

Інфраструктура інформаційно- управляючих систем

© 2022 Тимошин Ю.А.

Концепція розвитку індустрії ІТ

- Загальносвітовою тенденцією є трансформація індустріального суспільства у постіндустріальне, що відбувається в умовах посилення глобалізаційних процесів, розширення сфери послуг і нематеріального виробництва у результаті науково-технічного прогресу, у тому числі масштабного, глибинного та динамічного проникнення інформаційно-комунікаційних технологій в усі сфери життєдіяльності особи, суспільства, суб'єктів господарювання та держави.

Концепція розвитку

- Розвиток індустрії ІТ по одному із напрямків:
 - ✓ По шляху Третьої промислової революції
 - ✓ По шляху Четвертої промислової революції
 - ✓ Розвитку “Суспільство 5.0”
 - Все визначають реальні бізнес-процеси
 - Нові технології повинні адаптивно реагувати на майбутні глобальні зміни

Треття промислова революція

Головною відмінною рисою нової методології є зміщення проектування нових продуктів в дизайн, тиражування складних об'єктів за допомогою 3-D технологій, використання досягнень нанотехнологій і нових наноматеріалів, доступності розподіленої і мобільної обробки великих даних

Треття промислова революція

Раціональне врахування впливу комплексу таких та інших різновекторних факторів, а також особливостей розвитку держави потребує розроблення скоординованих заходів щодо розвитку інформаційного суспільства та суспільства знань. На даний час для більшості держав розвиток інформаційного суспільства є одним з національних пріоритетів. При цьому *інформаційно-упраляючих технології* є необхідним інструментом соціально-економічного прогресу, одним з основних чинників інноваційного розвитку економіки.

Треття промислова революція

- Переведення виробництва на цифру - руйнівна хвиля технологічних змін, що визначає кінець промислового виробництва, яким ми його знаємо.
- У центрі третьої революції знаходилася електроніка та *інформаційні технології, автоматизовані виробництва*, розвиток Інтернета і мережевих технологій.

Треття промислова революція

- Збільшаться діапазон і різноманітність виробів, які можна економічно виготовляти дрібними партіями, більш гнучко і з меншими затратами праці в міру появи в аддитивному виробництві нових матеріалів, таких як вуглецеве волокно, і нанотехнологій.
- Поширення оцифровки прокладає шлях для складного моделювання та виготовлення креативних прототипів.
- Повсюдний перехід у виробництві до застосування *інформаційно-комунікаційних технологій*, що сприяв формуванню постіндустріального суспільства.

Треття промислова революція

- Буде незліченна кількість підприємців, що працюють в дрібних цехах, на дому і, звичайно ж, у гаражах. Вони зможуть виготовляти речі, які раніше ніколи не могли б бути виготовлені, в малих партіях, але високої якості.
- Розвиток розподілених джерел живлення, коли їх може бути в країні десятки чи сотні тисяч
- Все більше роботи буде виконуватися перед моніторами комп'ютерів.

Індустрія 4.0

- Складові:

- ✓ ***Internet of Things (IoT)***

- ✓ Internet of People (IoP)

- ✓ ***Big Data***

- ✓ Smart City, Smart Home, Smart Net

- ✓ ***Адитивне виробництво та кібер-фізичні системи***

- ✓ ***Industrial Internet of Things (IIoT)***

- ✓ Наступне покоління роботів (Smart Robots)

Індустрія 4.0

- Економічним лідером майбутнього в подібних умовах стане не власник виробничих потужностей, а власник кращої інженерної культури або постачальник ІТ сервісів.
- Виробництва будуть повертатися з слабо-розвинених країн до пост-індустріальних але на новій ІТ основі.

Індустрія 4.0

- Головним трендом зараз є **розвиток технологічних платформ**, які об'єднують попит і пропозицію і які ламають існуючі в економіці структури.
- Дуже глибокий вплив буде здійснюватися новими технологіями на природу громадської і національної безпеки.
- Характерним є перехід від систем з жорсткими зв'язками до **слабкозв'язаних систем**

Індустрія 4.0

- Головні впливи на бізнес:
- ✓ моніторинг очікування споживачів
- ✓ удосконалення продуктів і товарів «нальоту»
- ✓ спільні інновації, що базуються на комбінаціях технологій
- ✓ спільні організаційні форми взаємодії
- ✓ **кібер-фізичні системи** будуть об'єднуватися в одну мережу, зв'язуватися один з одним в режимі реального часу, самонастроюватися і навчатися новим моделям поведінки ...

Кібернетичні системи

Кібернетичні системи за ступенем складності розрізняють:

- Прості,
- Складні
- Надскладні.
- Деякі з них можуть бути детермінованими, а деякі - стохастичними.

Звідси отримаємо, наприклад, таку класифікацію систем:

1) **прості детерміновані системи:**

- холодильник з регулятором;
- розміщення верстатів в цеху;
- система автобусних маршрутів;
- розклад занять факультету;



Кібернетичні системи

2) складні детерміновані системи:

- ЕОМ;
- кольоровий телевізор;
- складальний автоконвейер;

3) надскладні детерміновані системи: шахи;

4) прості імовірнісні системи:

- лотерея;
- система статистичного контролю продукції на підприємстві;

5) складні імовірнісні системи: матеріально-технічного постачання на підприємстві; диспетчеризації руху літаків поблизу великого аеропорту; система управління виробничими роботизованими лініями;

6) надскладні імовірнісні системи:

- підприємство в цілому, включаючи всі його технічні, економічні, адміністративні, соціальні характеристики;
- суспільство;
- людський мозок.



Структура інформаційних систем

Таку структуру складають два класи ІС:

- I. Інформаційні системи загального і спеціального використання (бухгалтерські пакети, системи документообігу та діловодства, пошукові системи, системи обробки та зберігання даних, портали та системи доступу до БД та БЗ, системи адміністрування, САПР, інші), які не мають зворотнього зв'язку між входом та виходом.
- II. Інформаційні системи управління (ІУС), які мають зворотній зв'язок між входом і виходом об'єкту, що дає можливість корегувати та оптимізувати процеси обробки даних та інформації відповідно наперед визначених критеріїв, чим забезпечується більш ефективні процеси функціонування об'єктів управління.

Структура корпоративної ІС



Системи керування технічними системами

Класифікація ІКС технічними об'єктами:

- 1) вбудовані системи,
- 2) автономні системи,
- 3) локальні системи автоматики,
- 4) АСУ ТП у виробництві,
- 5) АСУ диспетчеризації,
- 6) комп'ютеризовані інтегровані системи **АСУП і АСУ ВП**

Складові інфраструктури ІУС

- 1) Структура інформаційних технологій підприємства
- 2) Кіберфізичні системи – інтелектуальні складові Smart City
- 3) Мережі передачі IoT даних, включаючи “сенсорні” та промислові мережі
- 4) Сенсори, датчики та виконавчі пристрої (актори)
- 5) Сегменти промислових систем *Industrial Internet of Things* (IIoT) з Промисловою хмарою (Industrial Cloud).
- 6) Забезпечуючи пристрої та їх інфраструктура (системи електроживлення і пневмостанції, т.п.)
- 7) Сервісні центри обслуговування та ремонту
- 8) Вузли проміжної обробки даних та сервери
- 9) Роботи різного сервісного та промислового призначення
- 10) Центри моніторингу та управління, регіональні ЦОД

Класифікація об'єктів управління відповідно організації їх інформаційної безпеки

Можна розділити всі об'єкти управління на дві групи з точки зору організації їх безпеки:

- 1) об'єкти управління для яких можна організувати “периметр безпеки”
- 2) об'єкти управління для яких не можливо створити “периметр безпеки”

До першої групи відносять організації та підприємства корпоративного рівня.

До другої – складні за інфраструктурою розподілені об'єкти, які є, наприклад, частиною Smart City і мають десятки чи сотні тисяч компонентів.

Корпоративні інформаційно- управляючі системи

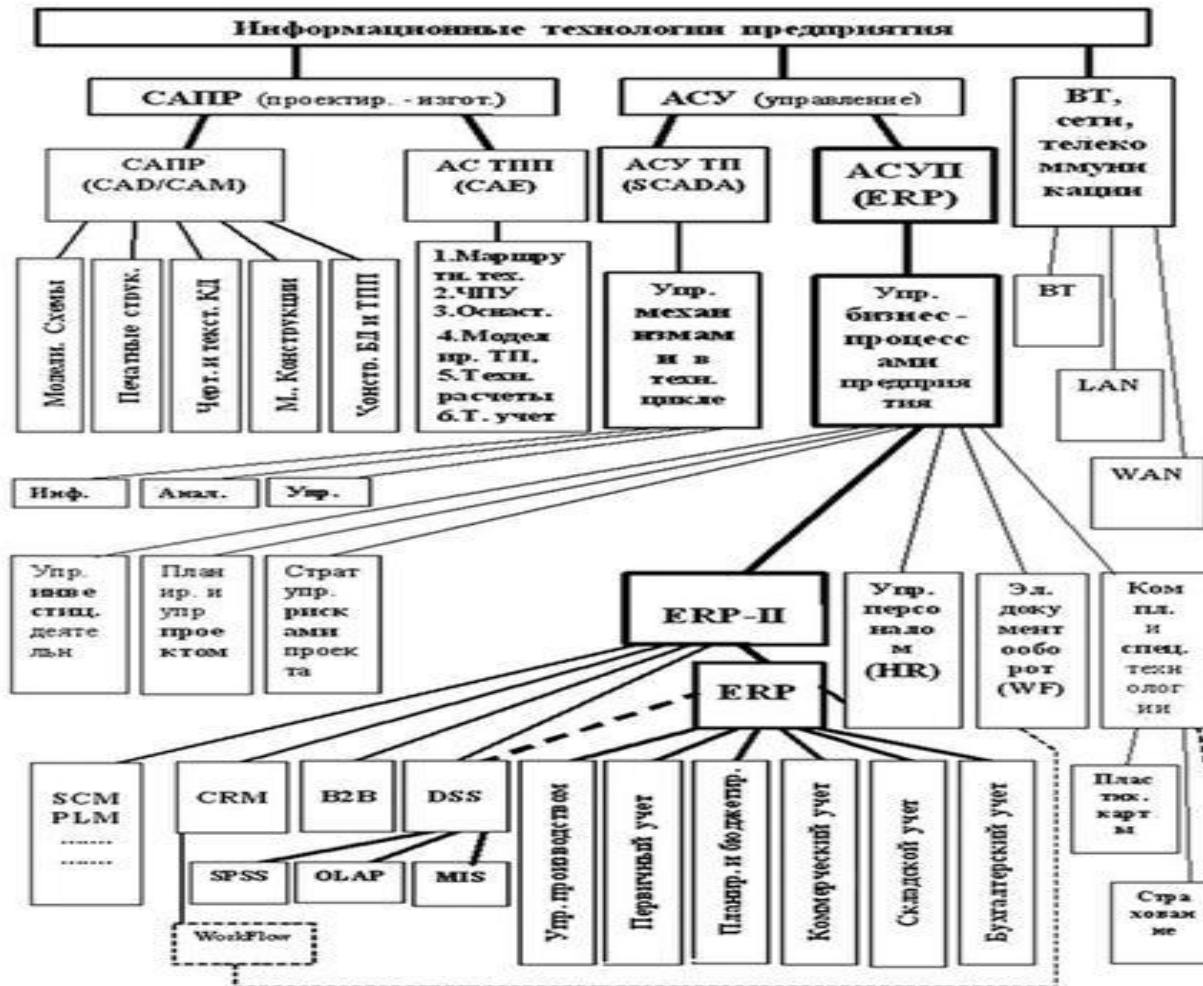
Інформаційна система управління для промислового підприємства повинна об'єднувати в собі три рівня управління процесами, що відбуваються на підприємстві:

1. управління бізнес процесами
2. управління проектно-конструкторськими розробками
3. управління технологічним процесом виробництва.

Структурна схема інформаційно-управляючої системи



Узагальнена структура інформаційних технологій підприємства



Узагальнена структура інформаційних технологій підприємства

- **САПР** – системи автоматизованого проектування/виготовлення (Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing – CAD/CAM);
- **АС ТПП** – автоматизовані системи технологічної підготовки виробництва (Computer Aided Engineering – CAE);
- **АСУ ТП** – автоматизовані системи управління технологічними процесами (Supervisory Control And Data Acquisition – SCADA);
- **АСУ П** – комплексна автоматизована система управління підприємством (Enterprise Resource Planning – ERP); WF – потоки робіт (WorkFlow);
- **CRM** – керування відносинами з клієнтами;
- **B2B** - електронний торговий майданчик ("онлайновий бізнес");
- **ERP-II** – розширення ERP системи за контури виробництва (т. е. ERP + CRM + B2B + DSS + SCM+ PLM и т. п.);
- **DSS** (Decision Support Systems) – система підтримки прийняття рішень (СППР);
- **SPSS** (Statistical Package for the Social Sciences) - "статистичний пакет для суспільних наук".
- **MIS** (Management Information System) – інформаційна система управління для DSS

Корпоративні інформаційно-управляючі системи

Сучасна автоматизована система управління бізнес процесами промислового підприємства повинна забезпечувати:

- 1) максимально можливий комплекс функцій для управління всіма бізнес - процесами підприємства: управління маркетингом і продажами, управління постачанням, управління фінансами, життєвий цикл виробу від конструкторських розробок до масового виробництва та сервісного обслуговування;
- 2) стратегію виробництва, орієнтовану на споживача, незалежно від того, розробляє підприємство продукцію під замовлення, відправляє її на склад, веде одиничне, дрібносерійне або багатосерійне виробництво;

Корпоративні інформаційно-управляючі системи

- 3) управління виробничим процесом і безперервне контролювання його параметрів на відхилення від допустимих значень, починаючи зі стадії планування замовлення на реалізацію до відвантаження готової продукції споживачеві;
- 4) реалізацію методики управління витратами і центрами витрат, яка вимагає планування собівартості виробів, затвердження планових нормативів і контроль відхилень фактичних витрат від їх нормативів для своєчасного вживання заходів. Облік витрат повинен здійснюватися за місцями їх виникнення і дозволяти управлінському персоналу вести аналіз;

Корпоративні інформаційно-управляючі системи

- 5) система повинна забезпечити єдність даних фінансового та управлінського обліку, а саме на основі виробничого плану і нормативної собівартості система розраховувати кошторис витрат на виробництво;
- 6) дані, що введені в систему мають бути доступні відразу після реєстрації господарської операції всім, хто відчуває в них потребу: від обліковця в цеху до керуючого підприємством. Це дозволить здійснювати контроль за виробництвом на рівні виробничих кошторисів у сучасних умовах функціонування підприємства.

Системи управління підприємства

Методології управління системами підприємства

1. ERP (ERP II) – системи
2. BPM – системи
3. RCM II (RCM2, RCM-2) – системи

Системи управління підприємства

Інструментарій для управління

- a) MRP – системи
- b) MES – системи
- c) CRM – системи
- d) ECM – системи
- e) BI – системи

ERP - СИСТЕМИ

- ERP (Enterprise Resource Planning / планування ресурсів підприємства) - організаційна стратегія інтеграції виробництва і операцій, управління трудовими ресурсами, фінансового менеджменту і управління активами, орієнтована на безперервну балансування і оптимізацію ресурсів підприємства за допомогою спеціалізованого інтегрованого пакета прикладного програмного забезпечення, що забезпечує загальну модель даних і процесів для всіх сфер діяльності.

ERP - системи

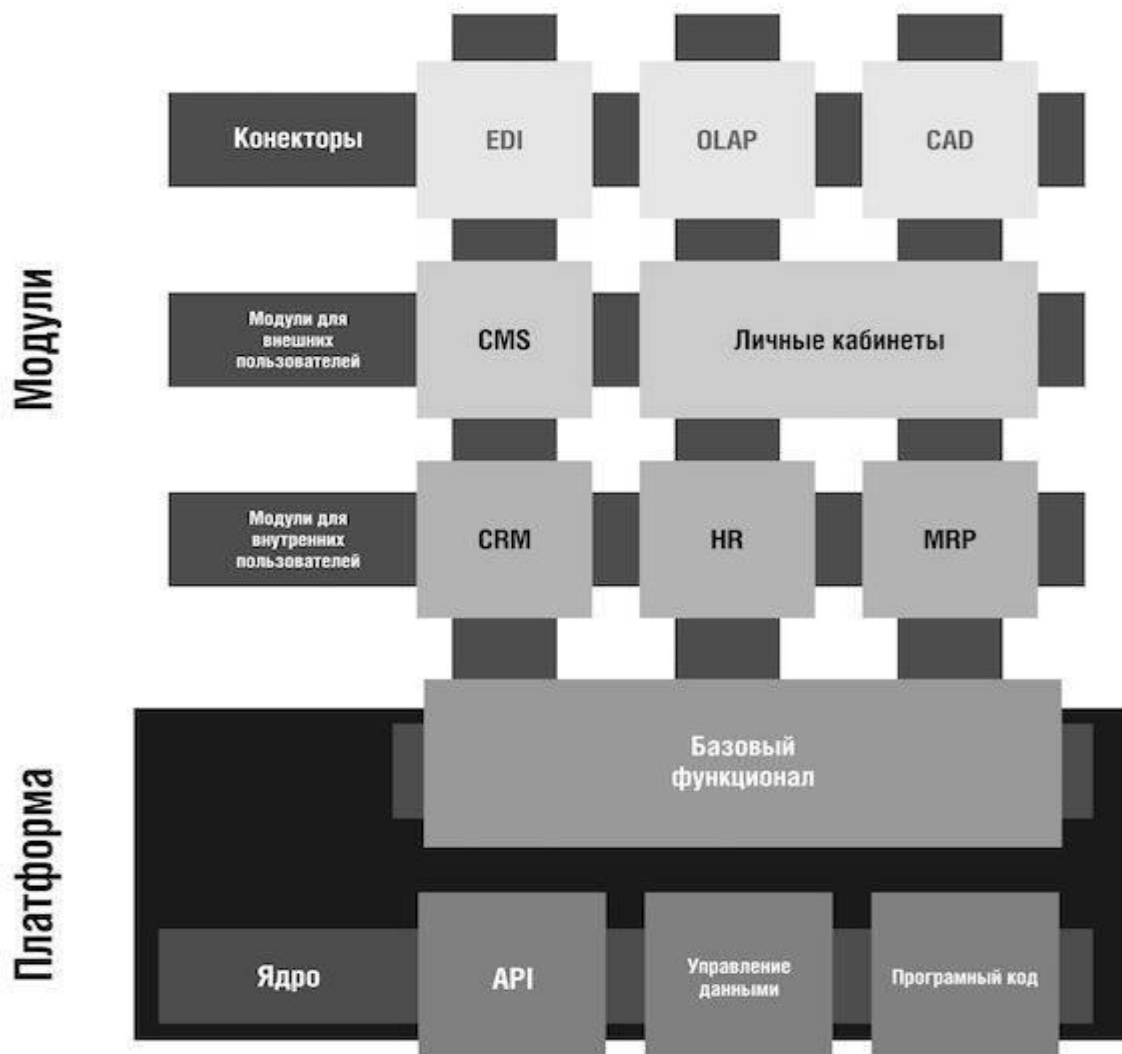
- ERP-система – конкретний програмний пакет, який реалізує стратегію ERP.
- ERP - це, перш за все, інформаційна система, яка дозволяє зберігати і обробляти більшість критично важливих для роботи компанії даних на основі єдиної СУБД.
- Складається з окремих функціональних модулів, що можуть додаватися до ядра чи від'єднуватися від нього.
- Є ERP універсального застосування (наприклад, R3) і є вузькопрофільні, які мають галузеве застосування (авіація/нафтопереробні процеси/хімія/...).

ERP - СИСТЕМИ

I. Властивості ERP - систем

- a) Архітектура ERP - по-справжньому модульна.
- b) Всі ERP-системи, незалежно від того, хто їх розробник, об'єднує загальна архітектура, яку можна описати таким чином:
 1. Платформа. Базові можливості і середовище для роботи модулів і компонентів. У код платформи зміни може вносити тільки розробник.
 2. Управління даними. База даних, в тому числі, зберігання і методи обробки (інтерпретації) даних. У цю категорію входять сховище даних на сервері, програмне забезпечення для роботи з БД, інструменти для інтерпретації та обробки даних.
 - Модулі. Компоненти, які підключаються до платформи в міру необхідності. Всі вони працюють з єдиною базою даних і застосовують базовий функціонал (в міру необхідності). В іншому модулі працюють незалежно один від одного, можуть «безшовно» підключатися і без проблем відключатися. Модулі діляться, в свою чергу, на кілька типів:
 - a) Модулі для зовнішніх структур;
 - b) Модулі для внутрішніх клієнтів

ERP - СИСТЕМЫ



ERP - СИСТЕМИ

II. Переваги ERP – систем:

- 1) У разі впровадження ERP системи створюється єдина база даних, в яку збирається вся інформація, яка використовується різними підрозділами.
- 2) Відсоток помилок значно знижується, так як дані вносяться в систему один раз однією людиною, після чого зчитуються автоматично усіма підрозділами в необхідному для роботи форматі і кодуванні.
- 3) Швидкість передачі даних при застосуванні єдиної бази стає миттєвою. Також і відмітка про оплату з'являється на замовленні відразу після того, як бухгалтерія отримала відомості з банку.
- 4) Знижується число помилок, пов'язаних з людським фактором, а ті, які все ж виникають, усуваються значно швидше. А тому ERP система необхідна компаніям, для яких швидкість і точність передачі даних між підрозділами є критичним фактором.
- 5) ви отримуєте єдину систему для автоматизації різних підрозділів вашої компанії плюс широкий перелік можливостей для розвитку.

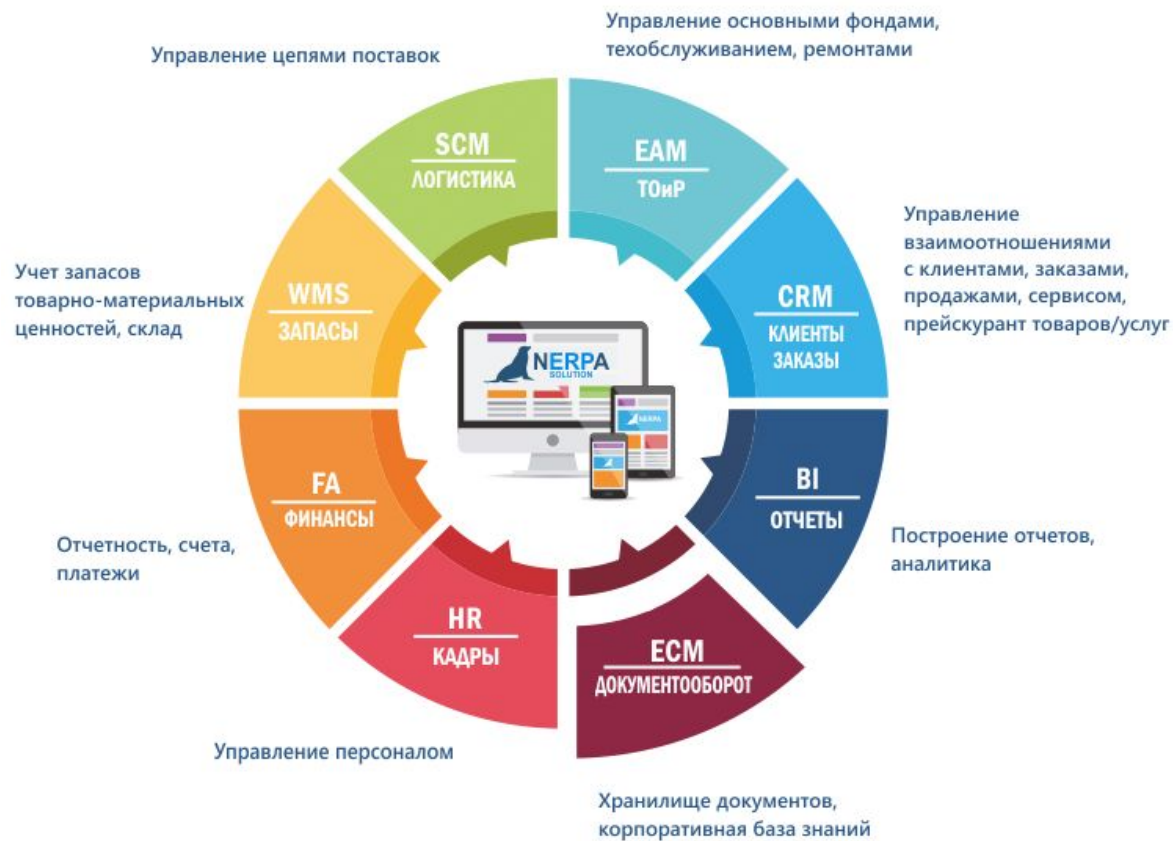
ERP - СИСТЕМИ

III. Недоліки ERP – систем:

Недоліки цього типу програмних продуктів є наслідком їх переваг.

- 1) Єдина база даних і єдина система породжують значну кількість зв'язків, високу складність самої системи і високі вимоги до апаратної (серверної) частини. А тому для організації роботи ERP-системи необхідно потужне обладнання, що тягне за собою відповідні витрати.
- 2) Ще одна проблема, яка дуже часто виникає при впровадженні ERP системи, це забезпечення безпеки даних. Так як в системі працюють всі підрозділи і співробітники компанії, то і права доступу необхідно налаштувати для кожного свої.
- 3) Якщо з тієї чи іншої причини перестає працювати ERP-система (відключається електрика або виникають інші проблеми на сервері), зупиняється робота всієї компанії.
- 4) ERP-системі притаманні недоліки, які характерні для всіх складних систем, а саме - складність входження в організацію і навчання персоналу, а також, відповідно, високий рівень витрат на впровадження.

Приклад структури блоків ERP



Функціональні компоненти ERP



Функціональна структура ERP

The screenshot shows a web browser window with the URL www.it.ua/products.php. The page displays a grid of functional modules for an ERP system, organized into several columns and rows. The modules are categorized into various business areas:

- Управление производством (Production Management):**
 - Планирование – базовый инструментарий
 - Управление производством и загрузкой мощностей - MRP/II
 - Оперативное календарное оптимизационное управление производством с учетом ограничений (APS/IMES)
 - Управление ремонтным производством
 - Управление проектным производством
 - Учет материальных ресурсов в производстве
 - Оптимальное планирование рецептурного производства
 - Управление качеством (TQM)
 - Рабочий календарь
- Управление бизнес-процессами и документооборотом (Business Processes and Document Management):**
 - Конструктор бизнес-процессов и потоков документов
 - Управление документооборотом материальных и финансовых потоков
 - Управление делопроизводством
- Логистика (Logistics):**
 - Управление закупками, снабжением и планирование материалов
 - Управление контрактно-договорной деятельностью
 - Управление сбытом
 - Управление взаимоотношениями с клиентами (CRM) и поставщиками (SRM)
 - Управление цепочками поставок (SCM)
 - Управление ценами
 - Учет запасов (складской учет)
 - Управление складом (WMS)
 - Учет путевых листов автотранспорта
- Управление проектами (Project Management):**
 - Управление проектами
- Управление основными производственными фондами (EAM) (Management of Fixed Assets):**
 - Управление структурой и нормативами ОПФ
 - Управление техническим обслуживанием и ремонтами (RCM 2)
- Анализ деятельности (Activity Analysis):**
 - Информационная система руководителя (KPI, BSC)
 - OLAP бизнес-анализ
 - Финансовый анализ
 - Прогнозирование
 - Оптимизация
- Бюджетирование и контроллинг (Budgeting and Controlling):**
 - Калькулирование плановой себестоимости
 - Калькулирование фактической себестоимости
 - Процессно-ориентированное управление затратами (ABCcost)
 - Финансовое планирование и бюджетирование
 - Связь с системами Клиент-Банк
- Бухгалтерский учет (Accounting):**
 - Финансово-расчетные операции, учет дебиторов-кредиторов
 - Учет фактических затрат на основное и вспомогательное производство
 - Учет ТМЦ, ТЗР и МБП
 - Учет основных средств и НМА
 - Налоговый учет
 - Главная книга. Баланс
 - Бухгалтерская отчетность
 - Учет и отчетность по МСФО
- Управление персоналом (HR Management):**
 - Управление кадрами
 - Штатное расписание
 - Табельный учет
 - Расчет заработной платы
 - Сдельная заработная плата
 - Планирование фонда оплаты труда
 - Управление компетенциями
 - Анкетирование
 - Управление кадровым резервом
 - Управление обучением
 - Управление охраной труда
- Администрирование (Administration):**
 - Управление доступом и безопасностью
 - Администрирование и аудит информационной базы
- Средства развития системы (System Development Tools):**
 - Конструкторы форм, запросов, интерфейсов, отчетов, моделей, базы данных, контекстной помощи, корпоративной рассылки, репликаций ...
 - API-интерфейс программирования

The browser window also shows a sidebar menu on the left with options like 'Биллинг', 'Бухгалтерский и налоговый учет', 'Администрирование системы', etc. The bottom of the browser shows the Windows taskbar with the date 26.05.2016 and time 17:43.

Рівні планування ERP - системи

- Ієрархія планів ERP – моделі підприємства



MES - СИСТЕМИ

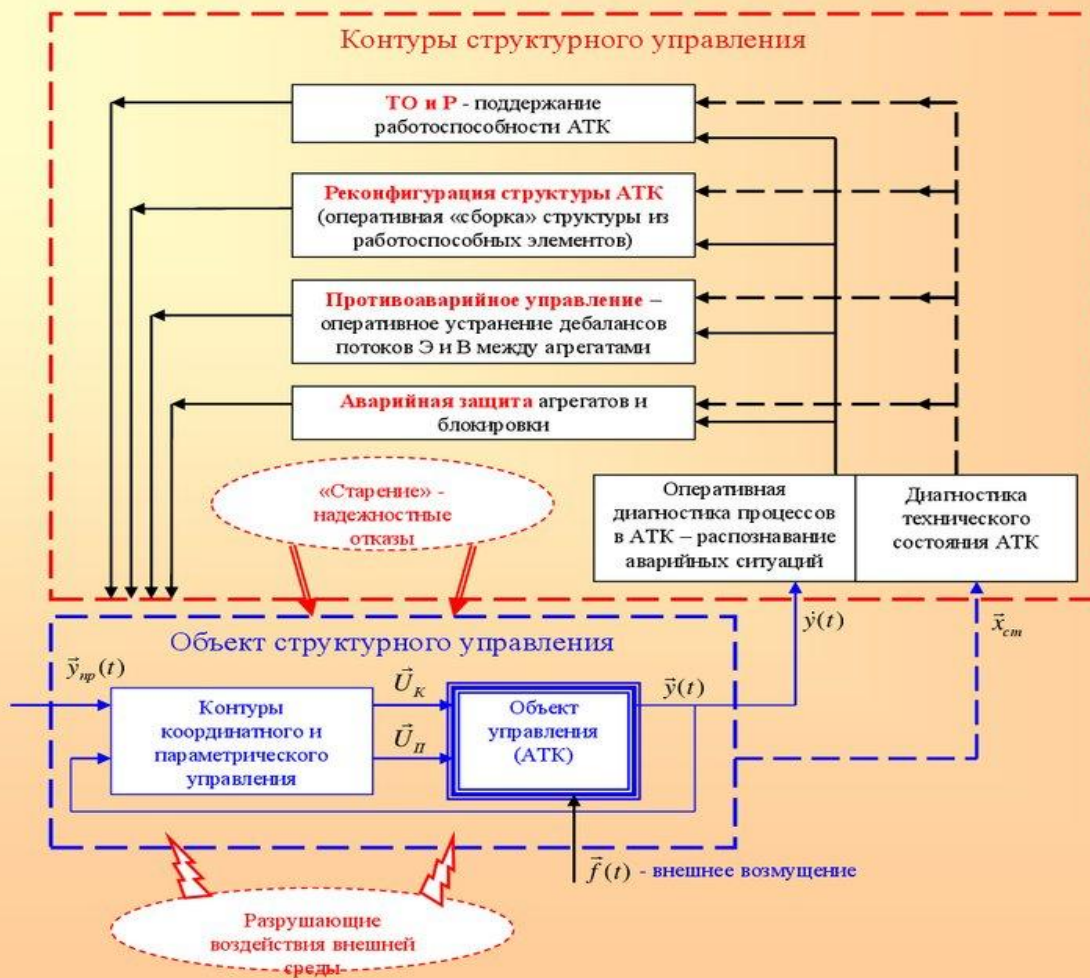
- MES (Manufacturing Execution System, система управління виробництвом) - це спеціалізована система, призначена для вирішення задач синхронізації, координації, аналізу та оптимізації випуску продукції.
- MES іноді розшифровують як Manufacturing Enterprise Solutions (корпоративні рішення для управління виробництвом); цей термін застосовується до всіх автоматизованих систем, орієнтованих на завдання управління виробництвом.
- Іноді терміном MES позначають сукупність функцій автоматизованої системи, що використовуються оперативного управління виробництвом лише на рівні цеху.

Функції MES-систем

: MES-системи виконують такі функції

- RAS (resource allocation and status) - Контроль стану та розподіл ресурсів.
- ODS (operations/detail scheduling) – оперативне/детальне планування.
- DPU (dispatching production units) – диспетчеризація виробництва.
- DOC (Document Control) - управління документами.
- DCA (data collection/acquisition) — збирання та зберігання даних, що циркулюють у виробничому середовищі підприємства.
- LM (labor management) – управління персоналом.
- QM (quality management) - управління якістю.
- PM (process management) - Управління виробничими процесами.
- MM (maintenance management) - управління техобслуговуванням та ремонтом.
- PTG (product tracking and genealogy) - відстеження та генеалогія продукції.
- PA (Performance Analysis) - аналіз продуктивності.

Основні контури управління MES-системи



MES-системи

У рамках створення цифрового підприємства вирішуються завдання:

- створення інфраструктури даних реального часу,
- підвищення ефективності виробничої діяльності,
- використання передиктивної діагностики обладнання,
- створення цифрових двійників та прогнозної аналітики для оптимізації витрат.

Впровадження MES системи дозволяє вивести ефективність будь-якого підприємства на новий рівень.

MES-системи

Передумови створення комплексної інформаційної системи виробництва:

- Відсутність можливості виявлення втрат, моніторингу розподілу об'єктів, а також високі витрати на енергетичні ресурси
- Відсутність взаємозв'язку між ERP системою та рівнем АСУ ТП у частині отримання даних реального часу
- Немає можливості розрахувати основні показники ефективності щодо: роботи обладнання, споживання енергоресурсів, даних реального часу, якості продукції.

MES-системи

- До системи не підключено частину джерел даних, як результат, втрачається критично важлива для підприємства інформація
- Під час підготовки звітності підприємства, має місце людський чинник (вона готуватися (вручну), що, своєю чергою, викликає сумніви у її достовірності
- Основну частину свого часу персонал витрачає не так на аналіз інформації, але в її збирання.

MES-системи

Нині основним стандартом, який визначає реалізацію функції MES, є ISA-95, згідно з яким можна визначити:

- Як виготовляти продукт.
- Доступні ресурси (тобто що може бути зроблено);
- Розклад (тобто що і коли робити).
- Продуктивність (тобто що коли було вироблено).

MES-системи

До комплексної системи оперативного управління виробництвом входять:

- Планування виробництва. Його основним завданням є формування оптимальних з економічної точки зору планів всіх без винятку виробничих процесів
- Диспетчеризація виробництва. Головним завданням диспетчерського управління є забезпечення ритмічного та злагодженого ходу всіх процесів на виробництві
- Управління якістю. На сьогоднішній день, глобальним вирішенням сучасних завдань у галузі управління якістю, яке дає фахівцям можливість бути на 100% впевненими у результатах контролю якості (причому на будь-якому з етапів виробництва) – є лабораторно-інформаційна система

MES-системи

- Управління енергоресурсами. Ця підсистема реалізує автоматизацію процесів аналізу, планування, обліку вироблення, і навіть споживання та розподілу електричної і теплової енергії, і навіть інших типів енергоресурсів
- Предиктивна діагностика та облік напрацювання обладнання. Основним призначенням цієї системи є безперервний моніторинг за функціонуванням технологічного устаткування.
- Виробничий облік. Його головним завданням є автоматизація та регламентація бізнес-процесів розрахунку матеріальних та енергетичних балансів, визначення місць та причин виникнення виробничих втрат, а також аналіз достовірності вимірювань.

MES-системи

- Аналіз ефективності виробництва (розрахунок ключових показників KPI). Система призначена для розрахунку в реальному режимі часу ключових показників фактичної роботи виробництва на основі технологічних даних, інформації з якості та енерговитрат.

BPM системи

- BPM (Business Process Management, управління бізнес-процесами) - концепція процесного управління організацією, що розглядає бізнес-процеси як особливі ресурси підприємства, що постійно адаптуються до постійних змін. Основні принципи цієї концепції — зрозумілість та прозорість бізнес-процесів. Досягається це рахунок їх моделювання з використанням формальних нотацій, використання програмного забезпечення для симуляції, моніторингу, моделювання та аналізу бізнес-процесів, динамічного перебудови моделей бізнес-процесів силами персоналу та засобами програмних систем.
- BPM відповідає на такі питання: яка, де, коли, навіщо і як виконується робота, хто відповідає за її виконання.

VRM системи

- Основною відмінністю від інших способів управління є те, що результат діяльності оцінюється не за якістю виконання окремих функцій кожним з підрозділів організації, а за сукупним результатом, отриманим під час виконання всіх функцій, по всьому ланцюжку створення цінності.
- Основна мета VRM – підвищення ефективності системи управління.

BRM системи

BRM-система містить, як правило, наступний набір базових функціональних модулів:

- 1) Репозиторій бізнес-процесів - єдине сховище описів бізнес-процесів, що забезпечує спільну роботу всіх заінтересованих осіб.
- 2) Засіб моделювання бізнес-процесів - візуальна утиліта, що дозволяє відображати бізнес-процеси у загальноприйнятій нотації.
- 3) Засіб налаштування бізнес-правил - середовище розробки, що дозволяє описувати детальні правила для бізнес-процесів. Наприклад, алгоритми вибору виконавців для конкретних завдань, перевірки коректності введених даних, стикування із зовнішніми системами та ін.
- 4) Робочий портал — середовище, в якому користувачі, залучені до бізнес-процесів, отримують та виконують свої завдання.

ВРМ системи

- 5) Засоби для інтеграції інформаційних систем, що використовуються в компанії, на рівні бізнес-процесів, які виконуються в ВРМ-системі. Реалізується за допомогою стикувальних модулів для завантаження/вивантаження інформації, ініціації необхідних дій (за виконання конкретних завдань бізнес-процесу) у зовнішніх системах компанії: ERP-системі, CRM-системі тощо.
- 6) Засоби аналізу та формування звітів — система оперативної та аналітичної звітності, що формується за поточним статусом та результатами виконання бізнес-процесів.
- 7) У системі IT-Enterprise продукти класу ВРМ входять до складу двох рішень: "Продажі" та "Документообіг та ВРМ".

RCM II – системи забезпечення надійності обладнання

- RCM II (RCM2, RCM 2, RCM-2, Reliability Centered Maintenance, обслуговування, спрямоване на забезпечення надійності обладнання) - стратегія управління основними виробничими фондами (ОПФ).
- Головним принципом її є недопущення відхилення параметрів стану обладнання до значень, що призводять до порушення функціонування об'єкта чи системи у конкретному виробничому оточенні.
- Методологія RCM заснована на концепції, згідно з якою метою обслуговування є не підтримка кожної одиниці обладнання у бездоганному стані, а забезпечення надійності критичних для діяльності підприємства виробничих та технологічних процесів.

CRM системи

[Customer Relationship Management](#) (*Система управління взаємовідношеннями з клієнтами*) дозволяє досягнути:

- Прискорення роботи менеджерів означає, що вони зможуть більше часу приділяти власне продажу, а отже, підвищити обсяги угод.
- Зростання продажів і підвищення середнього чека дають збільшення прибутку.
- Підвищення прибутку дає можливість більше ресурсів вкладати в зростання бізнесу.
- Розвиток бізнесу дає ще більший прибуток, а також можливість керівнику стати главою великої успішної компанії.

Типова функціональність CRM системи



CRM системи

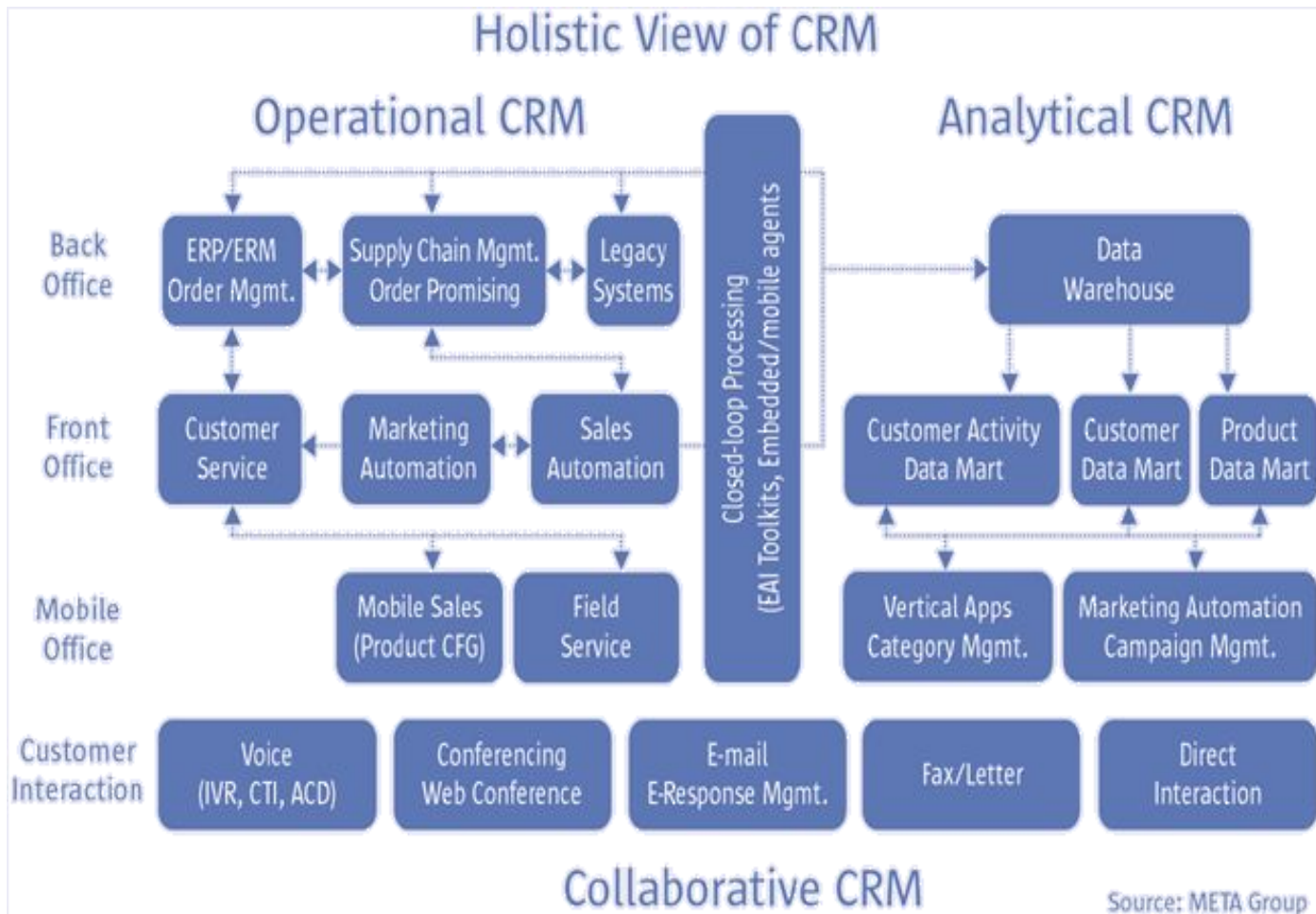
- CRM-система (Customer Relationship Management або Управління відносинами з клієнтами) - це - прикладне програмне забезпечення для організацій, призначене для автоматизації стратегій взаємодії з замовниками (клієнтами), зокрема, для підвищення рівня продажів, оптимізації маркетингу і поліпшення.
- Основна мета впровадження CRM-стратегії - створення єдиної екосистеми по залученню нових і розвитку існуючих клієнтів.
- Система підходить для компаній будь-якого розміру і будь-якої галузі - банків, агентств нерухомості, великих виробничих підприємств, транспортних компаній, дистриб'юторів, телекомунікаційних компаній, державних установ і багатьох інших

CRM системи

CRM-система може включати:

- фронтальну частину, що забезпечує обслуговування клієнтів на точках продажів з автономною, розподіленою або централізованою обробкою інформації;
- операційну частину, що забезпечує авторизацію операцій і оперативну звітність;
- сховище даних;
- аналітичну підсистему;
- розподілену систему підтримки продажів: репліки даних на точках продажів або смарт-карти.

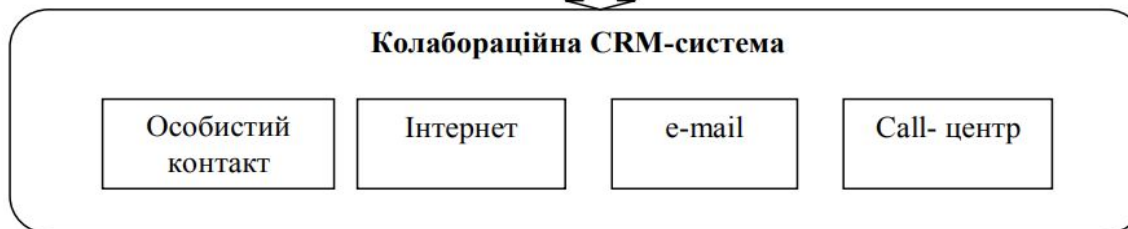
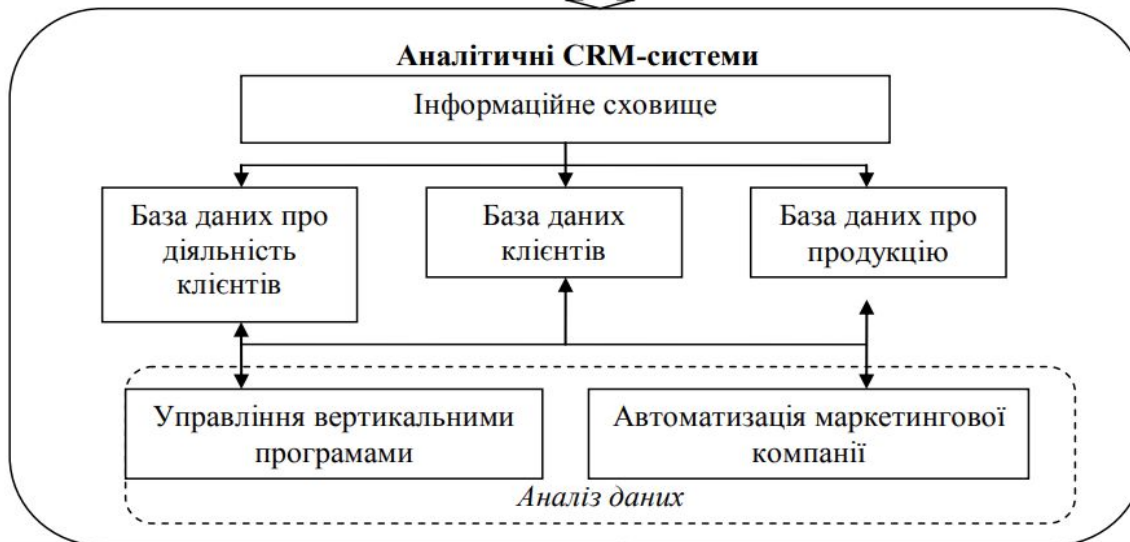
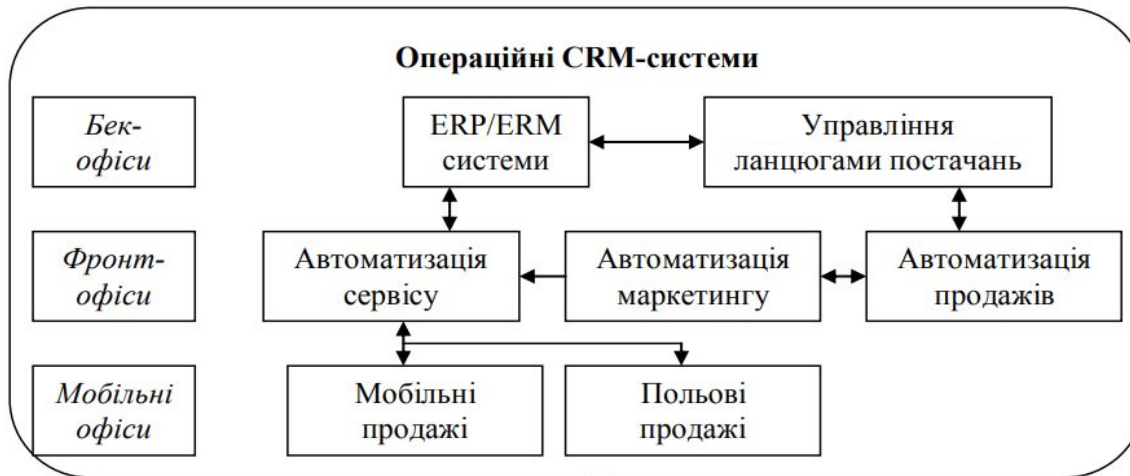
CRM СИСТЕМЫ



CRM системи

Класифікація за рівнем обробки інформації:

- a) *Операційний CRM* - реєстрація та оперативний доступ до первинної інформації щодо подій, компаній, проектів, контактів.
- b) *Аналітичний CRM* - звітність і аналіз інформації в різних розрізах (структура продажів, аналіз результатів маркетингових заходів, аналіз ефективності продажів в розрізі продуктів, сегментів клієнтів, регіонів і інші можливі варіанти).
- c) *Колаборативний CRM* (англ. Collaboration - співпраця; спільні, узгоджені дії) - рівень організації тісної взаємодії з кінцевими споживачами, клієнтами, аж до впливу клієнта на внутрішні процеси компанії (опитування, для зміни якостей продукту або порядку обслуговування, веб-сторінки для відстеження клієнтами стану замовлення, повідомлення по SMS про події, пов'язані із замовленням, можливість для клієнта самостійно вибрати і замовити в режимі реального часу продукти і послуги



CRM системи

Типи CRM- систем

Є два типи таких систем:

- а) рівня локального програмного забезпечення,
- б) рівня хмарної CRM-системи

CRM системи

Локальна CRM

- Роблячи вибір на користь локальної CRM, компанії необхідно заздалегідь придбати підписку на її використання. З огляду на той факт, що програмне забезпечення розташоване на серверах самої компанії, локальна CRM стане хорошим вибором для організацій з суворою політикою безпеки.
- При виборі локальної CRM процес розгортання зажадає більше часу і ІТ-ресурсів. Завданням покупця також є забезпечення постійного обслуговування локальної системи, постачальник не несе відповідальності за бездоганну роботу серверів замовника.
- У той же час, постачальник надає технічну підтримку, яка дозволяє вирішувати критичні проблеми.

CRM системи

Хмарна CRM

- Програмне забезпечення як послуга (SaaS) зберігає дані на серверах сертифікованого хмарного провайдера. У цьому випадку користувачі мають повний доступ до бази даних, де б вони не знаходилися. Постачальник несе відповідальність за безперебійну роботу системи і забезпечує всі необхідні оновлення та підтримку.
- Важливим є те, що хмарна CRM має високу масштабованість. Це означає, що організація може легко розширювати не тільки функціональні можливості системи, але і її продуктивність у міру зростання вимог бізнесу.
- Єдиною вимогою до доступності хмарної системи є надійне підключення до Інтернету.

Системи управління контентом організації

- ECM (Enterprise Content Management, управління корпоративним контентом) – стратегічна інфраструктура та технічна архітектура для підтримки єдиного життєвого циклу неструктурованої інформації (контенту) різних типів та форматів.
- ECM-система забезпечує управління цифровими документами та контентом інших типів, а також зберігання, обробку та доставку контенту в рамках організації. У цьому контент то, можливо слабо структурованим, тобто. представляти собою електронні документи з різними наборами полів, малюнки, креслення, графіки, презентації, скановані зображення, повідомлення електронної пошти, веб-сторінки, відео, аудіофайли тощо.

Системи інтелектуального аналізу даних - ВІ

- 1) ВІ (Business Intelligence, інтелектуальний аналіз даних, бізнес-аналітика) - комп'ютерні методи та інструменти для організацій, що забезпечують переведення транзакційної ділової інформації у форму, придатну для бізнес-аналізу, а також засоби для роботи з обробленою таким чином інформацією.
- 2) ВІ спочатку займається очищенням, консолідацією даних, перетворенням їх у зручний для аналізу формат, наступні завдання – інтерпретувати велику кількість даних, загострюючи увагу лише на ключових факторах, що впливають на ефективність, моделювати результати різних варіантів дій, відстежувати результати прийняття рішень. Основне призначення ВІ – це саме прийняття рішень для бізнесу.
- 3) ВІ підтримує ухвалення безлічі бізнес-рішень - від операційних до стратегічних.

Системи B2B, B2C, C2C, B2G

- Це бізнес-моделі інтерактивної взаємодії в Інтернет середовищі.
- Бізнес-модель логічно описує яким чином організація створює, поставляє клієнтам і набуває що-небудь.
- Моделі B2B, B2C, B2G, C2C - є засобами інтерактивної взаємодії між організаціями та клієнтами або з державними структурами.

Системи B2B, B2C, C2C, B2G

- B2B (англ. Business to Business) - термін, що визначає вид інформаційного та економічної взаємодії, класифікованого за типом взаємодіючих суб'єктів, в даному випадку - це юридичні особи.
- B2B - скорочення від англійських слів, в буквальному перекладі - бізнес для бізнесу. Це сектор ринку, який працює не на кінцевого, рядового споживача, а на такі ж компанії, тобто на інший бізнес. Прикладом B2B- діяльності може послужити виробництво барних стійок або надання рекламних послуг: фізичним особам реклама ні до чого, а от іншим організаціям вона необхідна.

Системи B2B, B2C, C2C, B2G

- Business-To-Consumer (B2C - Бізнес для Споживача) - форма електронної торгівлі, метою якої є прямі продажі для споживача.
- B2C ефективний для усунення відмінностей між великими містами та віддаленими регіонами в сенсі доступності товарів і послуг для споживача. B2C дозволяє вести прямі продажі з мінімальною кількістю посередників.
- Усунення посередників дає можливість встановлювати конкурентні ціни на місцях і навіть збільшувати їх (виключаючи винагороду посередників), що, природно, призведе до зростання прибутку.

Системи B2B, B2C, C2C, B2G

- B2C є одним з ланок в ланцюжку сучасних бізнес-процесів, і ця ланка буде бізнес-відносини наступного плану взаємодій: "Бізнес-клієнт".
- B2C - це концепція побудови бізнес-процесів підприємства та комплекс Інтернет-технологій та інструментів, що забезпечують підвищення прозорості підприємства і полегшують його взаємодію з клієнтами. Один з найбільш популярних інструментів B2C - Інтернет-магазин.

Системи B2B, B2C, C2C, B2G

- C2C (Customer-to-Customer) - система "взаємини між споживачами" некомерційного характеру.
- B2G (business-to-government) - відносини між бізнесом і державою. Зазвичай термін використовується для класифікації систем електронної комерції. Прикладом B2G-систем можуть служити системи електронних держзакупівель.

Рівні автоматизованих систем керування техпроцесами

- **Нижній рівень АСК.** Безперервне регулювання технологічних параметрів (температури, тиску, тощо) і програмно-логічне керування різними механізмами (засувками, клапанами, двигунами, конвеєрами, тощо). Сьогодні базою нижнього рівня є програмовані логічні контролери (Programmable Logical controller).
- **Верхній рівень АСК.** Супервізорний рівень, або SCADA. Також його можуть називати НМІ (Human-machine interface), людино-машинний інтерфейс або НМІ / SCADA. Супервізорне керування полягає в ідентифікації ситуації на об'єкті і видачі завдань на нижній рівень.

Системи оперативного контролю технологічними процесами

- Система оперативного контролю технологічним процесом або Автоматизована система керування технологічним процесом (АСК ТП) (англ. process control system або industrial control system; ICS) — автоматизована система у вигляді комплексу програмних і технічних засобів, призначена для вироблення та реалізації курувальних дії на технологічних об'єктах керування згідно з прийнятими критеріями керування.
- Під АСК ТП зазвичай розуміється комплексне рішення, що забезпечує автоматизацію основних технологічних операцій на виробництві в цілому або якійсь його ділянці, що випускає відносно завершений продукт.

Системи оперативного контролю технологічними процесами

В зарубіжній літературі для позначення АСК ТП зазвичай використовуються терміни “Process Control Systems”, “Industrial control system” або “Automatic Control Systems”.

АСК ТП здійснює реалізацію впливів на об'єкт керування в темпі перебігу технологічного процесу, тобто в реальному часі, при цьому забезпечує керування об'єктом в цілому, а її технічні засоби беруть участь у виробленні рішень з керування.

Системи оперативного контролю технологічними процесами

В АСК ТП реалізується автоматизований процес прийняття рішень з керування технологічним процесом як єдиним цілим, для чого в ній застосовують різне «інтелектуальне» автоматичне обладнання обробки інформації, в першу чергу сучасні багатофункціональні, високопродуктивні промислові комп'ютери.

Системи оперативного контролю технологічними процесами

АСК ТП характеризується єдністю і взаємодією трьох основних складових, до яких відносяться:

- **об'єкт керування** — це технологічні процеси з агрегатами, апаратами, установками та ін. із засобами забезпечення матеріальних потоків, що з'єднують все устаткування;
- **технічні засоби** — автоматичне обладнання обробки інформації на базі мікропроцесорної техніки;
- **оперативний персонал** — оператори-технологи, диспетчери, експлуатаційний персонал.

Системи оперативного контролю технологічними процесами

Усі АСК ТП оперативного рівня діляться на три функціональні рівня:

- a) SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)** — диспетчерське управління і збір даних. Основне призначення системи — контроль і моніторинг об'єктів за участю диспетчера. У вузькому сенсі під терміном «SCADA» розуміють програмний пакет візуалізації технологічного процесу. У широкому розумінні — це клас автоматизованих систем керування технологічним процесом.

Системи оперативного контролю технологічними процесами

- b) DCS (Distributed Control System) —** розподілена система керування (РСК). Це система керування технологічним процесом, що характеризується побудовою розподіленої системи вводу/виводу та децентралізацією обробки даних. РСК застосовуються переважно для керування неперервними і гібридними технологічними процесами.

Системи оперативного контролю технологічними процесами

- с) PLC (Programmable Logic Controller) —** програмований логічний контролер (ПЛК). У вузькому розумінні це — апаратний модуль для реалізації алгоритмів автоматизованого керування з використанням логічних операцій, таймерів, і (в деяких моделях) неперервне регулювання відповідно до заданого закону. Хоча ПЛК може управляти компонентами системи, що використовуються в SCADA і DCS систем, вони часто є основним компонентом у структурах невеликих систем керування на багатьох виробництвах.

Диспетчерське управління і збір даних (SCADA)

SCADA-системи використовують у всіх галузях господарства, де потрібно забезпечувати операторський контроль за технологічними процесами в реальному часі.

Це програмне забезпечення встановлюється на комп'ютери зі спеціальними ОС реального часу і, для зв'язку з об'єктом, використовує драйвери введення-виведення або OPC/DDE сервери.

Диспетчерське управління і збір даних (SCADA)

Іноді SCADA-системи комплектуються додатковим ПЗ для програмування промислових контролерів. Такі SCADA-системи називаються інтегрованими і до них додають термін **SoftLogic**.

Часто під SCADA-системою мають на увазі програмно-апаратний комплекс.

Призначення SCADA

НМІ / SCADA - промислове програмне забезпечення, яке реалізує обмін даними з контролерами, а також взаємодію між особою, яка приймає рішення і безпосередньо системою керування промисловим об'єктом.

Диспетчерське управління і збір даних (SCADA)

SCADA-система повинна забезпечувати наступні функції:

- 1) Збір і архівація всіх даних, які приходять від контролерів;
- 2) Відображення даних та оповіщення про події в системі;
- 3) Ведення журналу подій;
- 4) Розмежування прав користувачів;
- 5) Реалізація системи звітності;
- 6) Реалізація специфічних функцій управління за допомогою скриптів.
- 7) НМІ (Human-machine interface) - візуалізація об'єкта управління і всіх поточних параметрів (мнемосхема);

Диспетчерське управління і збір даних (SCADA)

Людино-машинний інтерфейс (НМІ)- в SCADA-системах реалізується у вигляді мнемосхем. На мнемосхемах відображається основне обладнання, сигнали, стан регулюючих органів та інші частини системи. Мнемосхеми можуть відображати як загальну картину стану системи, технологічного процесу, так і стан окремих агрегатів, пристроїв, значення параметрів і т. п.

Диспетчерське управління і збір даних (SCADA)

НМІ система може мати декілька десятків вікон з мнемосхемами, трендами, алармами, тощо. Оператор може перемикатися між ними і працювати з тим чи іншим елементом технологічного процесу, тобто з тією чи іншою мнемосхемою.

Диспетчерське управління і збір даних (SCADA)

Мнемосхема - основний посередник при передачі інформації від системи оператора або інженеру.

Якісно розроблена мнемосхема може сильно вплинути на ефективність роботи виробництва. Грамотна візуалізація виробничого процесу зменшує час, необхідний користувачу для реакції на події, що відбуваються в системі.

Диспетчерське управління і збір даних (SCADA)

Збір і зберігання даних - одна з найважливіших функцій SCADA.

Обмін даними здійснюється через польову шину. Польова шина складається з інтерфейсу (апаратна, фізична частина шини) і протоколу (програмна частина, логіка обміну інформацією).

Таким чином комп'ютер зі встановленою SCADA повинен мати відповідні порти і підтримувати протоколи обміну даних за допомогою яких «спілкується» контролер.

Диспетчерське управління і збір даних (SCADA)

SCADA збирає дані з усіх контролерів і пристроїв нижнього рівня і зберігає їх в одному місці стільки часу, скільки необхідно для безпечного аналізу та управління технологічними об'єктами чи процесами.

Техпроцеси генерують значні обсяги даних – від терабайтів за робочу зміну до пентабайтів за сутки. Це породжує проблему – що залишати на зберігання, а що треба “відфільтрувати” та відкинути.

Диспетчерське управління і збір даних (SCADA)

Такий підхід забезпечує зручний доступ до інформації про процеси в системі і можливість її подальшого аналізу для поліпшення ефективності роботи виробництва в цілому.

Особливо «ціні» дані, які стосуються передаварійних чи аварійних режимів роботи.

Диспетчерське управління і збір даних (SCADA)

Відображення даних та оповіщення - функція, не менш важлива ніж людино-машинний інтерфейс та збір і зберігання даних.

Одним з найбільш зручних для сприйняття методів подачі інформації є тренди.

Тренд - графік залежності параметра від часу. SCADA-система дозволяє дивитися як змінюються параметри технологічного процесу в реальному часі, а також переглядати інформацію за певний період в минулому.

Диспетчерське управління і збір даних (SCADA)

Крім трендів, SCADA повинна повідомляти про важливі події, які відбуваються в системі: аварії, або аварійні значення параметрів, зміни завдання необхідної величини параметрів і т.п.

Можливо, є необхідність періодичного нагадування про якусь подію оператору. Для цього існує світлова та звукова сигналізація і можливість оповіщення користувачів по **sms**, **e-mail** або іншими необхідними способами.

Диспетчерське управління і збір даних (SCADA)

Ведення журналу подій – ще одна функція SCADA

Як було згадано раніше, в системі відбуваються якісь події. Це можуть бути як непередбачені аварійні ситуації, так і стандартні, звичайні події (вхід операторів в систему, зміна завдань, тощо). Оператор зобов'язаний прореагувати на аварійні події згідно з інструкцією, яка так само може бути відразу ж надана SCADA-системою.

SCADA- система веде облік всіх подібних дій і подій.

Диспетчерське управління і збір даних (SCADA)

SCADA- система повинна формувати **звіти** у вигляді таблиць, графіків, діаграм і т.і. Деякі системи мають вбудовану систему звітності, але найчастіше для цього використовується MS Excel.

При розробці SCADA-системи виникає необхідність розширення системи, для вирішення нестандартних завдань. Для створення користувацьких функцій є можливість написання **скриптів**.

Диспетчерське управління і збір даних (SCADA)

Для написання скриптів в SCADA-системах використовуються найбільш популярні мови програмування.

За допомогою скриптів можна створювати унікальні рішення для будь-яких об'єктів управління або систем.

З використанням скриптів можна модернізувати вже існуючу систему в разі потреби.

Сучасні рішення в Україні, які використовують SCADA

- 1) **PcVue**, Система SCADA, Виробник: ARC Informatique (Франція).

Система SCADA PcVue є результатом еволюції досліджень та розробок компанії ARC Informatique в галузі програмного забезпечення для моніторингу та управління на протязі понад 35 років.

PcVue використовує сучасні технології та забезпечує оптимальний контроль над процесами в системах. Платформа має ефективні функції для створення надійної відкритої системи з адекватними витратами на розробку, використовуючи новітній дизайн UX.

Сучасні рішення в Україні, які використовують SCADA

2) IGSS, Система SCADA, Виробник: Schneider Electric (Франція).

IGSS є повнофункціональним програмним забезпеченням для автоматизації - системою SCADA для контролю технологічних процесів та диспетчерського управління - з довгим рядом випусків.

Її перевагами є підтримка всіх стандартних протоколів промислової автоматизації, гнучка візуалізація з можливістю налаштування "на льоту", інтегровані звіти та функції профілактичного технічного обслуговування.

Сучасні рішення в Україні, які використовують SCADA

3) KEServerEX, Комунікаційна платформа, Виробник: Kerware (США).

KEServerEX - потужна мультипротокольна комунікаційна платформа, яка підтримує більше 150 протоколів промислової автоматизації, забезпечуючи обмін даними між PLC, RTU, мережевими датчиками, лічильниками, виконавчими механізмами та системами ERP, MES, EAM, SCADA, ICS, BMS.

KEServerEX використовує OPC та IT-орієнтовані протоколи зв'язку, такі як SNMP, ODBC та веб-служби, щоб надати користувачам єдине джерело промислових даних.

Безпека систем оперативного контролю

Останнім часом автоматизована система керування стали об'єктами хакерських атак, пов'язують цю цікавість з тим фактором, що АСУ ТП із закритих ізолюваних систем стають все більш відкритими, інтегрованими в глобальну комп'ютерну мережу Інтернет. Основну вразливість АСУ ТП представляють SCADA-системи.

Безпека систем оперативного контролю

Основні вразливості:

- Вразливість операційних систем;
- Вразливості SCADA-систем;
- Канали зв'язку;
- Неможливість фізичного захисту обладнання;
- Недостатня кваліфікація обслуговуючого персоналу.

Безпека систем оперативного контролю

Протидією загрозам являється комплексний підхід, який включає розробку системи безпеки ще на етапі проектування. Додатково обов'язково необхідно розробляти стандарти підприємства із забезпечення інформаційної безпеки.

Можна виділити кілька рівнів захисту від загроз:

- фізичний рівень;
- організаційний рівень;
- програмно-апаратний рівень.

Системи документообігу

- Види систем електронного документообігу (СЕД):
 - автоматизована канцелярія;
 - СЕД з комплексною функціональністю;
 - система **електронного технічного документообігу**.

Системи документообігу

- I. Основні принципи електронного документообігу
 1. Однократна реєстрація документа, що дозволяє однозначно ідентифікувати документ в будь-якій інсталяції даної системи.
 2. Можливість паралельного виконання операцій, що дозволяє скоротити час руху документів і підвищення оперативності їх виконання.
 3. Безперервність руху документа, що дозволяє ідентифікувати відповідального за виконання документа (завдання) в кожен момент часу життя документа (процесу).
 4. Єдина (або погоджено розподілена) база документної інформації, що дозволяє унеможливити дублювання документів.
 5. Ефективно організована система пошуку документа, що дозволяє знаходити документ, володіючи мінімальною інформацією про нього.
 6. Розвинена система звітності по різних статусах і атрибутах документів, що дозволяє контролювати рух документів по процесах документообігу і приймати управлінські рішення, ґрунтуючись на даних зі звітів.

Системи документообігу

II. Основні поняття електронного документообігу

- [Електронний документообіг](#) (ЕДО) — єдиний механізм по роботі з документами, представленими в електронному вигляді, з реалізацією концепції «безпаперового діловодства».
- [Електронний документ](#) (ЕД) — документ, створений за допомогою засобів комп'ютерної обробки інформації, підписаний електронним цифровим підписом (ЕЦП) і збережений на машинному носіїві у вигляді файлу відповідного формату.
- [Електронний цифровий підпис](#) (ЕЦП) — аналог власноручного підпису, що є засобом захисту інформації, що забезпечує можливість контролю цілісності і підтвердження достовірності електронних документів.
- [Кваліфікований електронний підпис](#) (КЕП) — новий термін, передбачений Законом України «Про електронні довірчі послуги» [\[1\]](#), який набув чинності 7 листопада 2018 року. Це удосконалений електронний підпис, який створюється з використанням засобу кваліфікованого електронного підпису і базується на кваліфікованому сертифікаті відкритого ключа.

Системи документообігу

- СЕД - це організаційно-технічні системи, яка забезпечують процес створення, керування доступом і розповсюдження електронних документів у комп'ютерних мережах, а також забезпечують контроль над потоками документів в організації.

Системи документообігу

III. Функціональність СЕД

- Головне призначення СЕД - це організація збереження електронних документів, а також роботи з ними (зокрема, їх пошуку як за атрибутами, так і за змістом).
- У СЕД повинні автоматично відслідковуватися зміни в документах, терміни їх виконання, рух, а також контролюватися всі їхні версії.
- Комплексна СЕД має охоплювати весь цикл діловодства підприємства чи організації - від постановки завдання на створення документа до його списання в архів, забезпечувати централізоване збереження документів у будь-яких форматах, у тому числі складних композиційних документів.
- СЕД повинні поєднувати розрізнені потоки документів територіально віддалених підприємств у єдину систему і забезпечувати гнучке керування документами як за допомогою чіткого визначення маршрутів руху, так і шляхом вільної маршрутизації документів.

Системи технічного документообігу

IV. Системи технічного документообігу

- a) Підтримують документообіг технічної документації на виробництві.
- b) Зв'язують текстові документи, креслення та технологічні документи в єдине ціле.
- c) Можуть включати системи 3D відображення об'єктів виробництва та технологічного устаткування.
- d) Мають інформаційні зв'язки з відповідними електронними довідниками, каталогами, САПР та БД.

Internet of Things



Real-Time-Scoring

Smart Cities and Homes



Telematics for Ratemaking





The cloud, big data and IoT: Are you ready?

1

Cloud, big data and the Internet of Things (IoT) – three key words of the last 12 months. Often discussed, and therefore viewed, as three separated entities, but a joint approach is needed.

2

However, as part of a wider digital strategy, **the cloud, big data and IoT are intrinsically linked**. Estimates and projections of the current and future number of internet-connected objects vary, but according to Cisco, the current number is around 14.8 billion and the expected number in 2020 will be around **50 billion** (and that's just 2.77 percent of an estimated 1.8 trillion potentially connectable 'things').

3

Data was getting seriously **'big'** even before IoT devices entered the picture, but Cisco estimates the amount of data generated by Internet of Everything (IoE) devices - which encompasses people-to-people (P2P), machine-to-people (M2P), and machine-to-machine (M2M) connections - **by 2018: 403ZB**, which is 47 times the estimated total data centre traffic and 267 times the estimated amount **flowing between data centres and users**.

4

Smart fridges, cars and fitness wearables are what most people think about when they consider the IoT, but its **impact** on the **workplace** will be just as important.

5

From technology that monitors **employee productivity** to intelligent inventory systems that track items in the supply chain in real-time, the **IoT will be the catalyst for huge advancements** in the enterprise in the coming years.

7

However, the **information** generated is both hugely insightful and so vast, that many businesses simply don't know how to approach it, resulting in banks of **unused information** simply **sitting on servers**.

8

The value of this 'big data' can be unlocked with analytical tools that **provide enterprises** with a new **wealth of knowledge** enabling them to operate a **connected business** which fully understands its employees, suppliers and end users.

9

In order for enterprises to manage such large amounts of data, the **cloud is essential**.

10

Enterprises need to take a **joint approach** to the **cloud, big data and IoT** in order to ensure they **reap the biggest benefits**. Viewing the three independently harms the effectiveness of each and limits potential.

6

While the **IoT** is a matter of convenience for consumers, **for businesses** it is a **source of insightful data**. With real-time employee productivity or supply chain information combined with already existing business data, **enterprises** can begin to **analyse more aspects** of the business than ever before.

IoT + Big Data

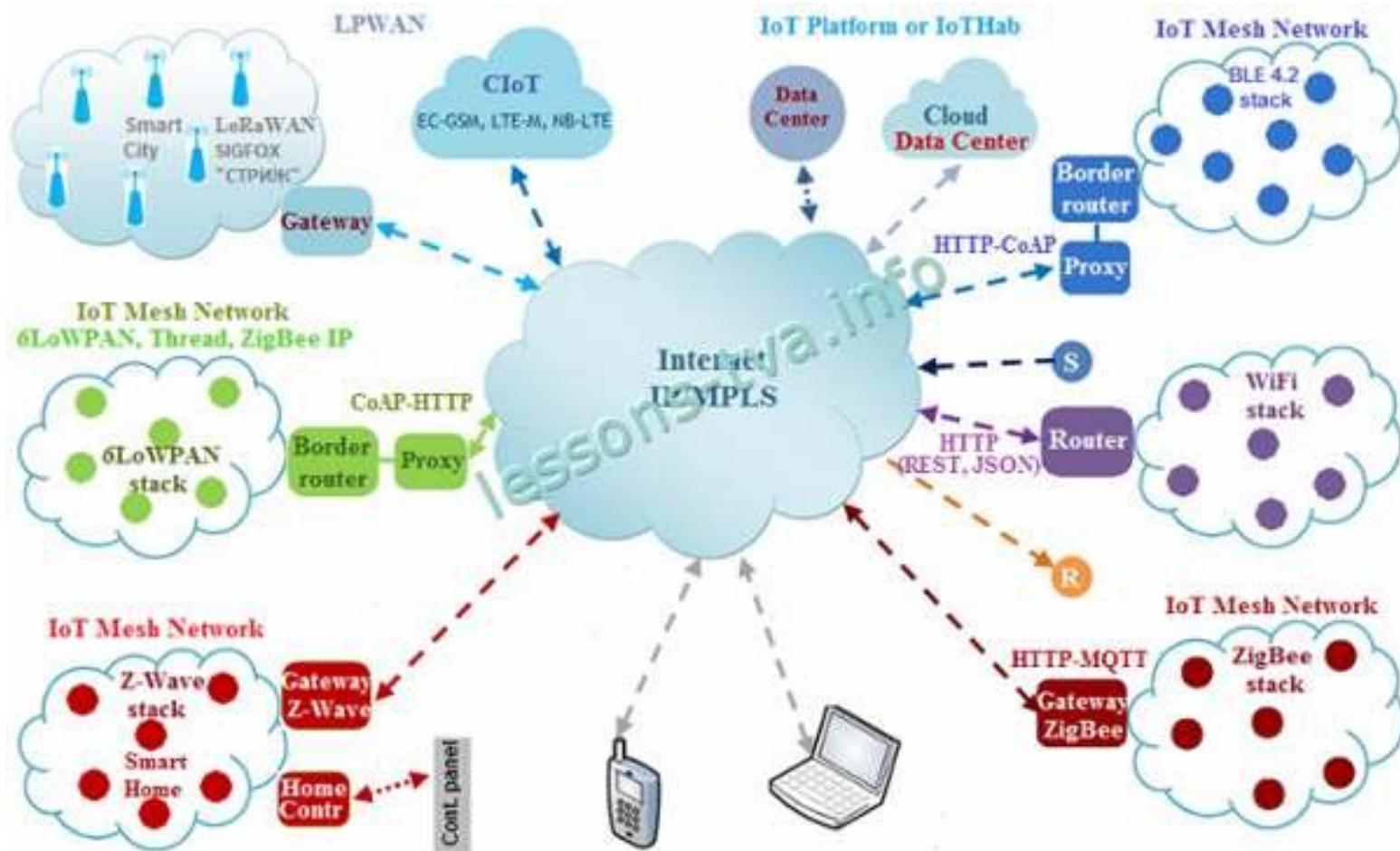


3-я промислова революція –
технологія використання
«горизонтальних мереж»
різного виду в світі
застосування технологій IoT

Пристрої інфраструктури IoT

- Backend сервери
- Шлюзи
- Периферійні вузли IoT
 - ✓ Датчики
 - ✓ Сенсори
 - ✓ Відеокамери
 - ✓ *Виконавчі пристрої окремих сегментів IIoT*
 - ✓ *ERP-системи підприємств*
 - ✓ Системи контролю Smart Home, Intelligent Robotics, Intelligent Energy
- Мікропроцесорні системи збору та обробки даних
- Інтелектуальні Мережі передачі даних

Архітектура глобальної мережі IoT



Прогнози

- Експерти Gartner вважають, що до 2020 року налічуватиметься «всього» близько 21 млрд підключених пристроїв, а в Intel виходять з того, що їх буде вдесятеро більше — 200 млрд.

Прогноз Ericsson Mobility Report

- Згідно з цим документом, загальна кількість підключених пристроїв у період з 2015 по 2021 рік зросте приблизно вдвічі: з 15 до 28 млрд штук, причому в ньому враховуються і традиційні засоби для зв'язку «людина — людина» (мобільні та фіксовані телефони), а також для роботи в Інтернеті (ПК, ноутбуки, планшети).



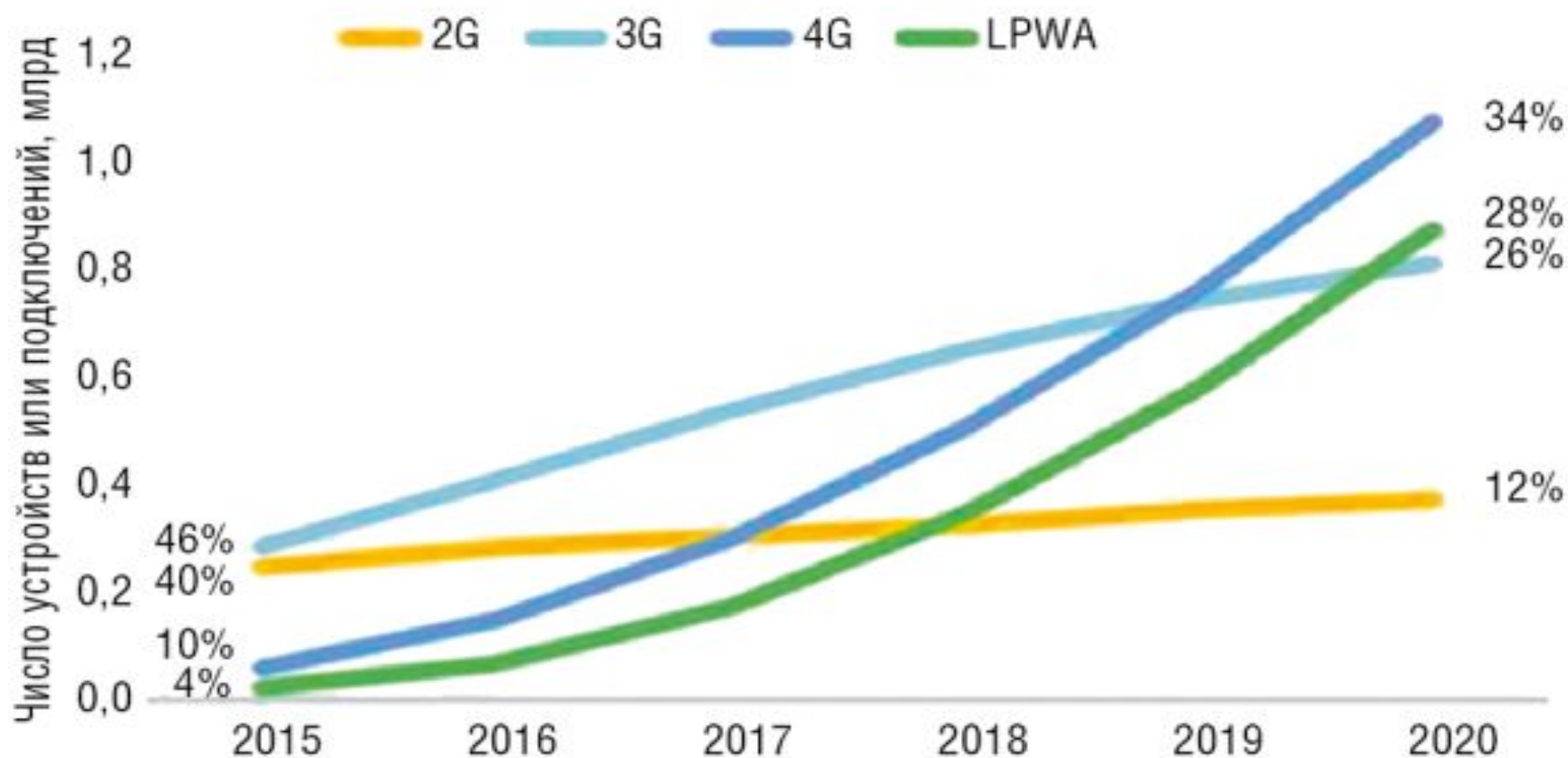
	15 млрд	28 млрд	CAGR 2015–2021
Сети сотовой связи	0,4	1,5	27%
Подключение IoT через другие сети	4,2	14,2	22%
ПК, ноутбуки, планшеты	1,7	1,8	1%
Мобильные телефоны	7,1	8,6	3%
Фиксированные телефоны	1,3	1,4	0%

Источник: Ericsson Mobility Report

Low Power Wide Area Network

- На відміну від класичних систем стільникового зв'язку, LPWAN спеціально розроблялися з розрахунку на Інтернет речей та забезпечують такі важливі для цього застосування характеристики:
- низьку вартість обладнання самої мережі, а також мікросхем для кінцевого пристрою,
- мале енергоспоживання, отже, тривалий час автономної роботи від акумуляторів (до 10 років і більше).

Зростання числа сполук M2M, що реалізуються за допомогою технологій 2G, 3G, 4G і LPWA



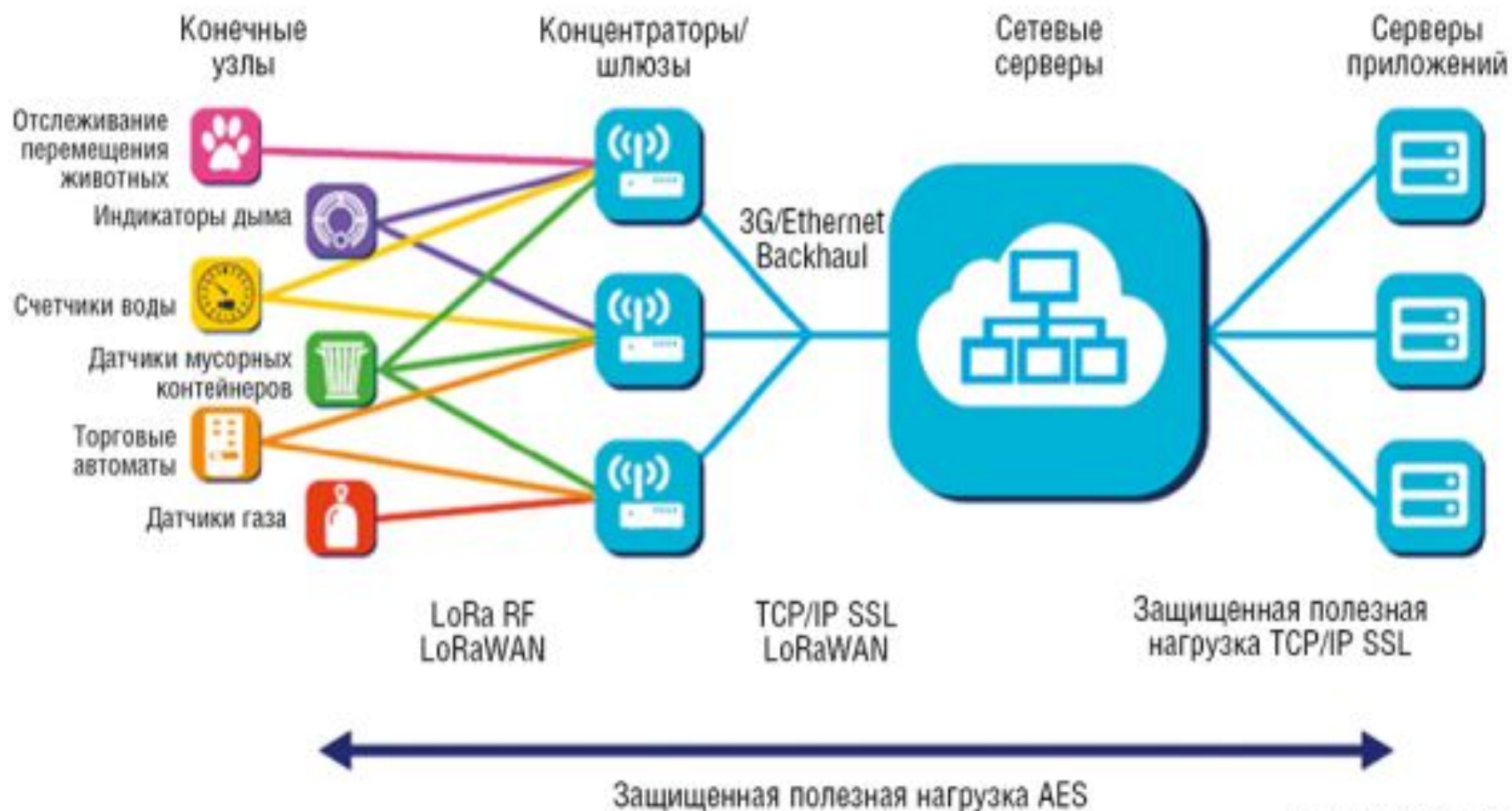
Источник: Cisco VNI 2016

LORA

- Технологія LoRa була представлена на початку 2015 року компанією Semtech та дослідницьким центром IBM Research

LORA

- LoRa заснована на технології розширення спектру (Spread Spectrum Modulation) та варіації лінійної частотної модуляції (Chirp Spread Spectrum, CSS). Таке рішення забезпечує високу стійкість зв'язку великих відстанях. Модуляція LoRa визначає фізичний рівень мережі радіодоступу, яка може мати різну топологію: пористу (mesh), зірка, «крапка - крапка» та ін.



Источник: LoRa Alliance

LTE

- У LTE специфіковано дев'ять категорій пристроїв користувача з різними можливостями та підтримуваними швидкостями передачі даних

Категория конечных устройств LTE									
Направление передачи	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Вниз (downlink)	1	10	50	100	150	300	300	300	1200
Вверх (uplink)	1	5	25	50	50	75	5	150	600

Максимальні швидкості передачі (Мбіт/с) для різних категорій пристроїв користувача LTE

Специфікації Release 13

- Зроблено подальші кроки з підтримки додатків IoT, у тому числі заходи щодо зниження вартості пристроїв, розширення покриття та збільшення часу автономної роботи.
- Для зниження енергоспоживання поряд із технологією Power Saving Mode (PSM), яка була визначена і для категорій 0 і 1, передбачаються механізми Extended Discontinuous Reception (Extended DRX, eDRX).

Специфікації Release 13

- У Release 13 щодо подальшого розвитку технології GSM було визначено режим EC-GSM-IoT (або просто EC-GSM). У ньому також використовуються механізми PSM та eDRX.
- У EC-GSM спрощено систему сигналізації (виключено частину, яка забезпечує спільну роботу з мережами WCDMA/LTE).
- Удосконалені механізми аутентифікації та забезпечення безпеки з'єднань та ін.

NB-IoT

- Відносно новий напрямок розвитку рішень для IoT в рамках 3GPP, хоча він і передбачає тісну взаємодію та інтеграцію з LTE.

Достоїнства NB-IoT

- Пропонується новий тип радіодоступу, характеристики якого суттєво відрізняються від характеристик наявних систем. Як вважають низка експертів, переробка протоколів канального рівня в NB-IoT дозволить значно (до 90%) знизити вартість відповідних пристроїв NB-IoT порівняно з пристроями LTE. Категорії M1

LoRa в порівнянні С NB-IoT

- Системи LoRa використовують частотний діапазон, що не ліцензується, і асинхронний протокол, який є оптимальним для зниження вартості кінцевих пристроїв і підвищення часу автономної роботи.
- Але вони не здатні забезпечити таку ж високу якість обслуговування (QoS), як синхронні протоколи стільникового зв'язку, які виділяють гарантовані тимчасові слоти передачі інформації

LORA в порівнянні С NB-IOT

- Асинхронна природа протоколу, що використовується в мережах LoRaWAN, означає, що більшу частину часу пристрій може перебувати в «сплячому» режимі — доти, доки він не буде потрібний додатку.
- У стільниковому світі застосовуються синхронні протоколи, отже, пристрій має періодично обмінюватися службовими повідомленнями з мережею, навіть якщо він не потрібний користувачеві.

LORA в порівнянні С NB-IOT

- Алгоритми модуляції (OFDM або FDMA), що застосовуються в стільниковому зв'язку, націлені на максимально ефективне використання частотних ресурсів, але не на ефективне витрачання ресурсів акумулятора.

LoRa в порівнянні з NB-IoT

- Оскільки протокол LoRaWAN значно простіше використовуваних у NB-IoT, отже, його простіше і дешевше реалізувати, зокрема з урахуванням недорогих, поширених контролерів.

LoRa в порівнянні з NB-IoT

- Модулі LoRaWAN вже широко доступні і на західних ринках коштують близько 7-10 доларів, причому, як вважають експерти, у міру розширення масштабів впровадження, розвитку екосистеми та підвищення масовості виробництва ціна таких модулів може знизитися до 4-5 доларів.
- Вартість модулів LTE, що випускаються сьогодні, оцінюється в 20 доларів.

LORA в порівнянні С NB-IOT

- Перевагою NB-IoT є те, що існуюча інфраструктура стільникового зв'язку може бути модернізована для підтримки цієї технології, хоча це може виявитися можливим лише для певних моделей базових станцій і коштуватиме недешево.

LoRa в порівнянні з NB-IoT

- Однією з переваг LoRa є те, що відповідні рішення можуть бути розгорнуті не лише у мережах загального користування, а й у приватних чи корпоративних мережах.

Властивості деяких архітектур мереж

Характеристика	LoRaWAN	LTE Категорії M (Release 13)	NB-LTE (NB-IoT) (Release 13+)
Модуляція	SS Chirp	OFDMA	OFDMA
Спектр	Нелицензований (ISM), в Росії — 868 МГц	Ліцензований (сети LTE)	Ліцензований (сети LTE и GSM)
Полоса	125 кГц	1.4 МГц	200 кГц
Швидкість	До 50 Кбит/с	До 1 Мбит/с	До 200 Кбит/с
Час автономії	До 10 років і більше	Нескільки місяців	До 10 років
Підтримка	LoRa Alliance (IBM, Semtech, Cisco, Actility и др.)	Ericsson, Nokia, Intel и др.	Ericsson, Nokia, Huawei, Intel и др.

«Smart City»

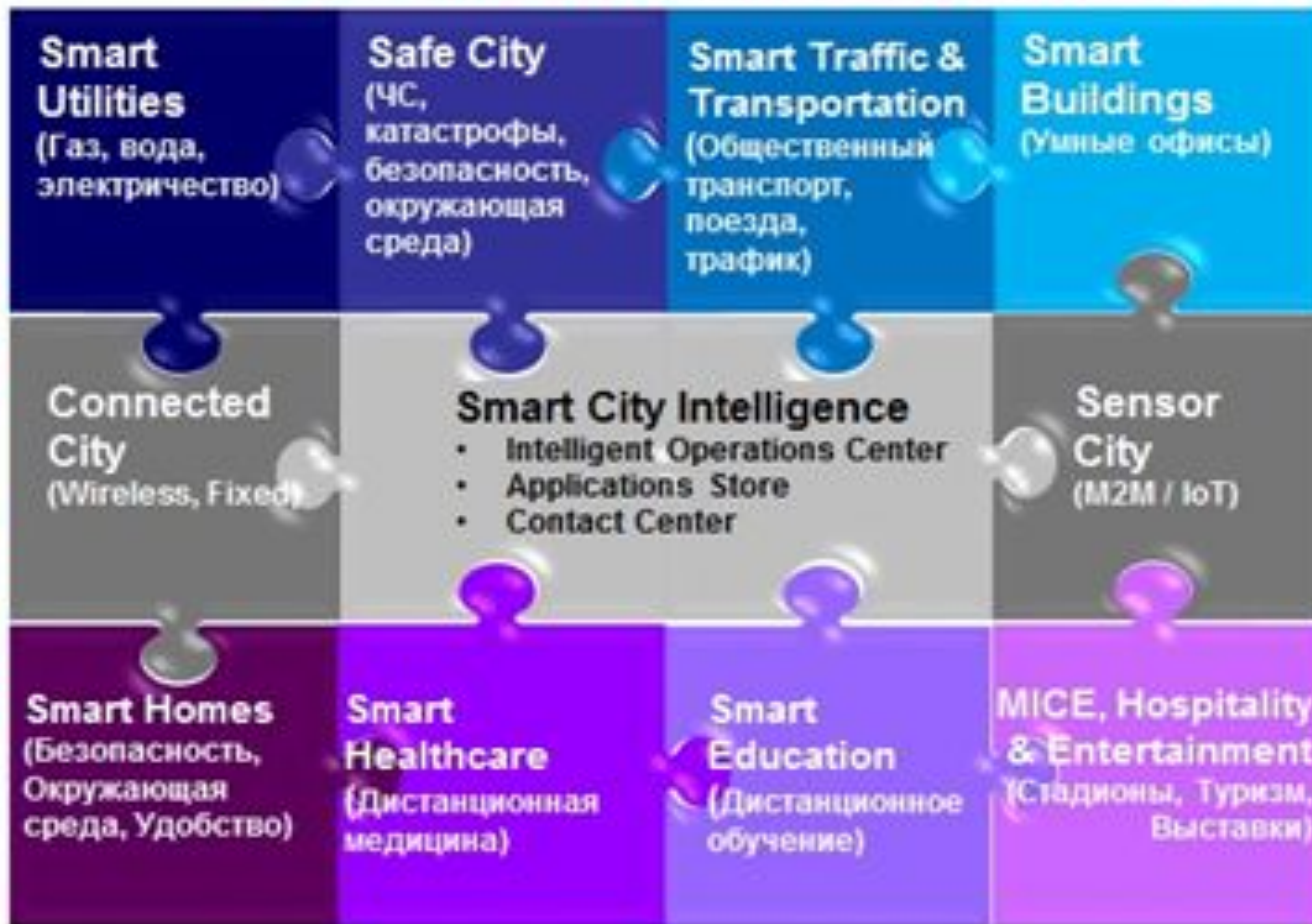
Smart City являє собою дуже складний об'єкт для Інформаційно-управляючих систем.

Він об'єднує багато різноманітних груп об'єктів моніторингу та управління, які базуються на технологіях IoT з його десятками і сотнями тисяч сенсорів, великою кількістю типів комунікаційних мереж різного рівня, роботизованих пристроїв, систем зв'язку, розподілених у просторі об'єктів з інтелектуальними компонентами типу SmartWater, SmartEnergy, SmartWarm, SmartHome

Складові «Smart City»

Разработка, Безопасность & Надежность

ICT Инфраструктура



Социальные группы, районы, граждане

Технологічна основа «Smart City»



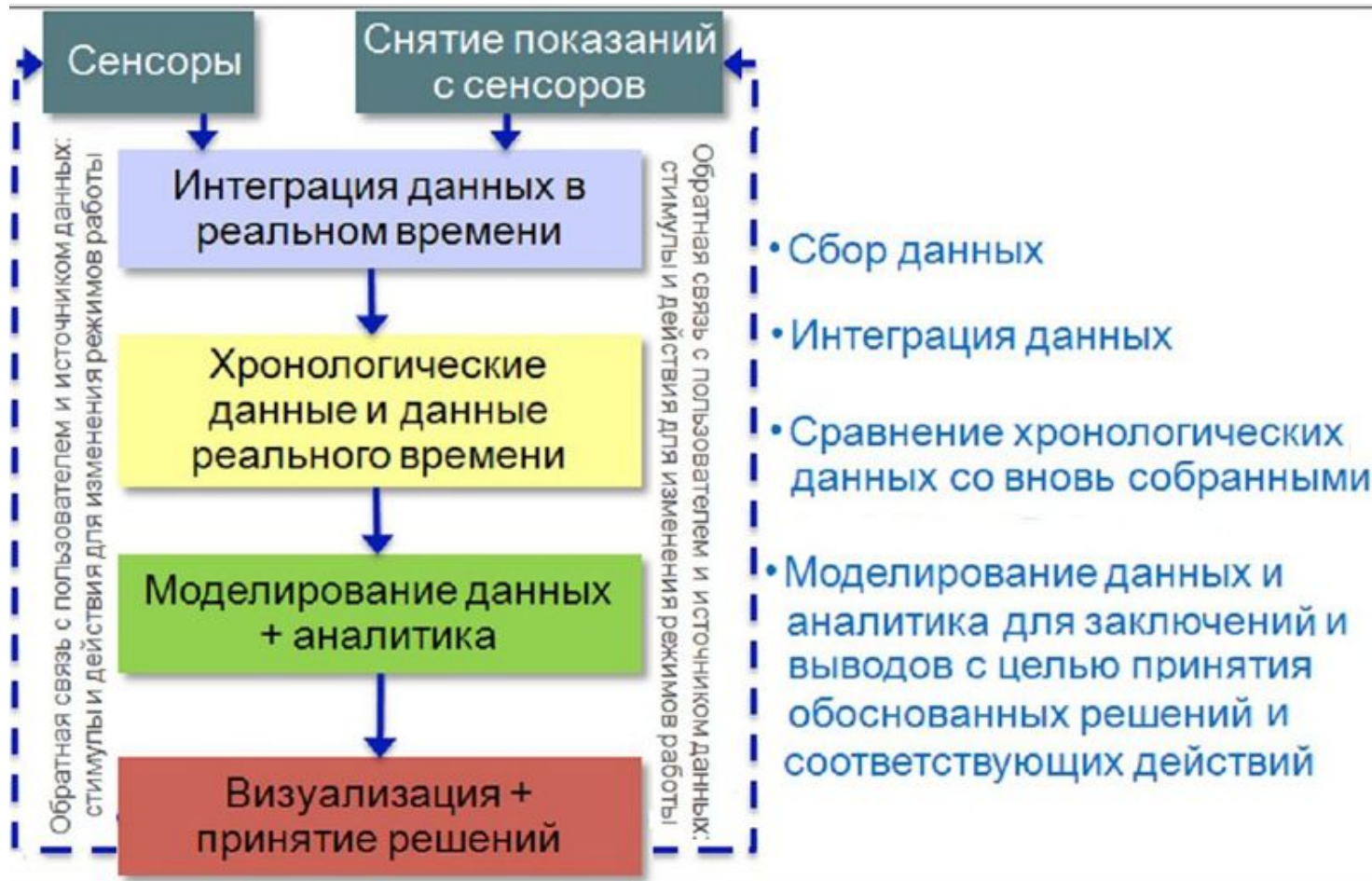
Обмеження «Smart City»

- Навантаження на мережу
- Атаки зловмисників, інформаційна безпека
- Вихід із ладу частини інфраструктури
- Вихід з ладу всієї технічної основи «Smart City»

Структура компонентів смарт-сіті (підхід Huawei)



Схема процесу “інтелектуалізації” управління міськими системами



Аналіз способів організації
безпечного використання
сервісів роботизованих
пристроїв в мегаполісі та їх
керування з застосуванням
технологій IoT.

Основи безпеки IoT-рішень (загальні вимоги)

1. Запобігання зламам та компрометації системи.
На кожному рівні IoT-додатки мають бути реалізовані ефективні запобіжні заходи для протидії зловмисникам.

Основи безпеки IoT-рішень (загальні вимоги)

2. Підтримка безперервного моніторингу. Навіть у захищених найкращим чином системах залишається багато вразливостей. Крім того, рішення (як апаратне, так і програмне), найкраще захищене на сьогоднішній день, в майбутньому може виявитися недостатньо добре захищеним для запобігання атак.

Основи безпеки IoT-рішень (загальні вимоги)

3. **Забезпечення стійкості.** Зрештою, якщо порушення справді сталося, необхідно мінімізувати збитки та забезпечити якнайшвидше відновлення системи.

Розробка захищених IoT додатків

- Рівень мережі / транспорту: Захист від "шахрайського" пристрою, що відсилає помилкові результати вимірювань, які могли б зашкодити дані, які зберігаються в додатку.
- Рівень додатків: Захист від некоректного використання даних або від маніпулювання аналітичними процесами, які виконуються на рівні додатків.

Розробка захищених IoT додатків

1. Рівень пристроїв / шлюзів:
 - Захист від "шахрайського" сервера, який відсилає зловмисні команди,
 - Захист від хакера, який намагається прослуховувати приватні дані датчиків, що відправляються пристроями,
 - Контроль об'єктів на рівні сенсорних мереж, включно - управління їх конфігурацією та рівнем дозволів.

Захист пристроїв

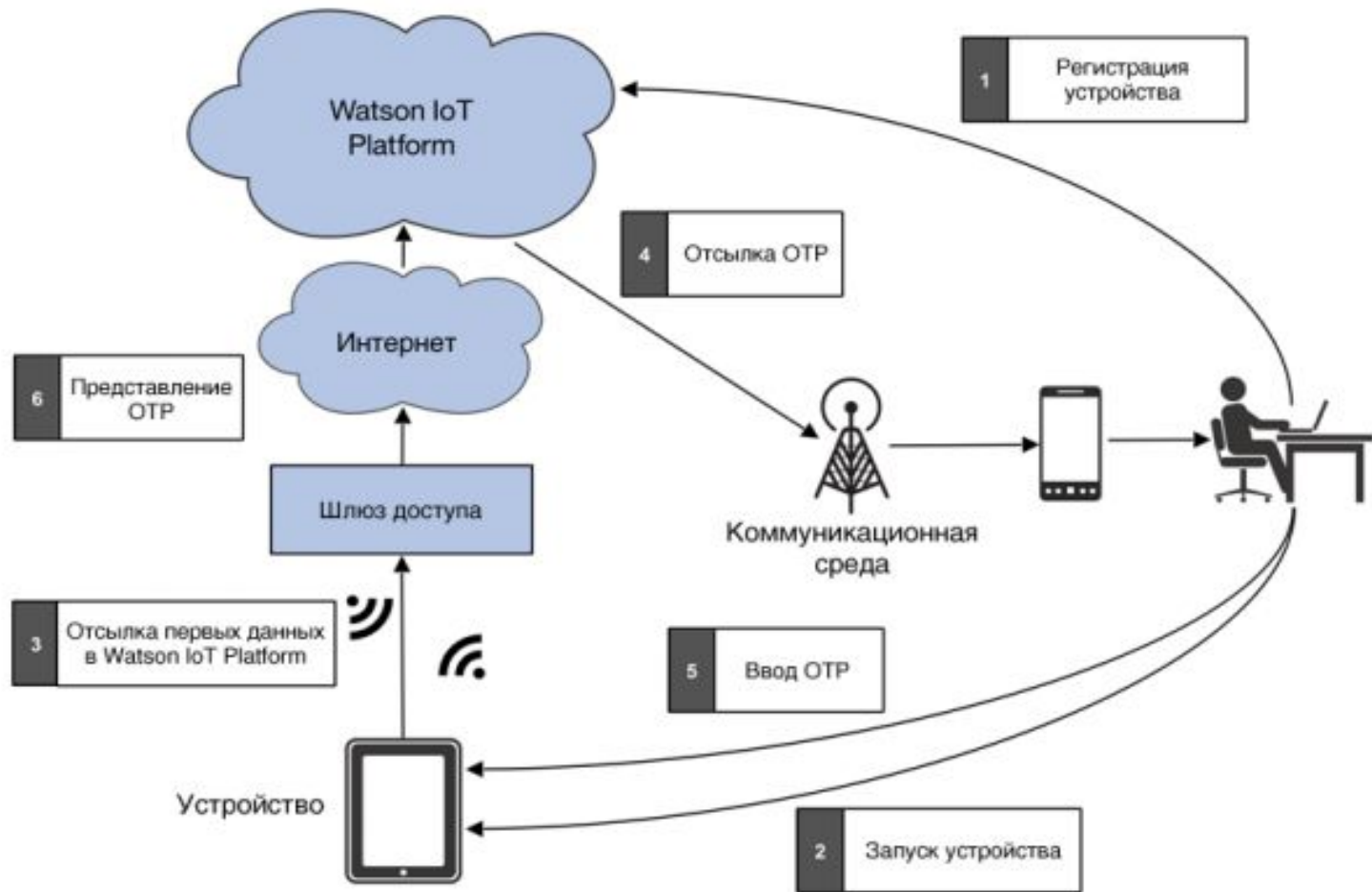
2. Використання імітатора, який демонструє такі механізми безпеки:
 - Аутентифікація за ідентифікатором користувача / паролем
 - Аутентифікація за одноразовим паролем (ОТР)
 - Аутентифікація за унікальним ідентифікатором сервера

Захист пристроїв

2. (Продовження)

- Аутентифікація корисного навантаження повідомлення (Може бути змодельована на імітаторі пристрою),
- Пристрій після запуску відсилає запит OTP IoT - додатку - брокеру за допомогою протоколу звичайного обміну MQTT-повідомленнями (**Message Queue Telemetry Transport** (транспорт для черги повідомлень телеметрії з датчиків сенсорних мереж) .

Захист пристроїв



Автентифікація на тлі сертифікатів

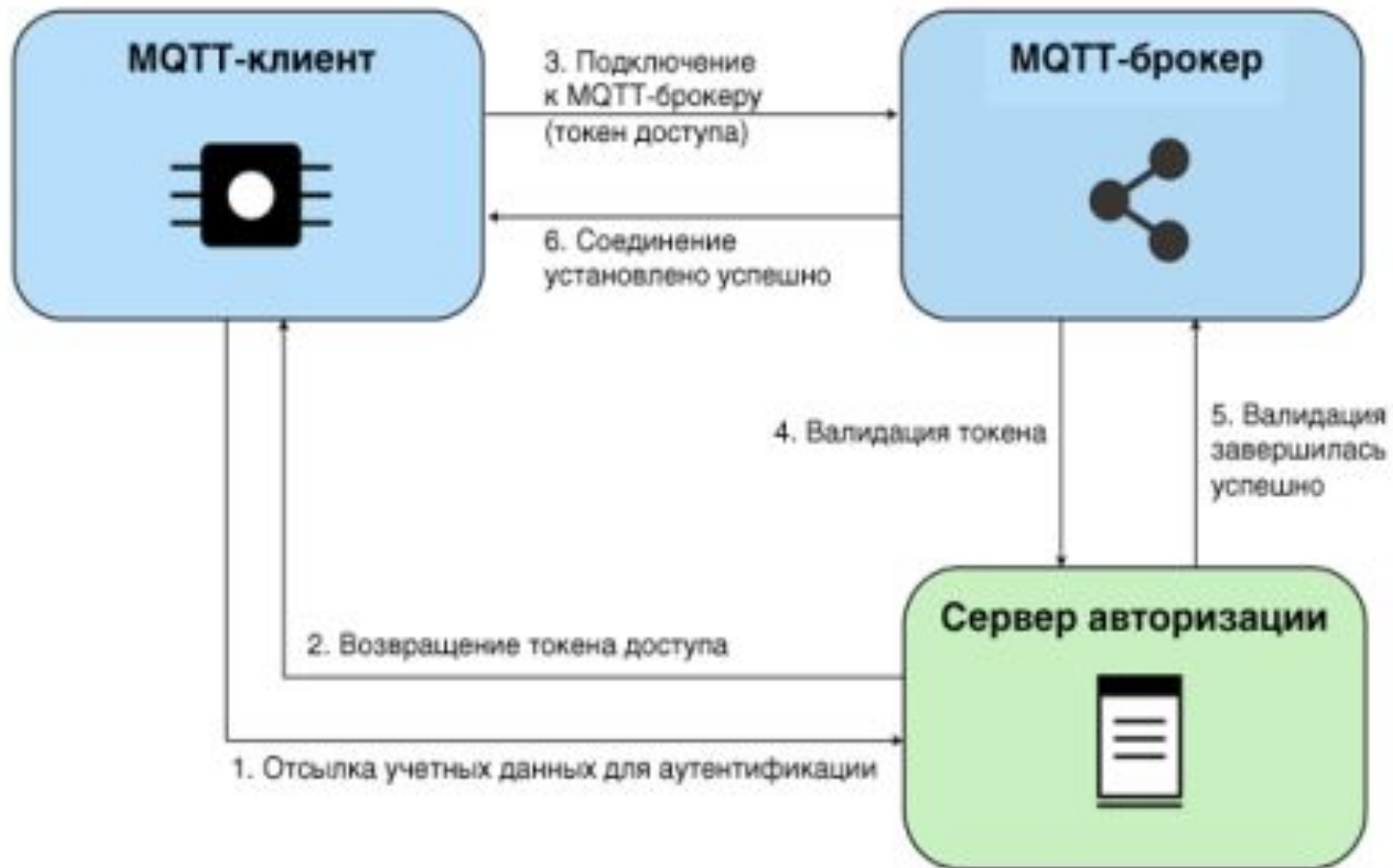
Реалізація сертифікатів клієнтів має такі переваги:

- Верифікація ідентифікаційних даних MQTT-клієнтів
- Аутентифікація MQTT-клієнтів на рівні транспорту
- Блокування недійсних MQTT-клієнтів до надсилання повідомлення MQTT CONNECT

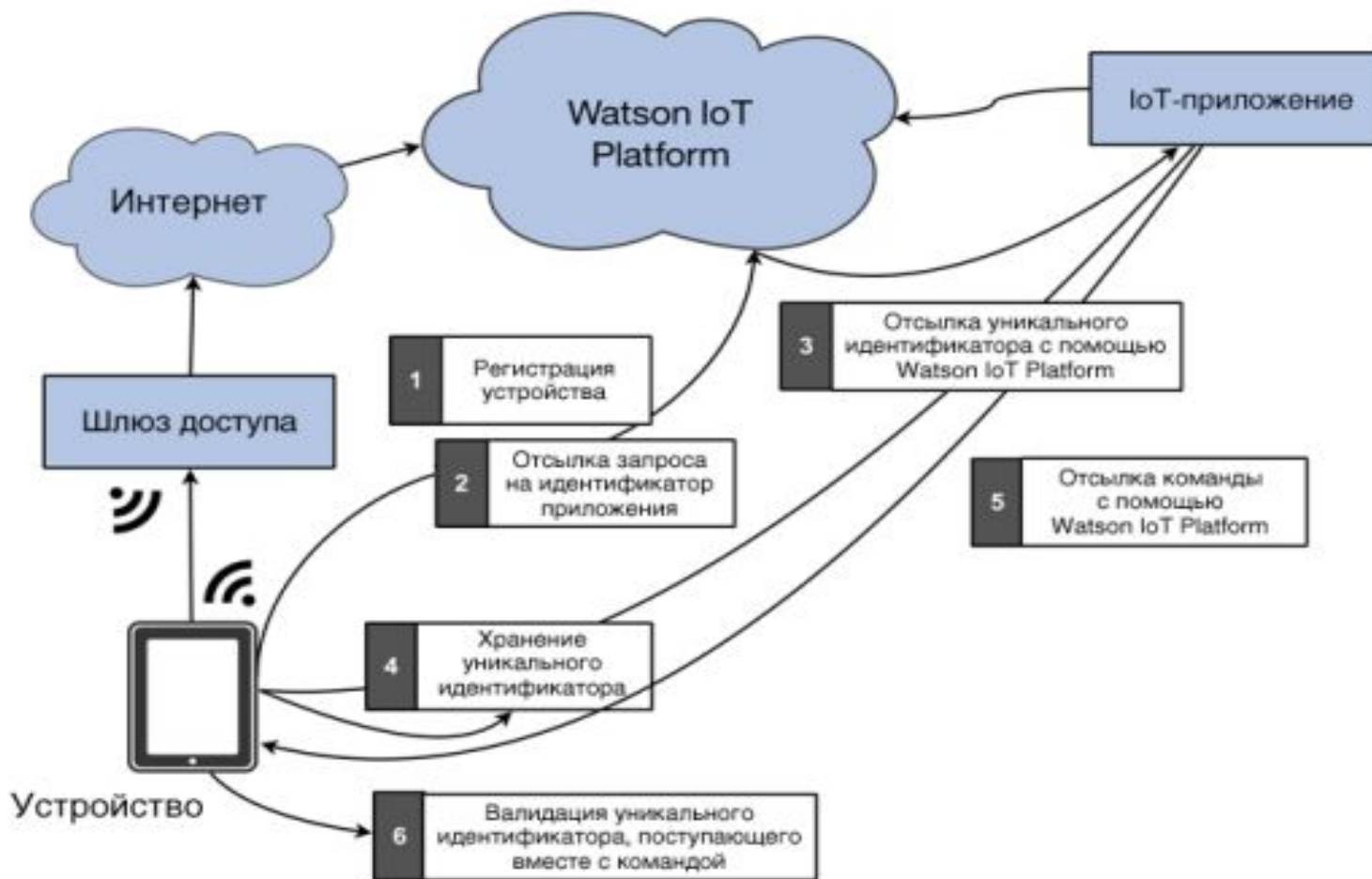
Авторизація додатку з використанням протоколу OAuth 2.0

- Якщо підприємство бажає використовувати для MQTT-пристроїв свій централізований механізм авторизації, воно може користуватися середовищем на базі протоколу OAuth. Протокол OAuth 2.0 дозволяє відокремити сервер авторизації (наприклад, MQTT-сервер) від сервера ресурсу.
- При використанні OAuth 2.0 клієнт представляє свої облікові дані серверу авторизації, який після цього виконує аутентифікаційну перевірку та повертає токен доступу, що дає дозвіл на звернення до ресурсу.

Авторизація додатку з використанням протоколу OAuth 2.0



Авторизація додатку з використанням протоколу OAuth 2.0



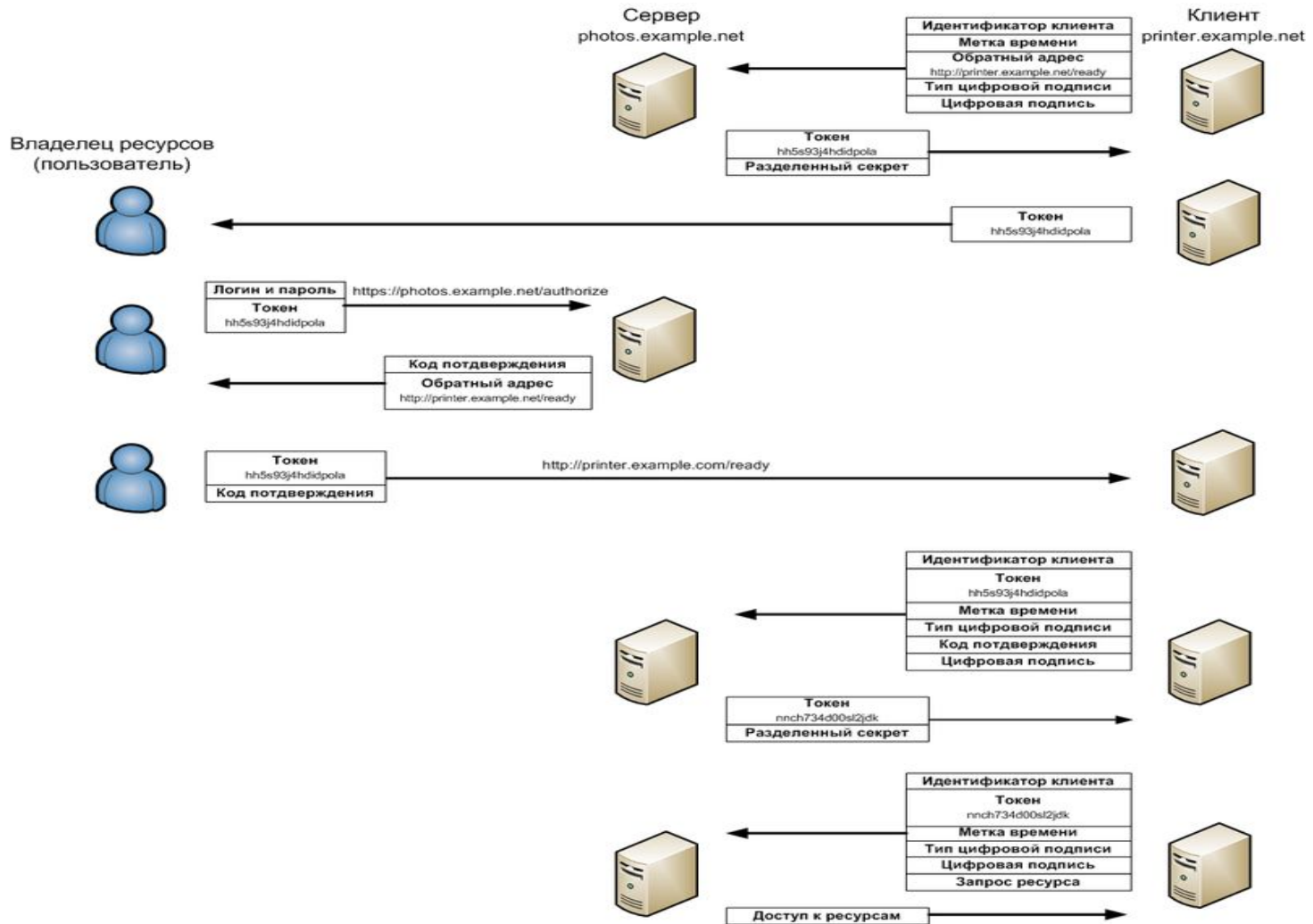
Авторизація додатка з використанням протоколу OAuth 2.0 (аспекти потоку)

- Перевірка ідентифікатора додатка може бути включена / вимкнена в залежності від можливостей пристрою.
- Якщо активовані перевірка ідентифікатора додатка активована і сховище унікальних ідентифікаторів, пристрій намагається відновити унікальний ідентифікатор IoT-додаток з зашифрованого файлу.
- Якщо пристрій не може завантажити унікальний ідентифікатор додатки, воно ініціює запит на отримання унікального ідентифікатора додатку.

Авторизація додатка з використанням протоколу OAuth 2.0

- Після отримання цього запиту IoT-додаток відсилає унікальний ідентифікатор пристрою.
- Пристрій зберігає унікальний ідентифікатор в пам'яті і в файлі (якщо воно має можливість зберігання інформації).
- Після цього пристрій передбачає, що цей же ідентифікатор додатки буде присутній в кожній команді, що надходить з IoT-додатки.
- У разі невідповідності пристрій ігнорує таку команду. На наступному знімку екрану імітатор пристрою демонструє використання ідентифікатора додатка.

Схема работы протоколу OAuth 2.0



Constrained Application Protocol (CoAP)

- CoAP (обмежений прикладний протокол) - це спеціалізований Інтернет - прикладний протокол для обмежених пристроїв
- призначений для міжмашинної взаємодії (M2M та M2M2A)
- дозволяє обмеженим пристроям, які називаються «вузлами», обмінюватися даними з більш широким Інтернетом, використовуючи аналогічні протоколи

Протокол CoAP

- орієнтований на простоту, має невеликий об'єм коду і невеликий розмір повідомлення по мережі
- розроблений для розгортання Інтернету речей (IoT), припускаючи, що UDP [RFC768] може використовуватися безперешкодно
- основна причина впровадження CoAP поверх TCP [RFC793] і TLS [RFC5246] полягає в тому, що деякі мережі не пересилають пакети UDP (стосується корпоративних мереж в першу чергу)

Поштовхи до розвитку технології «Smart City»

- Складність управління містами при великій кількості міського населення
- Інвестиційна привабливість
- Бажання знизити витрати на експлуатацію міста

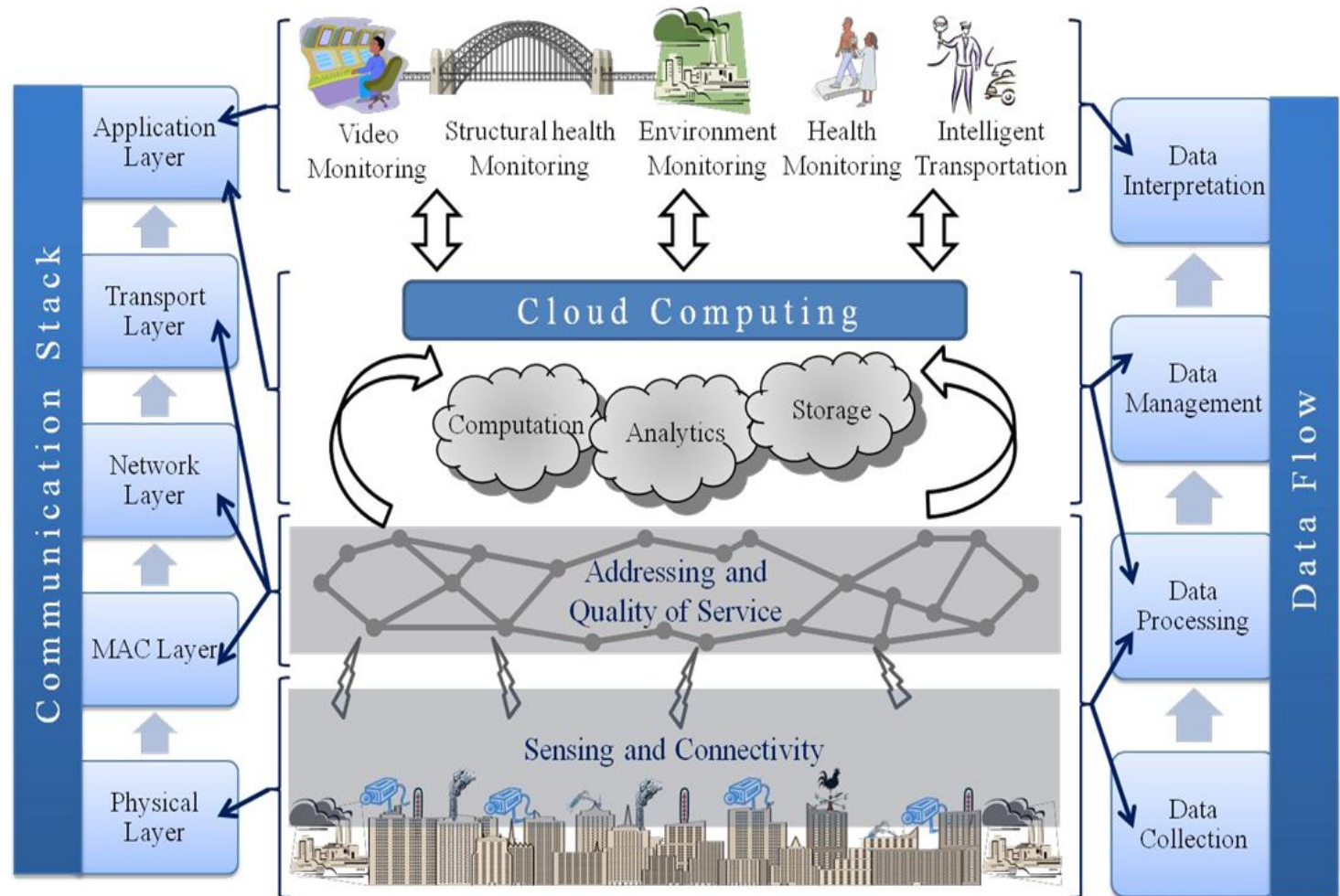
IoT

- Глобальна інфраструктура для інформаційного суспільства, що забезпечує розширені послуги, пов'язуючи між собою (фізично та віртуально) на основі існуючих і розвинених, сумісної інформації та комунікаційної технології.

Визначення концепції «IoT»

- **Інтернет речей** ([англ. Internet of Things, IoT](#)) - концепція [мережі](#)) - концепція мережі, що складається із взаємозв'язаних фізичних пристроїв, які мають вбудовані [датчики](#)) - концепція мережі, що складається із взаємозв'язаних фізичних пристроїв, які мають вбудовані датчики, а також [програмне забезпечення](#)) - концепція мережі, що складається із взаємозв'язаних фізичних пристроїв які

IoT інфраструктура різних областей



Засоби інфраструктури Smart City

- Засоби ідентифікації
- Засоби вимірювання
- Засоби передачі даних
- Засоби обробки даних і повідомлень
- Засоби управління інфраструктурою та пристроями

Платформи для систем

- Платформа Автоматизації будівель
- Інтеграційна платформа
- Платформа Smart City
- Платформа IoT
- Платформа для промисловості IIoT
- Платформа для розподілених Баз ВД
- Платформа для IoRT
- Платформа для аналітики та обробки ВД

IoT трьох різних областей

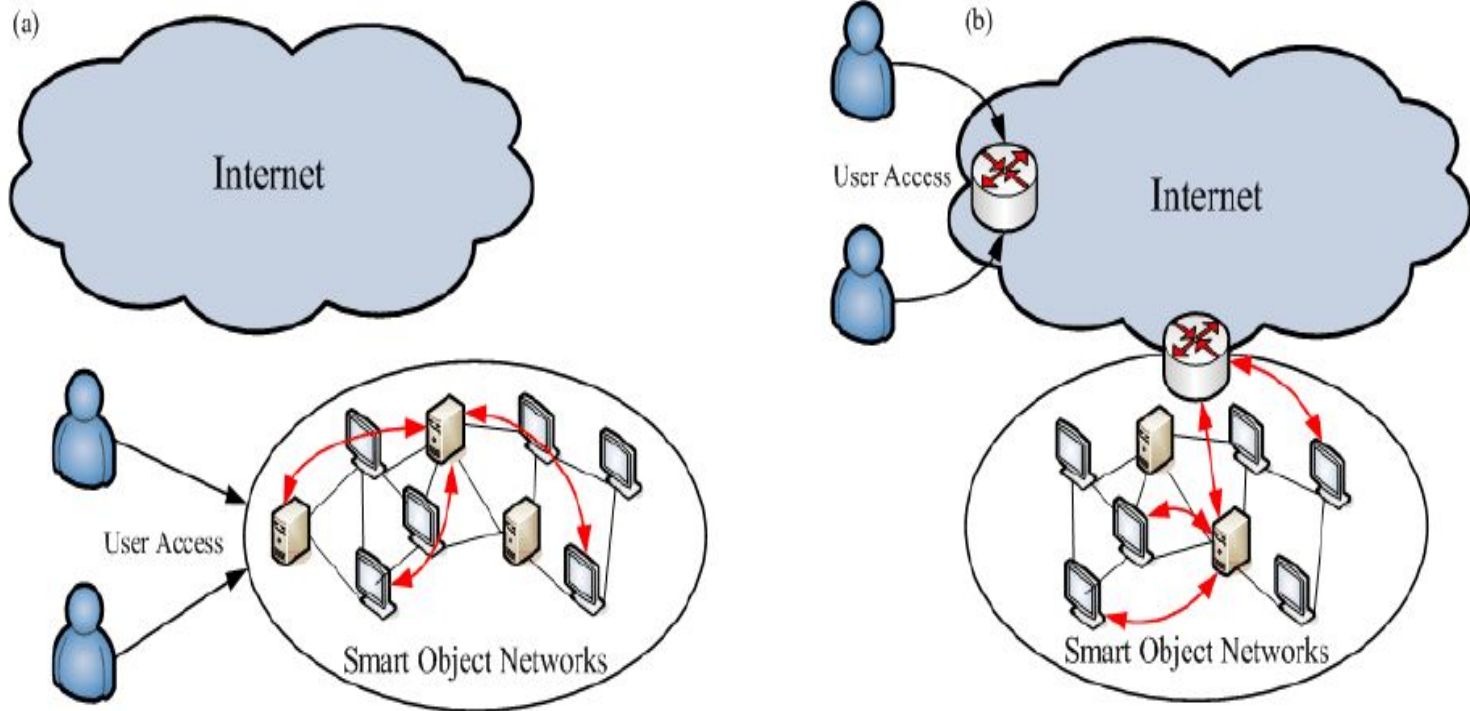
- Мережево-орієнтований IoT (Network-centric IoT),
- Хмарно-орієнтований IoT (Cloud-centric IoT)
- IoT орієнтований на дані (Data-centric IoT)

Паттерни мережевої архітектури

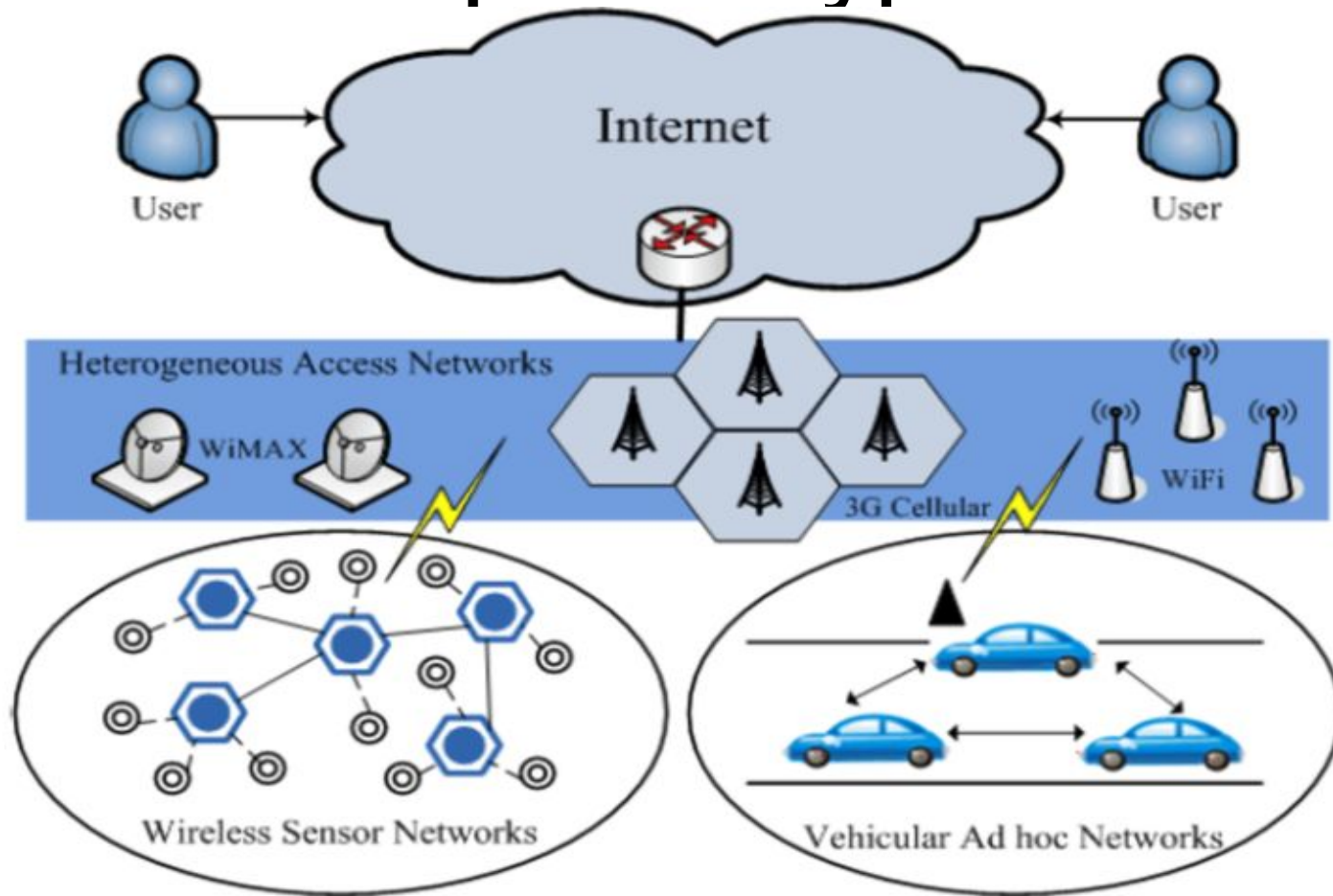
Дозволяють спроектувати:

- автономну мережеву архітектуру,
- повсюдну мережеву архітектуру
- архітектуру накладених мережевих шарів додатків
- Сервіс - орієнтовану мережеву архітектуру

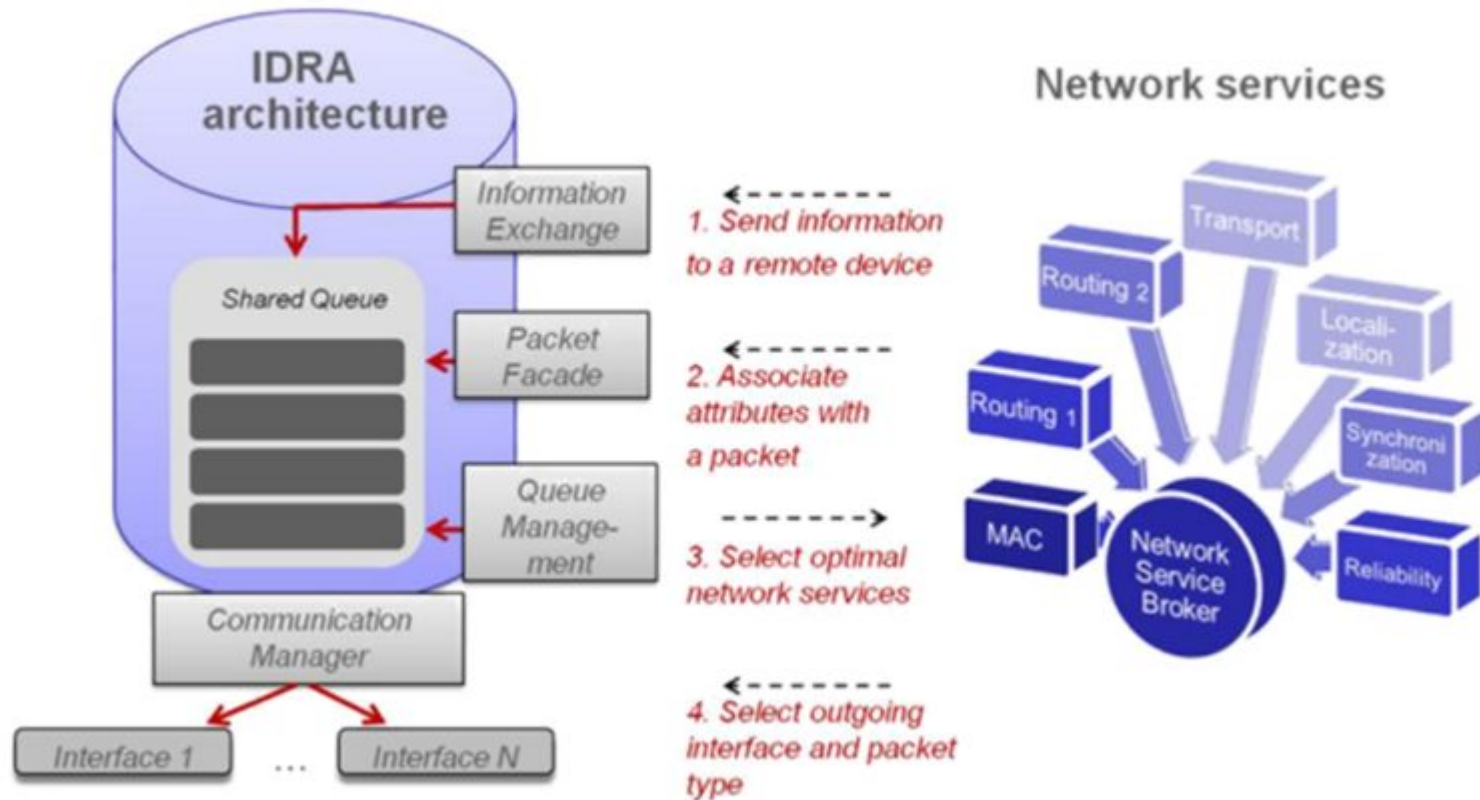
Автономна мрежа



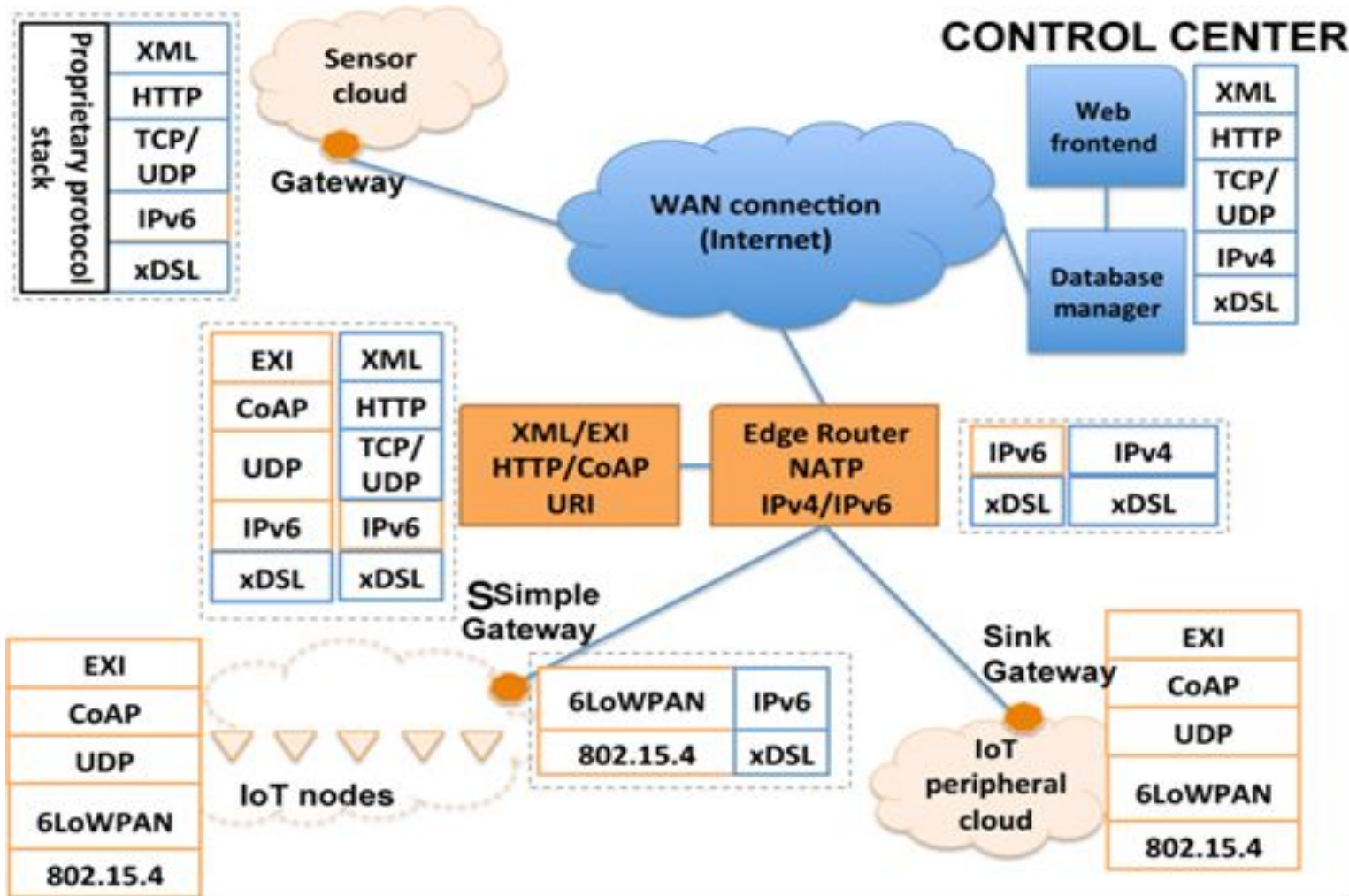
Повсюдно-мережева архітектура



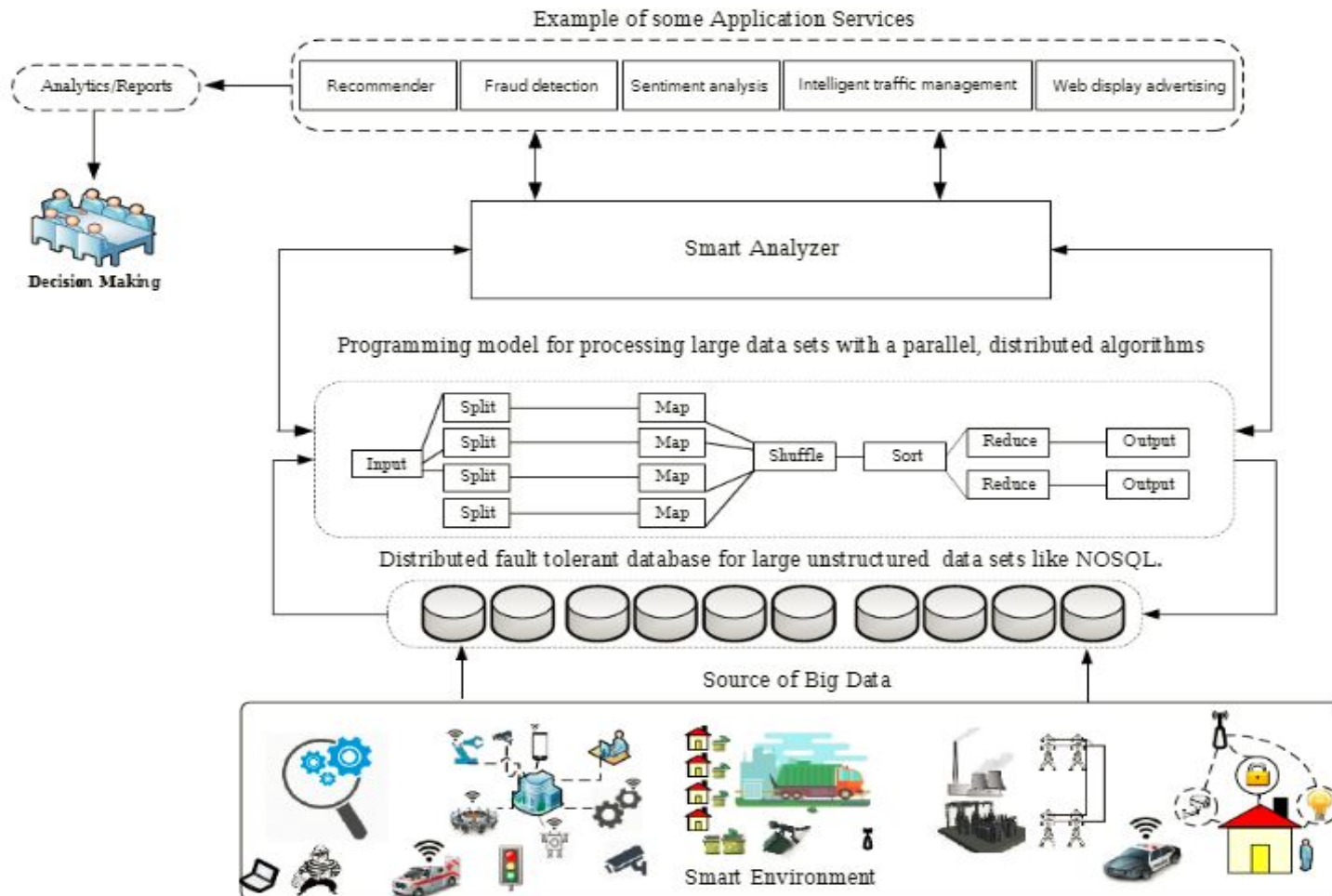
Сервіс-орієнтована архітектура мережі



Концептуальне представлення міської мережі IoT на основі веб-сервісного підходу.



Структура взаємодії систем Smart City



Великі дані (ВД)

- відрізняються такими **величезними обсягами**, що їх зберігання, супроводження, управління і доступ до них наштовхується на обмеження існуючих технічних й програмних засобів
- типові **середовища й джерела**: сенсорні мережі, прилади промислових об'єктів та технологічних ліній виробництва, торгові центри, енергетичні, транспортні системи), соціальні мережі, YouTube з «океаном» відео-файлів, системи on-line продаж, мобільний зв'язок, біржі та інші фінансові центри, навколоземні супутники, IoT системи, прилади відео-спостереження, прилади біомедичних обстежень, тощо.

Призначення ВД

- вони «автоматично» передбачають велику аналітику
- велика аналітика охоплює бізнес, державне управління та наукові дослідження
- формують парадигму прискореного пізнання на основі узагальнення емпіричних даних

Етапи обробки ВД

- Вимірювання/фіксація/реєстрація
- Збір/накопичення
- Препарація/уточнення/деталізація
- Аналітика даних
- Створення моделі ВД
- Продукування рішення (розпізнавання, кластеризація чи управління)
- Реалізація керування

Ознаки ВД

Такі дані є:

- «сирими»,
- різнорідними,
- неузгодженими,
- невпорядкованими
- неструктурованими / слабкоструктурованими
- розподіленими по різних джерелах
- великими за обсягом (вимірюються пента чи зетабайтами - величинами порядку 10^{21} байт)

Особливості застосування методів аналізу до ВД

- Номінально величезний обсяг даних не завжди означає подолання проблем скінченних вибірок даних
- Дані можуть бути деформовані внаслідок селекції (особливо якщо вони зібрані за допомогою пошуку в Інтернеті)
- Поява ВД впливає на вибір методів аналізу і стимулює їх розвиток

Особливості застосування методів аналізу до ВД

- Преференції надаються **швидким методам** (навіть якщо вони менш точні).
- Підсилюються стимули застосовувати **розпаралелювання обчислень**.
- В методах, що спираються на оптимізацію квазіправдоподібності моделі, обчислювальна складність стає неприйнятною, тому пропонують відмовитися від обчислення повного градієнту і послідовно **просуватися вздовж окремих координат**.

Особливості застосування методів аналізу до ВД

- Обчислювальну складність методів аналізу треба оцінювати дещо інакше - значним фактором складності стає **кількість (кратність) сканувань даних**. (Іноді це навіть важливіше за кількість абстрактних обчислювальних операцій).
- Одна з важливих ознак великих даних (для глибокого аналізу) – **багатовимірність**. Зростання довжини («вишини») даних має супроводжуватися зростанням їх «ширини», тобто їх вимірності.

Структура взаємодії Big Data та Smart City

Структура утворює три шари:

- **Перший шар** – це набір об'єктів та пристроїв, з'єднаних через локальні та/або широкосмгові мережі. Більшість з них активно генерують величезну кількість неструктурованих даних кожену секунду.
- У **другому шарі** - всі неструктуровані дані, що зібрані, зберігаються в загальних розподілених відмово-стійких БД (Cassandra, MangDB, CouchDB, Voldemort, DynamoDB), розташованих або в ЦОД, або за допомогою великих сховищ даних (S3) чи системах хмарних сервісів
- **Третій шар** – служби додатків, в яких люди та машини безпосередньо взаємодіють, щоб прийняти розумні рішення для різних цілей (рекомендації, виявлення шахрайства, аналіз настроїв, інтелектуальне управління трафіком та аналіз веб- дисплеїв, тощо)

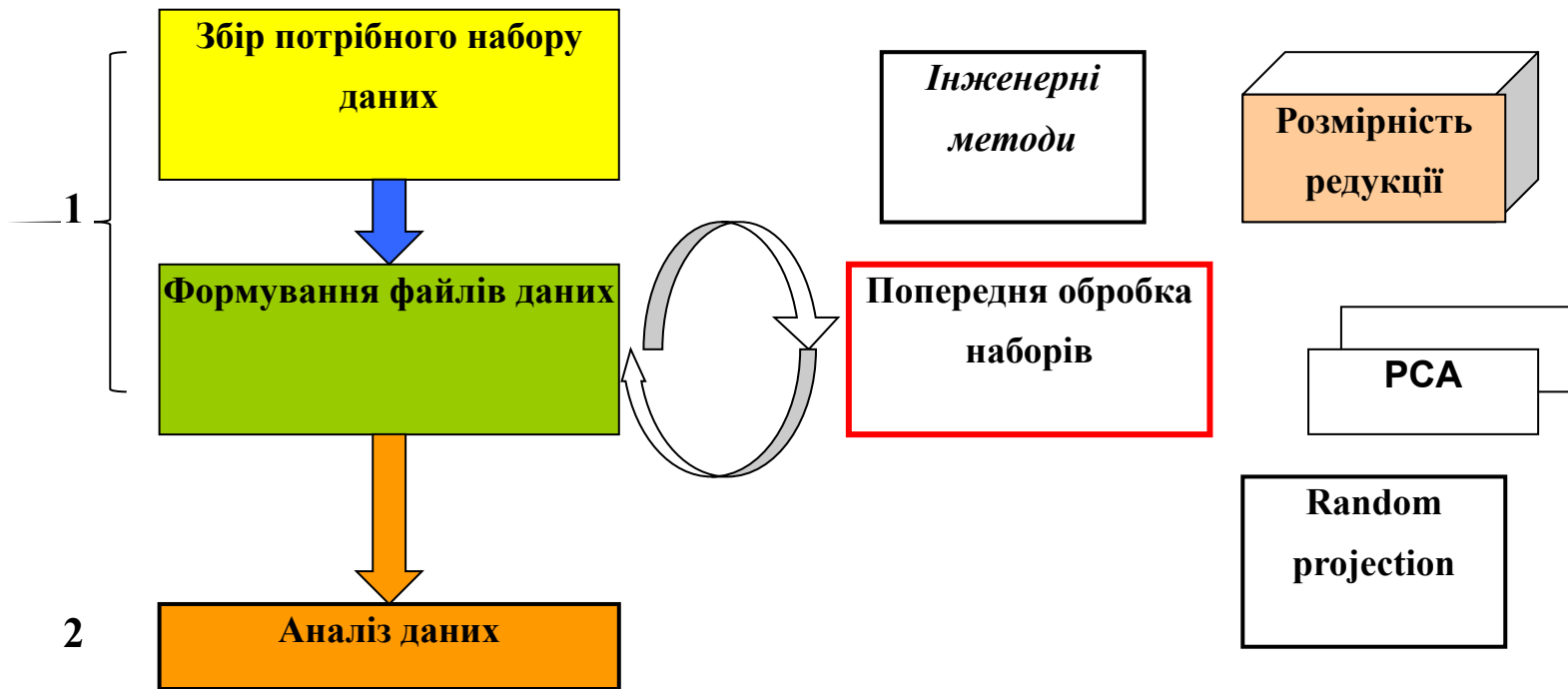
Процес великої аналітики

Він складається з двох етапів:

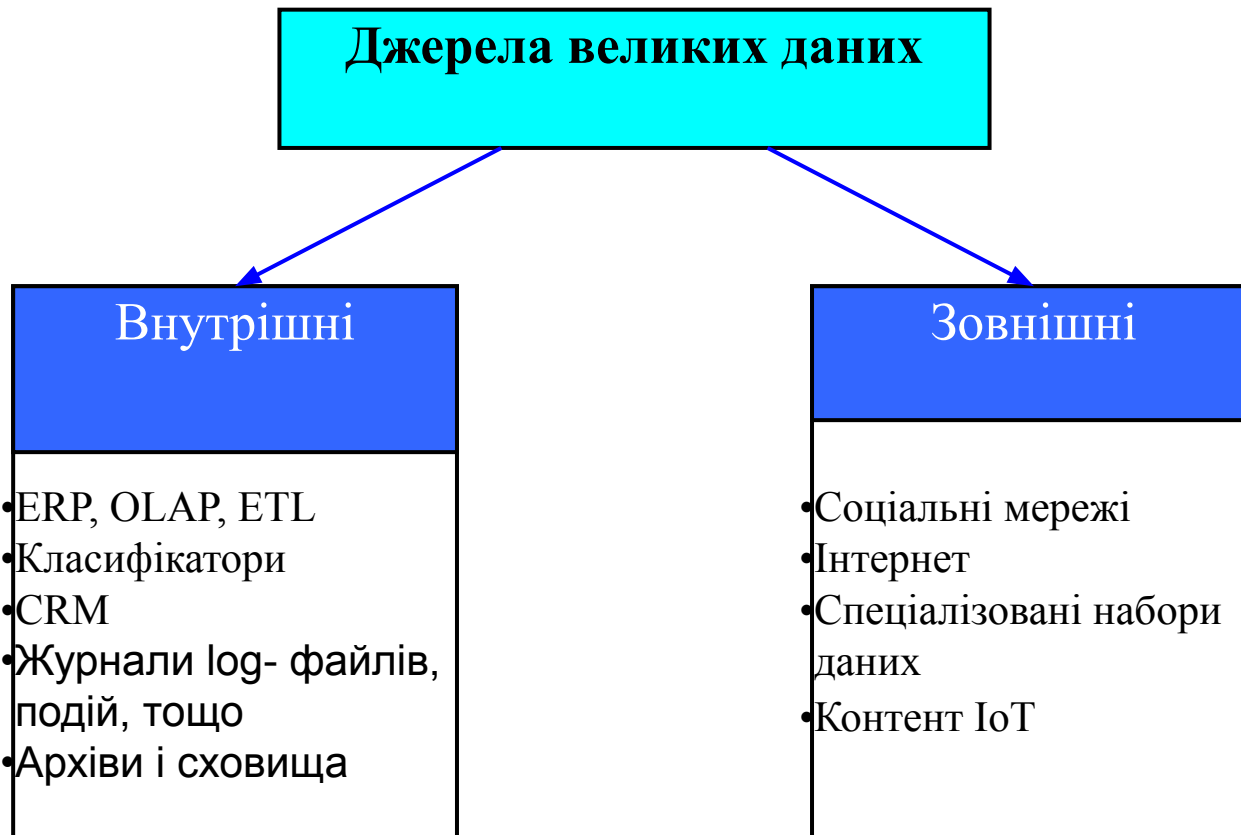
- 1) доставка та компіляція даних
(пошук, добір, фільтрація, інтерполяція, агрегація, комплектування, інтеграція, зменшення розмірності, синхронізація, переформатування, *PCA (principal component analysis)*),
- 2) глибокий аналіз підготовлених даних

Процес великої аналітики

Схема процесу великої аналітики



Джерела ВД



Аналіз джерел ВД

Аналіз джерел проводиться за основними властивостями великих даних, а саме

3V характеристиками:

- швидкість (*Velocity*),
- різноманітність (*Variety*)
- обсяг (*Volume*).

Аналіз джерел ВД



Аналіз джерел ВД

Основні джерела отримання інформації

1. *Архіви відсканованих документів*
2. *Документи* (файли різних форматів xls, word, html, html 5, pdf, csv, ppt, txt, xml, json, тощо)
3. *Сховища даних* (SQL або NoSQL), гібридні БД та файлові системи
4. *Бізнес-застосунки*: системи керування проектами, системи автоматизації маркетингу, CRM системи, портали, Інтернет системи

Аналіз джерел ВД

Основні джерела отримання інформації

5. *Публічний веб.*

6. *Засоби масової інформації (ЗМІ) –включають соціальні медіа та інтерактивні платформи*

7. *Дані журналів (дані серверів, журнали подій, бізнес-процесів, прикладних систем, мобільні локації)*

8. *Автоматично генерований контент (IoT-середовище)*

Класифікація технологій Big Data

- Fast Data (швидкі дані), їх обсяги вимірюються терабайтами-петабайтами
- Big Analytics (велика аналітика) – петабайтні-екзабайтні дані
- Deep Insight (глибоке проникнення) – екзабайти-зеттабайти масивів даних

Fast Data - Швидкі дані

- Не передбачає отримання нових знань
- Її результати співвідносяться з апіорними знаннями і дозволяють судити про те, як протікають ті чи інші процеси
- Вона дозволяє краще і детальніше побачити, що відбувається, підтвердити або відкинути якісь гіпотези
- З існуючих зараз технологій деякі, що працюють зі сховищами підходять для вирішення завдань Fast Data
- Швидкість роботи цих технологій має зростати синхронно зі зростанням обсягів даних

Big Analytics - Велика аналітика

- Технології повинні допомагати в отриманні нових знань - вони служать для перетворення зафіксованої в даних інформації в нове знання.
- Не передбачається наявність штучного інтелекту при виборі рішень або будь-яких автономних дій аналітичної системи
- Вона будується за принципом «навчання з учителем», весь її аналітичний потенціал закладається в неї в процесі навчання.

Deep Insight - Глибоке проникнення

- Передбачає навчання без учителя (Unsupervised learning) і використання сучасних методів аналітики, а також різні способи візуалізації.
- На цьому рівні можливе виявлення знань і закономірностей, апріорно невідомих.
- Найближчим часом вартість ринку ПЗ, що використовує можливості глибокого навчання, перевищить 1 мільярд доларів.

Принципи роботи з Big Data

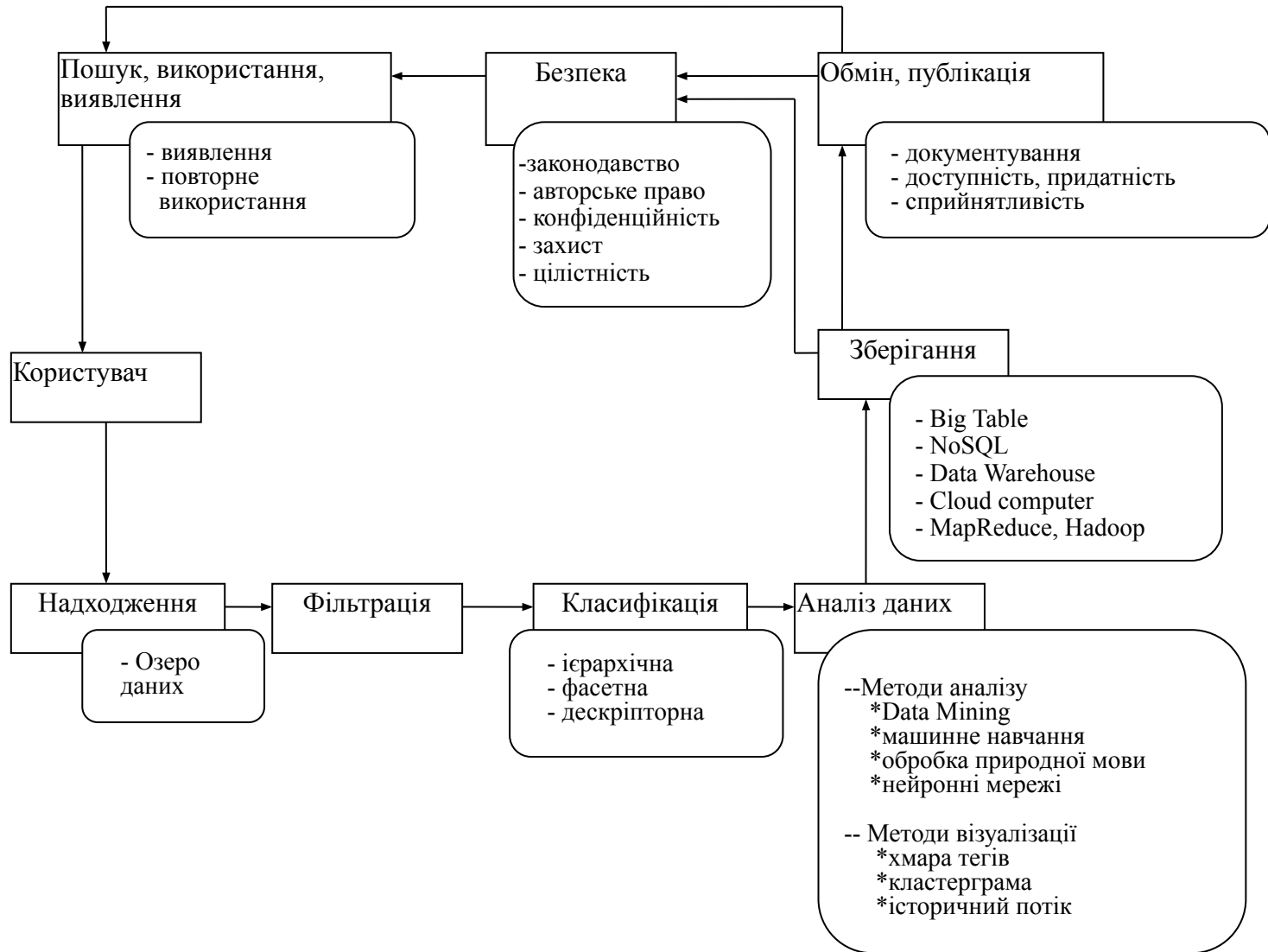
- **Розподіленість** - технологія роботи з Big Data повинна використовувати розподілене зберігання, управління, обробку та аналіз даних,
- **Горизонтальна масштабованість** – люба програмна система повинна бути розширюємою
- **Відмовостійкість** – повинна бути велика кількість комп'ютерів для обробки
- **Локальність даних** – обробка їх виконується в вузлі, де дані зберігаються
- **Інтерпретація даних в процесі їх обробки** (*schema-on-read*) – дані “осмислюються”, коли вони вибираються зі сховища для подальшої обробки

ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ УПРАВЛІННЯ ДАНИМИ ДЛЯ Big Data

Життєвий цикл управління даних, який використовує технологію Big Data, включає такі етапи:

- збір
- фільтрація
- класифікація
- аналіз даних
- зберігання
- обмін
- публікація
- пошук і виявлення даних.

Етапи життєвого циклу ВД



Технології та засоби роботи з Big Data

1. **Big Table** (високопродуктивна база даних, побудована на основі Google File System (GFS), Chubby Lock Service, інших)
2. **Business intelligence (BI)** – (технологія збирання, зберігання і аналіз даних що утворюються в організації)
3. **Cassandra DB**
4. **Cloud computing**
5. **Data Warehouse** (технологія аналізу та обробки великих даних)
6. **Distributed system**
7. **Dynamo DB**

Технології та засоби роботи з Big Data (ч.2)

8. **Extract, transform, and load (ETL)**
9. **Google File System (структура серверів)**
10. **Hadoop (програмна платформа і каркас для організації розподіленого зберігання і обробки наборів великих даних)**
11. **HBase (підпроєкт екосистеми Hadoop)**
12. **MapReduce (платформа для розпаралелювання обчислень)**
13. **Mashup (додаток - гібрид веб приложений)**
14. **«R»**
15. **Stream processing (технологія потокової обробки)**

Метадані сховищ даних

- *метадані перетворення даних:*

- інформація про отримання даних (планування передачі даних, відомості про використання файлів);
- керування таблицями вимірювань, (визначення вимірювань та присвоєння сурогатних ключів);
- перетворення та агрегування, (розширення та відображення даних, програми завантаження СУБД, визначення агрегатів даних);
- документування перевірок, робіт та журналів (журналів перетворення даних й записів стеження за походженням даних).

Метадані сховищ даних

- метадані СУБД:

- зміст системних таблиць СУБД;
- рекомендації з обробки

- підтримка інтеграції систем;

- підтримка аналізу та проектування нових застосунків;

- підвищення гнучкості системи та можливості повторного використання існуючих програмних модулів;

Метадані сховищ даних

- *автоматизація адміністративних процесів;*
- *підсилення механізмів безпеки;*
- *підвищення якості даних;*
- *покращення взаємодії в систем сховища;*
- *покращення аналізу даних;*
- *застосуванню загальної термінології та мови взаємодії у корпорації.*

Метадані сховищ даних

- Метадані системи сховища містяться в **репозиторії** – структурованій системі зберігання та витягнення, що реалізована на основі СУБД.
- Для інтерпретації метаданих необхідно зберігати **структуру репозиторія** (тобто схему метаданих) **та їх семантику**.
- Метадані у будь-якому сховищі можна представити у вигляді звичайного **XML-файлу** чи у вигляді спеціального набору.

Метадані сховищ даних

Сервіси для аналізу та обробки метаданих:

- створювати метадані;
- читати метадані;
- редагувати метадані;
- зберегання метаданих;
- керувати метаданими;
- аналізувати метадані;
- оптимізувати метадані;
- використовувати метадані при пошуку інформації.

ЗАСОБИ ТА МЕТОДИ АНАЛІЗУ НЕСТРУКТУРОВАНИХ ДАНИХ

- Неструктуровані дані (НСД) – це інформація, яка не має попередньо визначеної моделі даних або не організована заздалегідь.
- НСД потенційно мають найбільшу цінність як джерела нових знань: чим більше даних доступних для аналізу, тим точніші результати.
- НСД – дані, для яких не визначені окремі елементи, їх властивості, можливі значення та спосіб їх кодування.

ЗАСОБИ ТА МЕТОДИ АНАЛІЗУ НЕСТРУКТУРОВАНИХ ДАНИХ

- Обробка великих обсягів інформаційних ресурсів різного походження та наперед не відомими моделями даних (в такому випадку говорять про НДС), для яких не придатні традиційні СУБД, потребують інтелектуальних методів їх обробки.
- Неструктурована інформація може зберігатися у формі об'єктів (файлів чи документів), що самі мають структуру.
- Прогнозується, що до 2025 року глобальна датасфера зросте до 163 зетабайт, і 70 % – 80 % її буде неструктурованою.

ЗАСОБИ ТА МЕТОДИ АНАЛІЗУ НЕСТРУКТУРОВАНИХ ДАНИХ

Властивості НСД:

- *Гетерогенність*
- *Неоднозначність*
- *Контекстна залежність*
- *Динаміка значення*
- *Етнокультурна залежність*

Text Mining. Базові елементи

- 1) Ключовими елементами Text Mining є:
 - *колекція документів* (статичні чи динамічні)
 - *документ, який*
 - може корелюватися з деякими документами реального світу
 - може одночасно входити до різних колекцій документів або різних підмножин однієї колекції
- 2) Text Mining визначає на порядок більше характеристик об'єктів, ніж у класичних системах Data Mining.

Text Mining. Основні характеристики

Характеристики природномовних документів (ПМ)

- велика кількість потенційно репрезентативних ознак і властивостей
- розрідженість властивостей (*feature sparsity*) – лише невелика частка всіх властивостей, можливих для колекції документів у цілому
- практичні властивості окремого ПМ-документа – символи, слова, терміни, поняття
- представлення на основі термінів і понять мають приблизно однакову ефективність, але в цілому набагато ефективніші, ніж моделі документів на основі символів або слів.

Text Mining. RDF- сховища

- RDF-сховища дозволяють збирати, зберігати й індексувати дані з різних джерел
- Основа RDF(Resource Description Framework) – це представлення даних у вигляді тверджень-трійок “суб'єкт-предикат-об'єкт”
- Модель RDF описує орієнтований граф, у якому кожна трійка – це опис зв'язку між двома вузлами
- Для ідентифікації суб'єктів, об'єктів і предикатів в RDF використовується ідентифікатор URI (Uniform Resource Identifier), що є узагальненням поняття URL
- Рівень стандартизації RDF набагато вище, ніж у SQL

Text Mining. RDF- сховища

Системи RDF найбільш придатні для таких задач, що потребують виявлення та аналізу великої кількості взаємозв'язків:

- *обробка семантичних мереж (і інших графових структур), отриманих в результаті аналізу природномовних текстів;*
- *представлення й обробка даних з соціальних мереж (побудова образу користувача, виявлення центрів поширення інформації у соціальних мережах тощо);*
- *обробка даних складних наукових експериментів.*

Text Mining. Сфера застосування засобів аналізу НСД

Приклади систем аналізу:

- *First Rain* компанії First Rain – рішення для пошуку, збору й аналізу інформації тільки з Web-ресурсів
- *Digimind* – рішення для пошуку структурованих і неструктурованих даних, з Web і соціальних мереж
- *InfoNgen* – набір рішень для пошуку, збору й аналізу НСД, що агрегують відомості з різних Web-джерел, електронної пошти та внутрішніх інформаційних ресурсів організації
- *Factiva* – набір інформаційно-аналітичних рішень, що дозволяє збирати мультимедійний контент з сайтів
- «Голос клієнта» – рішення для аналізу структурованих і неструктурованих даних для обробки відгуків клієнтів з соціальних мереж, центрів роботи з клієнтами і CRM, форумів і блогів

Аналіз програмно-апаратних
засобів для систем моніторингу
механізмів роботизованої
інтерактивної інфраструктури
Smart City з використанням
сервісів технології IoT

Мережева робототехнічна система



Cloud Robotics

- Хмарна робототехніка може бути описана як система, яка спирається на інфраструктуру "Хмарних обчислень" для доступу до величезної кількості потужностей обробки та даних для підтримки



Cloud Robotics

- Одним із прикладів Cloud Robotics є безпілотні автомобілі Google, який індексує Google карти, зображення та іншу релевантну інформацію, зібрану супутниками та зібрані НАТОВПОМ для полегшення точної локалізації багатьох об'єктів.
- Хмарна робототехніка страждає від різних факторів, таких як сумісність, неоднорідність, змінюючи час затримки мережі, безпека, багатoprogramне управління, загальний дизайн інфраструктури, якість обслуговування (QoS) та стандартизація.

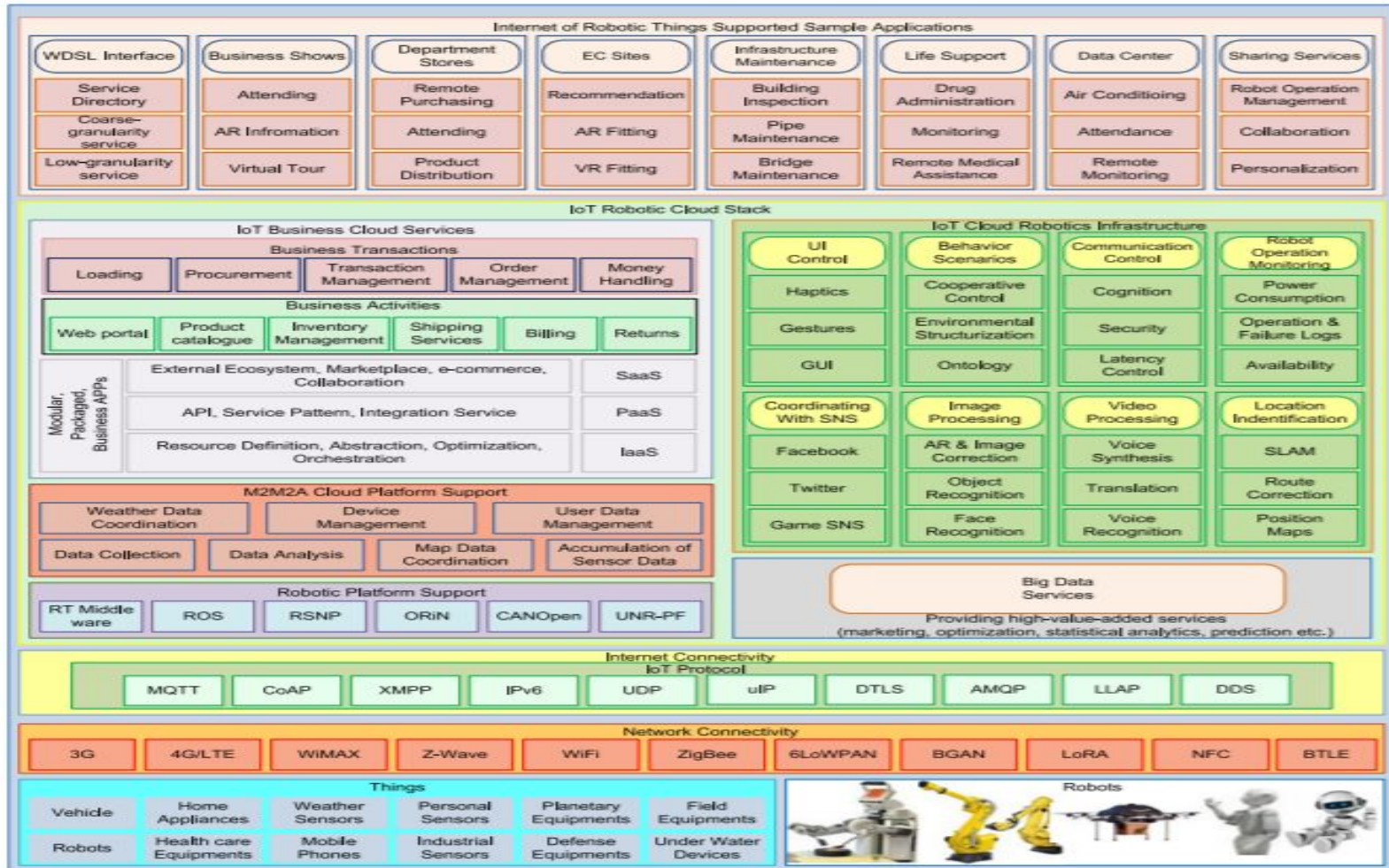
Хмарна платформа M2M2A

- Хмарна платформа M2M2A передбачена для парадигми “машина-машина-виконавчий механізм”, яка підходить для складного робота, який передбачено буде критичною машиною, що зробить внесок у систему IoT.
- Система M2M2A призначена для використання практичних рішень, де різні сенсори і робототехнічні технології повинні бути об'єднані для об'єднання реального та віртуального світу разом. У таких рішеннях сервіси візуалізації інформації, створеної датчиками, є взаємозв'язаними між собою самі, формуючи відповідний ланцюг дій / реакцій, що виконані роботами.
- На відміну система “машина-машина” (M2M) може розглядатися як збірка декількох машин, що підключені до мережі, яка обмінюється інформацією без втручання людини при забезпеченні автоматичного оптимального управління.

Інтернет роботизованих речей

- Глобальна інфраструктура для інформаційного суспільства, що забезпечує розширені роботизовані послуги шляхом взаємозв'язку роботизованих речей, де використовуються хмарні обчислення, хмарне зберігання та інші існуючі Інтернет - технології, зосереджені на перевагах зконцентрованої хмарної інфраструктури і спільних служб.
- Вони дозволяють роботам отримати переваги від потужних обчислювальних, накопичувальних та зв'язкових ресурсів сучасних центрів обробки даних, що пов'язані з хмарами, при усунуванні накладних витрат на технічне обслуговування та оновлення, а також підвищення незалежності користувальницької хмари, що передбачає додаткові потужні вимоги, які можуть скоротити термін експлуатації та обмежити мобільність роботів шляхом покриття витрат на передачу даних для вивантаження завдань без жорстких вимог до реального часу.

Архітектура Інтернету Роботизованих Речей



AR: augmented reality
 CCTV: closed-circuit television
 EC: electronic commerce
 GUI: graphical user interface

SLAM: simultaneous localization and mapping
 SNS: social networking services
 UI: user interface
 VR: virtual reality

WSDL: Web service description language

Рівень обладнання

- Це найнижчий рівень, що складається з різних роботів і таких речі, як автомобілі, датчики, смартфони, оборонне обладнання, підводне обладнання, датчики погоди, персональне обладнання, побутова техніка та промислові датчики.

Мережевий рівень

- Надається декілька типів параметрів підключення до мережі у цьому другий нижньому рівні.

Інтернет-рівень

- Інтернет-з'єднання є центральною частиною всього спілкування в архітектурі ІoRT. Завдяки своїй доступності, специфічні протоколи комунікації ІoT були вибірково додано до цього шару для енергоефективності, обмеження ресурсів та обробки даних невеликого об'єму в робототехнічних системах

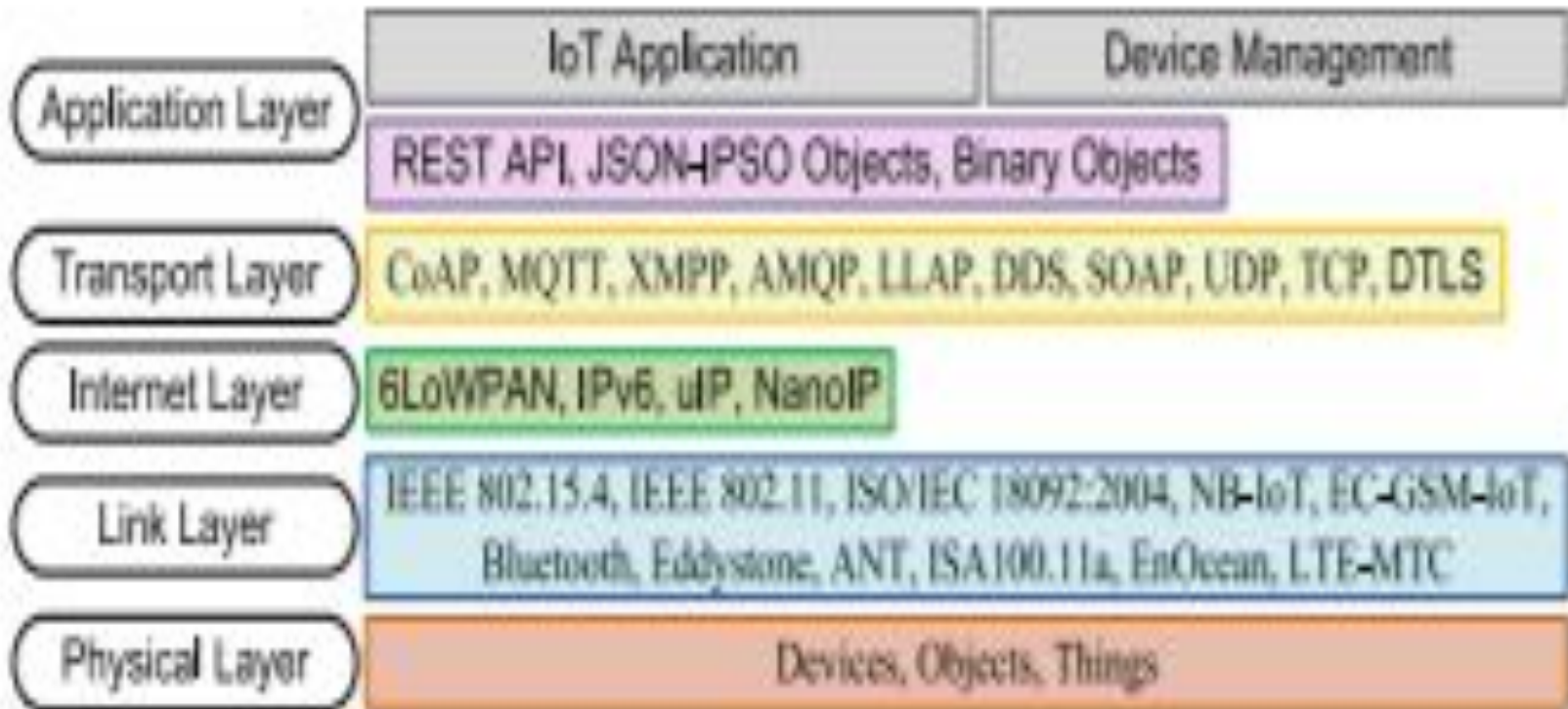
Рівень інфраструктури

- Цей шар є конгломератом 5 різних, але споріднених композицій, таких як роботизована хмарна платформа, підтримка хмарної платформи M2M2A, хмарні бізнес-сервіси IoT, служби Big Data і IoT хмарної робототехнічної інфраструктури

Рівень додатків

- Це верхній шар архітектури IoT, який є призначений для поширення досвіду користувачів шляхом вивчення представленої вибірки програм, які можуть бути виконані за допомогою робототехніки.

Стек протоколів для архітектури IoT



Характеристики IoRT архітектури

- 1) Комплексність
- 2) Контекст оточення
- 3) Віртуалізована диверсифікація
- 4) Розширюваність
- 5) Сумісність
- 6) Динамічність та самоадаптація
- 7) Географічний розподіл та універсальний доступ до мережі

Існуючі роботи призначені для архітектури IoT

Type	Model	Technologies	Applications			
		Description	Health	Industrial and Building	Military	Rescue System
Humanoid & Domestic robots	Adept MobileRobots Peoplebot [45]	Support for human-robot interaction activities and other tasks concerning telepresence, robot vision, tourism, monitoring and control, and education	X	X		
	Fraunhofer IPA Care-O-bot 3 [46]	Assistance of humans in their daily life	X	X		
	Willow Garage PR2 [47]	Support of human activities at work and home (including the assistance of disabled and elderly people)	X	X		
	PAL Robotics REEM [48]	Support of human activities in a wide range of indoor environments (i.e., hotels, museums, industry, shopping malls, airports, hospitals, care centers)	X	X		
	Robosoft Robulab family [49]	Control of home infrastructure, recognition of surroundings, communication with medical and public facilities, supervision of vital signs, generation of emergency calls, lifting and carrying of humans	X	X		
Ground mobile robots	Turtlebot [47]	Multi-purpose mobile structure for indoor applications	X	X		
	Neobotix mpo family [50]	Autonomous transportation systems in industrial Environments		X		
	Robotnik Automation Guardian [52]	General purpose robots. They can move on a wide spectrum of surfaces and bear high payloads. Each device can be customized with sensors, grippers, and GPS interfaces			X	X
Flying robots	AscTec Quadrotor [53]	Environment control and monitoring			X	X
Marine robots	Clearpath Robotics Kingfisher [51]	Control of marine areas and transportation of objects and Humans			X	X

Доступне робототехнічне обладнання, призначене для архітектури ІoRT

Type	Model	Description
2D laser range finder	Hokuyo Scanning range finder	Environment recognition, detection of human body size and position, identification of invaders and obstacles
	SICK Laser LMS-2xx	Area monitoring, identification, classification, and control of size, nature and position of objects
3D sensors	Mesa Imaging SwissRanger	Real-time generation of high quality 3D images through the time-of-flight distance measurement principle
	Microsoft Kinect	Identification of people motion
	Forecast 3D Laser	Detection and avoidance of obstacles during navigation
Cameras	Forecast 3D Laser	Capture and processing of stereoscopic images
RFID	RFID UHF RFID Reader	Identification of objects and people
Pose estimation	Applanix POS-LV imu/GPS interface	Measurement of position and pose, even under the most difficult GPS conditions
LIDAR	RPLIDAR A2 360° Laser Scanner	Measurement of target distance by illuminating a laser light

Робототехнічні платформи для взаємодії з архітектурою IoRT

Cloud Robotic Platforms	Cloud Type	Purpose	Description	Implementation Technology
DAvinCi [55]	Software-as-a-Service	Research	Provides the scalability and parallelism advantages of cloud computing for service robots in large environments as well as share data co-operatively across the robotic ecosystem.	Hadoop cluster, ROS, WiFi, ZigBee
Rospeex [56]	Software-as-a-Service	Research/ Practical	Designed for multilingual spoken dialogues with robots can be used without payment or authentication.	HTML5, JSON [65], Smart Phone.
CRALA [57]	Software-as-a-Service	Research	Provides a domain-specific architecture description language for architecture-centric Cloud robotics, by showing an linkage between architectural descriptions with cloud deployments.	Eclipse modeling Framework (EMF)
Robot Web Tools [58]	Software-as-a-Service	Research/ Practical	Enables interoperability and portability across heterogeneous robot systems, devices, and front-end user interfaces. It is meant for messaging ROS topics in a client-server paradigm suitable for WAN, and web based human-robot interaction.	Rosbridge protocol, ROS, JSON
CORE [59]	Software-as-a-Service	Research	It is a cloud-based object recognition engine for robotics. It provides access to large-scale datasets for training machine learning classifiers, offers the capability to load different feature detector and classifier combinations, and intelligently throttles sensor data within a robotic network.	CloudLab [60], ROS, TCP, UDP
UNR-PF [61]	Software-as-a-Service	Research/ Practical	Enables robots and sensors to contribute their abstracted functions to a pool on cloud robotics where applications can access diverse resources through APIs to build device-independent, multi-area ubiquitous services for supporting daily activities, especially of the elderly and disabled.	Robotic Interaction Service (RoIS) Framework [62], C++
GOBOT [63]	Software-as-a-Service	Practical	Provides a framework for robotics, physical computing, and the Internet of Things in form of device drivers and adapters for controlling a wide variety of robots, a software abstraction, and external control interface for individual or groups on a shared network.	Go [64], JSON
Rapyuta [66]	Platform-as-a-Service	Practical	Provides a secured computing environment to the robots enabling them to move their heavy computation into the cloud. It also provides a high bandwidth connectivity to the RoboEarth [67] knowledge repository.	Linux Containers [68]
FIWARE [69]	Platform-as-a-Service	Research/ Practical	Provides context broking services to publish/subscribe the connected robot's data to other robots by using FIROS [70].	Openstack Swift [71] and other enables.
Artoo [72]	Platform-as-a-Service	Practical	It is a micro-framework for robotics implemented using Ruby. It provides Domain-Specific Language (DSL) for robotics and physical computing for various IoT enabled devices.	Ruby [73]

Складові Роботизованої інтерактивної інфраструктури

- 1) Роботизовані системи та автономні рухомі об'єкти
- 2) Роботи різного сервісного та промислового призначення
- 3) Кіберфізичні системи
- 4) Забезпечуючі пристрої та їх інфраструктура (станції електроживлення, пневмостанції, т.п.)
- 5) Сервісні центри обслуговування та ремонту
- 6) Пристрої телекомунікації
- 7) Мережі передачі IoT даних, включаючи "сенсорні" та сегменти IIoT
- 8) Системи радіозв'язку

Складові Роботизованої інтерактивної інфраструктури

- 9) Вузли проміжної обробки даних та сервери
- 10) Центри моніторингу та управління, регіональні ЦОД
- 11) Системи позиціонування роботів (RFID мітки; ультразвукові системи орієнтування; GPS – система; радіобуї; сонарні маяки, система контролю повітряного руху, т.п.)
- 12) Система зон операційного призначення для роботів (завантаження/розвантаження/ складів запчастин)
- 13) Стоянки та парковки для роботів
- 14) Шлюзи до «хмарних ресурсів» та сенсорних мереж IoT
- 15) Системи інтелектуального управління автономними роботами
- 16) Центри контролю та управління безпекою

Суміжні інфраструктури Smart City

Які інфраструктури можуть включати «Роботизовану інтерактивну інфраструктуру» як складову?

- Інфраструктура IoT
- Інфраструктура IIoT (Industrial IoT)
- Інфраструктура будівель та житла (Smart Home)
- Транспортна інфраструктура міст
- Громадсько - ділова інфраструктура
- Соціально - дозвільна інфраструктура Smart City
- Вулична Інфраструктура Smart City
- Заклади медицини
- Call-центри та сервісна інфраструктура

Технології Smart City впливу на інтерактивну інфраструктуру РІІ

- ***IoT (інтернет речей)***
- ІoP (Інтернет людей – мобільні комунікатори)
- ***Big Data***
- Блокчейн (безпека внутрішня)
- ***Inteligens Robotics***
- ***Inteligens Data Mining***
- ***Inteligens (Smart) Informations***
- Сервіси хмарних ресурсів PеaaS

Технології Smart City впливу на інтерактивну інфраструктуру

- Сервіси інформаційної безпеки для Smart City
- **Технології проектування слабкозв'язаних систем**
- **Технології Smart Home, Smart Energy, Smart Resources**
- **Мультиагентні технології моніторингу та управління об'єктами Smart City, включаючи роботів**
- Технологія програмних агентів для проектування та реалізації сервісів в інтелектуальних системах
- **Internet of Robotic Things**
- Технології виду «Розумний пил» (для контролю та управління на рівні нанооб'єктів) для сенсорних мереж

Технології Smart City впливу на інтерактивну інфраструктуру

Складові технологічної структури «розумного міста»:

- ***інтернет речей***, технологічна концепція якого дозволяє збирати потрібну інформацію від об'єктів і забезпечує зворотний зв'язок з ними;
- ***інфраструктура передачі даних***, яка б пов'язала додатки з об'єктами міської інфраструктури;
- ***системи аналізу даних***, що дозволяють отримати з великого обсягу даних корисну інформацію (Big Data);
- ***система агрегації і уніфікації даних***, покликана впорядкувати і синхронізувати величезні потоки даних

Технології Smart City впливу на інтерактивну інфраструктуру

Концептуальне представлення міської мережі IoT на стандартах IETF:

- включають архітектуру веб-сервісу для служб IoT
- ***обмежені та необмежені вузли IoT***
- ***еталонний протокол для міської системи IoT***
- ***виклики віддалених процедур на базі Representational State Transfer (REST)***

Вплив систем інтерактивного управління на інфраструктуру

Системи інтелектуального управління роботів та кіберфізичних систем впливають на інтерактивну інфраструктуру, визначаючи рівень інтерактивності відповідно їх автономності поведінки, адаптивності до подій та можливості передбачення позаштатних ситуацій чи зміни характеристик зовнішнього середовища

Системи управління роботами

1) Людино-машинні системи управління

Системи дистанційного управління

- a) Командного управління
- b) Копіюючого управління
- c) **Напівавтоматичного управління**

Системи інтерактивного управління

- d) **Автоматизовані інтерактивні системи**
- e) **Інтерактивні системи супервізорного управління**
- f) **Інтерактивні системи діалогового управління**

2) Системи автоматичного управління

- b) Системи програмного управління
- c) Адаптивні системи управління
- d) **Інтелектуальні системи управління**

Системи управління роботами

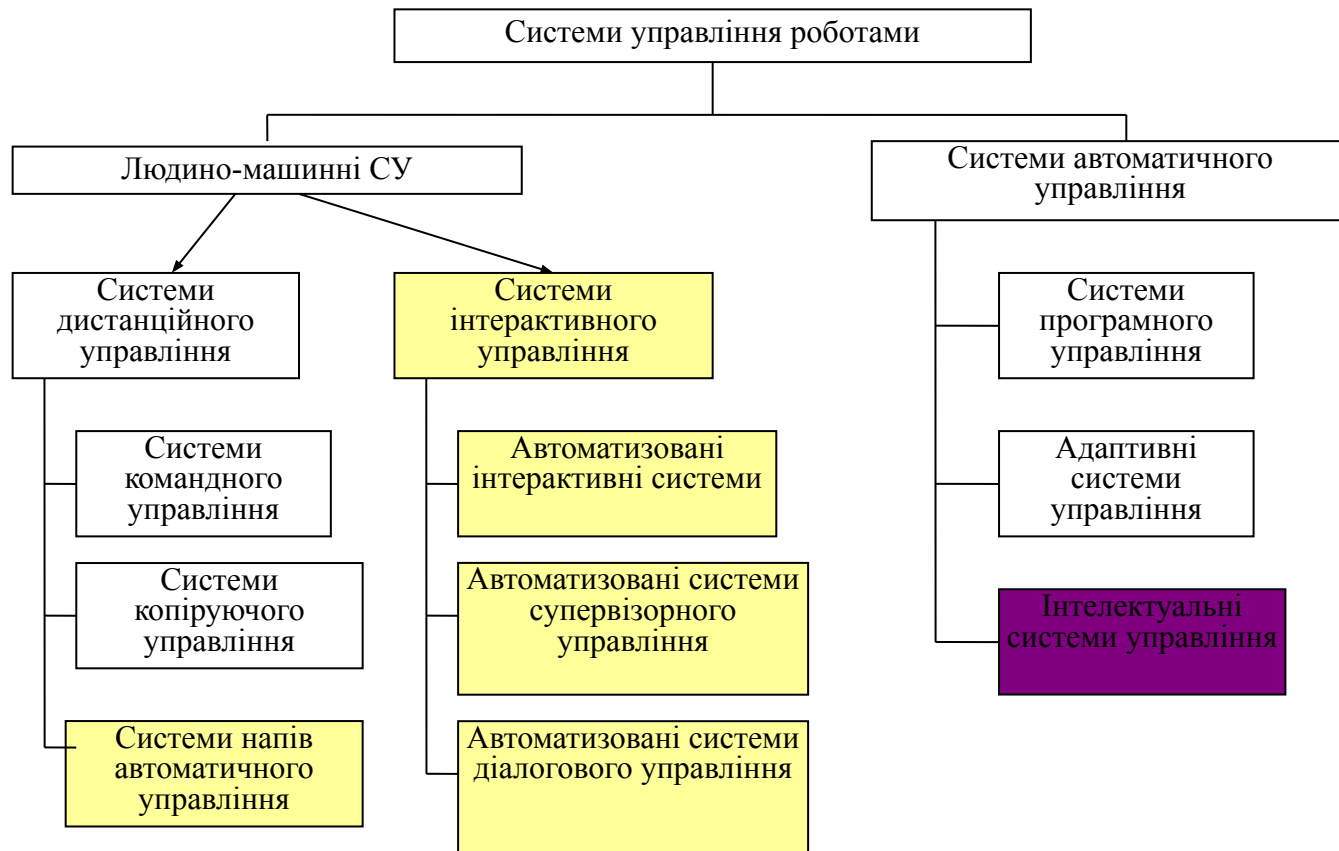


Рисунок 1 – Класифікація систем управління роботами

Системи інтерактивного управління роботами

Системи інтерактивного управління розділяються на:

- автоматизовані інтерактивні системи управління, в яких тільки частина операцій виконується автоматично, а інші надані оператору;
- інтерактивні системи супервизорного управління, в яких оператор, що спостерігає на дисплеї обстановку в місці дії робота, подає окремі команди - цілевказівки, за сигналами від них включаються ті чи інші програми автоматичної дії робота;
- інтерактивні системи діалогового управління, що відрізняються від інтерактивних систем супервизорного управління тим, що робот не тільки виконує команди оператора, а й активно допомагає йому в розпізнаванні обстановки і прийнятті рішень.

Системи управління, які можуть мати функцію інтерактивності

- Наявність системи очуствлення, що дозволяє роботу пристосовуватися до повному обсязі певної обстановці при виконанні програми, відрізняє автоматичні роботи другого покоління, які названі адаптивними.
- Здатність сприйняття, розпізнавання навколишнього середовища, побудови її моделі, прийняття рішення про зміну поведінки при виконанні завдання характерна для роботів третього покоління. Такі роботи прийнято називати інтелектуальними, так як вони технічно відтворюють окремі досить складні інтелектуальні функції, властиві людині.
- Основна відмінність інтелектуальних систем управління від інших - здатність витягувати з даних не тільки інформацію, а ще й знання. Для цієї мети системи очуствлення доповнюються системами розуміння (уявлення знань).

Індустріальний Інтернет речей



Індустріальний Інтернет речей

- a) Індустріальний інтернет речей визначається як мережа, що складається з реальних об'єктів та їх цифрових двійників.
- b) Для IIoT необхідні обидві моделі – моделі виробу та моделі виробництва.
- c) IIoT веде до Індустрії 4.0.
- d) Промисловий інтернет речей виріс із безлічі технологій та їх взаємозв'язків.

Індустріальний Інтернет речей

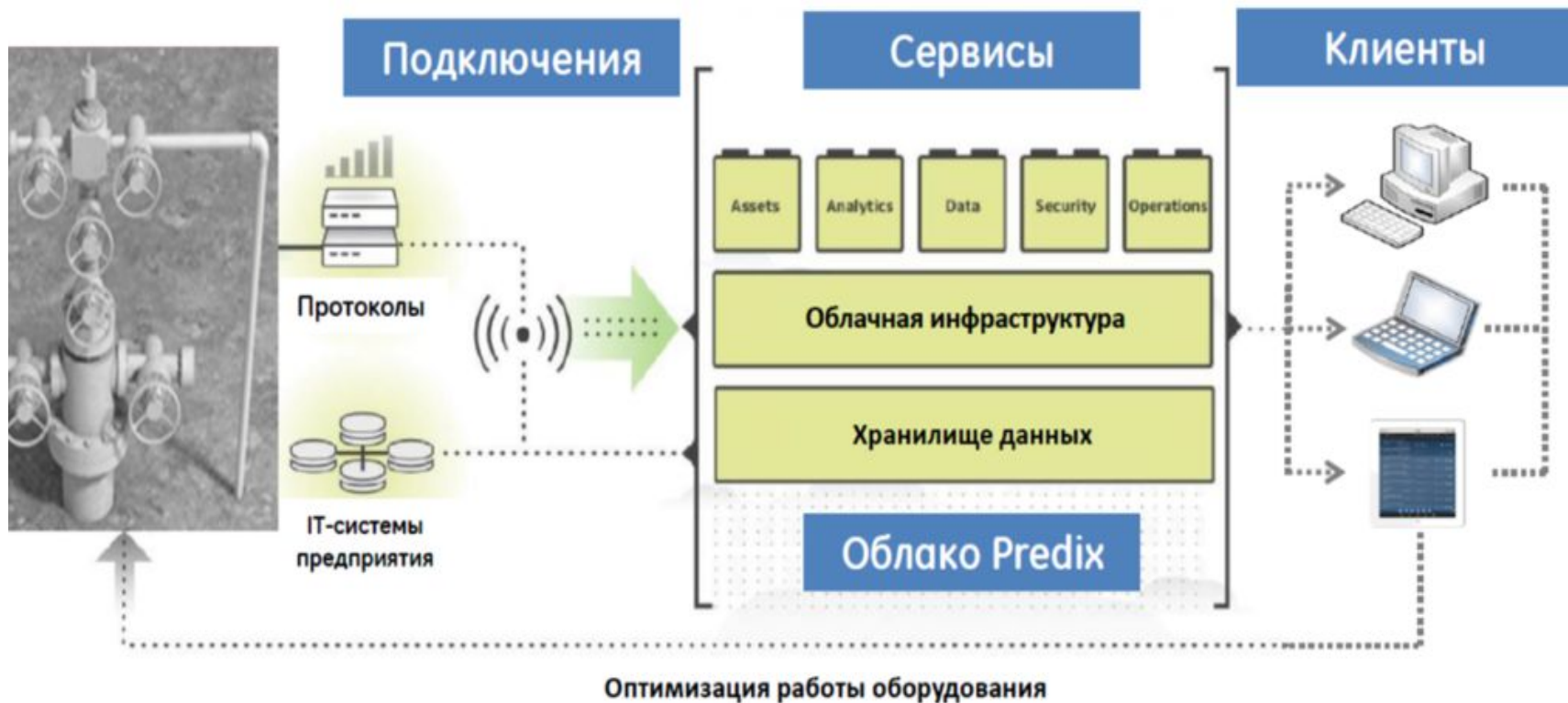


Системи промислового управління 4.0 (IIoT)

1. Вимоги клієнтів

- 1) віддалений доступ до управління
- 2) історія роботи для аналізу
- 3) повідомлення про події
- 4) дружній інтерфейс
- 5) універсальність використання
- 6) прогнозована окупність системи
- 7) можливість підключення до існуючого обладнання

Системы промышленного управления 4.0 (IIoT)



Системи промислового управління 4.0 (IIoT)

2. Ознаки справжніх IIoT

- Пристрої контролю-управління доступні по протоколах TCP / IP, а також за моделями обмінів, як OPC-UA
- Враховані вимоги по кібер-безпеці - системи управління відповідають міжнародним стандартам з кібер-безпеки. На базовому рівні це МЕК 62443, ширше - це ISO 27001, IEC 61508, 62351 та інші.

Системи промислового управління 4.0 (IIoT)

2. Ознаки справжніх IIoT (продовження)

- Головний елемент нової архітектури - промислова хмарна платформа, - включає як мінімум 3 компоненти – а) Підключення до різних пристроїв і систем; б) Аналітику великих даних; в) Розробку своїх додатків.
- Обробка даних має поступовий, але явний тренд від найпростішої візуалізації (просте відображення графіків і даних) - до алгоритмів data science (Інтелектуальні моделі, машинне навчання, алгоритми data mining і т.п.).

Системи промислового управління 4.0 (IIoT)

2. Ознаки справжніх IIoT (продовження)

- Функції системи орієнтовані на інтеграцію - вертикальну або горизонтальну
- Віддалений моніторинг активів підприємства в реальному часі (assets performance management)
- Дотримання жорстких стандартів безпеки
- Швидка і зручна конфігурація додатків і дашбордів без будь-якої необхідності програмування.

Складові ІоТ

- Управління даними про продукти (PDM) було розроблено як новий підхід до проектування мереж усередині інженерних відділів, що пов'язують дані про продуктах та людських ресурсах.
- За допомогою технологій «Управління життєвим циклом виробу» (PLM) ідея мережі починає бурхливо розвиватися, розглядаючи узгоджене управління даними як мету для всього життєвого циклу.

Складові ІюТ

- У цьому контексті PDM зазвичай розглядається як основа PLM, забезпечуючи інтерфейси для різних програм протягом усього життєвого циклу, таких як виробництво та обслуговування.
- Отже, PDM і PLM також є необхідною умовою для ІюТ: промислові «речі» вимагають даних про продукт як основу для змістовної комунікації, наприклад, порівняння даних вимірювань з спочатку зазначеними вимогами, пов'язаними з продуктом.
- У контексті ІюТ цифрова фабрика може розглядатися як додаток до PLM.

Складові ІІоТ

- Багато ідей проектування апаратного забезпечення для ІІоТ беруться з мехатроніки та кіберфізичних систем (СРС). Мехатроніка зазвичай визначається як дисципліна, яка поєднує механіку, електроніку та інформаційні технології.
- Назва “кіберфізична система” було введено в ужиток дослідниками з галузі комп'ютерних наук та програмного забезпечення.

Складові IIoT

- У контексті виробництва, Cyber Manufacturing Systems (CMS) та IIoT відповідають промислові аналоги CPS та IoT.
- CMS або кіберфізичні виробничі системи (CPPS) є передовими мехатронними виробничими системами, які знаходять інтелект завдяки підключенню до IIoT.
- Отже, CMS не можна розглядати без IIoT і навпаки.

Складові ІІоТ

- СМS та ІІоТ не є окремими технологіями із закритою теоретичною парадигмою, а, швидше, є міждисциплінарною сумішшю з областей виробництва, інформатики, мехатроніки та комунікаційних технологій.
- В даний час більшість дослідників сходяться на думці, що ІІоТ і СМS просуваються в таких ініціативах, як Індустрія 4.0 і матиме великий економічний вплив.

Складові ІІоТ

- Як CMS, так і ІІоТ можна розглядати як складні системи систем.
- Отже, існує кілька технологічних основ для створення таких систем, що призводить до першого серйозного виклику: вибору відповідної технологічної основи та архітектури.
- Ще однією серйозною проблемою є специфікація загальноприйнятих, розширюваних інфраструктур або архітектурного шаблону, який повинен підтримувати, з одного боку, різні датчики, виконавчі механізми та інші апаратні та програмні системи, тоді як, з іншого боку, система повинна залишатися керованою.

Складові ІІоТ

- З впровадженням СМS та ІІоТ в область автоматизації ці добре структуровані та орієнтовані на конкретні виробничі завдання шаблони допомагають швидко вирішити проблеми, що виникають на виробництві.
- Класична автоматизована піраміда буде поступово замінена на мережеву, що включає децентралізовано організовані та автоматизовані послуги.

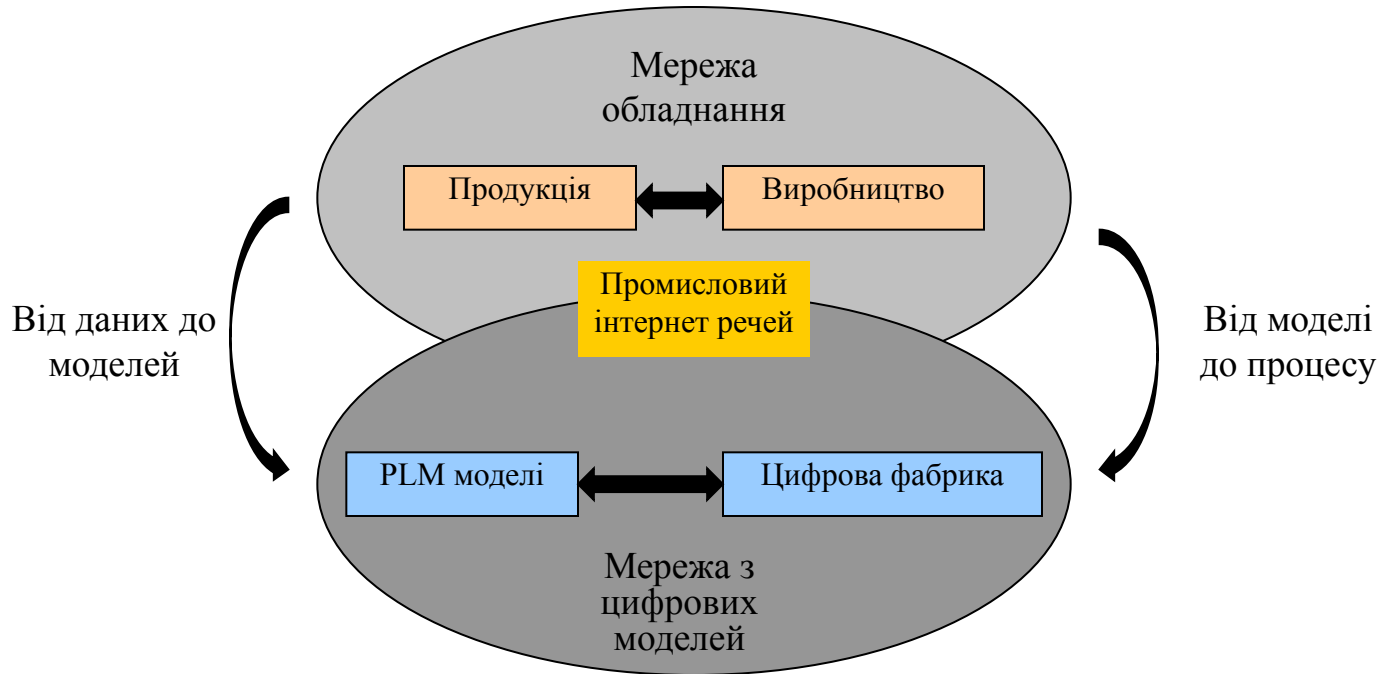
Складові ІІоТ

- Інфраструктури, що розвиваються СМS і ІІоТ ставлять нові завдання щодо обміну інформацією. Прозорий та адаптивний зв'язок необхідний для того, щоб гарантувати доставку інформації в режимі реального часу та забезпечити надійність та інші аспекти якісного обслуговування.
- Крім того, така децентралізована система потребує більш високого рівня автоматизації щодо самоврядування та підтримки сталої роботи.

Складові ІоТ

- Людино-машинні інтерфейси мають бути адаптовані з урахуванням зростаючої складності цих систем. Необхідно, щоб система забезпечувала своєчасне та правильне відображення необхідної інформації.
- В іншому випадку весь обсяг інформації не може бути оброблений людиною, і, відповідно, рішення можуть бути прийняті з затримкою або помилково.

Складові IIoT



Промисловий Інтернет, як мережа, що складається з фізичних об'єктів та їх цифрових двійників

Платформы для IIoT

Платформа	Управление устройствами	Интеграция	Безопасность	Протоколы	Аналитика	Поддержка визуализации
2lemetry*	Да	Salesforce Heroku, ThingWorx API	SSL, ISO 27001, SAS70 Type II	MQTT**, CoAP, STOMP	Аналитика реального времени (Apache Storm)	Нет
ParStream***	Нет	R, UDX API	Нет данных	MQTT	Аналитика реального времени (IBM IoT Real-Time Insights)	Да, веб-портал
IBM IoT Foundation Device Cloud	Да	REST API	TLS, IBM Cloud SSO, LDAP	MQTT, HTTPS	Аналитика реального времени, Batch analytics (ParStream DB)	Да, ParStream Management Console
PTC ThingWorx	Да	REST API	ISO 27001, LDAP	MQTT, AMQP, XMPP, CoAP, WebSockets	Предиктивная аналитика (ThingWorx Machine Learning), аналитика реального времени (ParStream DB)	Да
LogMeIn Xively- PaaS	Нет	REST API	SSL/TSL	HTTP, HTTPS, Sockets/Websocket, MQTT	Нет данных	Да, консоль
EVRYTHNG	Нет	REST API	SSL	MQTT, CoAP, WebSockets	Аналитика реального времени (Rules Engine)	Да
Bosch IoT Suite	Да	REST API	Нет данных	MQTT, CoAP, AMQP, STOMP	Нет данных	Да
Appcelerator	Нет	REST API	SSL, IPsec, AES-256	MQTT, HTTP	Аналитика реального времени	Да (Titanium UI Dashboard)
AWS IoT	Да	REST API	TLS, SigV4, X.509	MQTT, HTTP	Аналитика реального времени (Amazon Kinesis, AWS Lambda)	Да (AWS IoT Dashboard)
Ericsson Device Connection Platform	Да	REST API	SSL/TSL, карта SIM	CoAP	Нет данных	Нет
PLAT.ONE	Да	REST API	SSL, LDAP	MQTT, SNMP	Нет данных	Да, консоль, управление устройствами

* 2lemetry — платформа приобретена Amazon.

** MQTT (Message Queueing Telemetry Transport) — облегченный протокол передачи сообщений между датчиками и мобильными устройствами. Предложен в IBM, затем передан OASIS, ставшей впоследствии головной организацией по PLM для HATO; CoAP (Constrained Application Protocol) [2] — протокол приложений для встроенных устройств; STOMP (Simple Text Oriented Messaging Protocol) — простой протокол обмена сообщениями; AMQP (Advanced Message Queuing Protocol) — открытый протокол обмена сообщениями, обеспечивающий интероперабельность различных технологий обмена; XMPP (Extensible Messaging and Presence Protocol) — открытый расширенный протокол на основе XML для обмена сообщениями в режиме, близком к реальному времени.

*** ParStream приобретена Cisco.

Платформи для IIoT

- Складовою частиною Інтернету Речей та його головною рушійною силою на даному етапі розвитку технологій є Промисловий (або Індустріальний) Інтернет Речі (Industrial Internet of Things, IIoT).
- Промисловий Інтернет Речей — це система об'єднаних комп'ютерних мереж та підключених до них промислових (виробничих) об'єктів із вбудованими датчиками та програмним забезпеченням для збору та обміну даними, з можливістю віддаленого контролю та керування в автоматизованому режимі, без участі людини.

Як влаштований Промисловий Інтернет Речей

- На першому етапі впровадження IIoT на промислове обладнання встановлюють датчики, виконавчі механізми, контролери та людино-машинні інтерфейси.
- В результаті стає можливим збір інформації, яка дозволяє керівництву отримувати об'єктивні та точні дані про стан виробництва.
- Оброблені дані надаються всім підрозділам підприємства.

Як влаштований Промисловий Інтернет Речей

- Отримана інформація може бути використана для запобігання позаплановим простоям, поломкам обладнання, скорочення позапланового техобслуговування та збоїв в управлінні ланцюжками постачання, тим самим дозволяючи підприємству функціонувати більш ефективно.

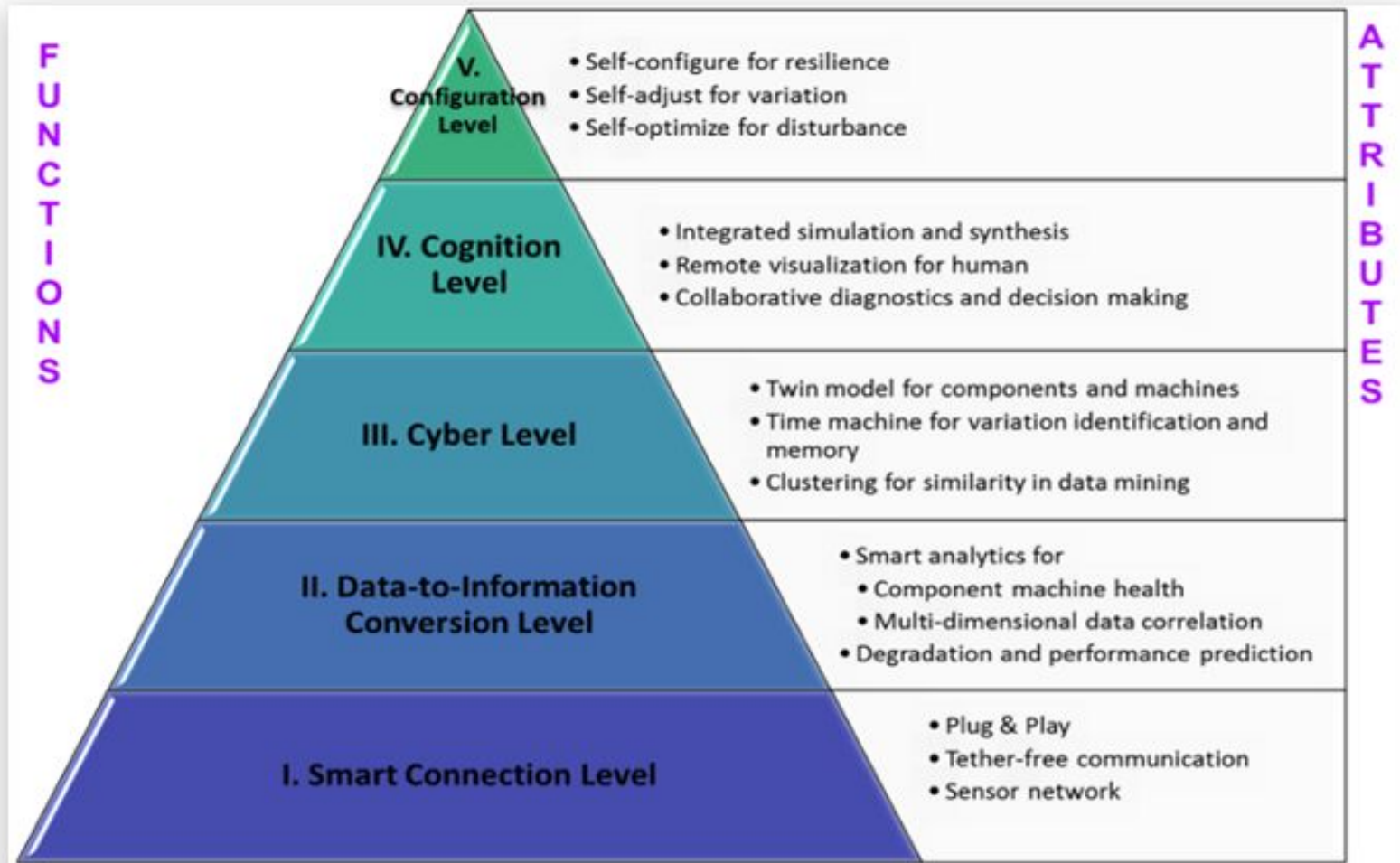
Як влаштований Промисловий Інтернет Речей

- При обробці величезного масиву неструктурованих даних, що надходять із датчиків, їх фільтрація та адекватна інтерпретація стає пріоритетним завданням.
- Особливої значущості набуває подання інформації у зрозумілому користувачеві вигляді. Для цього використовуються передові аналітичні платформи, призначені для збору, зберігання та аналізу даних про технологічні процеси та події, що працюють у реальному масштабі часу.

Як влаштований Промисловий Інтернет Речей

- Промисловий Інтернет Речі дозволяє створювати виробництва, які виявляються більш економними, гнучкими та ефективними, ніж існуючі. Бездротові пристрої з підтримкою протоколу IP, включаючи смартфони, планшети та датчики, вже активно використовуються на виробництві.
- Наступний етап оптимізації виробничих процесів характеризуватиметься все більш щільною конвергенцією кращих інформаційних та операційних технологій.

Рівні взаємодії об'єктів реального світу всередині цифрового шару



Кібер-фізичні системи

- Кібернетика в промисловості сьогодні представлена кібер-фізичними системами (Cyber-Physical System, CPS), що продовжують справу вбудованих систем, але на новому рівні.
- CPS є критичними для забезпечення національної безпеки і є суттєвою частиною новітньої технологічної історії.
- CPS - це системи, що складаються з різних природних об'єктів, штучних підсистем і контролерів, які управляють, що дозволяють представити таку інфраструктуру як єдине ціле.

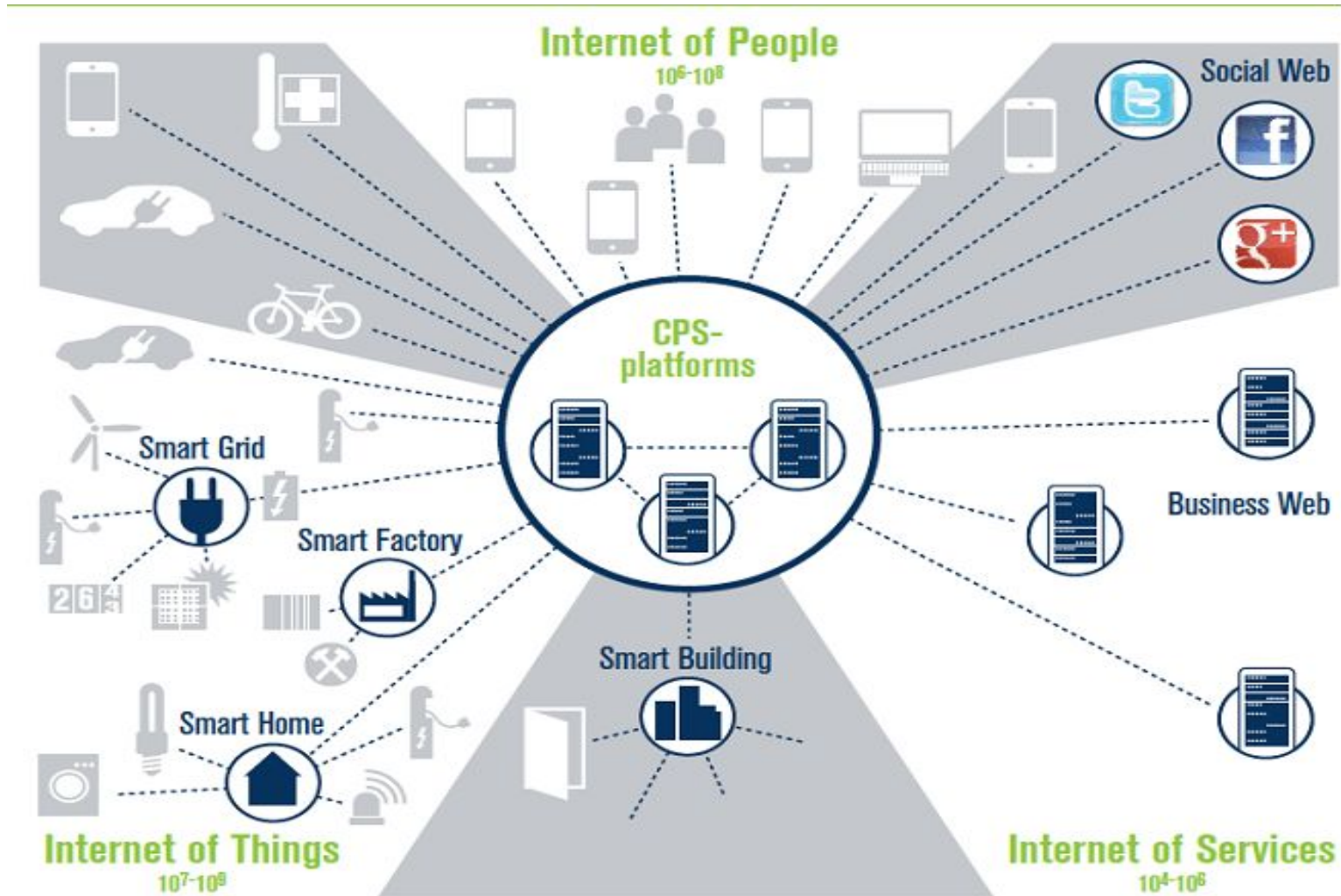
Кібер-фізичні системи

- Попередниками CPS можна вважати вбудовані системи реального часу, розподілені обчислювальні системи, автоматизовані системи керування технічними процесами та об'єктами, бездротові сенсорні мережі.
- У CPS забезпечується тісний зв'язок та координація між обчислювальними та фізичними ресурсами. Область дії CPS поширюється на робототехніку, транспорт, енергетику, управління промисловими процесами та великими інфраструктурами.

Кібер-фізичні системи

- CPS складається з обчислювальних, комунікаційних та керуючих компонентів у поєднанні з фізичними процесами різної природи, наприклад, механічними, електричними та хімічними.
- CPS - інформаційно-технологічна концепція, що передбачає інтеграцію обчислювальних ресурсів у фізичні процеси. У такій системі датчики, обладнання та інформаційні системи з'єднані протягом усього ланцюжка створення продукції та сервісів, що виходить за межі одного підприємства чи бізнесу.

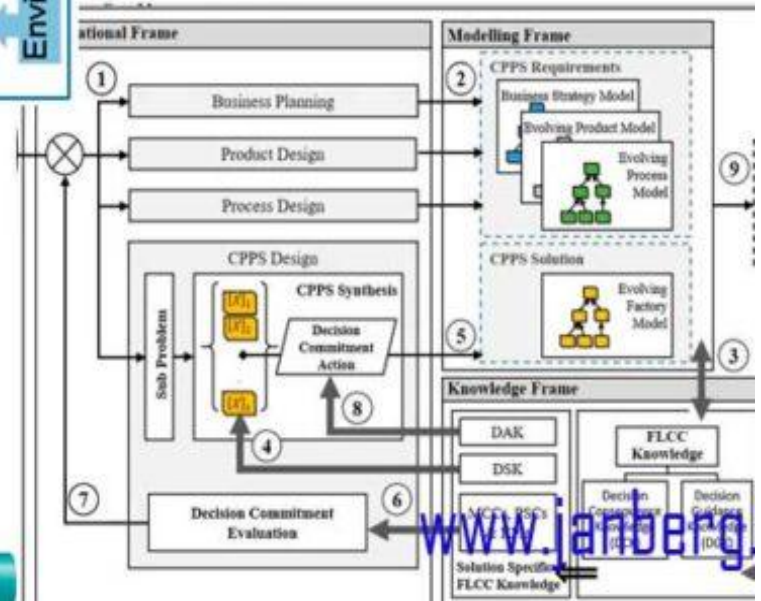
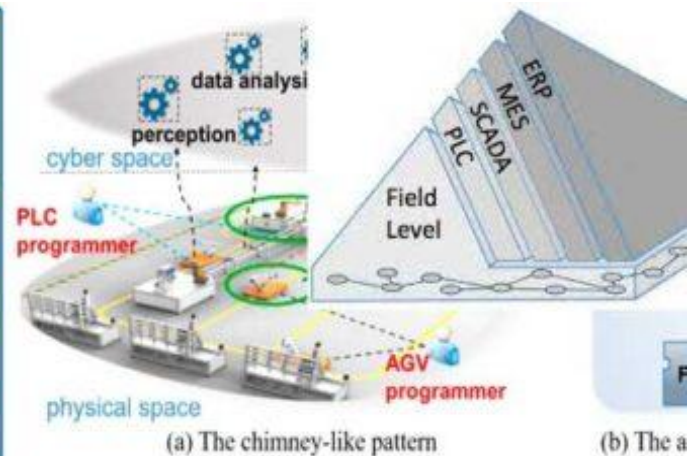
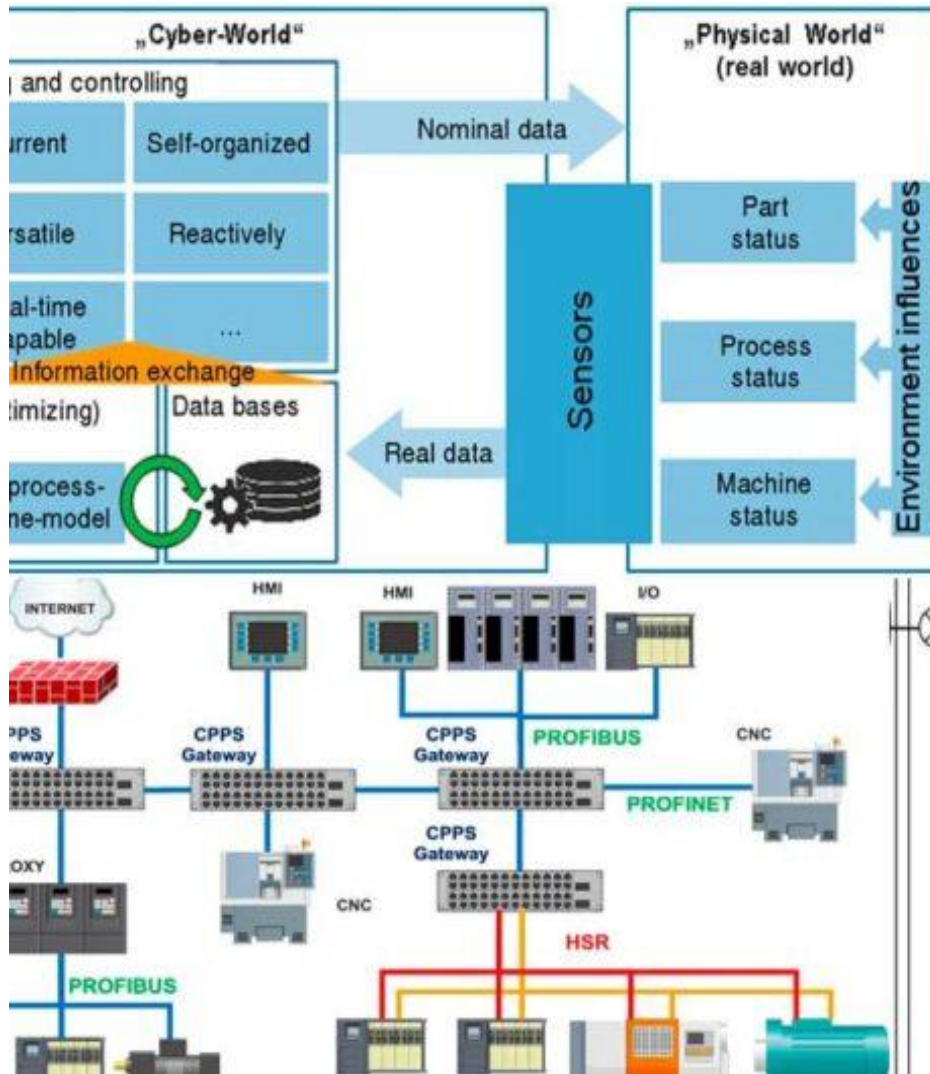
Кібер-фізичні системи



Кібер-фізичні системи

- CPS можна охарактеризувати як мережну систему, і зазвичай значення мережі неявно включено в термін CPS, наприклад, за визначенням типу: CPS включає «вбудовані комп'ютери та мережі, які здійснюють моніторинг та контроль фізичних процесів».
- Продовжуючи ідею мережі, CPS можна розглядати як засіб підтримки IoT, де IoT передбачає, що підсистеми підключені до мережі Інтернет і, отже, є частиною відкритої системи з величезною кількістю вузлів.

Кібер-фізичні системи



Кібер-фізичні системи

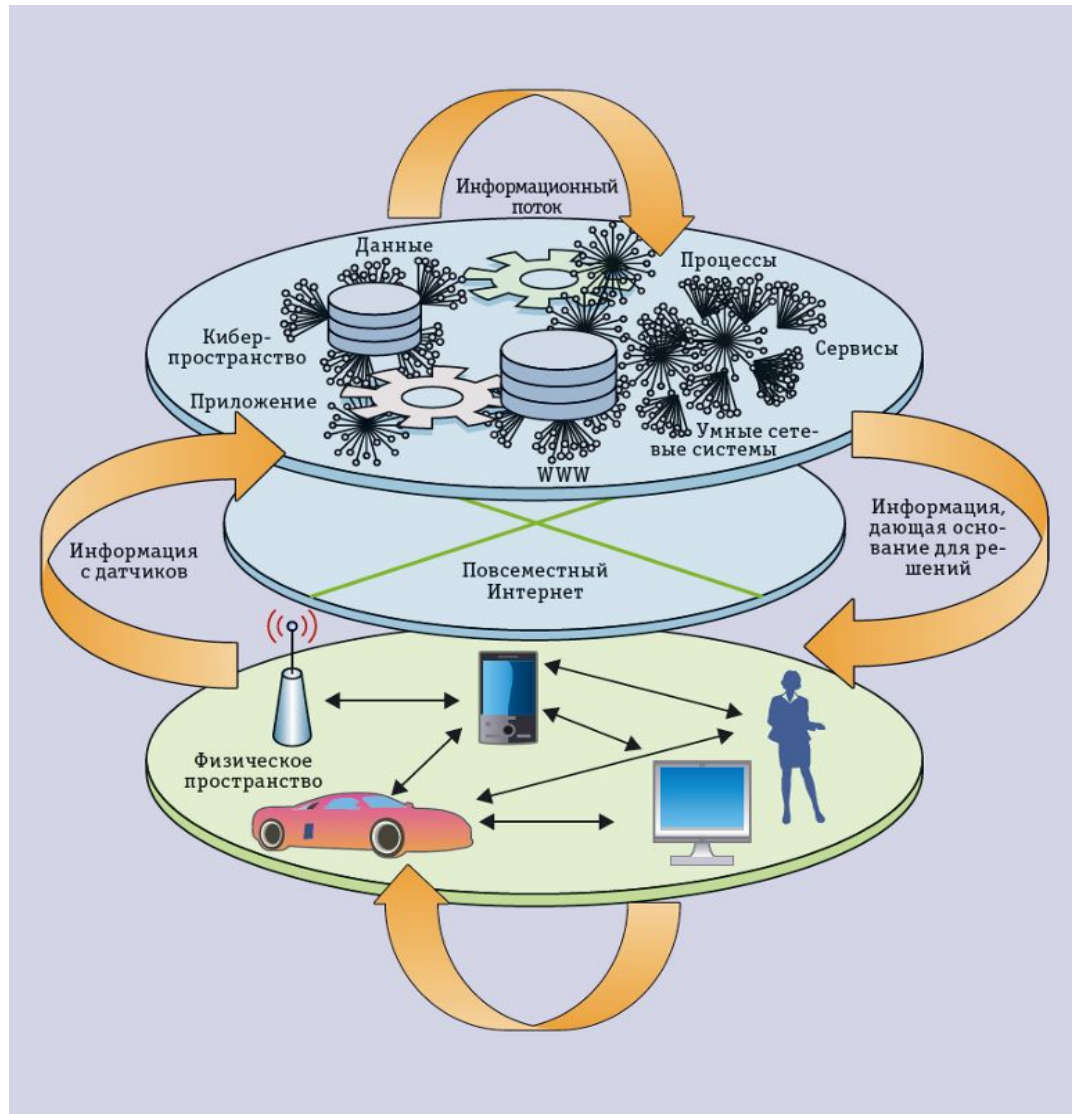
- Кібер-фізичні системи схожі по архітектурі з Інтернетом речей і можуть використовувати його елементи для зв'язку або отримання даних, але по суті вони набагато складніше, тому ставити знак рівності тут було б некоректно.
- Головним принципом роботи кібер-фізичних систем можна назвати глибокий взаємозв'язок між їх фізичними і обчислювальними елементами. «Мозок» системи у вигляді ШІ та інших технологій отримує дані від сенсорів у реальному світі, аналізує ці дані та використовує їх для подальшого управління фізичними елементами.
- Завдяки такої взаємодії кібер-фізична система здатна ефективно працювати в умовах, що змінюються, а цикл «управління – отримання даних – обробка даних – управління» при налагодженій роботі системи щоразу має давати позитивні результати та створювати нову цінність.

Кібер-фізичні системи

- Кіберфізичні системи (CPS) поєднують фізичні та цифрові вимірювання систем у загальну інфраструктуру.
- Вбудовані комп'ютери та мережі контролюють та керують фізичними процесами з петлями зворотного зв'язку, в яких фізичні процеси впливають на обчислення та навпаки.
- CPS поєднує динаміку фізичних процесів з динамікою програмного забезпечення та мереж, надаючи цифрові абстракції та методи моделювання, проектування та аналізу для інтегрованого цілого.

Кібер-фізичні системи

- Кіберфізична система як система інтеграції фізичного та кібер просторів



Кібер-фізичні системи

- Кібер-фізичні виробничі системи (Cyber-Physical Production System - CPPS) стали популярними у контексті Індустрії 4.0.
- Кібер-фізичні виробничі системи пов'язані зі зв'язком об'єктів виробничої системи (машини), і з децентралізованим контролем і управлінням виробництвом.
- Децентралізований контроль виробництва означає, що робочі деталі планують самі себе та визначають свій власний виробничий процес у виробничій системі. Таким чином, різні виробничі процеси можуть обробляти навіть дві однакові деталі.

Кібер-фізичні системи

- Кіберфізичні виробничі системи (CPPS) можна описати як вбудовані системи, що використовують датчики для збору даних та впливу на фізичні процеси виконавчими механізмами цифрових мереж. Вони складаються з автономних елементів та підсистеми, які пов'язані один з одним і у всій виробничій системі та описуються за трьома його основними характеристиками:
 - 1) **Інтелект** - елементи здатні отримувати інформацію зі свого оточення та діяти автономно та цілеспрямовано;
 - 2) **Зв'язок** – можливість встановлювати та використовувати підключення до інших елементів системи, включаючи людей, для співробітництва, а також до баз знань та послуг, доступних в Інтернеті;
 - 3) **Реагування на внутрішні та зовнішні зміни.**

Кібер-фізичні системи

- CPPS — це інтерактивна і швидко реагуюча платформа такого автоматизованого виробничого середовища, оскільки вона поєднує реальні, динамічні фізичні процеси з кібер-системами через цикл “обчислення-управління”, тим самим забезпечуючи збір, обмін, обробку та зворотний зв'язок у реальному часі даних для ефективного та обґрунтованого прийняття рішень

Кібер-фізичні системи

- Кіберфізичні системи створюються на основі інтеграції спеціальних технологій:
 - Інтернет речей (Internet of things – IoT);
 - вбудовані системи (Embedded system – ES);
 - повсюдні (Ubiquitous computing – UC) і хмарні обчислення (Cloud computing – CC);
 - мережевий обмін (Network exchange – NE).

Кібер-фізичні системи

- Відмінність IoT, як системи, від звичайних комунікаційних систем (мережі Інтернет) полягає **в можливості самостійно виробляти обчислювальні операції**. Саме ця властивість істотно розвинена в КФС.
- Глобальна ініціатива, що стосується стандартизації технології IoT, визначила її як інфраструктуру інформаційного суспільства
- Якщо технологія IoT доповнюється системою датчиків і приводів, то така комбінована технологічна система перетворюється в більш загальний клас розподілених систем – кібер-фізичні системи.

Кібер-фізичні системи

- Технології вбудованих систем (**Embedded system - ES**) є важливими технічними і технологічними компонентами КФС.
- ES являє собою комп'ютерну систему, яка володіє спеціалізованими функціями і є підсистемою великої механічної або управлінської системи, та має обмеження в реальному часі з обчислювальних можливостей.
- ES вбудована як частина повного пристрою, що включає сукупність апаратних та механічних деталей. Основним призначенням вбудованих систем є контроль інших пристроїв.

Кібер-фізичні системи

- В ЕС використовуються процесори різних типів, загального та спеціалізованого призначення. Загальним класом вбудованих процесорів є цифровий сигнальний процесор (DSP).
- Сучасні вбудовані системи переважно засновані на мікроконтролерах.

Кібер-фізичні системи

- Повсюдні обчислення (**Ubiquitous computing (UC)**) є обов'язковою і відмінною технологічною частиною КФС. Вони формують відмінність кіберфізичних систем від систем звичайних виконавчих пристроїв і пасивних розподілених систем.
- UC створюють можливість самостійного аналізу і обробки інформації всередині самої КФС. Хмарні обчислення (**Cloud computing (CC)**) забезпечують повсюдний та зручний доступ на вимогу через мережу до спільного пулу обчислювальних ресурсів.

Кібер-фізичні системи

- Як самостійні концепції повсюдні та хмарні обчислення існують не тільки в КФС, але і в програмній інженерії та інформатиці, де обчислення проводяться в будь-який час і повсюди.
- Основні технології для підтримки промислових хмарних обчислень включають INTERNET, розширене проміжне програмне забезпечення, операційну систему, мобільний код, датчики, мікропроцесори, інтерфейси введення / виведення, користувальницькі інтерфейси, мережі, мобільні протоколи, місце розташування, позиціонування.

Кібер-фізичні системи

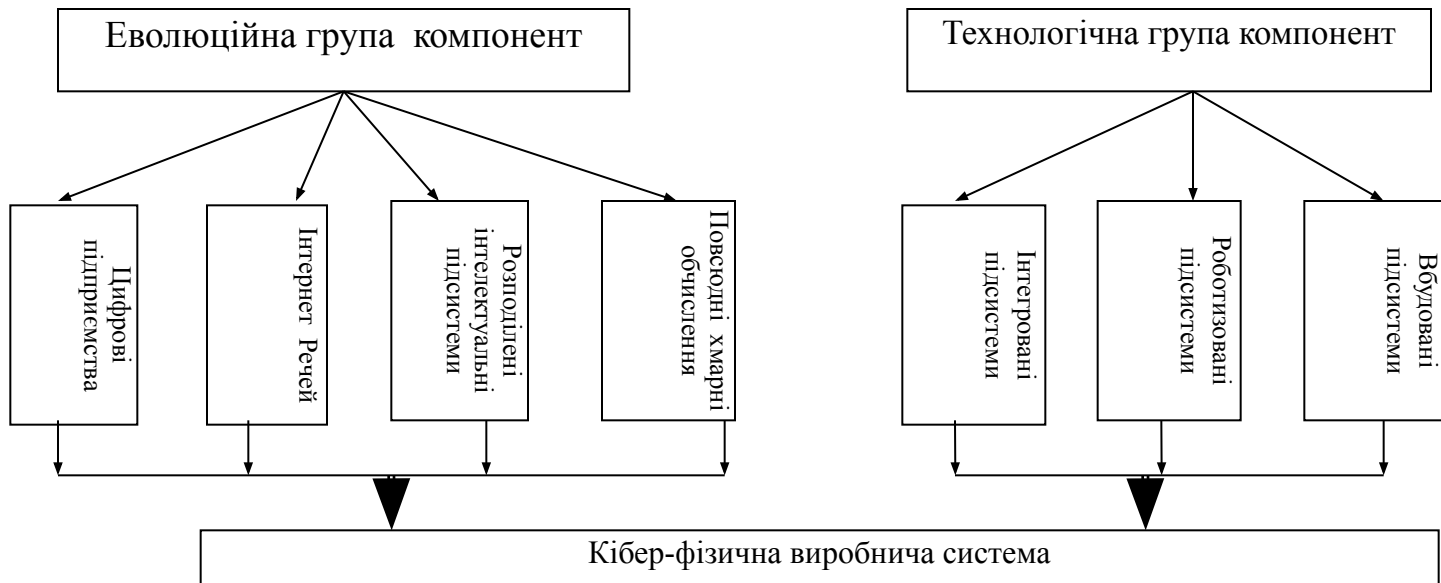
- US та CS можна трактувати як повсюдні обчислення (**pervasive computing (PC)**), навколишній інтелект (**ambient intelligence (AI)**) або будь-яке забезпечення (**everyware (EW)**)
- По суті, ці технології доповнюють інші розглянуті технології щоб сформувати кіберфізичні системи та забезпечити їх адаптивність і динамічну активність.

Кібер-фізичні системи

Основним недоліком КФС є складність їх побудови і функціонування, що вимагає залучення фахівців в процесі створення і підтримки.

Кібер-фізичні системи

- Еволюційна група компонент є своєрідною базою наявності передумов створення виробничих систем, а технологічна – основа їх конкретних реалізацій.



Кібер-фізичні системи

- Через високу адаптивність реалізація КФС залежить не тільки від поставлених завдань, але і об'єкта управління. Доцільність застосування КФС виникає і при управлінні складними системами та складними управлінськими ситуаціями.
- В аспекті обчислень КФС можливо порівняння з багатовузловими системами паралельних обчислень.
- Слід зазначити, що для простих ситуацій КФС є неефективними, а для складних – вони незамінні. Особливо важливим є значення КФС для великомасштабних розподілених систем автоматизації і управління.
- Наявність інтелектуальних моделей в кіберфізичних виробничих системах, робить їх стійкими до кібератаки і підвищує ступінь безпеки.

Сфери застосування індустріальних кіберфізичних СИСТЕМ

- Для структурування областей, пов'язаних з адаптивним виробництвом, їх можна класифікувати в наступні сфери:
 - інтелектуальні фабрики,
 - інтелектуальні дані,
 - промислові інтелектуальні послуги,
 - інтелектуальні продукти,
 - інтелектуальні дані, пов'язані з продуктами,
 - інтелектуальні послуги, пов'язані з продуктами

Кібер-фізичні системи

Є кілька основних технічних передумов, які уможливили появу CPS:

- Перша - зростання кількості пристроїв із вбудованими процесорами та засобами зберігання даних: сенсорні мережі, що працюють у всіх протяжних технічних інфраструктурах; медичне обладнання; розумні будинки і т. д.
- Друга - інтеграція, що дозволяє досягти найбільшого ефекту шляхом об'єднання окремих компонентів у великі системи: Інтернет речей, World Wide Sensor Net, розумні довкілля (Smart Building Environment), оборонні системи майбутнього.
- Третя - обмеження когнітивних здібностей людини, які еволюціонують повільніше, ніж машини, і неодмінно настає час, коли вони вже не в змозі впоратися з обсягом інформації, необхідної для прийняття рішень, і якусь частину дій потрібно передати CPS, вивівши людину з контуру управління (Human out of loop). У ряді випадків CPS можуть посилити аналітичні здібності людини, тому є потреба у створенні інтерактивних систем нового рівня, які зберігають людину в контурі управління (human in the loop).

Кібер-фізичні системи

- Кібер-фізичні системи інтегрують у собі кібернетичний початок, комп'ютерні апаратні та програмні технології, якісно нові виконавчі механізми, вбудовані в навколишнє середовище і здатні сприймати її зміни, реагувати на них, самонавчатися та адаптуватися.
- Ключовим у CPS є модель, яка використовується в системі управління, - від того, як вона співвідноситься з реальністю, залежить працездатність кібер-фізичної системи.

Кібер-фізичні системи

- Сьогодні спрощені моделі спричинили техногенні катастрофи, коли складаються умови, не передбачені моделлю.
- Для створення систем, здатних працювати у реальному світі, потрібна нова дисципліна – проектування моделей (model engineering).
- Надійність вбудованих систем забезпечується шляхом підтримки працездатності складових її компонентів за рахунок резервування, регламентної заміни і т. д. У CPS все складніше — склад системи може змінюватися в часі, і свідомо відомо, що компоненти та зв'язки між ними не мають 100-відсоткової надійності.

Кібер-фізичні системи

Область застосування CPS природно розбивається на такі основні сегменти:

- a) розумне виробництво,
- b) розумні мережі та сервіси,
- c) розумні будівлі та інфраструктури,
- d) розумний транспорт,
- e) розумна енергія, розумна вода, розумне тепло,
- f) розумна охорона здоров'я.

Кібер-фізичні системи

Розумне виробництво

- Головна складова розумного виробництва (Smart Manufacturing, SM) - це керуючий ним виробничий інтелект (Manufacturing Intelligence, MI).
- Недавно під MI розуміли тільки програмне забезпечення, що перетворює дані на знання, необхідні для менеджменту.
- Зараз MI бачиться ширше - як сукупність всіх можливих засобів автоматизації управління (звітних та аналітичних інструментів, різного роду пультів управління автоматизованих технологій) у поєднанні з робототехнікою, адитивними та іншими сучасними технологіями.

Кібер-фізичні системи

Розумне виробництво складається з розумних машин (Smart Machines), що відрізняються від сучасних:

- мультифункціональністю,
- малими габаритами,
- можливістю адаптації до потреб користувачів, що реалізується шляхом збирання потрібної функціональності в одній машині.

Кібер-фізичні системи

- Такі машини самоврядні - вони можуть оцінювати стан навколишнього середовища, виявляти і виправляти помилки - наприклад, реагувати на знос обладнання.
- SM дозволяє оптимізувати все виробництво насамперед за рахунок створення єдиної системи, в якій машини можуть обмінюватися даними між собою в режимі реального часу: обмін між обладнанням, розташованим безпосередньо на виробничих площах та в логістичному ланцюжку, включаючи бізнес-системи, постачальників та споживачів; передача відомостей про стан обслуговуючого персоналу.

Кібер-фізичні системи

- Системи класу CPS об'єднують гетерогенні компоненти в єдину систему із застосуванням численних контурів управління, що складаються з датчиків, комп'ютерів, що управляють, і виконавчих органів.
- Нинішні промислові роботи мають обмежене застосування - їх ширшому поширенню заважають висока власна вартість і складність налаштування, що виправдовуються при виконанні операцій, що повторюються.
- Реалізувати масове виробництво за індивідуальними замовленнями за ціною масових виробів повною мірою можна лише за наявності гнучкості та адаптивності, що забезпечується кібер-фізичними системами.

Кібер-фізичні системи

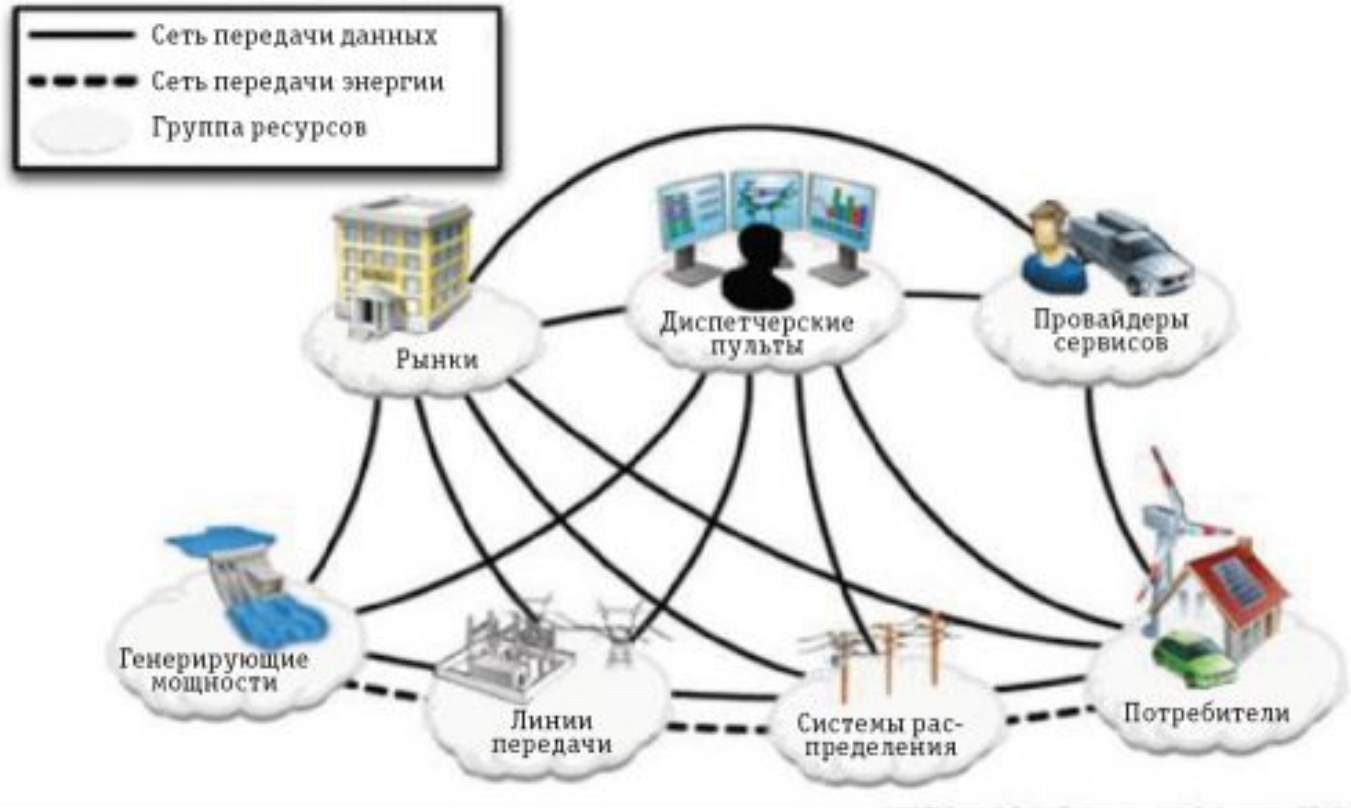
Розумне енергопостачання

- Сучасне життя залежить від мереж, призначених передачі енергії, даних тощо., які стали частиною цивілізації, тому наступне завдання CPS полягає у створенні ефективніших — розумних мереж (Smart Grids).
- Максимально можливе постачання їх датчиками для збору даних та обробка цих даних дозволять запропонувати оптимальні рішення, що забезпечують економічну ефективність, безперервність постачання, екологічну безпеку та захист від терористичних атак.
- Існуючі системи регулювання вже можна назвати кібер-фізичними, оскільки вони забезпечують динамічне управління генеруючими потужностями відповідно до непідконтрольних та змінних у часі навантажень. Поки що не всі завдання комплексу автоматизовані та вирішуються операторами, які керуються власним досвідом оцінки даних, які отримують канали зворотного зв'язку.

Кібер-фізичні системи

- Можна уявити собі, який обсяг інформації потрібно обробити для отримання оптимального рішення, що враховує ринкові фактори, кількість і якість виробленої енергії, стан ліній передачі та багато іншого інше.
- Очевидно, що ухвалення рішень без якісно нових CPS неможливе.
- CPS повинні сприяти інтеграції та оркеструванню даних, які надходять з безлічі джерел, що забезпечить більшу стійкість енергосистем в умовах існуючих обмежень на регулюючі впливи та невизначеності зовнішнього середовища, що посилюється.

Компоненты кибер-физической системы Smart Energy



Кібер-фізичні системи

Розумні споруди

- Сучасні технології будівництва дозволяють створювати розумні споруди (Smart Buildings), конструкції з мінімальним або нульовим споживанням енергії (Net-Zero Energy, NZE).
- Вони потребують постійного моніторингу, вони повинні бути підключені до розумних мереж і відповідним чином керуватися засобами CPS для того, щоб найбільш доцільно використовувати ресурси та послуги, що надаються зовнішнім світом.
- Об'єднання даних, отриманих із різних джерел, дозволяє досягти режимів експлуатації, близьких до оптимальних.

Кібер-фізичні системи

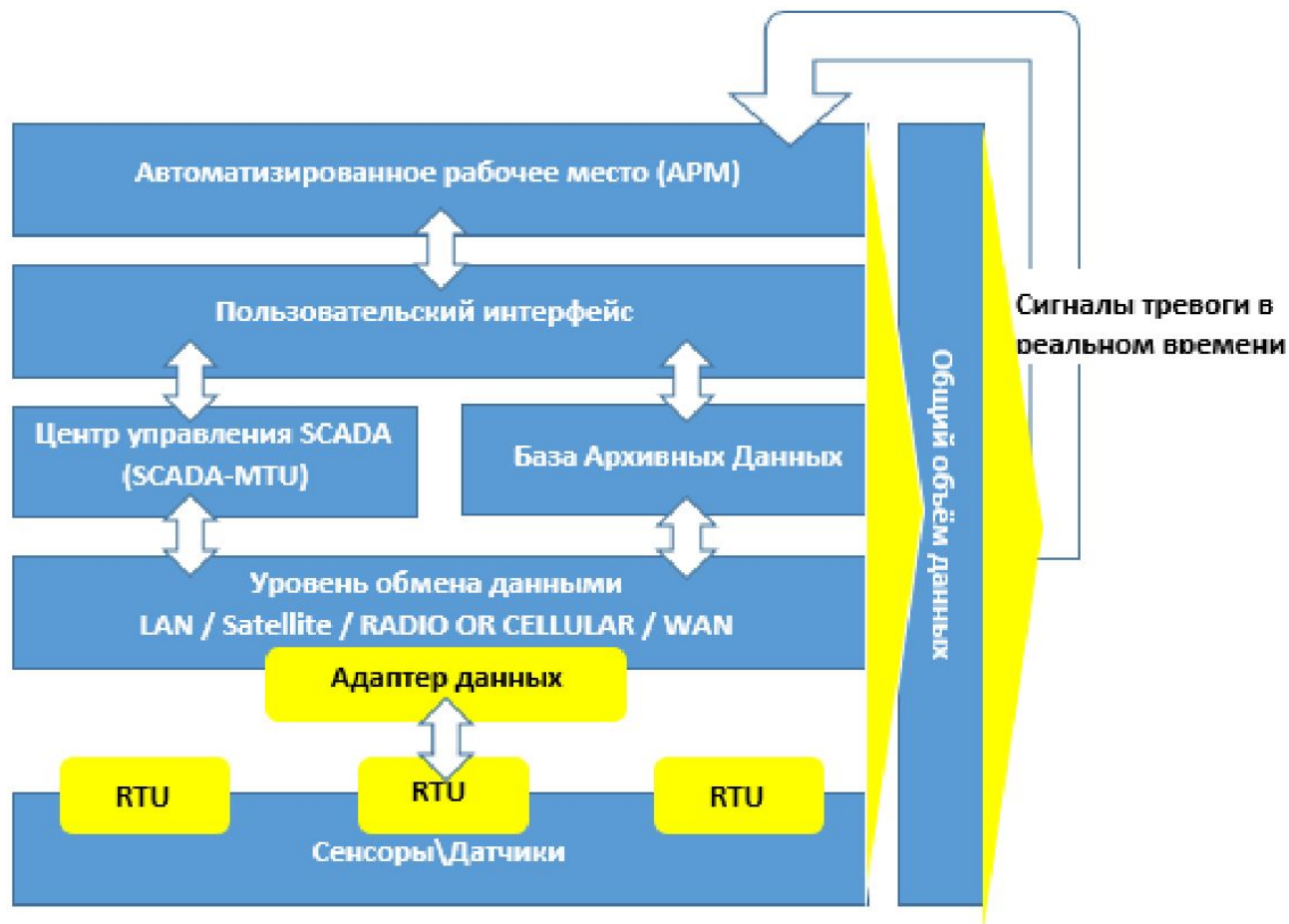
Розумний транспорт

- Розумні транспортні системи (Smart Transportation) обладнані різними комп'ютеризованими вбудованими системами керування на різних рівнях. Практично вирішено завдання зв'язку транспортного засобу із системами обслуговування та дистанційного доступу людини до різноманітних транспортних послуг. Кібернетичні рішення CPS передбачають у цьому напрямі передусім створення повноцінної зв'язаної системи, що включає зв'язок між машинами (Vehicle-to-Vehicle, V2V) і між машиною та зовнішньою її інфраструктурою (Vehicle-to-Infrastructure, V2I). Технології V2V та V2I вже працюють у Google Car, дозволяючи підвищити пропускну спроможність доріг, знизити аварійність та забруднення навколишнього середовища. В цілому V2I відіграють координуючу та кооперуючу роль, забезпечуючи збір інформації з різних джерел і розподіляючи її між групами автомобілів або окремими автомобілями.
- Автомобілі, що знайшли один одного, створюють тимчасову мережу, виступаючи в ролі маршрутизаторів для інших учасників руху. Після цього вони можуть знайти оптимальне рішення у ситуаціях, коли їхні інтереси якимось чином перетинаються.

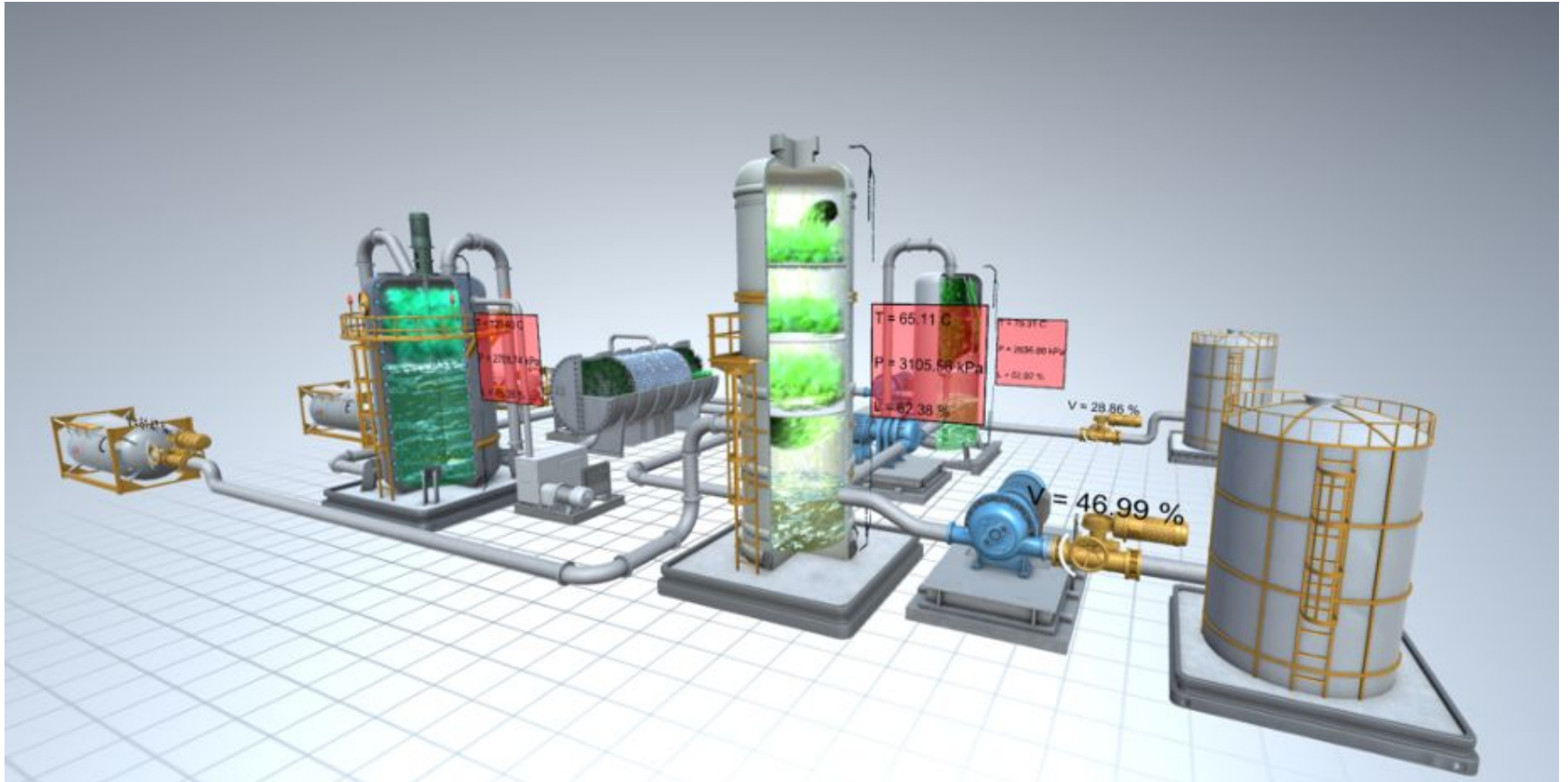
Кібер-фізичні системи управління



Кібер-фізична система управління водопостачанням

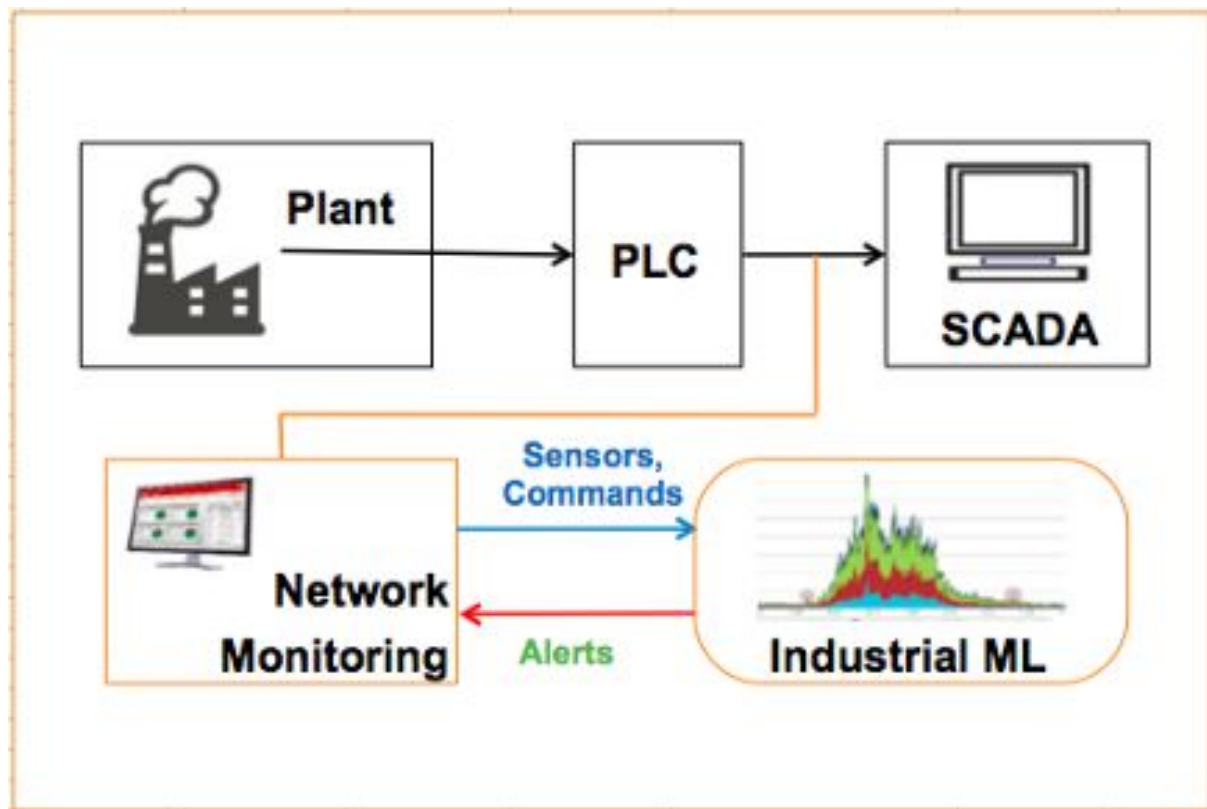


Візуалізація симуляції технологічних процесів в цифровому двійнику заводу



Створення систем захисту від кібер-фізичних атак

Управління технологічними процесами на нафтопереробному заводі з системою інженерного моніторингу (SCADA).



Створення систем захисту від кіберфізических атак

- Застосування штучного інтелекту (AI) і машинного навчання (ML) до величезних обсягів промислових даних, створюваних системами, датчиками і активами, може змінити правила гри для оптимізації промислових операцій.
- Машинне навчання допомагає швидко і легко перетворювати дані в аналітичні дані, які можна використовувати для випереджаючої оптимізації виробничих процесів і операцій поставок, включення профілактичного обслуговування для збільшення часу безвідмовної роботи або моніторингу якості для забезпечення задоволеності клієнтів.

Діджиталізація виробництва

Фабрики майбутнього:

- Цифрові фабрики (Digital Factory)
- "Розумні" фабрики (Smart Factory)
- Віртуальні фабрики (Virtual Factory)

Цифрова фабрика

- Цифрова фабрика прагне інтегрувати дані, моделі, процеси та програмні інструменти.
- У той час як PLM прагне інтегрувати дані протягом життєвого циклу продукту, цифрова фабрика включає дані виробничих ресурсів і процесів.

Цифрова фабрика

- Цифрова фабрика є комплексною моделлю реальної фабрики, яку можна використовувати для зв'язку, моделювання та оптимізації протягом життєвого циклу.
- Програмні продукти в області цифрової фабрики зазвичай постачаються з різними модулями, що забезпечують такі функції, як моделювання потоку матеріалів, програмування роботів та віртуальне введення в експлуатацію.

Цифрова фабрика

- Цифрові фабрики (Digital Factory)- системи комплексних технологічних рішень, що забезпечують у найкоротші терміни проектування та виробництво глобально конкурентоспроможної продукції нового покоління від стадії дослідження та планування, коли закладаються базові принципи та виробни, і закінчуючи створенням цифрового макета (Digital Mock-Up, DMU), цифрового двійника (Smart Digital Twin), дослідного зразка або дрібної серії (безпаперове виробництво, все в цифрі).

"Розумні" фабрики

- "Розумні" фабрики (Smart Factory)- системи комплексних технологічних рішень, що забезпечують у найкоротші терміни виробництво глобально конкурентоспроможної продукції нового покоління від заготівлі до готового виробу, відмінними рисами якого є високий рівень автоматизації та роботизації, що виключає людський фактор та пов'язані з цим помилки, що ведуть до втрати якості («безлюдне виробництво»).
- Як вхідний продукт «Розумних» фабрик, як правило, використовуються результати роботи Цифрових фабрик.

"Розумні" фабрики

- «Розумна» фабрика зазвичай має на увазі наявність обладнання для виробництва - верстатів з числовим програмним управлінням, промислових роботів і т. д., а також автоматизованих систем управління технологічними процесами (Industrial Control System, ICS) та систем оперативного управління виробничими процесами на рівні цеху (Manufacturing Execution System, MES).

Віртуальні фабрики

- Віртуальні фабрики (Virtual Factory)- системи комплексних технологічних рішень, що забезпечують у найкоротші терміни проектування та виробництво глобально конкурентоспроможної продукції нового покоління за рахунок об'єднання Цифрових та (або) «Розумних» фабрик у розподілену мережу.
- Віртуальна фабрика має на увазі наявність інформаційних систем управління підприємством (Enterprise Application Systems, EAS), що дозволяють розробляти та використовувати у вигляді єдиного об'єкта віртуальну модель всіх організаційних, технологічних, логістичних та інших процесів на рівні глобальних ланцюжків поставок та (або) на рівні розподілених виробничих активів.

Еластичні системи управління

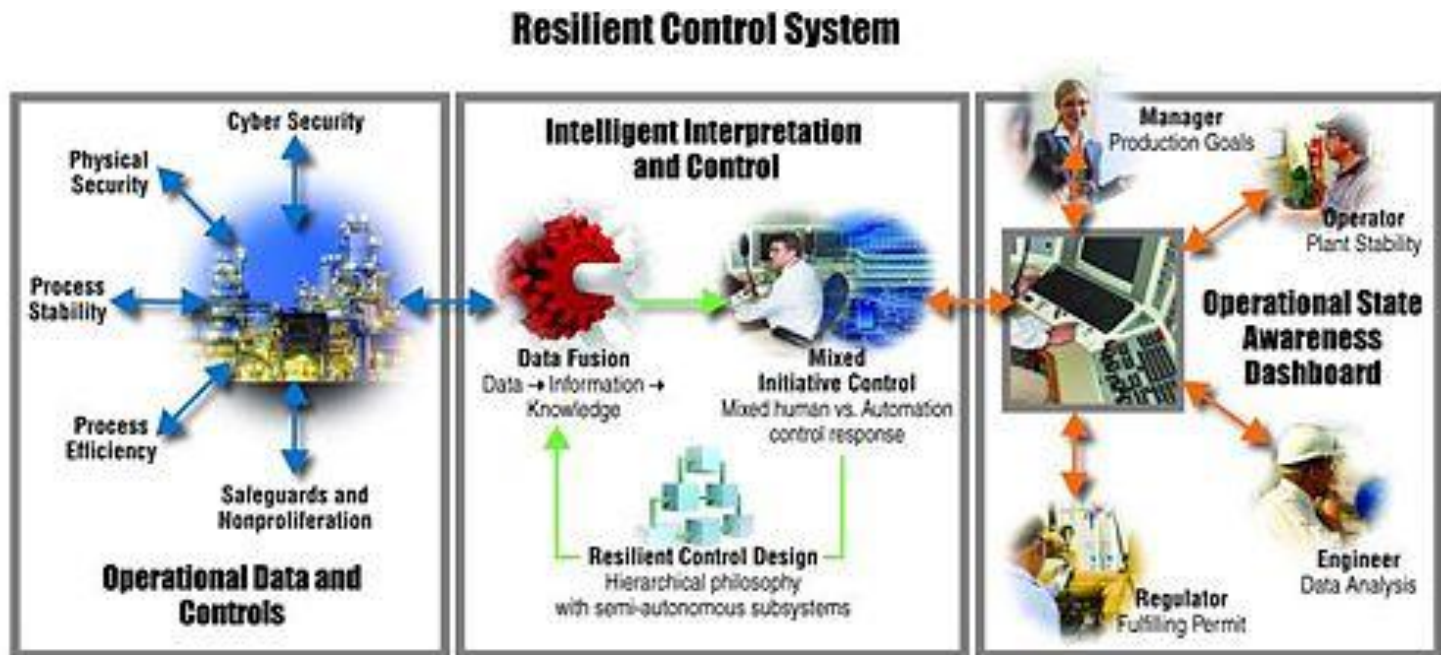
- **Еластичні системи управління (Resilient control systems)** - включають такі елементи та дисципліни, які сприяють більш ефективному проектуванню, такі як когнітивна психологія, комп'ютерна наука, і управління технікою, та розробці міждисциплінарних рішень.
- У цих рішеннях розглядаються такі речі:
 - a) як налаштувати робочі дисплеї системи управління, щоб найкращим чином дати змогу користувачеві зробити точну і відтворювану реакцію,
 - b) як створити захист кібербезпеки таким чином, щоб система захищалася від атак, змінюючи свою поведінку,
 - c) яку архітектуру обрати для кращої інтеграції широко розподілених комп'ютерних систем управління для запобігання каскадним збоям, що призводять до перебоїв у критичних промислових операціях.

Еластичні системи управління

1. "Еластична система контролю - це система, яка підтримує обізнаність про стан і прийнятий рівень нормальної роботи об'єкту управління у відповідь на порушення, включаючи загрози несподіваного та зловмисного характеру".
2. В контексті кібер-фізичної системи, еластичні системи управління - це аспект, який фокусується на унікальних взаємозалежностях системи управління, порівняно з інформаційними технологіями комп'ютерних систем та мереж, завдяки його важливості в управлінні нашими важливими промисловими операціями.

Еластичні системи управління

Структура стійкої системи управління

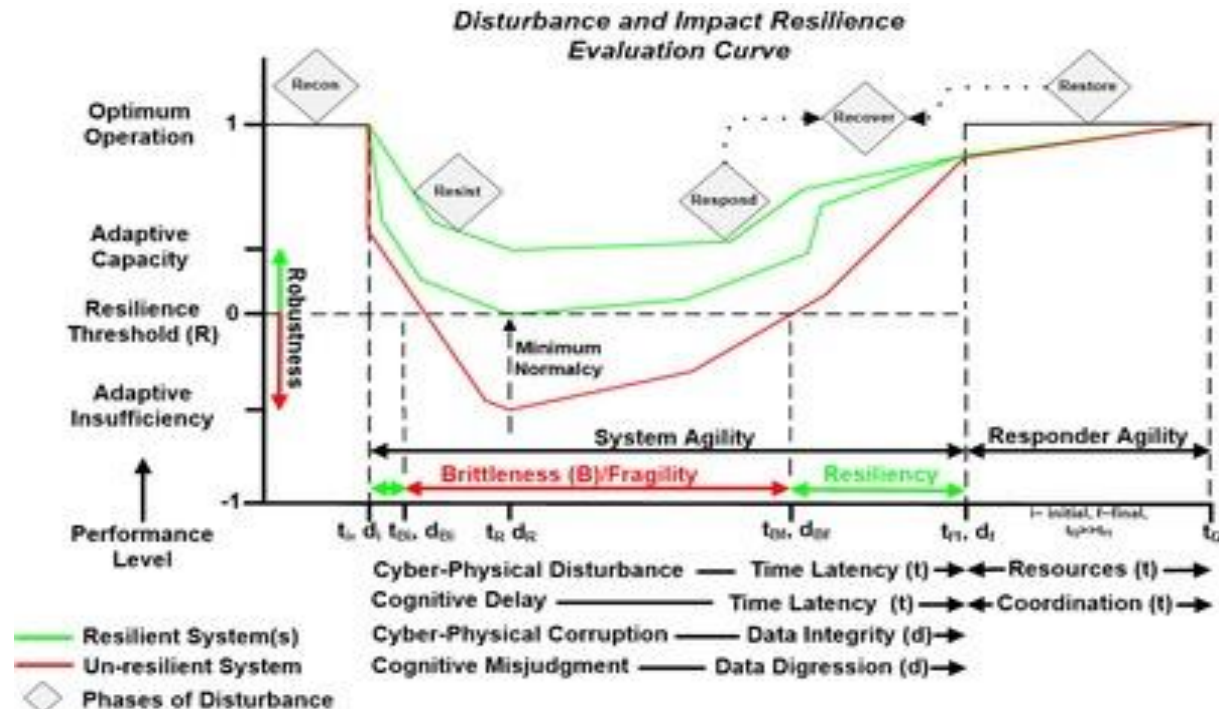


Еластичні системи управління

- Хоча більша частина сучасної критичної інфраструктури контролюється мережею взаємопов'язаних систем управління, будь-яка архітектура забезпечується розподіленими системами управління ([DCS](#)) Хоча більша частина сучасної критичної інфраструктури контролюється мережею взаємопов'язаних систем управління, будь-яка архітектура забезпечується розподіленими системами управління (DCS) або системами наглядового контролу та збору даних ([SCADA](#)), застосування контролю рухається до більш децентралізованого стану.
- Перехід до інтелектуальної мережі, складний взаємопов'язаний характер індивідуальних будинків, комерційних об'єктів та різноманітного виробництва та зберігання електроенергії створює можливість та виклик забезпеченню того, що отримана система є більш стійкою до загроз.
- Здатність керувати цими системами для досягнення глобального оптимуму з багатьох міркувань, таких як загальна ефективність, стабільність та безпека, вимагатиме механізмів цілісного проектування комплексу мережевих систем управління.

Еластичні системи управління

- Метрики базової стійкості



Еластичні системи управління

- Залежно від обраних абсцис метрик, рисунок відображає узагальнення стійкості системи. На ньому представлено кілька загальних термінів, включаючи стійкість, спритність, адаптаційну здатність, адаптивну недостатність, еластичність та крихкість. Для огляду визначень цих термінів далі подано наступні пояснення кожного з них:

Еластичні системи управління

- Спритність - похідна кривої збурень. Це середнє значення визначає здатність системи протистояти деградації на схилі вниз, а також відновлюватись на висхідному участку. В першу чергу вважається терміном, який визначає вплив на процес. Враховує як короткострокову дію на систему, так і довгострокові дії людей, що реагують.
- Адаптивна здатність - здатність системи адаптуватися або трансформуватися від удару та підтримувати мінімальну нормальність. Відповідає значенням від 0 до 1, де 1 повністю працює, а 0 - поріг стійкості .
- Адаптивна недостатність - нездатність системи адаптуватися або трансформуватися від удару, що вказує на неприпустиму втрату продуктивності через порушення. Вважається значенням від 0 до -1, де 0 - це поріг стійкості, а 1 - повна втрата роботи.
- Ламкість - Площа під кривою збурення, перетинається порогом стійкості. Це свідчить про вплив втрати нормальної роботи.

Мультиагентні технології моніторингу та управління

- Багатоагентні системи або мультиагентні системи - це напрямок штучного інтелекту, який для вирішення складного завдання або проблеми використовує системи, що складаються з безлічі взаємодіючих агентів.
- Це напрямок **штучного інтелекту**, що активно розвивається, який в даний час ще знаходиться в стадії становлення.

Мультиагентні технології моніторингу та управління

- Мультиагентна система складається з декількох взаємодіючих програмних компонентів – агентів, які здатні співпрацювати між собою для вирішення проблем, які не залежать від можливостей будь-якого окремого агента.
- Багатоагентні системи можуть бути використані для вирішення таких проблем, які складно або неможливо вирішити за допомогою одного агента або монолітної системи.

Мультиагентні технології

МАС мають два напрямки розвитку :

- a) Агенти створюють і застосовують у вигляді автономних систем, які мають елементи інтелектуального аналізу та управління (роботи/ІСППР/безлюдні механізми і авто/БПЛА/інше);
- b) Агенти створюються для роботи у програмному середовищі
 - Універсального застосування
 - Обмеженої функціональності

Мультиагентні технології моніторингу та управління

- **Агент** - автономний штучний об'єкт, якщо він **комп'ютерна програма**, що володіє активним мотивованим поведженням, то здатен до взаємодії з іншими об'єктами в динамічних віртуальних середовищах.
- Кожен агент може приймати **повідомлення**, інтерпретувати їх зміст і формувати нові повідомлення, які або передаються в загальну базу, або направляються іншим агентам.

Мультиагентні технології моніторингу та управління

1. Мультиагентна система має виконувати наступні функції:
 - Збір статистики;
 - Механізм поповнення знань;
 - Завдання управління агентом;
 - Механізм досягання цілі;
 - Використання метазнань;
 - Зміна поведінки агента та адаптація до умов;
 - Взаємодія з іншими агентами;

Мультиагентні технології моніторингу та управління

2. Складові мультиагентної системи:

- *датчики параметрів навколишнього середовища* – температури, концентрації, сонячної радіації, металів у водному середовищі, основних забруднень атмосфери і вод та інші;
- *автономне електроживлення* на основі досконалих акумуляторів або сонячних батарей;
- *мініатюризовані радіопередавальні та приймаючі системи*, що діють на відносно коротку відстань від 10 км до 15 км.;
- *системи супутникового зв'язку*, найчастіше пов'язані з системами глобального позиціонування (наприклад, GPS);
- сучасна обчислювальна техніка, включаючи мобільні пристрої;
- спеціальне програмне забезпечення.

Мультиагентні технології

Для класифікації агентних програм використовуються дві основні ознаки:

- 1) ступінь розвитку внутрішнього уявлення про навколишній світ;
- 2) спосіб прийняття рішення.

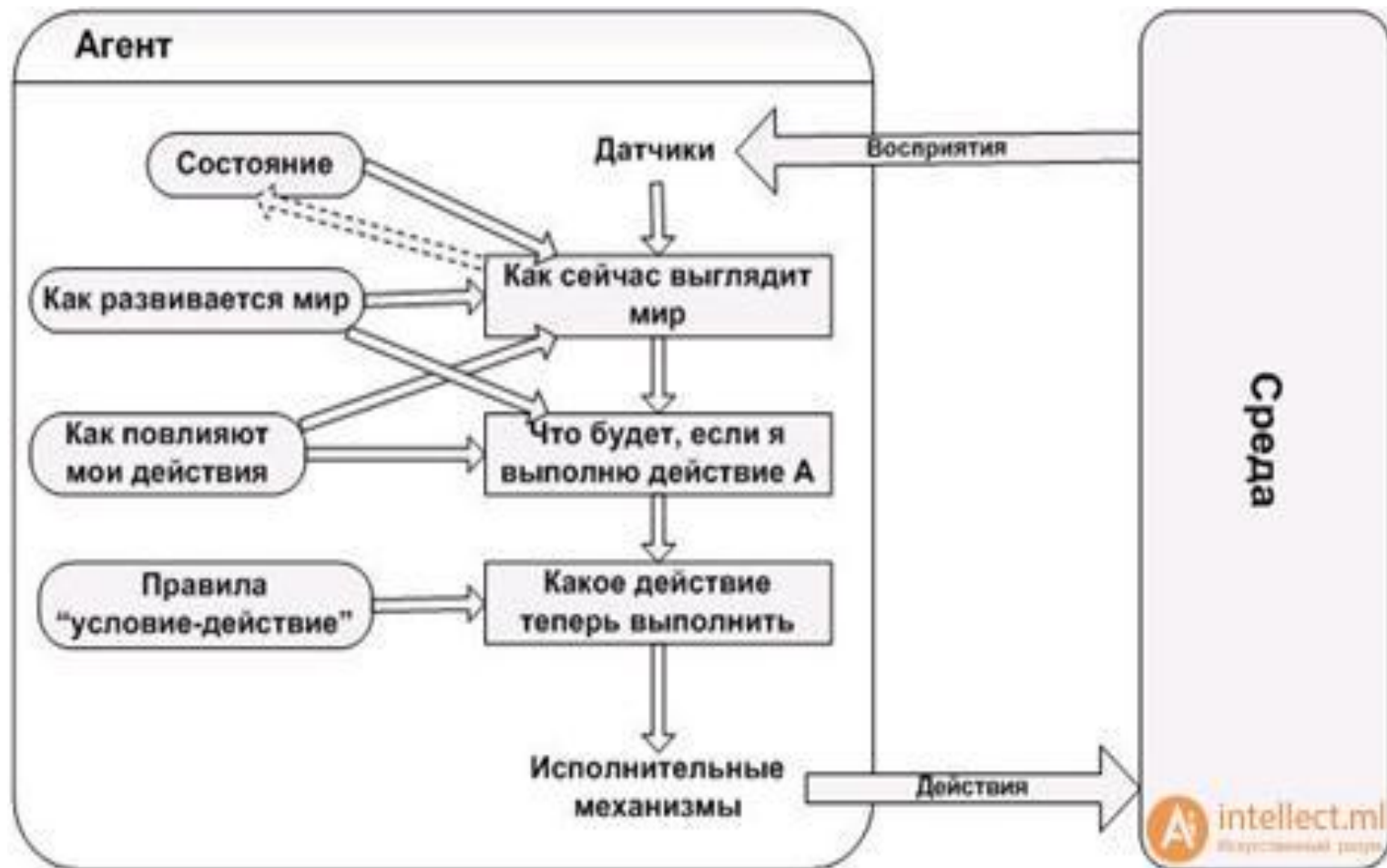
Мультиагентні технології

- Простий рефлексійний агент



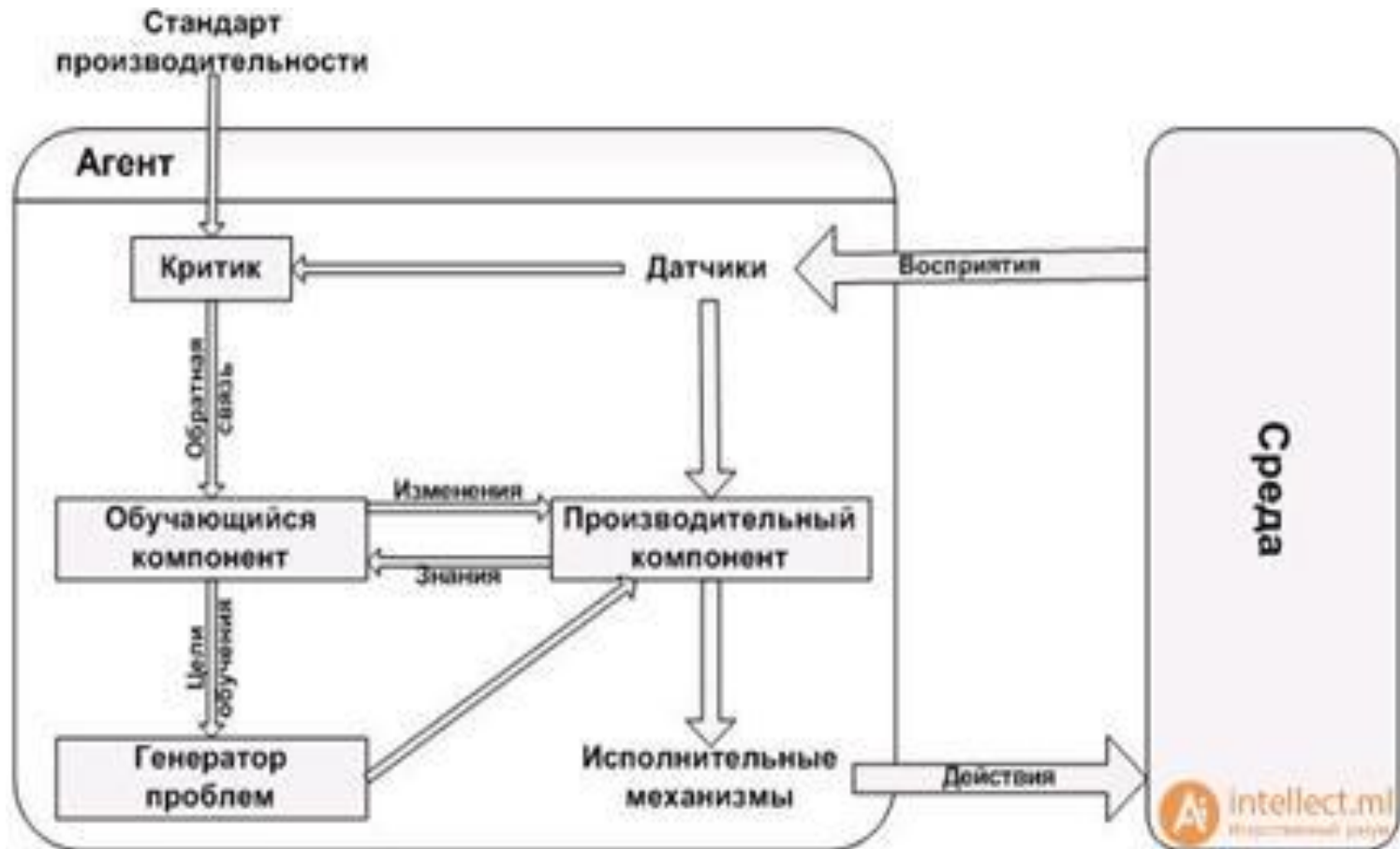
Мультиагентні технології

- Структура агента, що діє на основі цілей



Мультиагентні технології

- Структура агента, що навчається



Мультиагентні технології

До базових видів взаємодії між агентами відносяться:

- **кооперація** (співробітництво);
- **конкуренція** (конфронтація, конфлікт);
- **компроміс** (врахування інтересів інших агентів);
- **конформізм** (відмова від своїх інтересів на користь інших);
- **ухилення від взаємодії**.

Мультиагентні технології

Форми взаємодії між агентами:

- **просте співробітництво**
- **координоване співробітництво** - передбачає інтеграцію досвіду окремих агентів
- **координована співпраця** - агенти змушені узгоджувати свої дії
- **непродуктивна співпраця**- агенти спільно використовують ресурси або вирішують загальну проблему, не обмінюючись досвідом і заважаючи один одному

Мультиагентні технології моніторингу та управління

Проблеми координації поведінки агентів

- розпізнавання необхідності кооперації;
- вибір відповідних партнерів;
- можливість врахування інтересів партнерів;
- організація переговорів про спільні дії;
- формування планів спільних дій;
- синхронізація спільних дій;
- декомпозиція завдань і поділ обов'язків;
- виявлення конфліктуючих цілей;
- конкуренція за спільні ресурси;
- формування правил поведінки в колективі;
- навчання поведінці в колективі і т. п.

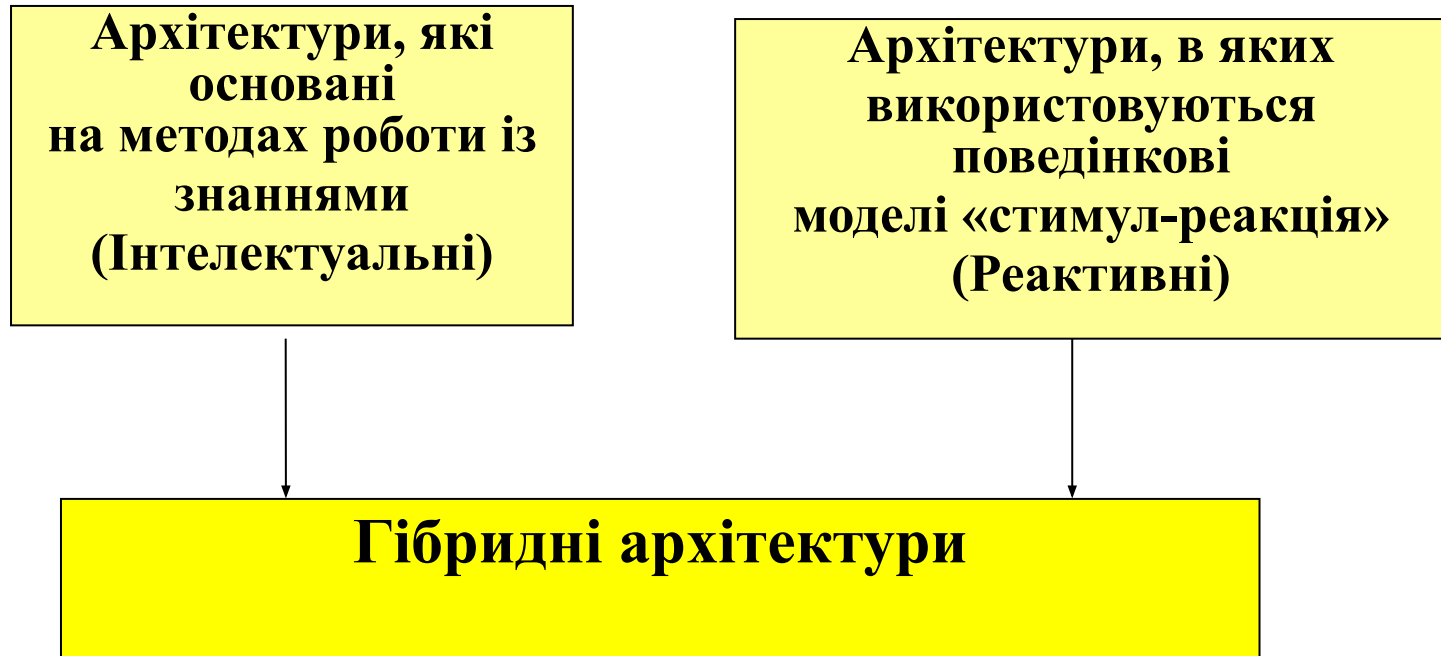
Мультиагентні технології

Архітектури МАС:

- 1) архітектури, засновані на методах роботи зі знаннями;
- 2) архітектури, в яких використовуються поведінкові моделі «стимул-реакція»;
- 3) гібридні архітектури.

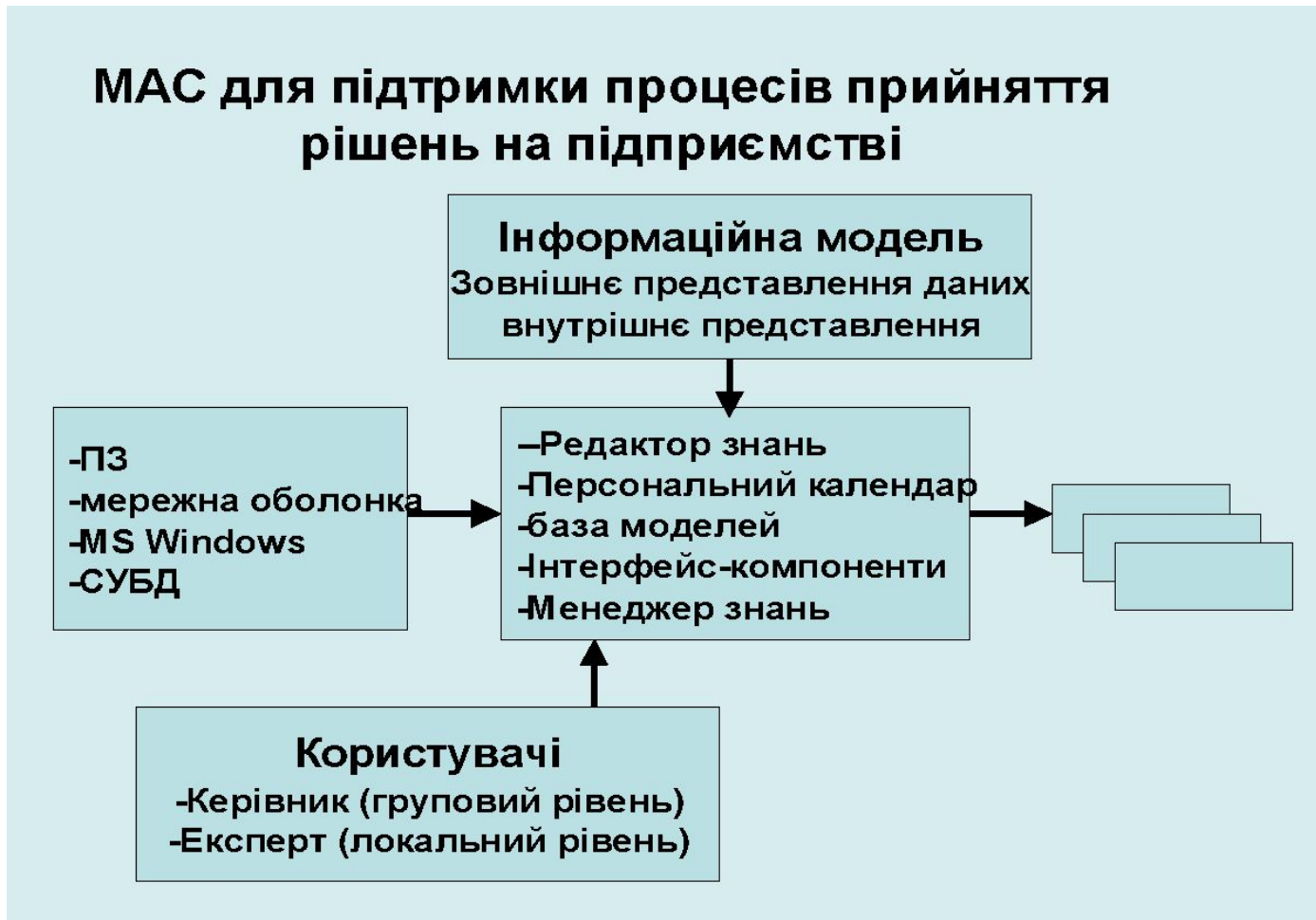
Архітектури МАС

Виділяються три базових типи архітектур:

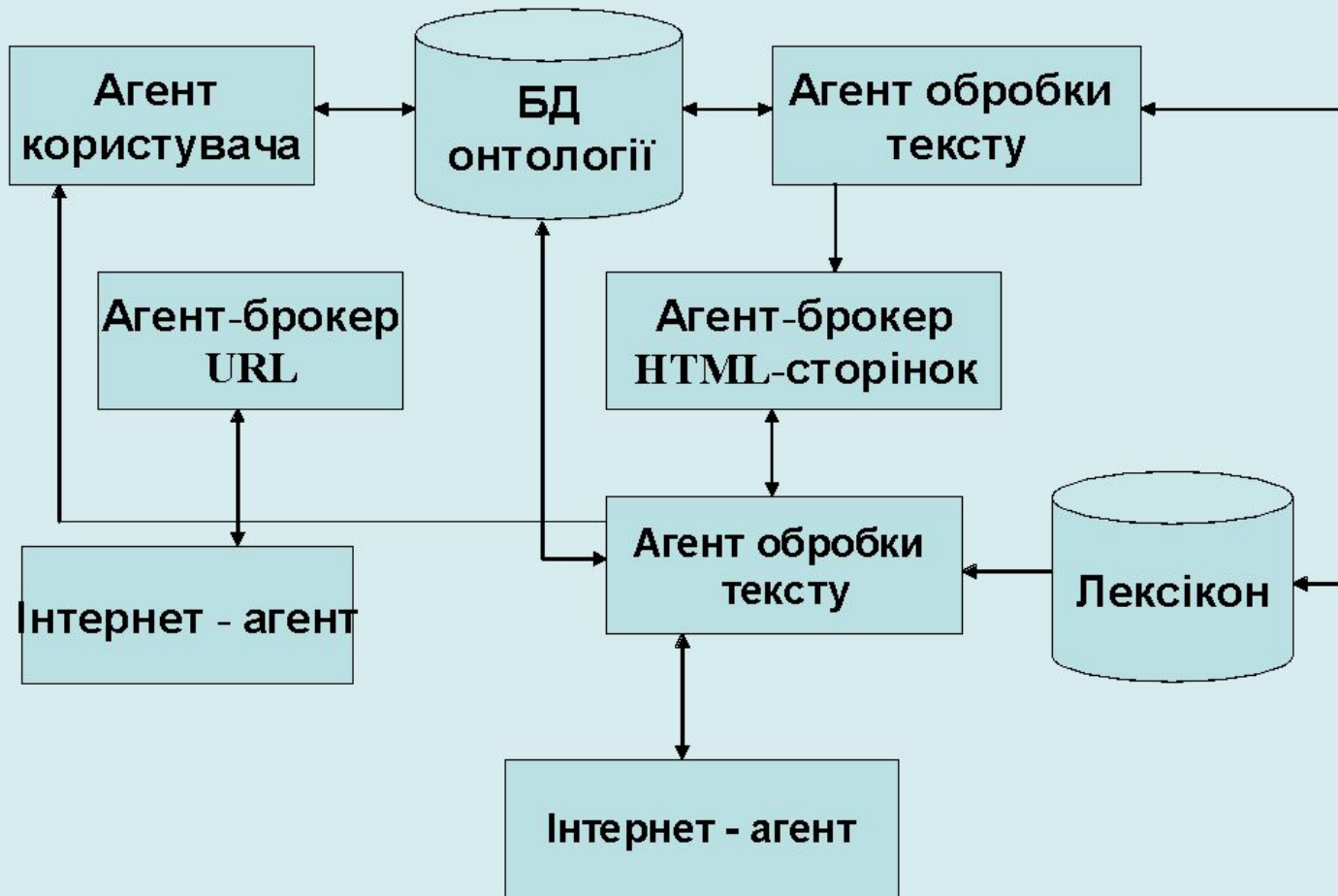


МАС для підтримки процесів прийняття рішень на підприємстві

МАС для підтримки процесів прийняття рішень на підприємстві



МАС для пошуку інформації



Мультиагентні технології

Застосування нейронних мереж і нечітких ІНС для реалізації МАС дозволяють створювати агентів, що самонавчаються, знання яких формуються в процесі вирішення практичних завдань.

Мультиагентні технології

Прикладами завдань, що вирішуються за допомогою МАС, є:

- управління інформаційними потоками і мережами;
- управління повітряним рухом;
- пошук інформації в мережі Інтернет;
- електронна комерція, навчання;
- колективне прийняття багатокритеріальних управлінських рішень

Мультиагентні технології

Нова якість вирішення цих завдань – в моделях координації поведінки агентів вживаються такі ідеї:

1. Відмова від пошуку найкращого рішення на користь «хорошого», що призводить до пошуку прийняттого компромісу,
2. Використання самоорганізації як стійкий механізму формування колективної поведінки.
3. Застосування рандомізації (випадково-імовірнісного способу) в механізмах координації для вирішення конфліктів.
4. Реалізація рефлексивного управління, сутність якого - змусити суб'єкта усвідомлено підкорятися впливу ззовні

Мультиагентні технології моніторингу та управління

Загальна структура системи моніторингу

