

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

І.А. Ачкасов, Б.Ю. Козир, О.Г. Тімінський

ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ І СМАРТ-ТЕХНОЛОГІЇ

Конспект лекцій
для студентів спеціальності
126 «Інформаційні системи та технології»

Київ 2022

УДК 004.896:007.5

А 97

Рецензент О.О. Терентьев , д-р техн. наук, професор

*Затверджено на засіданні навчально-методичної ради КНУБА,
протокол № 1 від 23 вересня 2021 року.*

В авторській редакції

Ачкасов І.А.

А 97 Інтернет речей і смарт технології: конспект лекцій / І.А.
Ачкасов,
Козир Б.Ю., Тімінський О.Г. – Київ : КНУБА, 2022 – 64 с.

Розглянуто теоретичні основи та проаналізовано основні тренди використання Смарт-технологій і Інтернету речей, надана їх загальна характеристика, окреслено перспективи розвитку цієї галузі, наведено сім лекційних тем, наведені питання для самоперевірки знань з лекційного курсу, наведено перелік літератури, надано список використаних скорочень.

Призначено для студентів спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології».

УДК 004.896:007.5

© І.А. Ачкасов, Б.Ю. Козир,
О.Г. Тімінський, 2022
© КНУБА, 2022

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ.....	5
ВСТУП.....	Ошибка! Закладка не определена.
ТЕМА 1. ВСТУП У СМАРТ-ТЕХНОЛОГІЇ: ВИЗНАЧЕННЯ, ПРИНЦИПИ, ПРИКЛАДИ.	6
ЛЕКЦІЯ 1. Визначення і принципи Смарт-технологій. Дані, інформація, знання.	7
Контрольні запитання до лекції 1	17
ЛЕКЦІЯ 2. Приклади практичної реалізації Смарт-технологій у мережі... ..	18
Контрольні запитання до лекції 2.....	28
ТЕМА 2. ПРОЕКТУВАННЯ І РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМ КЛАСУ IoT – INTERNET OF THINGS.....	29
ЛЕКЦІЯ 3. Основні поняття Інтернету речей. Компетенції розробника IoT.	29
Контрольні запитання до лекції 3.....	35
ЛЕКЦІЯ 4. Історія виникнення й розвитку напрямку IoT. Основні області застосування.....	36
Контрольні запитання до лекції 4.....	41
ЛЕКЦІЯ 5. Ключові технологічні рішення. Ринок виробників і користувачів рішень IoT.	43
Контрольні запитання до лекції 5.....	47
ЛЕКЦІЯ 6. Відкриті проблеми в дизайні, реалізації й експлуатації систем «Інтернету речей».....	47
Контрольні запитання до лекції 6.....	51
ЛЕКЦІЯ 7. Структура системи Інтернету речей та її основні складові частини.	53
Контрольні запитання до лекції 7.....	57
<u>ЗАПИТАННЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ З ДИСЦИПЛІНИ</u>	58
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	62

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

BD	– Big Data (великі дані);
IoT	– Internet of things (Інтернет речей);
RFID	– Radio Frequency Identification (радіочастотна ідентифікація);
TQM	– Total quality management (концепція всеохоплюючого управління якістю);
ІС	– інформаційно-інженерна система;
ІКТ	– інформаційно-комп'ютерна технологія;
ОС	– операційна система;
ПЗ	– програмне забезпечення;
ПК	– персональний комп'ютер;
УП	– управління проєктами;
ІІ	– штучний інтелект

ВСТУП

Розвиток систем автоматизації, інформатизації і діджиталізації в Україні і світі спричинив появу окремого їх напрямку, що пов'язаний з дистанційним управлінням побутовими і іншими приладами через застосунки і додатки через мережу Інтернет.

Цей напрям, отримав спочатку яскраво виражений практичний вектор реалізації, а згодом і обґрунтовано науковий має назву Інтернет речей або Internet of Things (IoT).

Мета вивчення дисципліни «Інтернет речей і смарт-технології» полягає у засвоєнні основ розробки та програмування пристроїв, які працюють з використанням смарт-технологій та технологій Інтернету речей.

У результаті вивчення дисципліни студент має

*знати:*призначення, еволюцію та класифікацію смарт-технологій та сфери Інтернету речей; принципи побудови пристроїв IoT, їх переваги та недоліки; призначення та основи моделі взаємодії пристроїв IoT та відповідних веб-платформ; сучасні тенденції розвитку смарт-технологій; основні напрямки розвитку та ключові технологічні рішення проектів IoT; базові принципи розробки пристроїв IoT.

вміти: використовувати теоретичні знання під час розв'язання практичних задач, пов'язаних з побудовою та налагодженням пристроїв галузі Інтернету речей; налаштовувати мережеву взаємодію між пристроями IoT через Ethernet, Bluetooth, Internet; налаштовувати хмарні сервіси для підтримки роботи пристроїв IoT; аналізувати технічні характеристики функціональних вузлів пристрої IoT; здійснювати пошук оптимальних рішень при побудові пристроїв IoT та інформаційних систем на основі смарт-технологій.

Тема 1. ВСТУП У СМАРТ-ТЕХНОЛОГІЇ: ВИЗНАЧЕННЯ, ПРИНЦИПИ, ПРИКЛАДИ

ЛЕКЦІЯ 1. Визначення і принципи Смарт-технологій.

Дані, інформація, знання

Смарт-технології базуються на інформаційних технологіях (ІТ), інформатиці та поняттях «дані», «інформація», «знання». Розкриємо ці поняття.

Дані – зареєстрована інформація; представлення фактів, понять або інструкцій у формі, прийнятній для спілкування, інтерпретації або обробки людиною, або за допомогою автоматичних засобів (ISO/IEC/IEEE 24765-2010).

В інформатиці та інформаційних технологіях дані визначають таким чином:

- *Дані* – інформація, відомості, показники, необхідні для ознайомлення з ким-, чим-небудь, для характеристики когось, чогось або для прийняття певних висновків, рішень; підстави, причини;

- *Дані* – представлення інформації у формалізованому вигляді, що піддається багаторазовій інтерпретації і придатне для передачі, зв'язку або обробки;

- *Дані* – форма представлення знань, інформації; тексти, таблиці, інструкції, відомості про факти, явища і таке інше, представлені у буквено-цифровій, числовій, текстовій, звуковій або графічній формі; дані можуть зберігатися на різних носіях, зокрема в ЕОМ та пересилатися і піддаватися обробці;

- *Дані* – інформація (найчастіше цифрова), подана у формалізованому вигляді, прийнятному для оброблення автоматичними засобами за можливої участі людини;

- *Дані* – форми подання інформації, з якими мають справу інформаційні системи і їх користувачі.

Хоча інформація має набути деякої форми подання (тобто перетворитися в дані), щоб їй можна було обмінюватися, інформація є насамперед інтерпретацією (сенсом) такого подання (ISO/IEC/IEEE 24765: 2010). Тому в строгому сенсі інформація відрізняється від даних, хоча в

неформальному контексті ці два терміни дуже часто використовують як синоніми.

Інформація – абстрактне поняття, що має різні значення залежно від контексту. Спроби формального визначення інформації відмінні в різних областях людської діяльності. На інтуїтивному рівні інформація означає зміст того, про що отримувач довідався.

На початку ХХІ століття інформація посідає дедалі значуще місце в житті людини як члена суспільства. Засоби масової інформації поширюють її, інформаційні технології переймаються її обробкою. Висувається ідея інформаційного суспільства, до якого, можливо, прямує людство. Основою такого суспільства було б виробництво й споживання не товарів і послуг, а інформації.

Сам термін «інформація» байдужий до істинності вмісту. Інформація може бути правдивою, хибною або відвертою брехнею. Від даних інформація відрізняється доступністю отримувачу. Наприклад, нерозшифрований рукопис Войнич, можливо, містить якийсь зміст, а отже, потенційно може стати інформацією, але до розшифрування він – лише набір символів і картинок, дані, над якими можуть працювати дешифрувальники.

Інформація може бути товаром, тобто купуватися й продаватися як будь-який інший товар. Розвідувальні служби здійснюють збір інформації про потенційного або наявного супротивника.

Поняття «інформація» відносно нове. Старогрецькі мислителі багато розмірковували про форму і про знання, але не про спосіб існування знання та про його передачу. Аналогічно, емпірики Нового часу вважали, що ми отримуємо відомості про світ через відчуття, але ще не намагалися знайти кількісну характеристику для цих відомостей. Термін «інформація» міцно увійшов у науку, й, відповідно, в мас-медіа після створення Клодом Шенноном математичної теорії інформації. Шеннон розглядав канали зв'язку й передачу повідомлень у них. У каналах зв'язку може існувати шум, тому вихідний сигнал не зовсім подібний вхідному. Абстрагувавшись від семантичного вмісту повідомлення, тобто від того, що це повідомлення означає, Шеннон зосередився на ймовірності того, що сигнал на виході збігатиметься з сигналом на вході. Обидва сигнали представляються як послідовність символів із певного алфавіту. Такий підхід дав змогу дати кількісну характеристику якості передачі сигналу, яку стали називати кількістю інформації.

Математична теорія інформації разом із теорією керування, основоположником якої був Норберт Вінер, утворили нову галузь науки, що отримала назву кібернетики. Зненацька стало зрозуміло, що людина оточена інформацією, яку вона отримує від органів чуття, аналізує, виділяє у ній зміст і застосовує під час вироблення рішень та діяльності. Незабаром стало відомо, наприклад, що спадкова інформація кодована в клітинах організмів у вигляді послідовності нуклеотидів ДНК, що середній роман містить приблизно пів мегабайта інформації, а середній фільм «важить» два гігабайти.

Зацікавились аналізом поняття «інформація» і філософи. Тоді як кібернетика є загалом математичною теорією, семіотика, зокрема її розділ семантика, зосереджена на розумінні отриманої інформації, на змісті сигналу чи повідомлення. Згодом термін «кібернетика» дещо втратив поширеність, поступившись терміну «інформатика», яка охоплює вивчення й застосування комп'ютерної обробки інформації.

Радянські філософи спочатку зустріли появу нової галузі науки вороже, й на початку 1950-х був короткий період, коли її цькували в пресі як буржуазну лженауку, але згодом стало зрозуміло, що наука й людство розвиватимуться саме в цьому напрямі, що існують власні дослідження, і що, загалом, нічого ідеалістичного чи буржуазного в ній немає. Тож поняття «інформація» можна вписати в рамки матеріалістичної теорії свідомості як відображення, й підкреслити, що вона є одним з атрибутів матерії, який віддзеркалює її структуру.

Слово «інформація» походить від лат. informatio, яке має декілька значень:

- роз'яснення; виклад фактів, подій; витлумачення;
- представлення, поняття;
- ознайомлення, просвіта.

Саме слово «informatio» складається з префікса «in-» («в-, на-, при-») і дієслова «form» («надаю форму, створюю»), пов'язаного з іменником «forma» («форма»).

В англійській мові слово «information» (в написанні «informacioun») вперше з'явилося у 1387 році. Сучасного написання це слово набуло у XVI ст. У східнослов'янські мови слово «інформація» прийшло із Польщі у XVII ст.

З середини ХХ століття термін «інформація» широко використовується в різних галузях науки та в повсякденному житті, але досі не має загального визначення і використовується переважно на інтуїтивному рівні.

Складність однозначного визначення поняття «інформація» пов'язана з тим, що цей термін використовується в багатьох сферах людської діяльності, тобто є багатограним. Спеціалістів із теорії зв'язку цікавить насамперед передача інформації від джерела до отримувача без спотворень, філософа – розуміння змісту, фахівця з комп'ютерної науки – процеси запису, зчитування, зберігання й обробки, диктора на радіо – доведення повідомлення до відома широкого кола слухачів, а пліткарку – розповідь сусідкам про те, що пані з третього поверху гуляє зі своїм начальником тощо. Залежно від галузі використання, термін «інформація» одержав велику кількість різних визначень.

1. Погляд на інформацію з точки зору її споживачів охоплює такі поняття (буденно-інтуїтивні означення):

- нові відомості, які прийняті, зрозумілі і оцінені користувачем як корисні. Інакше кажучи, інформація – це знання, які отримує споживач (суб'єкт) у результаті сприйняття і переробки певних відомостей;
- відомості або повідомлення про щось (побутове);
- роз'яснення, виклад;
- оригінальність, новизна;
- результат інтелектуальної (аналітико-синтетичної чи евристичної) діяльності певної людини щодо подання відомостей, повідомлень, сигналів, кодів, образів тощо (Цимбалюк В.С.);
- документовані або публічно оголошені відомості про події та явища, що відбуваються у суспільстві, державі та навколишньому природному середовищі.

2. Кібернетичні:

- відображення заміни дискретного значення енергетичного процесу в контурі керування пристрою керування іншим дискретним значенням
- розпізнаний кібернетичною системою сигнал або комплекс сигналів (образ), який зменшує кількість варіантів вибору нею чергової дії команди;

- комунікація та зв'язок, в процесі якого усувається невизначеність (інформаційна ентропія) (теорія зв'язку, Клод Шеннон);

- позначення змісту, отриманого із зовнішнього світу у ході нашого пристосування до нього і пристосування до нього наших почуттів (Норберт Вінер);

- ймовірність вибору (Аківа та Ісаак Яглом).

3. Фізико-філософські:

- міра неоднорідності розподілу матерії та енергії у просторі та у часі, міра змін, якими супроводжуються всі процеси, що протікають у світі (Віктор Михайлович Глушков);

- заперечення ентропії, міра хаосу в системі (термодинаміка, Леон Бріллюен);

- передача різноманітності (Вільям Росс Ешбі);

- міра складності структур (Абраам Моль);

- відображена різноманітність (Аркадій Дмитрович Урсул);

- властивості матеріальних об'єктів породжувати та зберігати певний стан, який в різних матеріально-енергетичних формах може передаватись між об'єктами;

- фундаментальний генералізаційно-єдиний безпочатково-нескінченний закономірний автоосциляційного, резонансно-сотового, частотно-квантового та хвильового відношення, взаємодії, взаємоперетворення та взаємозбереження (у просторі та часі) енергії, руху, маси та антимаси на основі матеріалізації та дематеріалізації в мікро- та макроструктурах Всесвіту (інформаціологія, Іван Йосипович Юзвішин);

- універсальна субстанція, що пронизує усі сфери людської діяльності, слугує провідником знань та думок, інструментом спілкування, взаєморозуміння та співробітництва, утвердження стереотипів мислення та поведінки (ЮНЕСКО);

- реальність, що формує матерію (Аксель Іванович Берг);

- програма, алгоритм розвитку систем (Володимир Іванович Корогодін);

- міра упорядкування систем (Леон Бріллюен);

- ступінь свободи матеріальних об'єктів (Олексій Андрійович Борисенко);

Всі зазначені підходи до визначення інформації є різними гранями єдиного складного і багатопланового природного явища, яким є

інформаційна реальність. З урахуванням сказаного, інформацію можна вважати природною реальністю, що несе в собі характерні ознаки предметів та явищ природи, які проявляються у просторі та часі (Леонід Григорович Мельник).

Існують також й інші, переважно несумісні між собою визначення судження «інформація». Але практично всі погляди на сутність інформації групуються навколо двох концепцій – атрибутивної та функціональної. Атрибутивна концепція інформації наголошує на тому, що інформація є атрибутом (невід'ємною властивістю) об'єктів. Функціонально-кібернетична концепція вважає, що головним у інформації є та функція, яку вона виконує. Особливо цікавою є функція, яку виконує інформація, закладена, наприклад, у ДНК в розвитку біологічних організмів та інших систем, в яких можлива самоорганізація.

Властивості інформації описано далі.

Цінність інформації визначається корисністю та здатністю її забезпечити суб'єкта необхідними умовами для досягнення ним поставленої мети.

Достовірність – здатність інформації об'єктивно відбивати процеси та явища, що відбуваються в навколишньому світі. Зазвичай такою вважається інформація, яка несе у собі безпомилкові та істинні дані. Під безпомилковістю слід розуміти дані, які не мають прихованих або випадкових помилок. Випадкові помилки в даних обумовлені, як правило, ненавмисними спотвореннями змісту людиною чи збоями технічних засобів під час переробки даних в інформаційній системі. Тоді як під істинними слід розуміти дані, зміст яких неможливо оскаржити або заперечити.

Актуальність – здатність інформації відповідати вимогам сьогодення (поточного часу або певного часового періоду).

Здатність ідентифікації властивостей предметів і явищ. Інформація – це те, що визначає властивості предметів і явищ у просторі та часі. Сама по собі інформація не існує, якщо не існує фізичного носія, який вона представляє речовинам-реципієнтам через матеріальні канали.

Нематеріальність інформації – інформація не має двох головних властивостей матеріальних об'єктів – заряду і маси. Вона не є матерією, але формує матеріальні сутності – об'єктивні реальності: предмети і явища природи.

Оперативність – властивість даних, яка полягає в тому, що час їхнього збору та переробки відповідає динаміці зміни ситуації.

Ідентичність – властивість даних відповідати стану об'єкта.

Властивість недоступності – міра конфіденційності та секретності.

Суспільна природа — джерелом інформації є пізнавальна діяльність людей, суспільства. Інформація не існує без матерії, без носія. Інформація не може приводити у дію речовинно-енергетичні процеси [17], тобто усе є лише взаємодією матерії, де інформація існує лише для спостерігача.

Сприйняття інформації – це взаємодія матерії організму-реципієнта та спостережуваного фізичного явища через речовинно-енергетичний канал. Часто носія та інформацію ототожнюють і говорять лише про інформацію. Але у той же час не згадують про речовинно-енергетичні процеси, через які матерія взаємодіє. Це є суттєвим недоліком, оскільки поняття інформації можна взагалі відкинути й розглядати лише матеріальні процеси та явища. Тобто інформація є зовсім непотрібною для існування матерії, існування матерії не обумовлене жодною інформацією.

Мовна природа – інформація виражається за допомогою мови – знакової системи будь-якої природи, яка служить засобом спілкування, мислення, висловлювання думки. Мова може бути природною, а також штучною, створеною людьми з певною метою.

Невідривність від мови носія.

Дискретність – одиницями інформації як засобами висловлювання є слова, речення, уривки тексту, а у плані змісту – поняття, висловлювання, описання фактів, гіпотези, теорії, закони тощо.

Незалежність від творців.

Старіння – головною причиною старіння інформації є поява нової інформації, з надходженням якої попередня інформація виявляється невірною, перестає адекватно передавати явища та закономірності.

Розсіювання – існування у багатьох джерелах.

Далі опишемо категорію «знання».

Знання – це обізнаність чи розуміння когось або чогось, наприклад, фактів, інформації, описів або навичок. Знання отримується через досвід або освіту шляхом спостереження, дослідження чи навчання. Це фундаментальне поняття, щодо якого не існує однозначного визначення. У різних науках та академічних дисциплінах, які розглядають цей феномен, є власні тлумачення. Знання – результат пізнання, який можна логічно або фактично обґрунтувати і емпірично або практично перевірити.

Знання, набуте людством, фіксується в знаках природних і штучних мов, наприклад у текстах.

У теорії штучного інтелекту знання – це сукупність інформації (у індивіда, суспільства або у системи штучного інтелекту) про світ, що включають інформацію про властивості об'єктів, закономірності процесів і явищ, а також правила використання цієї інформації для ухвалення рішень. Правила використання включають систему причинно-наслідкових зв'язків. Головна відмінність знань від даних полягає в їхній активності, тобто поява в базі нових фактів або встановлення нових зв'язків може стати джерелом змін в ухваленні рішень

Управління знаннями (англ. Knowledge Management) передбачає розуміння способів, яким знання використовується і розповсюджується в організаціях і розглядає знання як те, що співвідноситься з самим собою і можливе для повторного використання. Повторне використання означає, що визначення знання перебуває в стані постійної зміни. Управління знаннями трактує знання як форму інформації, яка наповнена контекстом, заснованому на досвіді. Інформація – це дані, які істотні для спостерігача через їхню значущість. Дані можуть бути предметом спостереження, але не обов'язково мають бути ним. У цьому сенсі знання складається з інформації, підкріпленої наміром або напрямом. Цей підхід знаходиться у згоді з DIKW моделлю, яка розташовує дані, інформацію, знання, мудрість у вигляді піраміди за ступенем корисності (рис. 1).



Рис. 1. Відображення інформаційної ієрархії в моделі DIKW

DIKW (англ. data, information, knowledge, wisdom) – дані, інформація, знання, мудрість – інформаційна ієрархія, де кожен рівень додає певні властивості до попереднього рівня:

- 1) в основі знаходиться рівень даних;
- 2) інформація додає контекст;
- 3) знання додає «як» (механізм використання);
- 4) мудрість додає «коли» (умови використання).

Термін став популярним після промови Рассела Акоффа у 1989 році під час вступу на посаду президента спільноти International Society for General Systems Research, хоча основні ідеї присутні в поемі Т. С. Еліота «The Rock» 1934 року.

Як така концепція DIKW є моделлю для розуміння важливості і обмежень понятійної роботи. Основні сфери використання моделі: інформатика, управління знаннями.

Смарт-технології передбачають використання комп'ютерних систем і мікропроцесорів для виконання щоденних завдань і обміну інформацією. На перший погляд, усе складно, та насправді – ні. Смарт-технології нас оточують уже давно, але ми не завжди звертаємо на них увагу. Комп'ютери, камери спостереження, електронні карти, GPS-навігатори – усе це належить до «розумних» технологій і дійсно приносить користь людям.

Смарт-суспільство постійно прагне розвиватися. Тому з часом у різних куточках світу почали з'являтися проєкти «розумних» міст. Врешті смарт-технології покликані звільнити людей від надокучливих пробок, сформувати енергонезалежність та допомогти покращувати життя міста. Звучить утопічно, але це не можна назвати неможливим.

У Нью-Йорку ще з 90-х років розробляються комп'ютерні системи для управління містом. Сьогодні це одне з найбезпечніших міст США, що стало результатом роботи електронної програми, скерованої на протидію вуличній злочинності. У Бостоні встановлюють на автомобілі датчики, які інформують комунальні служби про вибоїни на дорогах.

У Сан-Франциско впроваджують електромобілі, в країнах Балтії тестують машинних поштарів, у Амстердамі роботи прибирають сміття, а в Південній Кореї побудували перше в світі «розумне» місто. Все це – смарт-технології.

Контрольні запитання до лекції 1

1. Що таке дані і чим вони відрізняються від інформації?
2. Що таке інформація і чим вона відрізняється від знань?
3. Наведіть визначення (одне або декілька) інформації, яке, на Ваш погляд, найбільше відображає специфіку смарт-технологій?
4. Якими властивостями характеризується інформація?
5. Які вчені внесли вклад у розвиток понять дані, інформація, знання?
6. Які галузі науки вивчають дані, інформацію, знання?
7. Розкрийте поняття «знання».
8. Що передбачає управління знаннями?
9. Що і в якому порядку містить відображення інформаційної ієрархії в моделі DIKW?
10. На чому базуються смарт-технології?
11. Наведіть приклади смарт-технологій.
12. Опишіть особливості смарт-технологій.

ЛЕКЦІЯ 2. Приклади практичної реалізації Смарт-технологій у мережі

Основні напрями розвитку і застосування смарт-технологій зображені на рис. 2 і описані далі.



Рис. 2. Розповсюдженість смарт-технологій

Інтернет речей (Internet of things, IoT) – це деяка концепція обчислювальної мережі фізичних предметів («речей»), які оснащені вбудованими технологіями для взаємодії один з одним або з зовнішнім середовищем. Прикладом такої концепції можуть служити «розумні будинки», смартфони, планшети і практично будь-які «речі», які оснащені датчиками: автомобілі, промислове обладнання, реактивні двигуни, нафтові вишки пристрої та багато іншого. Всі ці «речі» збирають дані і обмінюються ними один з одним. Цю концепцію пов'язують з розвитком двох технологій: радіочастотної ідентифікації (RFID) і бездротовими сенсорними мережами (БСС).

Бездротова сенсорна мережа – це розподілена і така, що самоорганізується, мережа множини датчиків (сенсорів) і виконавчих пристроїв, об'єднаних між собою за допомогою радіоканалу. Причому

область покриття подібної мережі може становити від декількох метрів до декількох кілометрів за рахунок здатності ретрансляції повідомлень від одного елемента до іншого. Застосовується ця технологія для вирішення багатьох практичних завдань, пов'язаних з моніторингом, управлінням, логістикою та ін.

RFID (англ. *Radio Frequency Identification*, *радіочастотна ідентифікація*) – метод автоматичної ідентифікації об'єктів, в якому за допомогою радіосигналів зчитуються або записуються дані, що зберігаються в так званих транспондерах або RFID-мітках. Ця технологія добре підходить для відстеження руху деяких об'єктів і отримання невеликого обсягу інформації від них.

Великі дані (англ. *Big data*) в інформаційних технологіях – сукупність підходів, інструментів і методів обробки структурованих і неструктурованих даних величезних обсягів і значного різноманіття для отримання таких, що сприймаються людиною, результатів, ефективних в умовах безперервного приросту, розподілу за численними вузлами обчислювальної мережі, що сформувалися в кінці 2000-х років, альтернативних традиційним системам управління базами даних і рішенням класу *Business Intelligence*. В цю серію включають засоби масово-паралельної обробки невизначено структурованих даних, перш за все, рішеннями категорії *NoSQL*, алгоритмами *MapReduce*, програмними каркасами і бібліотеками проекту *Hadoop* тощо.

Блокчейн (*Blockchain*) – це технологія розподіленого зберігання інформації, яка стосується будь-яких життєвих питань. Стосовно до криптовалюти, Блокчейн гарантує фіксацію інформації про проведені між учасниками системи грошові перекази, здійснені за весь період існування альтернативної грошової одиниці і платіжної системи біткоїн, також дає змогу зберігати інформацію про права на нерухомість, надані раніше позики, порушення ПДР, укладання шлюбів тощо. За структурою Блокчейна існує ланцюг блоків, що містить в собі певну інформацію. Водночас всі блоки ланцюжка пов'язані один з одним. Блок наповнений групою записів, а блоки, що виникають, завжди додаються в кінець ланцюга і дублюють інформацію, що міститься в раніше створених структурних одиницях системи, додаючи до неї нову. Побудова ланцюжка Блокчейна відбувається на базі трьох головних принципів: розподіленість, відкритість і захист. Користувачі системи формують собою комп'ютерну мережу. Водночас у кожному з ПК зберігається копія кожного з блоків.

Інформація Блокчейна (блоки і інформація в них) доступна кожному бажаючому. Всі дані в системі захищені. Ланцюг Блокчейна надійно зашифрований, що відкриває шляхи для отримання достовірної і відкритої інформації. Для підтвердження застосовується спеціальний ключ. Саме від нього залежить, буде ідентифікований користувач системою чи ні. У цьому головна особливість технології Блокчейн.

Штучний інтелект (ШІ; англ. artificial intelligence, AI) – один з розділів інформатики, в межах якого ставляться і вирішуються завдання апаратного і програмного моделювання тих видів людської діяльності, які традиційно вважаються інтелектуальними (творчими). Сучасні інтелектуальні інформаційні технології – це технології обробки інформації і розв’язання задач за допомогою обчислювальних машин, які спираються на досягнення в галузі штучного інтелекту. В цілому системи штучного інтелекту орієнтовані на розв’язання великого і дуже важливого класу задач, що ідентифікуються як такі, що неможливо (важко) формалізувати, до яких відносять завдання, що володіють однією або декількома з таких особливостей (властивостей):

- алгоритмічне розв’язання задачі невідомо (хоча, можливо, і існує) або не може бути використано через обмеженість ресурсів ЕОМ;
- задача не може бути визначена (задана) в числовій формі (потрібно символічне подання);
- цілі розв’язання задачі не можуть бути виражені в термінах точно визначеної цільової функції;
- велика розмірність простору розв’язків;
- динамічно змінюються дані і знання.

Зазвичай завдання, що важко формалізуються, характеризуються неповнотою, неоднозначністю та/ або суперечливістю вихідних даних і знань про предметну область. У дослідженнях зі штучного інтелекту можна виділити два основних напрями:

1) програмно-прагматичне – займається створенням програм, за допомогою яких можна вирішувати ті завдання, розв’язання яких до цього часу вважалося виключно прерогативою людини. Сюди відносяться програми розпізнавання, ігрові програми, програми для вирішення логічних завдань, пошуку, класифікації тощо. Цей напрям орієнтований на пошук алгоритмів вирішення інтелектуальних завдань на існуючих моделях комп’ютерів;

2) біонічне – займається проблемами штучного відтворення тих структур і процесів, які характерні для живого людського мозку і які лежать в основі процесу вирішення завдань людиною. В межах біонічного підходу до проблеми штучного інтелекту сформувалася нова наука нейроінформатика, практичним застосуванням якої є розробка нейрокомп'ютера – обчислювальної машини VI покоління.

Використання Smart-сервісів. У базовому оснащенні сучасних телевізорів пропонується такий набір функцій:

- показ аналогового і цифрового (DVB-C) ефіру;
- показ відео з зовнішніх джерел (у телевізора є аналогові входи і порти HDMI v1.4), зокрема у форматі 3D;
- конвертація будь-якого звичайного відеоряду в 3D-відео;
- показ фільмів і передач IPTV (мережеві трансляції);
- відтворення різних медіафайлів, відео (зокрема MKV HD), музики, фотографій – з підключеного до телевізора USB-накопичувача, або з віддаленого сховища, по мережі;
- Інтернет-серфінг (вбудований браузер), майже миттєвий доступ до різних мережевих сервісів, таких як Facebook, Twitter, YouTube тощо;
- віджети;
- підтримка відеодзвінків Skype/Viber/тощо (за наявності опціональної вебкамери);
- завантаження додаткових додатків через фірмовий мережевий магазин.

Також смарт-сервіси доступні на таких пристроях, як смартфони, ноутбуки, ПК для перегляду телевізійного контенту.

Зелені технології в IT, як і в інших галузях, націлені на досягнення головної мети – зниження негативного впливу на навколишнє середовище. Відповідно до класифікації Організації економічного співробітництва і розвитку (ОЕСР), зелені технології охоплюють такі сфери:

- загальне екологічне управління (управління відходами, боротьба з забрудненням води, повітря, відновлення земель тощо);
- виробництво енергії з відновлюваних джерел.

Показник впливу сфери IT на навколишнє середовище є одним з найнижчих у структурі світової економіки – приблизно два відсотки загальних викидів вуглекислого газу. Серед головних сфер розробки зелених технологій ключовою є енергетика. Основні напрями її

«екологізації» – підвищення енергоефективності та розвиток нових джерел енергії, в першу чергу, поновлюваних.

Телеконференція (форум) – організований тематичний обмін повідомленнями між користувачами мережі. Повідомлення відправляються не на приватні адреси користувачів, а на адресу телеконференції, тобто одержувачем є сервер, який надає доступ до отриманого повідомлення іншим користувачам мережі. Телеконференції можуть бути класифіковані за кількома параметрами:

- за способом організації обміну інформацією – конференції у відстроченому режимі «оффлайн» (групи новин, списки розсилки) і конференції в режимі реального часу «онлайн» (через сервери IRC – Internet Relay Chat);

- за способом управління телеконференцією – модеровані (керовані) і немодеровані (без ведучого);

- за рівнем доступу до матеріалів телеконференції – відкриті і закриті (для зареєстрованих учасників).

Телемедицина – один з напрямів медицини, заснований на використанні сучасних комунікаційних технологій для дистанційного надання медичної допомоги і своєчасних консультацій. Серед основних телемедичних напрямів слід виділити такі:

- телемедичні консультації;
- теленавчання;
- онлайн трансляція операцій;
- дистанційний біомоніторинг;
- домашня телемедицина.

Все це підтримується за допомогою телекомунікаційних технологій. Існує велика кількість різних стандартів для передачі видів медичної інформації: ASTM, ASC X12, IEEE/MEDIX, NCPDP, HL7, DICOM тощо. Тому все більш гострим постає питання щодо створення єдиного стандарту обміну медичними даними. Кожна група з розробки стандартів має деяку спеціалізацію: так ASC X12N займається зовнішніми стандартами обміну електронними документами, ASTM E31.11 – стандартами обміну даними лабораторних тестів, IEEE P1157 – стандартами обміну медичними даними («MEDIX»), ACR/NEMA DICOM – стандартами, пов'язаними з обміном зображеннями тощо. Попит на телемедицину набув більшого зростання

(поряд з іншими смарт-сервісами) у період карантинних обмежень у світі, викликаних пандемією COVID-19.

Опишемо галузеві застосування інтернету речей.

Застосування IoT в ЗМІ і рекламі передбачає індивідуальний підхід, за якого система аналізує і реагує на потреби і інтереси кожного клієнта. Це включає їх загальні моделі поведінки, купівельні звички, уподобання, культуру та інші характеристики.

Маркетинг і доставка контенту. IoT функціонує так само, як і сучасні технології, аналітика і великі дані. Існуюча технологія збирає конкретні дані для отримання відповідних метрик і шаблонів з плином часу, однак цим даним часто не вистачає глибини і точності. IoT покращує це, спостерігаючи більше поведінки і аналізуючи її по-іншому, наслідками чого є:

- більша кількість інформації і деталей, що забезпечує надійніші метрики і шаблони;
- організації можуть краще аналізувати і реагувати на потреби або уподобання клієнтів;
- підвищення продуктивності і ефективності стратегії бізнесу, а також покращення сприйняття споживачів, надаючи їм тільки відповідний контент і рішення.

Покращена реклама. Поточна реклама страждає від надмірної і поганого таргетингу. Навіть з сьогоднішньою аналітикою сучасна реклама зазнає невдачі. IoT обіцяє іншу і персоналізовану рекламу, а не єдину стратегію для всіх. Це перетворює рекламу з шуму в практичну частину життя, тому що споживачі взаємодіють з рекламою через IoT, а не просто отримують її. Це робить рекламу функціональнішою і корисною для людей, які шукають рішення на ринку або задаються питанням, чи існують ці рішення.

Екологічний моніторинг. Застосування IoT в екологічному моніторингу є широкими – захист навколишнього середовища, моніторинг екстремальних погодних умов, безпека води, захист зникаючих видів, комерційне сільське господарство і багато іншого. У таких додатках датчики виявляють і вимірюють кожен тип зміни навколишнього середовища.

Забруднення повітря і води. Сучасна технологія моніторингу безпеки повітря і води в основному використовує ручну працю, а також передові

інструменти і лабораторну обробку. IoT удосконалює цю технологію, зменшуючи потребу в людській праці, даючи змогу проводити часті вибірки, збільшуючи діапазон вибірки і моніторингу, роблячи можливим складне тестування на місці і прив'язуючи зусилля реагування до систем виявлення. Це дає можливість запобігти істотного забруднення довкілля і пов'язаних з ним лих.

Екстремальні погодні умови. Незважаючи на те, що потужні, сучасні системи, які використовуються в нині, дають змогу проводити глибокий моніторинг, вони страждають від використання скоріше багатофункціональних інструментів, таких як радар і супутники, ніж детальних рішень. Використовуваним інструментам не вистачає точного націлювання на більш просунуті технології.

Нові досягнення IoT обіцяють більш деталізовані дані, кращу точність і гнучкість. Ефективне прогнозування вимагає високої деталізації і гнучкості в діапазоні, типі інструменту і розгортанні. Це дає змогу забезпечити раннє виявлення і раннє реагування, щоби запобігти втраті життя і майна.

Комерційне Фермерство. Сучасні складні комерційні ферми давно використовують передові технології та біотехнології, однак IoT надає ширший доступ до глибшої автоматизації та аналізу.

Велика частина комерційного фермерства, наприклад, моніторинг погоди, страждає від недостатньої точності і вимагає людської праці в сфері моніторингу. Його автоматизація також залишається обмеженою.

IoT дає змогу операціям усунути більшу частину втручання людини в роботу системи, аналіз фермерства та моніторинг. Системи виявляють зміни в культурах, ґрунті, навколишньому середовищу тощо. Вони оптимізують стандартні процеси шляхом аналізу великих даних, також запобігають виникненню небезпеки для здоров'я (наприклад, кишкової палички) і забезпечують кращий контроль.

Енергетичні додатки. Оптимізаційні якості IoT у виробництві також відносяться до енергоспоживання. IoT забезпечує широкий спектр функцій контролю і управління енергоспоживанням, включаючи додатки в пристроях, комерційне та побутове використання енергії, забезпечення джерел енергії, проведення оптимізації результатів детального аналізу, раніше недоступного для більшості організацій і приватних осіб.

Житлова Енергія. Зростання технологій призвело до зростання витрат на електроенергію. Споживачі шукають способи зменшити або

контролювати споживання. Інтернет речей пропонує складний спосіб аналізу і оптимізації використання не тільки на рівні пристрою, але і у всій домашній системі. Це може означати просте виключення або зменшення яскравості, зміну декількох домашніх налаштувань для оптимізації використання енергії тощо. IoT також може виявити проблемне споживання через використання застарілих або пошкоджених пристроїв, або несправних компонентів системи. Традиційно для пошуку таких проблем потрібно використання декількох фахівців.

Комерційна енергія. Енергетичні відходи можуть легко і непомітно вплинути на бізнес, з огляду на величезні енергетичні потреби навіть невеликих організацій. Невеликі організації борються з врівноваженням витрат бізнесу, одночасно пропонуючи продукт з більш низькою націнкою і працюючи з обмеженим фінансуванням і технологіями. Більші організації повинні відстежувати масивну і складну екосистему використання енергії, в той час як IoT пропонує кілька простих і ефективних рішень для управління використанням енергії. IoT спрощує процес моніторингу та управління енергоспоживанням, зберігаючи водночас низьку вартість і високий рівень точності. Водночас аналізуються усі точки споживання організації на різних пристроях. Глибина аналізу та контролю надає організаціям потужні засоби управління своїм споживанням для зниження витрат і оптимізації процесів мережі. Системи IoT виявляють як енергетичні, так і функціональні проблеми в складній бізнес-мережі, і надають рішення.

Аналітика та дії IoT також допомагають забезпечити надійність системи. Крім споживання, IoT запобігає перевантаженню або дроселюванню системи. Він також виявляє загрози для продуктивності і стабільності системи, що здатне захистити від таких втрат, як простої, пошкодження обладнання та травми.

IoT для охорони здоров'я. Системи IoT, що застосовуються в охороні здоров'я, покращують існуючі технології і загальної медичної практики, збільшують як точність, так і обсяг медичних даних завдяки різноманітному збору даних з великих наборів реальних випадків, підвищують точність надання медичної допомоги за рахунок більш складної інтеграції.

IoT може надавати релевантні дані, що перевершують стандартну аналітику, за допомогою інтегрованих інструментів, здатних виконувати життєздатні дослідження. Він також інтегрується в реальну практику,

щоби надати більше ключової інформації. Це допомагає в охороні здоров'я, надаючи надійніші і практичні дані і кращі рекомендації; що дає кращі рішення і виявлення раніше невідомих проблем. Це також дає змогу дослідникам уникати ризиків, збираючи дані без готових сценаріїв і випробувань на людях.

Можливо, найбільше поліпшення, яке IoT приносить в охорону здоров'я, – це реальна практика медицини, оскільки вона дає можливість медичним працівникам краще використовувати своє навчання і знання для вирішення проблем. Медики можуть використовувати набагато кращі дані і обладнання, що дає їм більше інформації і підтримує більш швидкі і точні дії. IoT також покращує їх професійний розвиток, тому що вони фактично використовують свій талент, а не витрачають занадто багато часу на виконання адміністративних або ручних дій, організаційні рішення також поліпшуються.

Одною з проблем медичної допомоги є поширення точної і актуальної інформації серед пацієнтів. Пристрої IoT не тільки покращують можливості і професійну практику, а й здоров'я в повсякденному житті людей. Пристрої IoT забезпечують прямий цілодобовий доступ до пацієнта менш нав'язливим способом. Це приводить до меншої кількості нещасних випадків через непорозуміння, більшої задоволеності пацієнтів і кращої профілактичної допомоги.

Удосконалена автоматизація та аналітика IoT дають змогу використовувати більш потужні служби екстреної підтримки, дають можливість більш повно проаналізувати надзвичайну ситуацію навіть на великих відстанях, можливість забезпечення доступу до пацієнта під час його транспортування до медичного закладу, надають критично важливу інформацію для надання основної допомоги пацієнту після прибуття у заклад. IoT загалом підвищує рівень медичної допомоги, доступної пацієнту, що надається фахівцями невідкладної допомоги, що зменшує помилки і покращує якість невідкладної медичної допомоги.

Особливої важливості застосування IoT набуває під час пандемії COVID-19, що охопила світ. Рання діагностика, централізований і систематизований збір даних та їх аналіз забезпечують допомогу системі охорони здоров'я у подоланні пандемії.

IoT для споживачів. Споживачі отримують особисту і професійну вигоду від оптимізації і аналізу даних IoT. Технологія IoT поводить як

команда особистих помічників, консультантів і співробітників служби безпеки. Це покращує то, як ми живемо, працюємо і відпочиваємо.

Серед функцій (професій, ролей), які може повністю або частково реалізувати IoT є такі:

Дворецький – IoT чекає, коли ви повернетесь додому, і забезпечить повну готовність вашого будинку, контролює ваші запаси, родину, стан будинку.

Шеф-кухар – кухня IoT готує їжу або просто допомагає вам приготувати її.

Няня – IoT може виступати в ролі опікуна, контролюючи дітей, надаючи потрібні матеріали і попереджаючи потрібні служби про надзвичайні ситуації.

Садівник – IoT-системи працюють для домашнього озеленення.

Ремонтник – Smart Systems можуть виконувати ремонтні роботи (на цей час – найпростіші) або замовляти їх.

Охоронець – IoT стежить 24/7, може спостерігати за підозрілими активностями за багато кілометрів і розпізнавати потенційні проблеми з обладнанням, які можуть стати причиною лих задовго до їх появи.

Асистент на роботі – розумний офіс або інший робочий простір поєднує в собі налагодження робочого середовища з інтелектуальними інструментами. IoT дізнається про вас, про вашу роботу і про те, як ви працюєте, щоби створити оптимізоване середовище – регулювання температури в приміщенні, зміна графіка і інструментів, які ви використовуєте для збільшення продуктивності і скорочення робочого часу. IoT діє як менеджер і консультант.

Культура і дозвілля – IoT може допомогти вам знайти більше речей і місць, які вам подобаються, наприклад, рекомендації ресторанів і заходів на основі ваших уподобань, допоможе планувати відпустку замість туристичних агенцій.

Продукти та послуги – завдяки більш глибокому аналізу IoT пропонує якісніший аналіз потрібних вам продуктів, ніж звичайна аналітика, IoT в змозі інтегруватися із Вашими фінансовими інструментами і рекомендувати поліпшенні рішення щодо витрат особистих коштів.

Загалом сфери використання IoT тільки розширюються. Інтернет речей використовується в державному управлінні, в освітній сфері,

правоохоронними органами, на виробництві (заводи-автомати), у будівництві, на транспорті і ще у багатьох сферах життя людини.

Контрольні запитання до лекції 2

1. Дайте загальний опис напрямів розвитку смарт-технологій.
2. Розкрийте поняття інтернету речей і його загальне призначення.
3. Що таке *RFID* і яке її місце у сучасних смарт-технологіях?
4. Для чого використовуються великі дані (Big Data) в смарт-технологіях?
5. Для чого використовується ШІ в сучасних смарт-технологіях і якими властивостями володіють задачі, на які він спрямований?
6. Назвіть і охарактеризуйте напрями досліджень зі штучного інтелекту.
7. Опишіть напрями використання смарт-сервісів.
8. Яке місце знаходять зелені технології у смарт-технологіях?
9. В яких галузях використовується Інтернет речей?
10. Які основні напрями застосування Інтернету речей у виробничій діяльності людини?
11. Які основні напрями застосування Інтернету речей у допоміжних сферах людської діяльності – освіті, медицині, відпочинку тощо?
12. Сформулюйте перспективи розвитку Інтернету речей і смарт-технологій взагалі.

Тема 2. ПРОЄКТУВАННЯ І РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМ КЛАСУ IoT – INTERNET OF THINGS

ЛЕКЦІЯ 3. Основні поняття Інтернету речей.

Компетенції розробника IoT

IoT (*Internet of Things*), Інтернет речей – передова система автоматизації та аналітики, яка використовує технології мереж, зондування, великих даних і штучного інтелекту для надання комплексних систем для продукту або послуги. Ці системи забезпечують більшу прозорість, контроль і продуктивність під час застосування до будь-якої галузі або системи.

Інтернет речей (англ. *Internet of Things, IoT*) – концепція мережі, що складається із взаємозв'язаних фізичних пристроїв, які мають вбудовані давачі, а також програмне забезпечення, що дає змогу здійснювати передачу і обмін даними між фізичним світом і комп'ютерними системами, за допомогою використання стандартних протоколів зв'язку. Окрім датчиків, мережа може мати виконавчі пристрої, вбудовані у фізичні об'єкти і пов'язані між собою через дротові чи бездротові мережі. Ці взаємопов'язані пристрої мають можливість зчитування та приведення в дію, функцію програмування та ідентифікації, а також дають змогу виключити необхідність участі людини, за рахунок використання інтелектуальних інтерфейсів.

Набуває поширення також термін англ. *Internet of Everything, IoE* – всеохоплюючий, або всеосяжний інтернет. Це явище спричинило занепокоєння в конфіденційності інформації й сприяло появі нового терміну безпека інтернету речей.

Системи IoT знаходять застосування в різних галузях завдяки своїй унікальній гнучкості і здатності бути придатними в будь-якому середовищі. Вони покращують збір даних, автоматизацію, процеси і багато іншого за допомогою інтелектуальних пристроїв і потужних технологій.

Системи IoT дають змогу користувачам глибше автоматизувати, аналізувати та інтегрувати в систему аспекти об'єкта управління у різних галузях. Вони покращують охоплення цих галузей і точність управління. IoT використовує існуючі і такі, що з'являються, технології для зондування, створення мереж та робототехніки.

IoT використовує останні досягнення в галузі програмного забезпечення, сучасне обладнання та сучасні мережі і технології. Його нові і просунуті елементи вносять серйозні зміни в доставку товарів і послуг; і соціальні, економічні та політичні аспекти життєдіяльності людини.

Основні характеристики IoT

Найбільш важливі функції IoT включають в себе штучний інтелект, зв'язок, датчики, активну взаємодію і використання гаджетів. Короткий огляд цих функцій наведено далі.

III (Штучний інтелект). IoT, по суті, робить практично все «розумним», що означає, що він збагачує всі аспекти життя за рахунок можливостей збору даних, алгоритмів штучного інтелекту і мереж. Це може означати щось таке ж просте, як вдосконалення роботи холодильника, щоби він за допомогою IoT міг визначати, коли закінчується молоко і ваші улюблені пластівці, а потім розміщувати замовлення у необхідному магазині або супермаркеті.

Можливість підключення. Нові технології, що дають змогу створювати мережі, зокрема мережі IoT, означають, що мережі більше не пов'язані виключно з великими постачальниками. Мережі можуть існувати в набагато менших і дешевших масштабах, залишаючись водночас практичними. IoT створює ці невеликі мережі між своїми системними пристроями.

Датчики – IoT втрачає свою відмінність без датчиків. Вони виступають в якості визначальних інструментів, які перетворюють IoT зі стандартної пасивної мережі пристроїв в активну систему, здатну до реальної інтеграції.

Активна взаємодія. Велика частина сьогоденної взаємодії з підключеними технологіями відбувається через пасивну взаємодію. IoT представляє нову парадигму для активного контенту, продуктів або послуг.

Невеликі пристрої (гаджети) – пристрої, які, як і передбачалося, з часом стали меншими, дешевшими і потужнішими. IoT використовує спеціально розроблені невеликі пристрої для забезпечення точності, масштабованості і універсальності.

Переваги IoT

Покращена взаємодія з клієнтами – сучасні аналітики страждають від сліпих зон і значних недоліків в точності; при цьому взаємодія

залишається пасивною. IoT повністю змінює це для забезпечення більш широкої та ефективної взаємодії з аудиторією.

Оптимізація технологій – ті ж самі технології і дані, які покращують якість обслуговування клієнтів, також покращують використання пристроїв і допомагають ефективніше вдосконалювати технології. IoT відкриває світ критичних функціональних і польових даних.

У скороченні відходів IoT уточнює напрями поліпшення. Поточна аналітика надає нам поверхове розуміння, але IoT забезпечує реальною інформацією, що приводить до ефективнішого управління ресурсами.

Покращений збір даних – сучасний збір даних страждає від певних обмежень і дизайну щодо пасивного використання. IoT змінює цей стан справ і спрямовує людство у бажані простори аналізу, пізнання та підкорення світу.

Недоліки IoT

Безпека – IoT створює екосистему постійно підключених пристроїв, які обмінюються даними по мережі. Система не завжди забезпечує достатньо жорсткий контроль, отже виникає ризик порушення безпеки з боку зловмисників.

Конфіденційність – складність IoT дає змогу отримувати суттєві особисті дані в найдрібніших деталях без активної участі користувача.

Складність – деякі знаходять системи IoT складними з точки зору проектування, розгортання та обслуговування, з огляду на використання в IoT не одної, а декількох технологій одразу, водночас постійно і все частіше з'являються нові технології і інновації.

Гнучкість – деякі фахівці стурбовані надлишковою гнучкістю системи IoT, яка легко інтегрується з іншими, що може призвести до появи декількох конфліктуючих або заблокованих систем.

Відповідність – IoT, як і будь-яка інша технологія у сфері бізнесу, має відповідати вимогам. Його складність робить проблему відповідності неймовірно складною, коли багато хто вважає, що відповідність стандартного програмного забезпечення – це битва.

Компетенція розробника Інтернету речей

Поняття «Інтернет речей» базується на концепції «Промисловий інтернет» (Industrial Internet, M2M), доповненої принципами SaaS (Software as a Service – додаток як сервіс) і BI (Business Intelligent – ділова аналітика).

Промисловий інтернет – це сегмент світового інтернету, що бурхливо розвивається, і реалізується в появі інтелектуальних, підключених до глобальної мережі виробів і систем, що дають змогу вести їх віддалений моніторинг, управління, обслуговування, включаючи обробку великих даних. До 2022 року за різними оцінками, очікується 30-50 млрд пристроїв і 5 млн додатків сегмента M2M, а до 2035 року – до 1 трлн пристроїв і 500 млн додатків.

Розробка додатків для IoT відрізняється від традиційної розробки ПО, оскільки передбачає істотну апаратну складову (програмування пристроїв і M2M взаємодії) і тому близька до робототехніки. У той же час, дуже сильною є інтеграція IoT з інтернетом, і тому фахівець IoT повинен мати навички веб-програмування. Останнім часом оформилася галузь знань (за аналогією з «програмною інженерією»), яку прийнято називати «системним інжинірингом» (інженерією систем), яка найбільш точно описує необхідні компетенції фахівця IoT.

Отже, розробник IoT додатків повинен мати достатні компетенції в галузях:

- Веб програмування;
- Автоматичні системи управління;
- Фізика (зокрема, електроніка і механіка) і математика;
- Системна інженерія.

Системний інженер в цьому випадку повинен вміти сформулювати готове інженерне рішення, яке відповідає вимогам завдання, з існуючих інженерних пристроїв (датчики, виконавчі пристрої), активно використовуючи існуючі варіанти як в технічних пристроях, так і в готових програмних модулях управління, активно використовуючи можливості і умови сполучення різних систем, а також розробку багаторівневих систем реалізації потрібного функціоналу.

Компетенція являє собою розробку, подання та реалізацію складних інформаційно-інженерних систем (ІС), які забезпечують дистанційний збір інформації про стан систем, а також управління цими системами за допомогою доступних через мережу додатків хмарної інфраструктури.

Фахівці з IoT мають володіти знаннями, вміннями навичками і загальним розумінням таких аспектів.

1. *Дотримання загальних вимог техніки безпеки для операцій з проектування систем для «Інтернету речей».*

Знання і розуміння норм техніки безпеки.

Безпечне, правильне використання інструментів, зазвичай використовуваних для Розробника додатків для Інтернету речей.

Безпечне, правильне використання будь-якого обладнання, яке зазвичай використовується для професії «Інженер-проектувальник систем Інтернету речей».

2. *Створення веб-додатків*

Уміння застосовувати IDE-інтегровані системи веб-розробки, наприклад, Microsoft Visual Studio;

Вміти створювати статичні і динамічні веб сторінки.

Мати уявлення про формати HTML 5 і стильової розмітки CSS.

Розробляти дизайн активних веб-сторінок, вміти розміщувати на них елементи управління (контролю), елементи оформлення, контейнери тощо.

Вміти компілювати і тестувати веб-додатки, володіти засобами налагодження програм.

Володіти навичками колективної роботи зі створення ПЗ.

Створювати веб-сервіси, налаштовувати обмін даними між додатками.

Використовувати підключення до джерел даних і сервісів сторонніх виробників (наприклад, Google Maps, сервіси розсилки SMS тощо).

3. *Робота і / або поводження з мікрокомп'ютерами, датчиками, виконавчими пристроями, застосовуваними на об'єкті.*

Володіти навичками підключення, адміністрування і налагодження мікрокомп'ютерів і мікроконтролерів (Raspberry, Arduino тощо).

Вміти програмувати мікрокомп'ютери з можливістю використання готових модульних рішень. (Статистика в сфері IoT показує, що мова Java – абсолютний лідер з 66% популярності. Слідом ідуть 3, JavaScript, Python, C++).

Вміти організувати підключення мікрокомп'ютерів і мікроконтролерів з різними аналоговими і цифровими датчиками, АЦП, ЦАП.

Вміти інтегрувати мікрокомп'ютери і мікроконтролери з Інтернетом і передавати дані на сервер за допомогою дротових і бездротових технологій (WiFi, Bluetooth).

Володіти базовими знаннями і вміннями в області мехатроніки (механіка, використання двигунів, маніпуляторів, сенсорів).

4. Розробка додатків IoT

Вміти використовувати IDE в області IoT.

Вміти налаштовувати зв'язок між пристроєм і IoT-додатком.

Організувати передачу і збереження даних.

Вміти застосовувати базові знання в обробці «великих даних» (Big Data) і «машинного навчання».

Вміти налаштувати передачу керуючих сигналів з веб-додатків на IoT активний пристрій.

5. Тестування, налагодження та просування IoT додатки

Застосовувати засоби налагодження.

Вміти використовувати математичні пакети і статистичні сервери (наприклад, Google Analytics) для аналізу даних.

Вміти знаходити, документувати і фіксувати (виправляти) помилки в ПЗ і апаратній частини IoT додатків.

Візуалізація галузей компетенцій фахівців з IoT наведена на рис. 3.

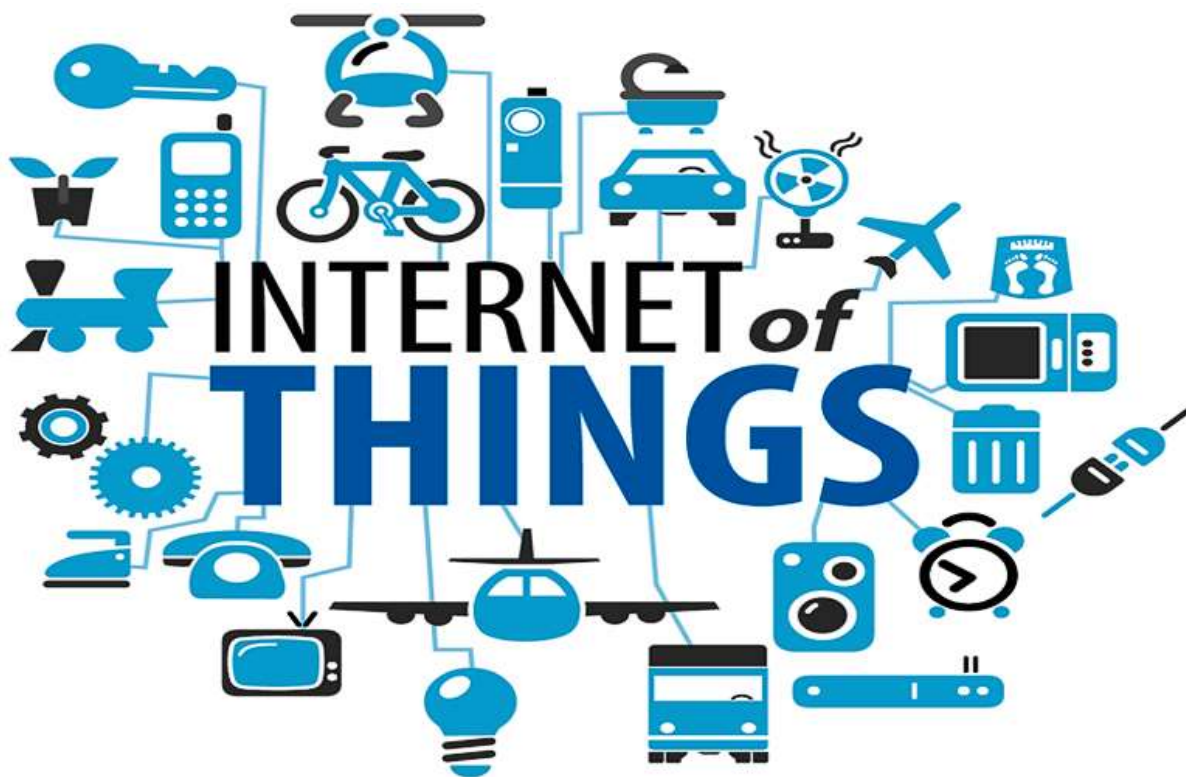


Рис. 3. Візуалізація галузей застосування компетенцій фахівців з IoT

Узагальнено, компетенції фахівця в галузі IoT можна викласти в наступному переліку.

Ключовими знаннями, вміннями і навичками в компетенції «Інтернет речей» є:

- аналіз і структурування потреб замовника, розробка технічних вимог до рішення;
- здатність логічно аргументувати рішення;
- орієнтованість на роботу в команді. Готовність до взаємодії як з IT-фахівцями, так і фахівцями з боку бізнесу замовників;
- розуміння методологій функціонального, інформаційного та процесного моделювання в різні нотаціях (eEPC, BPMN, UML);
- знання протоколів IoT, протоколів зв'язку промислового обладнання;
- розуміння процесів і технологій забезпечення безпеки передачі даних;
- розуміння принципів побудови високонавантажених систем і їх масштабування;
- розуміння принципів роботи операційних систем (OS), баз даних (DB), міжплатформеного ПЗ (middleware);
- знання принципів побудови додатків, віртуалізації даних, хмарних і мережевих технологій;
- розуміння принципів побудови клієнт-серверних додатків;
- розуміння принципів об'єктного-орієнтованого програмування і базові знання мов програмування (C, Java, Js та ін.);
- практичні навички роботи з SQL, XML;
- уміння роботи з даними і розуміння принципів машинного навчання;
- розуміння основ і принципів проєктування призначених для користувача інтерфейсів.

Контрольні запитання до лекції 3

1. Наведіть визначення Інтернету речей.
2. Які технології використовує Інтернет речей?
3. Які об'єкти і за допомогою чого поєднує Інтернет речей?

4. Що таке Internet of Everything і чим відрізняється від Інтернету речей?
5. Які основні характеристики Інтернету речей?
6. Опишіть основні переваги Інтернету речей.
7. Опишіть основні недоліки Інтернету речей.
8. Що включає концепція «Промислового інтернету»?
9. Чим має бути доповнена концепція «Промислового інтернету» в концепції Інтернету речей?
10. Які галузі має охоплювати компетенція розробника Інтернету речей?
11. Опишіть п'ять аспектів, в яких фахівці з IoT мають володіти знаннями, вміннями навичками.
12. Наведіть узагальнений перелік компетенцій фахівця в галузі IoT.

ЛЕКЦІЯ 4. Історія виникнення й розвитку напрямку IoT.

Основні області застосування

Термін «Інтернет речей» зобов'язаний своєю появою Кевіну Ештону, який в 1997 р., працюючи на компанію Proctor and Gamble, застосував технологію радіочастотної ідентифікації (RFID) для керування системою поставок.

Завдяки цій роботі в 1999 році його запросили в Масачусетський технологічний інститут, де він з групою однодумців організував дослідний консорціум Auto-ID Center. З тих пір Інтернет речей звершив перехід від простих радіочастотних міток до екосистеми і індустрії.

Однак, аж до 2012 року ідея підключення речей до Інтернету переважно відносилася до смартфонів, планшетів, ПК і ноутбуків. По суті, до тих пристроїв, які в усіх відношеннях виступають в якості комп'ютера. До цього, з моменту появи перших боязких зачатків Інтернету (таких як створена у 1969 році мережа ARPANET), більшості технологій, на яких зараз будується Інтернет речей, просто не існувало. До 2000 року більшість пристроїв, які можна було підключити до Інтернету, представляло собою комп'ютери різних розмірів.

Однак зараз видів і типів пристроїв, що підключаються до Інтернету речей, стає дедалі і дедалі більше.

Далі наведена динаміка поступового підключення речей до Інтернету і основні віхи Інтернету речей.

- 1973 – Маріо У. Кардулло отримує патент на першу радіо-частотну мітку.
- 1982 – Підключений до Інтернету автомат з газованою водою в університеті Карнегі-Меллон.
- 1989 – Підключений до Інтернету тостер на конференції Interop '89 (випускник МІТ і один з авторів протоколу TCP/IP Джон Ромкі став першопрохідцем в світі Інтернет-речей – підключив до Інтернету свій тостер).
- 1991 – Компанія HP представила HP LaserJet III_{Si}: перший підключений до мережі Ethernet мережевий принтер.
- 1993 – Підключена до Інтернету кавоварка в Кембриджському університеті (перша підключена до Інтернету камера).
- 1996 – Підрозділ General Motors OnStar (дистанційна діагностика 2001).
- 1998 – Поява організації Bluetooth SIG.
- 1999 – Кевін Ештон вводить термін «Internet of Things».
- 1999 – Холодильник LG Internet Digital DIOS.
- 2000 – Перші прояви розробленої компанією HP концепції всеохоплюючої комп'ютеризації (Cooltown): HP Labs, система обчислювальних і комунікаційних технологій, які в поєднанні один з одним створюють підключення до Інтернету для людей, місць і об'єктів.
- 2001 – Випуск першого пристрою, що використовує технологію Bluetooth: мобільний телефон KDDI з підтримкою Bluetooth.
- 2005 – Міжнародний союз електрозв'язку, спеціалізована установа ООН, випустила звіт, в якому вперше були сформульований прогноз розвитку галузі Інтернету речей.
- 2008 – Поява першої IoT-спільноти IPSO Alliance, метою якої було сприяння підключенню речей до Інтернету.
- 2008 – відбувся перехід від Інтернету людей до Інтернету речей – кількість пов'язаних з Інтернетом пристроїв перевищила кількість людей.**
- 2010 – Успішна розробка напівпровідникових світлодіодних ламп привела до розвитку концепції розумного освітлення.

2014 – Компанія Apple створила протокол iBeacon для маячків.

2014 – обсяг ринку IoT (1,9 трлн \$) перевищує обсяг ВВП однієї з найбільш динамічних економік світу – Індії (1,87 трлн \$).

2017 – кількість пристроїв IoT зросла на 31% у річному обчисленні до 8,4 млрд одиниць.

2020 – кількість пристроїв, підключених до IoT, перевищила 25 млрд одиниць.

2025 – Інтернет речей захопить практично кожен сегмент у сфері промисловості, бізнесу, охорони здоров'я і споживчих товарів.

Динаміка розвитку галузі IoT за останнє десятиріччя зображена на рис. 4.

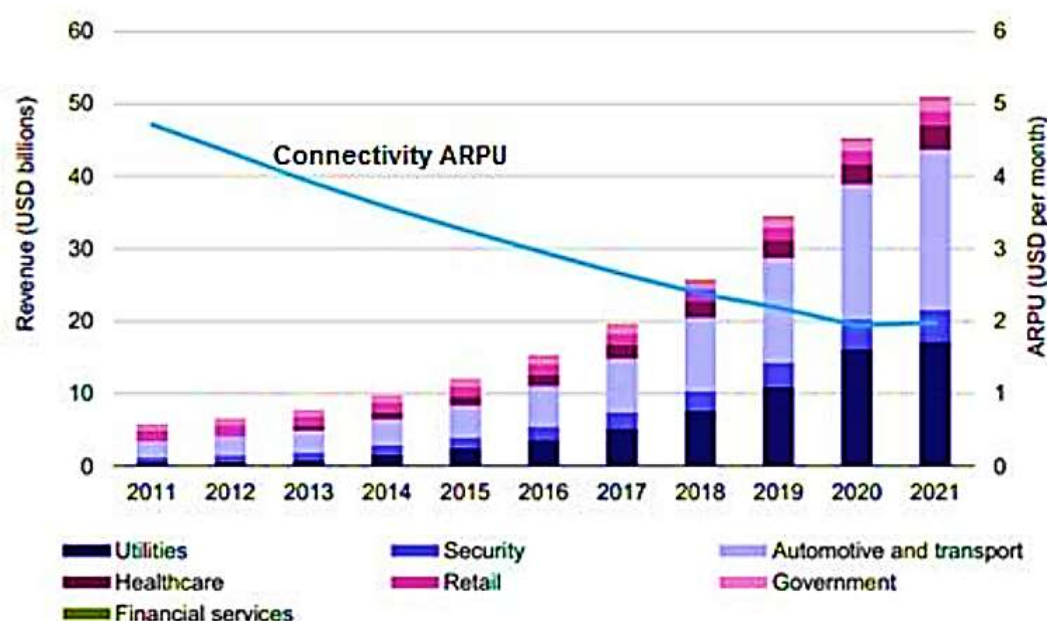


Рис. 4. Динаміка розвитку галузі IoT у 2011-2021 рр.

Концептуальні особливості IoT і його розвитку можуть бути сформульовані так:

- IoT характеризується як руйнівні інновації та/або технології, за визначенням Крістенсена тощо;
- IoT є одним із рушіїв ринку високих технологій, що наголошує на важливості прогнозування ринку IoT;
- IoT має широкий діапазон застосування інновацій;
- IoT є однією з важких руйнівних технологій у дорожній карті розвитку технологій, починаючи з першого транзистора, до епохи VLSI та життєво важливої електроніки, 5G та Grand Challenges.

Історія інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), починаючи з розробки першого транзистора, є достатньо багатою, щоби сформулювати загальні закони розвитку технологій. Добре відомий і популярний закон Мура базується на емпіричному спостереженні протягом багатьох технологічних поколінь. Однак це спрощений підхід для того, щоби стати науковою базою вивчення сфери ІКТ.

Основи історичної парадигми виникнення Інтернету речей та Інтернету всього можна викласти так.

Деякі вчені визнають існування паралельних подвійних світів: один базується на біології, а інший – на технології. Загалом існує нагальна потреба у вивченні взаємодії між ними. Актуальність такого дослідження частково зумовлена спостереженням, що технологічна, віртуальна сфера: смартфонів, Інтернету та програмних додатків більше не піддається контролю. Щодня кілька різних цифрових носіїв дозволяють кільком мільярдам людей взаємодіяти різними невідомими і непізнаними способами. Глобальне село Маршалла Маклюєна справді існує.

Це усвідомлення породжує фундаментальні виклики, що стоять перед людством. Класичний приклад – спроба обмеження доступу підлітку до Інтернету або смартфона. Це означає, що нам потрібно не тільки встановити правила існування між реальним і віртуальним світами; але й що також необхідно відновити верховенство людей над новим «Кіберсвітом» роботів та особистих помічників. Бачення, викладене Норбертом Вінером у 40-х роках 20 століття, здійснилося.

Закон Мура – це окремий випадок більш узагальненого, але все ж таки емпіричного спостереження, тобто "Узагальненого закону Мора", який зазначає, що розвитком ІКТ керують цикли стилю загального управління якістю (TQM). Крістенсен з Гарвардської бізнес-школи визначив, як цикл інновацій бере початок із руйнівних інновацій, спочатку доступних лише для наукових, урядових або ділових еліт. Далі слідує фаза укладення договору, коли технологія, що руйнує, стає доступною для суспільства загалом.

Загальний процес розвитку регулюється зростаючою складністю мікроелектронних систем та постійною інтеграцією світу технологій у всіх масштабах. Останній являє собою гетерогенну екосистему ІКТ із віртуальними компонентами, націленими на конкретних людей як користувачів. Віртуальними компонентами є бази даних, соціальні медіа,

такі як Facebook та Instagram, Інструменти пошуку, такі як Google, бази знань спільноти, такі як Вікіпедія, особисті помічники тощо.

Процес інтеграції був ініційований винаходом єдиного транзистора, за яким слідував перший інтегрований пристрій, перша вбудована система, перша інтегрована система, перша мережа, перше сузір'я мереж тощо. Нині момент верхньої межі у відкритому процесі розвитку немає. Кожне руйнівне нововведення було пов'язане з таким додатком, як VLSI, персональний комп'ютер, WWW, IoT тощо. Цей процес зробив мікроелектроніку доступною у всьому світі, з повноцінними комп'ютерами невеликих розмірів і настільки недорогими, щоби бути справді одноразовими.

У результаті цього розвитку, експоненціальна функція, яка моделює закон Мура в декартових координатах, може бути замінена еволюціонуючим спіральним поданням у полярних координатах.

Розвиток бездротової технології 5G-покоління, наступну фазу IoT, можна розглядати як еволюційний етап ІКТ-технології відповідно до Узагальненого закону Мура. Однак принципова відмінність полягає в тому, що 5G є технологією наступного рівня розвитку, і наслідки її впровадження потрібно вивчити глибоко до того, як вона може нанести недоцільних зрушень. Процес впровадження буде багатограним і впливатиме як на реальний, так і на віртуальний світ, глибокими та непередбачуваними способами.

Уже народились діти «кібер-суспільства покоління α », які будуть жити все своє доросле життя в цю нову еру. Член цього нового глобального суспільства зазнає численних руйнівних інноваційних революцій протягом свого життя з глибоким впливом на переосмислення професійних особистих та соціальних аспектів свого життя.

До основних напрямів використання Інтернету речей, разом із звичними ПК, зараз можна віднести:

- персональні гаджети;
- побутові прилади;
- систему доставки товарів;
- складні виробничі системи (технологічні лінії);
- «розумні міста», що поєднують міську інфраструктуру, інженерні мережі, комфорт-утворюючі елементи міста та інше;
- транспорт, транспортні мережі і магістралі.

Надалі сфера застосування галузі Інтернету речей буде тільки розвиватися і розширюватися на нові напрями застосування.

Інтернет речей – це майбутнє, яке відбувається прямо зараз, що прямує до об'єднання усіх штучних пристроїв, створених людством, в єдину розумну мережу. До найбільш яскравих прикладів застосування Інтернету речей і великих даних можна віднести Інтернет систему моніторингу аварій на АЕС на основі безпілотників. Система складається з підсистеми Інтернету речей (IoT), єдиної підсистеми дротового зв'язку (Wire), підсистем світлового та бездротового зв'язку (Li-Fi та Wi-Fi) та трьох бездротових підсистем на базі дронів (Drones, DF1, DF2). Флот дронів спілкується з приватною хмарою за допомогою IoT (DoT та IoT). Отже, підсистеми датчиків, флот безпілотників і приватна хмара утворюють систему Інтернету безпілотників (IoD) для моніторингу аварій за допомогою багатOVERСІЙНИХ датчиків та систем зв'язку. Надійність системи повинна оцінюватися з урахуванням трьох питань: надійності, безпеки та життєздатності.

Контрольні запитання до лекції 4

1. Хто увів у вжиток термін «Інтернет речей»?
2. З якої технологічної новації почався розвиток Інтернету речей?
3. Який прилад можна вважати першим приладом Інтернету речей?
4. Наведіть основні історичні дати розвитку Інтернету речей.
5. Коли відбувся перехід від Інтернету людей до Інтернету речей, коли кількість пов'язаних з Інтернетом пристроїв перевищила кількість людей?
6. Який етап історії розвитку Інтернету речей можна пов'язати із поворотним етапом, що обумовив появу концепції «Розумного міста»?
7. Яка кількість пристроїв під'єднана до Інтернету речей зараз?
8. Сформулюйте концептуальні особливості IoT і його розвитку.
9. Охарактеризуйте людський вимір розвитку концепції Інтернету речей.
10. Які негативні наслідки може мати неконтрольований розвиток Інтернету речей?
11. Які позитивні наслідки має розвиток концепції Інтернету речей.

12.Сформулюйте перспективи розвитку концепції Інтернету речей у світі.

ЛЕКЦІЯ 5. Ключові технологічні рішення. Ринок виробників і користувачів рішень IoT

Зараз на ринку представлено достатньо багато платформ і технологічних рішень у галузі Інтернету речей. Зробимо огляд деяких з них.

Cisco Virtualized Packet Core (VPC) – це технологія, що забезпечує всі основні послуги для мереж 5G, 4G, 3G, 2G, WiFi і невеликих стільникових мереж. Вона реалізує мережеву функціональність у вигляді віртуалізованих сервісів, що забезпечує більшу масштабованість і прискорює розгортання нових сервісів за менших витрат. Вона розподіляє і управляє функціями ядра пакету за усіма ресурсами, віртуальними або фізичними. Її основні функції включають в себе консолідацію служб пакетного ядра, динамічне масштабування і забезпечення гнучкості системи.



Ця технологія підтримує IoT, пропонуючи віртуалізацію мережевих функцій, SDN (мережі, що визначаються програмно) і швидке розгортання мережевих систем. Це виявляється вирішальним фактором, оскільки віртуалізація і SDN підтримують низьке енергоспоживання, високу пропускну здатність мережі і просте розгортання широкого спектру невеликих пристроїв. Це враховує найтонші деталі систем IoT і усуває багато конфліктів, поєднуючи IoT в єдину систему і єдину технологію для з'єднання і інтеграції всіх елементів.

Salesforce IoT Cloud – платформа для зберігання і обробки даних IoT. Вона



використовує механізм Thunder для масштабованої обробки подій в реальному часі. Колекція компонентів для розробки додатків, відома як Lightning, забезпечує роботу додатків. Вона збирає дані з пристроїв, веб-сайтів, додатків, клієнтів і партнерів, щоб ініціювати дії для відповідей в реальному часі.

Salesforce, один з лідерів у галузі CRM систем, вирішив увійти в простір Інтернету речей через необхідність залишатися

конкурентоспроможними в прийдешню епоху. Хмара IoT вдосконалює Salesforce, розширюючи його охоплення і глибину аналітики.

Salesforce в поєднанні з IoT забезпечує значне поліпшення обслуговування клієнтів з більш тісною інтеграцією і реагуванням на події в реальному часі; наприклад, регулювання в повітряних турбінах можуть викликати автоматичну перереєстрацію відкладених/скасованих стикувальних рейсів перед посадкою пасажирів авіакомпанії.

Платформа Electric Imp є рекомендованим методом Salesforce для швидкого підключення пристроїв до хмари. Додатки складаються з двох модулів: модуль пристрою, який працює на пристрої; і модулю агенту, який працює в хмарі Electric Imp. Платформа забезпечує безпечний зв'язок між модулями, і клієнт може відправляти повідомлення пристроїв за допомогою простого виклику.

Крім цих основних завдань, кодування для взаємодії з пристроєм, моніторингу та відповідей нагадує стандартну розробку веб-додатків і використовує простий, легкий в освоєнні синтаксис.

Eclipse IoT – екосистема організацій (промисловості та наукових кіл), які працюють разом, щоб створити основу для IoT, яка базується виключно на технологіях з відкритим вихідним кодом. Їх фокус залишається в області розробки реалізацій стандарту IoT з відкритим вихідним кодом; створення платформ і сервісів з відкритим вихідним кодом для використання в рішеннях IoT; і розробка інструментів для розробників IoT.



Contiki – операційна система для IoT, спеціально призначена для невеликих IoT-пристроїв з обмеженою пам'яттю, потужністю, пропускнуою спроможністю і обчислювальною потужністю. Вона використовує мінімалістський дизайн, в той же час упаковуючи загальні інструменти сучасних операційних систем, а також забезпечує функціональність для управління програмами, процесами, ресурсами, пам'яттю і зв'язком.

Contiki

The Open Source OS for the Internet of Things

Вона зобов'язана своєю популярністю тим, що є простою (за сучасними стандартами), зрілою і гнучкою. Багато вчених, дослідників, організацій і професіоналів вважають, що це еталонна ОС. Для роботи Contiki потрібно всього кілька кілобайт, а на обсязі, меншому за 30 КБ,

вона може реалізувати мінімально достатній функціонал операційної системи – веб-браузер, веб-сервер, калькулятор, оболонка, клієнт telnet, поштовий клієнт, програма перегляду vnc і ftp. Ця ОС запозичена з операційних систем і стратегій розвитку, що були у тренді десятиліття тому, і які легко експлуатували та настільки ж мало займали місця.

Contiki підтримує стандартні протоколи і останні протоколи для IoT:

uIP (для IPv4) – ця реалізація TCP/IP підтримує 8-бітові та 16-бітові мікроконтролери.

uIPv6 (для IPv6) – це повністю сумісне розширення IPv6 для uIP.

Rime – цей альтернативний стек забезпечує рішення, коли IPv4 або IPv6 виявляються неспроможними. Він пропонує набір примітивів для систем з низьким енергоспоживанням.

6LoWPAN – це IPv6 в бездротових персональних мережах з низьким енергоспоживанням, що забезпечує технологію стиснення для підтримки бездротового зв'язку з низькою швидкістю передачі даних, необхідної для пристроїв з обмеженими ресурсами.

RPL – цей протокол IPv6 з вектором відстані для мереж LLN (мереж з низьким енергоспоживанням і з втратами) дозволяє знайти найкращий можливий шлях в складній мережі пристроїв з різними можливостями.

CoAP – цей протокол підтримує зв'язок для простих пристроїв, зазвичай пристроїв, що вимагають ретельного віддаленого спостереження.

uIP (для IPv4) - ця реалізація TCP / IP підтримує 8-бітові та 16-бітові мікроконтролери.

uIPv6 (для IPv6) – це повністю сумісний розширення IPv6 для uIP.

Rime – цей альтернативний стек забезпечує рішення, коли IPv4 або IPv6 виявляються неспроможними. Він пропонує набір примітивів для систем з низьким енергоспоживанням.

LoWPAN – це IPv6 в бездротових персональних мережах з низьким енергоспоживанням. Він забезпечує технологію стиснення для підтримки бездротового зв'язку з низькою швидкістю передачі даних, необхідної для пристроїв з обмеженими ресурсами.

RPL – цей протокол IPv6 з вектором відстані для мереж LLN (мереж з низьким енергоспоживанням і з втратами) дозволяє знайти найкращий можливий шлях в складній мережі пристроїв з різними можливостями.

CoAP – цей протокол підтримує зв'язок для простих пристроїв та/або пристроїв, що вимагають ретельного віддаленого спостереження.

GE (*General Electric*) *Predix* – програмна платформа для збору даних з промислових приладів. Він надає хмарний PaaS (платформа як послуга),

який забезпечує аналітику промислового рівня для оптимізації операцій і управління продуктивністю. Він з'єднує дані, людей і обладнання стандартним способом.

Predix був розроблений, щоб орієнтуватися на виробництво (фабрики, заводи) і надавати їх екосистемам ту ж просту і продуктивну функцію, що і операційні системи мобільних телефонів. Він



починався як інструмент для внутрішнього IoT General Electric, спеціально створений для моніторингу продукції, що продається.

GE Predix працює також в партнерстві з *Microsoft Azure*. Microsoft Azure – це платформа хмарних обчислень і підтримуюча інфраструктура. Вона надає PaaS і IaaS, а також різні інструменти для побудови систем. Predix, що нещодавно став доступним в Azure, використовує безліч додаткових функцій, таких як AI, розширена візуалізація даних і технології природної мови. В кінцевому підсумку Microsoft планує інтегрувати Predix з пакетом Azure IoT і Cortana Intelligence, а також з добре відомими бізнес-додатками. Azure також дають змогу користувачам створювати додатки з використанням даних Predix.



AWS і Oracle також підтримують Predix.

Thingworx – платформа для швидкої розробки та розгортання інтелектуальних підключених пристроїв.



Набір інтегрованих інструментів розробки IoT підтримує зв'язність, аналіз, виробництво та інші аспекти розробки IoT.

Він пропонує Vuforia для реалізації розробки доповненої реальності і Kerware для промислового підключення. KEPServerEX надає єдину точку для поширення даних і полегшує взаємодію при партнерстві з агентом ThingWorx.

ThingWorx пропонує кілька ключових інструментів для створення додатків. Ці інструменти включають в себе Composer, Mashup Builder, сховище, пошукову систему, спільну роботу і підключення. Composer надає середу моделювання для тестування дизайну. Mashup Builder

забезпечує просте створення панелі моніторингу за допомогою загальних компонентів (або віджетів); наприклад, кнопки, списки, датчики тощо.

ThingWorx використовує пошукову систему, відому як SQUEAL, що означає пошук, запит і аналіз. Користувачі використовують SQUEAL для аналізу і фільтрації даних і пошуку записів.

Загалом, у світі ключові технологічні рішення та ринок виробників і користувачів рішень IoT весь час розширяється, вдосконалюється і розвивається. Постійно з'являються нові і покращуються ті, що існують, операційні системи і платформи IoT.

Контрольні запитання до лекції 5

1. Який тип IT рішень підтримує IoT?
2. Який функціонал реалізує технологія Cisco Virtualized Packet Core, які її відмінності?
3. Який функціонал реалізує платформа Salesforce IoT Cloud, які її відмінності?
4. Який функціонал реалізує платформа Electric Imp, які її відмінності?
5. Який функціонал реалізує екосистема Eclipse IoT, які її відмінності?
6. Який функціонал реалізує операційна система Contiki, які її відмінності?
7. Які протоколи підтримує платформа Contiki?
8. Який альтернативний стек забезпечує рішення, коли IPv4 або IPv6 виявляються неспроможними?
9. Який функціонал реалізує платформа GE (General Electric) Predix, які її відмінності?
10. Який функціонал реалізує платформа Microsoft Azure, які її відмінності?
11. Який функціонал реалізує платформа Thingworx, які її відмінності?
12. Порівняйте платформи IoT, опишіть перспективи їх розвитку.

ЛЕКЦІЯ 6. Відкриті проблеми в дизайні, реалізації й експлуатації систем Інтернету речей

Як і будь-яка технологічна інновація, проте і інновація взагалі, поряд із перевагами, які приносить, завжди несе певний перелік загроз, проблем, спірних питань. Охарактеризуємо основні з них.

Кожен підключений пристрій IoT створює можливості для зловмисників. Ці уразливості є широкими, навіть для одного невеликого пристрою. Ризики включають:

- передачу даних;
- доступ до пристрою;
- несправність пристроїв;
- постійну увімкненість (підключеність) пристроїв.

Основними проблемами безпеки залишаються обмеження безпеки, пов'язані з виробництвом недорогих пристроїв, і зростаюча кількість пристроїв, які створюють більше можливостей для атак.

Визначення захищеного пристрою простягається від найпростіших заходів до складних конструкцій. Безпеку слід розглядати як захищеність від спектру уразливостей, які змінюються з часом у міру розвитку загроз.

Безпека повинна оцінюватися на основі потреб користувача і їх реалізації. Користувачі повинні усвідомлювати вплив заходів безпеки, тому що погано спроектована безпека створює більше проблем, ніж вирішує.

Німецький звіт показав, що хакери зламали систему безпеки сталеливарного заводу. Вони порушили системи управління, які не дали змогу належним чином закрити доменну піч, що призвело до величезних пошкоджень. Тому користувачі повинні розуміти вплив атаки, перед тим, як прийняти рішення про відповідний захист.

Проблемою, що стає на заваді більш широкого використання пристроїв Інтернету речей, є їх відносно висока вартість. Разом з тим, його наявна розповсюдженість породжує низку проблем, зокрема проблем безпеки, про які – далі.

Непередбачувана поведінка. Величезна кількість розгорнутих пристроїв і довгий список задіяних у них технологій означає, що їх поведінка в польових умовах може бути непередбачуваною. Конкретна система може бути добре спроектована і перебувати під адміністративним контролем, але немає ніяких гарантій щодо того, як вона буде взаємодіяти з іншими.

Подібність пристроїв – пристрої IoT досить однорідні. Вони використовують однакову технологію з'єднання і подібні компоненти. Якщо одна система або пристрій страждають від уразливості, багато інших мають таку ж проблему.

Проблемне розгортання. Однією з основних цілей IoT залишається розміщення сучасних мереж і аналітики там, де вони раніше не могли працювати. На жаль, це створює проблему фізичного захисту пристроїв у цих незвичних або легко доступних місцях.

Тривалий термін служби пристрою і підтримка з вичерпаним терміном дії. Одною з переваг пристроїв IoT є довговічність, однак, тривалий термін служби також означає, що вони можуть пережити підтримку своїх пристроїв. Порівняйте це з традиційними системами, які зазвичай мають підтримку та оновлення ще довго після того, як багато хто перестав їх використовувати. У втрачених пристроїв і залишених програм відсутнє таке ж посилення безпеки інших систем через еволюцію технологій з плином часу.

Відсутність підтримки під час оновлення. Багато пристроїв IoT, як і мобільних і невеликих пристроїв, не призначені для поновлення або будь-яких модифікацій. Деякі виробники, навпаки, пропонують незручні поновлення, які багато власників ігнорують або не помічають.

Погана чи відсутня прозорість – багато IoT-пристроїв не забезпечують прозорість щодо їх функціональності. Його користувачі не можуть спостерігати або отримувати доступ до своїх процесів, і їм залишається тільки припускати, як поведуться пристрої. Вони не контролюють небажані функції або збір даних; Більш того, коли виробник оновлює пристрій, це може призвести ще до більше небажаних функцій.

Ніяких попереджень. Ще однією метою IoT залишається забезпечення його неймовірної функціональності без нав'язливості. Це вводить проблему обізнаності користувача. Його користувачі не контролюють пристрої IoT і не знають, коли щось йде не так. Порушення безпеки можуть зберігатися протягом тривалих періодів часу без виявлення.

Організація Open Web Application Security Project, яка активно займається вивченням питання IoT склала топ-10 уразливостей Інтернету Речей:

1. Незахищений веб-інтерфейс.

2. Недостатній захист аутентифікації/авторизації (використання логінів та паролів за замовчуванням або використання «слабких «паролей», використання небезпечних механізмів відновлення пароля, тощо).

3. Незахищені мережеві служби (зловмисник використовує вразливі мережеві сервіси, аби може атакувати сам пристрій).

4. Відсутність цілісної перевірки транспортного шифрування (відсутність транспортного шифрування дозволяє проглянути «шлях подорожі» інформації в мережі Інтернет).

5. Конфіденційність (нелегальний збір персональних даних через певні мобільні додатки, хмарні інтерфейси).

6. Уразливий інтерфейс хмарних технологій (відсутність блокування після декількох некоректних спроб введення даних облікового запису, тощо).

7. Незахищений мобільний інтерфейс (в такому випадку дуже легко вгадати облікові дані користувача через недостатній ступінь захищеності).

8. Недостатня безпека конфігурацій (йдеться про те, що користувач пристрою має обмежені можливості або взагалі не має можливість управляти безпекою пристрою).

9. Незахищеність програмного забезпечення (неможливість оновлення ПЗ, яке дає змогу усунути дефекти самого ПЗ; небезпека полягає у можливості захоплення файлів оновлень).

10. Недостатня фізична безпека пристроїв (йдеться про використання USBпортів, SD-карт або інших форм зберігання інформації, коли зловмисник може розібрати пристрій та легко отримати доступ до середовища зберігання даних).

Крім безліч технічних проблем існує не менш загрозливі фактори порушення конституційних прав та свобод людини в частині забезпечення безпеки та приватності під час застосування технології Інтернет Речей.

Так, Робоча група з захисту персональних даних, яка була заснована для реалізації Директиви 95/46/ЄС, у документі «Opinion 8/2014 on the on Recent Developments on the Internet of Things» визначила основні виклики приватності та захисту персональних даних, пов'язаних із IoT. До них відносяться такі.

1. Відсутність контролю та якості згоди користувача. В результаті необхідності надання широко поширених послуг, користувачі можуть на практиці виявити, що їхні дані знаходяться під контролем у третіх сторін.

(наприклад, медичні дані користувача передаються до конкретного лікаря, і у раз виявлення певної хвороби передадуться іншому лікарю. В такому випадку пацієнт може втратити ланцюг передачі даних та контроль над ними).

2. Висновки, що здійснені на підставі персональних даних і перепрофілювання даних первісної обробки. Збільшення обсягу даних, генерованих IoT в комбінації з сучасними технологіями, пов'язане із аналізом таких даних та їх можливого перехресного зіставлення із іншими фактами.

Вторинна обробка даних може призвести до того, що така оброблена інформація може слугувати для прийняття тих чи інших висновків певними суб'єктами (наприклад, інформація дасть змогу кредиторам прийняти рішення, надати кредит особі чи ні).

3. «Нав'язливе винесення моделей поведінки» і профілювання. Навіть якщо різні об'єкти будуть окремо збирати окремі частини інформації, достатня кількість зібраних даних і їх подальший аналіз може виявити конкретні аспекти життя та звичок індивіда.

Контрольні запитання до лекції 6

1. Наведіть загальну характеристику проблем в дизайні, реалізації й експлуатації систем Інтернету Речей.
2. В чому полягає загроза, що пов'язана із несподіваною поведінкою пристроїв Інтернету Речей?
3. В чому полягає загроза, що пов'язана із подібністю пристроїв Інтернету Речей?
4. В чому полягає загроза, що пов'язана із проблемним розгортанням пристроїв Інтернету Речей?
5. В чому полягає загроза, що пов'язана із тривалим терміном служби пристроїв Інтернету Речей?
6. В чому полягає загроза, що пов'язана із відсутністю підтримки при оновленні пристроїв Інтернету речей?
7. В чому полягає загроза, що пов'язана із поганою прозорістю пристроїв Інтернету Речей?
8. В чому полягає загроза, що пов'язана із обізнаністю користувача щодо функціонування пристроїв Інтернету Речей?

9. В чому полягає загроза, що пов'язана із незахищеністю пристроїв Інтернету Речей?
10. В чому полягає загроза, що пов'язана із конфіденційністю інформації у пристроях Інтернету Речей?
11. В чому полягає загроза, що пов'язана із недостатньою фізичною безпекою пристроїв Інтернету Речей?
12. Запропонуйте заходи, що спрямовані на мінімізацію загроз і проблем Інтернету Речей.

ЛЕКЦІЯ 7. Структура системи Інтернету Речей та її основні складові частини

Найпоширеніші продукти смарт-технологій, що можуть бути використані у контурі системи Інтернету Речей, описані нижче.

Смартфон.

Про смартфони знають усі. Це один із найпоширеніших продуктів смарт-технологій на сьогодні. Водночас багато хто не знає, в чому саме полягає значення цього пристрою. Смартфон – це мобільний телефон, що має функції комп'ютеру. Багатьом користувачам він дійсно замінює ПК.

Головна відмінність смартфону від мобільного телефону полягає в наявності операційної системи та сенсорного екрану. Крім того, пристрій можна використовувати як мультимедійний центр. З його допомогою можна дивитися фільми або окремі відеозаписи, слухати музику, переглядати фото тощо. Ще смартфон використовується для ігор і замінює фотоапарат. Останнім часом на ринку почали з'являтися камерофони, на які скоро можуть перейти професійні фотографи. Та і це ще не все. Смартфон можна використовувати для входу в Інтернет, спілкування в соцмережах і використання різних програм.

Найпопулярніші виробники смартфонів: Samsung, Apple, Huawei (суббренд Honor), Xiaomi (суббренд Redmi), Lenovo.

Смарт-годинник

«Розумний» годинник – це мініатюрна версія смартфону. Він має багато схожих функцій і водночас компактніший, що дає змогу носити його на руці. Перші смарт-годинники мали калькулятор і електронний перекладач. Зараз їх функції значно ширші. Сучасний смарт-годинник має камеру, барометр і компас, його можна використовувати як смартфон і GPS-навігатор. Він показує на екрані SMS-повідомлення та електронні листи, дає змогу приймати або відхиляти дзвінки, а також керувати музичними треками.

Смарт-годинник можна використовувати також як фітнес-трекер: слідкувати за фізичною активністю людини, вимірювати пульс, рахувати кроки, слідкувати за якістю сну тощо. Різниця між ними полягає в ціні й можливостях. Смарт-годинник має більше функцій, а фітнес-трекер – дешевший.

Найпопулярніші виробники смарт-годинників: Samsung, Huawei, Apple, Garmin, TomTom, FixiTime, Nomi.

Смарт-TV

Розумними називаються ті телевізори, що мають доступ до Інтернету. Без інтернету смарт-телевізор дуже обмежений. А от під'єднавшись до всесвітньої мережі, він може дати користувачеві безліч додаткових можливостей. Смарт-телевізор – це заміна аналогового телебачення. Найбільша його перевага – відсутність реклами. Користувач отримує доступ до відео-ресурсів, із яких самостійно може скласти для себе програму.

Смарт-телевізор дає змогу записувати фільми й телепередачі. Ще його можна використовувати як комп'ютер. Через смарт-телевізор можна користуватися пошуком Google, спілкуватися в соцмережах і замовляти товари. У деякі моделі вмонтовано камери, що дає можливість влаштовувати відео-конференції. Крім того, смарт-телевізор можна використовувати для ігор.

Найпопулярніші виробники смарт-телевізорів: Samsung, Sony, LG, Panasonic.

Смарт-розетка

Це технологічний апарат, що контролює й регулює подачу електроенергії до того пристрою, який до неї під'єднаний. Цей продукт достатньо вставити у звичайну розетку, після чого він перетвориться на портал віддаленого керування електричними пристроями. Щоби слідкувати за роботою електропристрою на відстані, потрібно увімкнути його в смарт-розетку. Керувати пристроєм можна через смартфон. Якщо під'єднати до смарт-розетки кавоварку, вона буде вмикатися автоматично і готувати гарячий напій за графіком. Електрочайник також може виконувати багато завдань на відстані.

Керуючи пристроями через смартфон, можна налаштовувати таймери та економити споживання електроенергії. Смарт-розетку можна інтегрувати в систему опалення на дачі. У цьому випадку за її командою замський будинок прогріється ще до приїзду людей. Смарт-розетки також часто використовуються для підключення бойлера. З її допомогою людина може запрограмувати графік обігріву води. Цим можна зекономити до 50 % використання електроенергії бойлером. Крім того, смарт-розетка самостійно вимикає зламаний пристрій. Так значно зменшується ризик короткого замикання та пожежі.

Найпопулярніші виробники смарт-розеток: TP-Link, Xiaomi, Redmond, Fibaro.

Робот-пилосос

Цей пристрій стане надійним помічником у будь-якому будинку. Для запуску робота-пилососа достатньо налаштувати програму його роботи. Людина задає йому робочу область – і все, можна займатися своїми справами. Роботи-пилососи зазвичай мають форму диска. Компактність допомагає їм легко пересуватися і працювати у важкодоступних місцях. Пристрої оснащені штучним інтелектом і спеціальними датчиками. Це допомагає їм акуратно пересуватися, не збиваючи предмети та побутові пристрої.

Єдине, що поки що не під силу роботам-пилососам – липка поверхня і кути в приміщеннях. Все інше вони очищають самотійно. Управляти пристроями можна або кнопками, або через пульт дистанційного керування. Роботи однаково ефективно працюють на дерев'яній підлозі, паркеті, лінолеумі та на бетоні. Вони швидкі та безшумні. Деякі моделі можуть навіть підніматися на поверхні висотою до 2 см. Роботів потрібно регулярно заряджати. Одної повноцінної зарядки вистачає на 120-150 м².

Найпопулярніші виробники роботів-пилососів: Ecovacs, Irobot, Xiaomi, Agait, Hoover.

Описано найпоширеніші смарт-технології, що можуть бути під'єднані до Інтернету Речей.

Серед засторог їх використання слід виділити такі.

1) кожен продукт – це електроніка, яка має певний період напруження на відмову, отже можуть виникнути питання щодо її надійності;

2) продукти смарт-технологій збирають персональні дані користувача;

3) більшість смарт-технологій засновані на роботі штучного інтелекту, отже, один маленький збій може призвести до неприємних наслідків.

Одним із напрямів застосувань Інтернету Речей є концепція «Розумного міста» (Smar City), на якій можна яскраво проілюструвати структуру системи Інтернету Речей.

Основні підсистеми, що використовують смарт-технології і можуть бути компонентами системи Інтернету Речей «Розумного міста», проілюстровані на рис. 5.

Smart city (розумне місто) – це місто, в якому використовуються сучасні технології для покращення якості життя у ньому. Смарт сіті технології інтегруються у відповідні структури, щоб підвищити якість надання послуг, зменшити вартість та споживання ресурсів та поліпшити комунікацію і порозуміння з мешканцями.



Рис. 5. Підсистеми «Розумного міста»

Спеціалісти з питань архітектури Mark Deakin та Husam Al Waer виділяють такі ознаки технології, яку можна віднести то особливостей Smart city руху:

- це має бути прикладна електронна або цифрова технологія, яка працює на міську громаду або місто;
- розробка може використовувати інформаційно-цифрові технології для трансформації житлових та робочих умов у регіоні;
- технологія може бути інтегрованою для покращення роботи місцевої влади;
- громада та міські спеціалісти можуть використовувати ці технології за територіальною ознакою для здобуття нових знань та початку інноваційного руху.

Але також розумними містами зараз називають гігантські проєкти створення нових міст з нуля, найчастіше у країнах Азії, наприклад, у Єгипті та Індії. Такі інвестиційні проєкти є результатом великих міждержавних угод – людська цивілізація намагається вирішувати проблеми масової урбанізації, тренду останнього століття, спільними зусиллями та ресурсами.

Які галузі та технології розвитку Smart City існують? Зрозуміло, що розумне місто – це певна сукупність інформаційно-цифрових технологій,

які полегшують, здешевлюють та роблять більш комфортним життя у сучасному місті з великою кількістю викликів.

Смарт сіті розробки можуть використовуватись у багатьох секторах управління містом, зокрема, але не обмежуючись, наступними галузями:

- транспорт;
- «електронне урядування»;
- енергетика;
- охорона здоров'я;
- будівництво;
- суспільне життя тощо.

У кожній з цих галузей можуть бути впроваджені інноваційні розробки, які здешевлять та оптимізують використання ресурсів.

До створення таких систем підключаються гіганти software та hardware галузей, такі як IBM, Microsoft, Cisco та інші. У розумному місті технології працюють на благо суспільства та майбутнього.

Тому смарт сіті технології безпосередньо пов'язані зі сталим розвитком, мета якого – керувати майбутнім заради якості життя прийдешніх поколінь. Найкращими прикладами розвитку Smart City вважають Барселону, Амстердам, Лондон, Нью-Йорк, Сінгапур.

Контрольні запитання до лекції 7

1. Назвіть найпоширеніші продукти смарт-технологій, що можуть бути використані у контурі системи Інтернету Речей
2. Чим смарт-годинник відрізняється від фітнес-браслету?
3. Чим смарт-телевізор відрізняється від звичайного телевізора?
4. Які функції виконує смарт-розетка?
5. Які можна виділити застороги щодо використання смарт-технологій?
6. У чому полягає концепція «Розумного міста»?
7. Які системи міської інфраструктури можуть бути потенційно під'єднані до Інтернету Речей?
8. Які системи управління міста можуть бути потенційно під'єднані до Інтернету Речей?
9. Які потенційні загрози може принести використання Інтернету Речей в системі «Розумного міста».
10. Які б заходи Ви запропонували щодо мінімізації ризиків використання Інтернету Речей в системі «Розумного міста».

11. Назвіть найвідоміші приклади проєктів впровадження систем «Розумне місто» в Україні і світі.
12. Опишіть перспективи розвитку систем «Розумне місто».
<http://edu.asu.in.ua/mod/book/view.php?id=112&chapterid=227>

ЗАПИТАННЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ З ДИСЦИПЛІНИ

1. Що таке дані і чим вони відрізняються від інформації?
2. Що таке інформація і чим вона відрізняється від знань?
3. Наведіть визначення (одне або декілька) інформації, яке, на Ваш погляд, найбільше відображає специфіку смарт-технологій?
4. Якими властивостями характеризується інформація?
5. Які вчені внесли вклад у розвиток понять дані, інформація, знання?
6. Які галузі науки вивчають дані, інформацію, знання?
7. Розкрийте поняття «знання».
8. Що передбачає управління знаннями?
9. Що і в якому порядку містить відображення інформаційної ієрархії в моделі DIKW?
10. На чому базуються смарт-технології?
11. Наведіть приклади смарт-технологій.
12. Опишіть особливості смарт-технологій.
13. Дайте загальний опис напрямків розвитку смарт технологій.
14. Розкрийте поняття інтернету речей і його загальне призначення.
15. Що таке *RFID* і яке її місце у сучасних смарт технологіях?
16. Для чого використовуються великі дані (Big Data) в смарт технологіях?
17. Для чого використовується ІІІ в сучасних смарт технологіях і якими властивостями володіють задачі, на які він спрямований?
18. Назвіть і охарактеризуйте напрями досліджень зі штучного інтелекту.
19. Опишіть напрямки використання смарт сервісів.
20. Яке місце знаходять зелені технології у смарт технологіях?
21. В яких галузях використовується Інтернет Речей?

22. Які основні напрямки застосування Інтернету речей у виробничій діяльності людини?
23. Які основні напрямки застосування Інтернету речей в допоміжних сферах людської діяльності – освіті, медицині, відпочинку тощо?
24. Сформулюйте перспективи розвитку Інтернету Речей і смарт-технологій взагалі.
25. Наведіть визначення Інтернету Речей.
26. Які технології використовує Інтернет Речей?
27. Які об'єкти і за допомогою чого поєднує Інтернет Речей?
28. Що таке Internet of Everything і чим відрізняється від Інтернету Речей?
29. Які основні характеристики Інтернету Речей?
30. Опишіть основні переваги Інтернету Речей.
31. Опишіть основні недоліки Інтернету Речей.
32. Що включає концепція «Промислового інтернету»?
33. Чим має бути доповнена концепція «Промислового інтернету» в концепції Інтернету речей?
34. Які галузі має охоплювати компетенція розробника Інтернету Речей?
35. Опишіть п'ять аспектів, в яких фахівці з IoT повинні володіти знаннями, вміннями навичками.
36. Наведіть узагальнений перелік компетенцій фахівця в галузі IoT.
37. Хто увів у вжиток термін «Інтернет Речей»?
38. З якої технологічної новації почався розвиток Інтернету Речей?
39. Який прилад можна вважати першим приладом Інтернету Речей?
40. Наведіть основні історичні дати розвитку Інтернету Речей.
41. Коли відбувся перехід від інтернету людей до Інтернету Речей, коли кількість пов'язаних з Інтернетом пристроїв перевищила кількість людей?
42. Який етап історії розвитку Інтернету Речей можна пов'язати із поворотним етапом, що обумовив появу концепції «Розумного міста»?
43. Яка кількість пристроїв під'єднана до Інтернету Речей зараз?
44. Сформулюйте концептуальні особливості IoT і його розвитку.
45. Охарактеризуйте людський вимір розвитку концепції Інтернету Речей.

46. Які негативні наслідки може мати неконтрольований розвиток Інтернету Речей?
47. Які позитивні наслідки має розвиток концепції Інтернету Речей.
48. Сформулюйте перспективи розвитку концепції Інтернету Речей у світі.
49. Який тип ІТ рішень підтримує IoT?
50. Який функціонал реалізує технологія Cisco Virtualized Packet Core, які її відмінності?
51. Який функціонал реалізує платформа Salesforce IoT Cloud, які її відмінності?
52. Який функціонал реалізує платформа Electric Imp, які її відмінності?
53. Який функціонал реалізує екосистема Eclipse IoT, які її відмінності?
54. Який функціонал реалізує операційна система Contiki, які її відмінності?
55. Які протоколи підтримує платформа Contiki?
56. Який альтернативний стек забезпечує рішення, коли IPv4 або IPv6 виявляються неспроможними?
57. Який функціонал реалізує платформа GE (General Electric) Predix, які її відмінності?
58. Який функціонал реалізує платформа Microsoft Azure, які її відмінності?
59. Який функціонал реалізує платформа Thingworx, які її відмінності?
60. Порівняйте платформи IoT, опишіть перспективи їх розвитку.
61. Наведіть загальну характеристику проблем в дизайні, реалізації й експлуатації систем «Інтернету Речей».
62. В чому полягає загроза, що пов'язана із несподіваною поведінкою пристроїв Інтернету Речей?
63. В чому полягає загроза, що пов'язана із подібністю пристроїв Інтернету Речей?
64. В чому полягає загроза, що пов'язана із проблемним розгортанням пристроїв Інтернету Речей?
65. В чому полягає загроза, що пов'язана із тривалим терміном служби пристроїв Інтернету Речей?

- 66.В чому полягає загроза, що пов'язана із відсутністю підтримки при оновленні пристроїв Інтернету Речей?
- 67.В чому полягає загроза, що пов'язана із поганою прозорістю пристроїв Інтернету Речей?
- 68.В чому полягає загроза, що пов'язана із обізнаністю користувача щодо функціонування пристроїв Інтернету Речей?
- 69.В чому полягає загроза, що пов'язана із незахищеністю пристроїв Інтернету Речей?
- 70.В чому полягає загроза, що пов'язана із конфіденційністю інформації у пристроях Інтернету Речей?
- 71.В чому полягає загроза, що пов'язана із недостатньою фізичною безпекою пристроїв Інтернету Речей?
- 72.Запропонуйте заходи, що спрямовані на мінімізацію загроз і проблем Інтернету Речей.
- 73.Назвіть найпоширеніші продукти смарт-технологій, що можуть бути використані у контурі системи Інтернету Речей
- 74.Чим смарт-годинник відрізняється від фітнес-браслету?
- 75.Чим смарт-телевізор відрізняється від звичайного телевізора?
- 76.Які функції виконує смарт-розетка?
- 77.Які можна виділити застороги щодо використання смарт-технологій?
- 78.У чому полягає концепція «Розумного міста»?
- 79.Які системи міської інфраструктури можуть бути потенційно під'єднані до Інтернету Речей?
- 80.Які системи управління міста можуть бути потенційно під'єднані до Інтернету Речей?
- 81.Які потенційні загрози може принести використання Інтернету Речей в системі «Розумного міста».
- 82.Які б заходи Ви запропонували щодо мінімізації ризиків використання Інтернету Речей в системі «Розумного міста».
- 83.Назвіть найвідоміші приклади проєктів впровадження систем «Розумне місто» в Україні і світі.
- 84.Опишіть перспективи розвитку систем «Розумне місто».

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Adrian McEwen, Hakim Cassimally. Designing the Internet of Things. – Wiley, 2013. – 336 p.
2. Amin Nagpure. IOT Enabled: Internet of Things Enabled, Includes Sample Project using Nodejs with Arduino Uno. – Kindle Edition, 2016. – 59 p.
3. Beynon-Davies, P. Information Systems: an introduction to informatics in Organisations. – Basingstoke, UK: Palgrave, 2003. – 260 p.
4. Capurro R. Past, present and future of the concept of information, Cognition, Communication, Co-operation. – 2009, vol.7(2). – pp. 125-148.
5. Flavio Bonomi, Rodolfo Milito, Jiang Zhu, Sateesh Addepalli. Fog Computing and Its Role in the Internet of Things [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://conferences.sigcomm.org/sigcomm/2012/paper/mcc/p13.pdf>.
6. Internet of Things: Principles and Paradigms / ed. Rajkumar Buyya & Amir Vahid Dastjerdi. – Morgan Kaufmann, 2016. – 378 p.
7. Introduction to IoT (Cisco Networking Academy) [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.netacad.com/courses/iot/introduction-iot>.
8. Leading the IoT. Gartner Insights on How to Lead in a Connected World [Електронний ресурс] / Сайт компанії Gartner Inc. – Режим доступу: https://www.gartner.com/imagesrv/books/iot/iotEbook_digital.pdf.
9. Lucus Darnell. The Internet of Things: A Look at Real-World Use Cases and Concerns. – Kindle Edition, 2015 – 67 p.
10. Opinion 8/2014 on the on Recent Developments on the Internet of Things [Електронний ресурс] / Сайт Єврокомісії. – Режим доступу: https://ec.europa.eu/justice/article-29/documentation/opinion-recommendation/files/2014/wp223_en.pdf
11. Peter Waher. Learning Internet of Things. – Packt Publishing, 2015. – 242 p.
12. Stephenson, W. David. The Future Is Smart: how your company can capitalize on the Internet of Things – and win in a connected economy. HarperCollins Leadership. – 2018. – 250 p.
13. The Internet of Things (The MIT Press Essential Knowledge series). – The MIT Press, 2015. – 230 p.
14. Баранов О.А. Інтернет речей: теоретико-методологічні основи правового регулювання. Т. 1: Сфери застосування, ризики і бар'єри,

- проблеми правового регулювання: монографія/ О.А. Баранов; НДПП НАПрН України – К.: Видавничий дім «АртЕк». – 2018. – 344 с.
15. Інтернет речей (IoT). Навч.посіб., 2019. . [Електронний ресурс], Режим доступу: <https://coderlessons.com/tutorials/akademicheskii/internet-veshchei-iot/internet-veshchei-iot-uchebnoe-posobie> , 2019- 96 с
 16. Інтернет речей: проблеми правового регулювання та впровадження : Матеріали III наук.-практ. конф., 21 лист. 2019 р., м. Київ. / Упоряд. : В.М. Фурашев, С. О. Дорогих, С. Ю. Петряєв. – Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019. – 180 с.
 17. Майбутнє вже настало: що таке смарт-технології та для чого вони потрібні [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://weekend.today/kolonki/sho-take-smart-tehnologii-ta-dlja-chogo-voni-potribni.htm>
 18. Мачей Кранц, Інтернет речей. Нова технологічна революція: Форс, 2018. – 336 с.
 19. Обуховська Т. І. Захист персональних даних в умовах розвитку інформаційного суспільства: передумови, принципи та міжнародне законодавство / Вісник Національної академії державного управління при Президентові України. – 2014. – № 1. – С. 95-103.
 20. Основи Інтернету речей [Електронний ресурс] / Сайт Школи автоматики. – Режим доступу: <http://edu.asu.in.ua/course/view.php?id=4#section-1>
 21. Пономаренко В. С., Журавльова І. В., Туманов В. В. Основи захисту інформації. Навчальний посібник. – Харків: Вид. ХДЕУ, 2003. – 176 с.
 22. Сереченко Д. Історія виникнення Інтернету речей і перспективи розвитку [Електронний ресурс] / Сайт Huawei. – Режим доступу: https://e.huawei.com/ru/publications/region/ru/Online_expert_opinion/201724011244/cover/IoT-history-perspectives
 23. Тегмарк М. Життя 3.0. Доба штучного інтелекту / пер. з англ. Зорина Корабліна. – К.: Наш формат, 2019. – 432 с.

Навчальне видання

АЧКАСОВ Ігор Анатолійович
КОЗИР Борис Юрійович
ТІМІНСЬКИЙ Олександр Георгійович

ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ І СМАРТ-ТЕХНОЛОГІЇ

Конспект лекцій

Комп'ютерне верстання *А.П. Селівестрової*

Підписано до друку 09.06. 2022. Формат 60 × 84 ¹/₁₆.
Ум. друк. арк. 3,49. Обл.-вид. арк.32,75.
Електронний документ. Вид. № 10/I-22

Видавець і виготовлювач

Київський національний університет будівництва і архітектури

Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03037

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002 р.