючі повідомлення, e-mail, SMS і т.д.), ескалацію і коригувальні дії.
- *Графіки і тренди:* Підтримка графіків надає величезний список типів графіків, включаючи динамічно оновлюванні. Тисячі властивостей графіків, що налаштовуються.  
Підтримка ліній трендів, що автоматично розраховуються.
- *Докладні звіти:* Інструмент створення звітів з розширеними можливостями, автоматичне створення звітів на базі будь-яких даних. Вбудований редактор звітів, роздруківка та експорт звітів в різні формати.
- *Безкоштовний комплект розробника ПЗ:* можна використовувати API з відкритим вихідним кодом для Java, .NET, C / ++ і мобільних пристроїв з метою розширення можливостей рішення для Інтернету речей та інтегрувати IoT сервіси в будь-які інші корпоративні системи.
- *Гнучка модель безпеки:* З самого початку *AggreGate* розроблявся із застосуванням багатоклієнтського, розрахованого на багато користувачів підходу. Тонко налаштовуються права доступу і рольовий контроль доступу нерозривно вбудовані в усі аспекти системи.
- *Відмовостійка кластеризація:* Всі головні технології IoT покладаються на сервіси високої доступності, що забезпечуються багатовузловим ВІДМОВОСТІЙКИМ кластером. Два рівня кластерів гарантують захист сервера *AggreGate* і лежить в основі бази даних. Власна технологія кластеризації не залежить від стороннього ПЗ або підтримки кластеризації операційною системою.
- *Розподілена архітектура:* На відміну від багатьох M2M платформ, *AggreGate* масштабується до тисяч мікросерверів, що працюють на одноплатних комп'ютерах *Linix* на базі ARM, а також до мільйонів пристроїв в хмарі пристроїв. Унікальна

багаторівнева розподілена архітектура дозволяє встановити дійсно пірингові відносини між усіма вбудованими та звичайними серверами. Це гарантує необмежену масштабованість за допомогою балансування функціоналу системи між багатьма серверами, розділеними на кілька рівнів.

#### 4.4. Платформа Everyware Cloud

*Everyware Cloud (EC) від Eurotech* є M2M / IoT-платформою, яка спрощує управління пристроями і збором даних шляхом підключення розподілених пристроїв через безпечні і надійні хмарні сервіси. Після того як пристрої будуть розгорнуті, *Everyware Cloud* дозволяє користувачам підключати пристрої, конфігурувати і управляти ними протягом всього життєвого циклу проекту.

Платформа *Everyware Cloud* може розгортатися як у публічній хмарі, так і в приватній. Для організації приватної хмари Eurotech пропонує спеціалізований *Everyware Server* - інтеграційну платформу M2M, розроблену для забезпечення додаткового рівня безпеки та конфіденційності за допомогою громадських хмарних технологій або без них, що охоплює всі можливості технології *Everyware Cloud*, виконану у вигляді надійного апаратного пристрою для забезпечення зручного і повного контролю в центрі обробки даних [8].

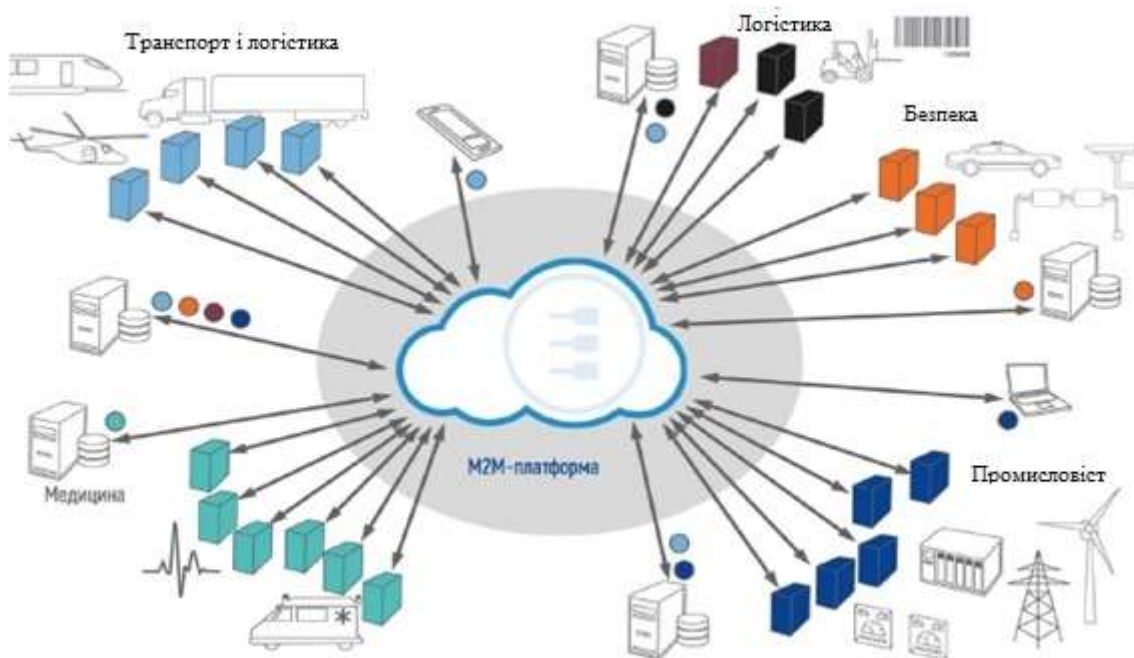


Рис. 4.3. Хмарна платформа Everyware Cloud

*Everyware Server* полегшує управління пристроями і даними при підключенні розподілених пристроїв до бізнес-додатків підприємства, з використанням безпечних і надійних протоколів зв'язку та обміну даними.

*Everyware Cloud* представляє собою програмну платформу, яка швидко з'єднує пристрої для створення і підтримки закінченого M2M-додатку. Вона забезпечує легкий шлях для підключення пристроїв до ІТ-систем і / або додатків.

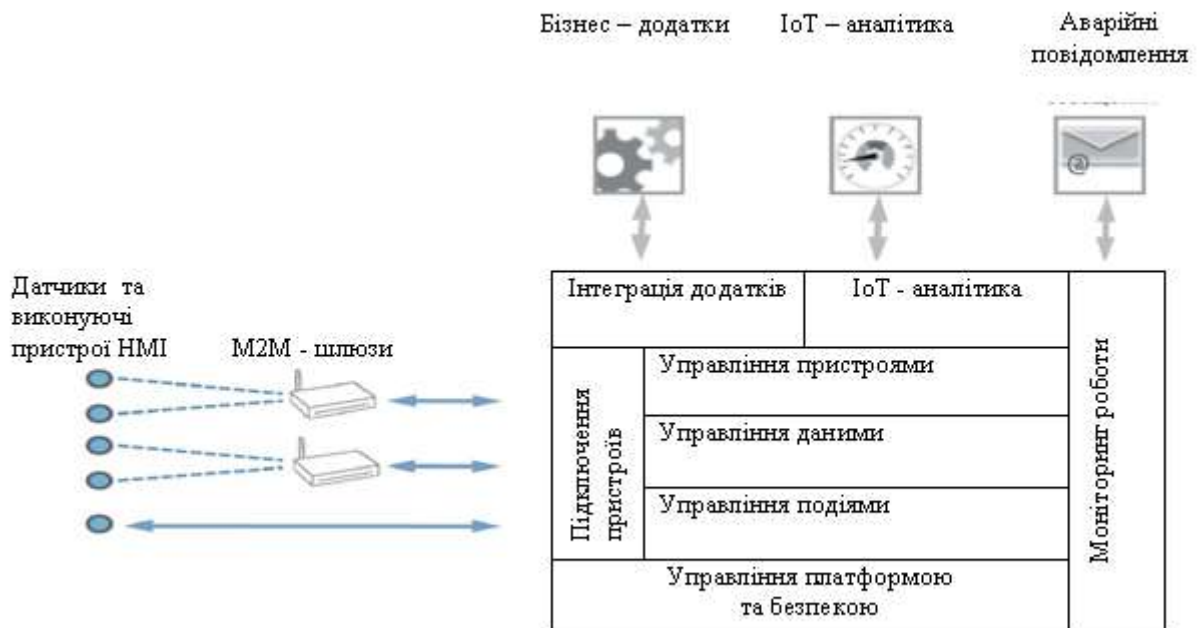


Рис. 4.4. Структура Everyware Cloud

*Eurotech Everyware Device Cloud (EDC)* - повністю закінчене рішення, яке містить спеціалізовані апаратні засоби, підключення і управління пристроями за допомогою *Eurotech Software Framework* і хмарні сервіси *Everyware Device Cloud Client* і *M2M* для обміну даними між польовими пристроями та бізнес-додатками підприємства [9].

IoT-платформа компанії Eurotech дає можливість спростити реалізацію складних проектів, дозволяючи отримати готове рішення швидше, ніж будь-коли раніше. Повна пропозиція включає:

- вбудовані комп'ютери і процесорні плати *Eurotech*, виконані на базі продуктивних процесорних платформ з низьким енергоспоживанням;
- операційну систему *Linux (Wind River, Yocto, Red Hat)* з повним набором інструментів для розробки і підтримки продуктів;
- програмний пакет *Everyware Software Framework (ESF)*, щоб спростити розробку додатків і підключення до мережі;
- хмарний клієнт *Everyware Device Cloud* для впровадження ефективних, надійних і захищених протоколів, що забезпечують дієвий зв'язок навіть в складних умовах;
- хмарний сервіс *Everyware Cloud* для миттєвого доступу до даних і управління пристроями через хмарні платформи.

### Висновки

Отже IoT платформи об'єднують речі та Інтернет. Основними вимогами до IoT платформи за IoT Analytics є:

- Зв'язок і нормалізація,
- Управління пристроями,
- База даних,
- Обробка та управління діями,
- Аналітика,
- Візуалізація,
- Додаткові інструменти,
- Зовнішні інтерфейси.

Було розглянуто ряд платформ, як відкриті, так і комерційні проекти. Роль шлюзів варіюється від звичайних маршрутизаторів для перепакування даних для роботи в мережі Інтернет до міні серверів, що знаходяться на межі між речами та Інтернетом і виконують