

## ВСТУП

Стрімко, шаленими темпами зростає потік інформації, яка починає виконувати усе важливішу роль у розвитку суспільства та міжнародного бізнес-середовища і як ресурс, і як товар. Інформація стає таким самим важливим виробничим ресурсом, як енергія та матеріал, таким самим основним економічним ресурсом науково-технічного потенціалу, як технічні, трудові та фінансові ресурси. Підвищення організованості та впорядкованості за рахунок залучення додаткової або якіснішої інформації часто стає важливішим фактором розвитку виробництва, ніж залучення додаткових трудових ресурсів, сировини, енергії.

Що ж криється під поняттям “інформація”? У чому її сутність? Відповіді на ці питання складно, оскільки строгого та загальноприйнятого визначення цього терміна не існує дотепер. Тому і сьогодні актуальним залишається вислів Н. Вінера: “Інформація є інформація, а не матерія і не енергія”.

Спеціалісти різних галузей, розв’язуючи теоретичні та практичні наукові задачі, визначають поняття “інформація” по-різному, залежно від класу та області дослідження. Фахівці в галузі математики та кібернетики трактують інформацію як міру усунення невизначеності, міру організованості системи, філософи – як атрибут матерії. Стандарт ISO 2382/1-1984, E/F 01.01.02 в процесах обробки даних та в офісних машинах визначає інформацію як значення, яке людина присвоює даним на підставі певних домовленостей. У теорії динамічних систем, що є основою синергетики – науки про самоорганізацію, інформацію визначають як випадковий вибір одного варіанта із декількох можливих та рівноправних. Випадковий вибір відповідає виникненню інформації. Якщо вибір не випадковий (підказаний) – йдеться про одержання (рецепцію) інформації.

Інформація разом із матерією та енергією є однією із фундаментальних сутностей світу, який нас оточує. Інформація не може виникнути з нічого. Вона є результатом відображення властивостей деякого образу реального світу, який надалі може існувати незалежно від матеріального об’єкта. Інформація нематеріальна, але вона не може існувати без матеріального носія – засобу зберігання або перенесення інформації в просторі та в часі, проявляючи, водночас, відносно нього певну самостійність. Ту саму інформацію можна зберігати на різних матеріальних носіях, передавати неоднаковими способами та з різними енергетичними затратами, багаторазово використовувати. Вона не зникає під час споживання та зберігається після передавання у суб’єкта, який її передає. Інформація має певні ознаки, характеристики, атрибути. Її можна описати через властивості, які вона проявляє, оцінити кількісно за допомогою таких понять, як об’єм, щільність, смність, інформативність, та якісно, як сукупність власти-

востей, які зумовлюють можливість її використання для задоволення певних потреб, визначених згідно з її призначенням. Метою використання інформації є зменшення невизначеності під час вироблення та прийняття управлінських рішень, підвищення організованості та впорядкованості системи, а суть інформаційного впливу полягає у здатності інформації управляти потужними речовинно-енергетичними процесами.

Часто інформацію ототожнюють з даними та знаннями, розуміють під інформацією будь-які відомості, вважають, що будь-яке повідомлення містить інформацію, не знають, як із сигналів отримують дані, а із даних – інформацію. Дані – це виражені в різній формі факти, які характеризують об'єкти, процеси та явища предметної області, а також їхні властивості. Вони не є тотожними з інформацією, а слугують сировиною для неї. Для отримання інформації необхідний певний метод обробки даних, які самі по собі не містять корисного смислу, допоки у певний спосіб не організовані та не впорядковані. Інформація з'являється під час аналізу опрацьованих даних, який надає їм смислу та забезпечує споживчі якості. Результатні дані у момент їх використання (під час вироблення рішення) знову стають інформацією. Абстрактність інформації, на відміну від конкретності даних, полягає у тому, що процес інтерпретації у загальному випадку не може бути визначений формально, тоді як дані завжди існують у якійсь певній формі. Знання – це здатність перетворювати інформацію та дані на ефективні дії [Applehans W., 1999].

Не кожне повідомлення, яке передається, містить інформацію, а лише таке, яке знімає або зменшує невизначеність про стан матеріальної системи (об'єкта, явища, події, процесу тощо). Про передавання повідомлення можна говорити тільки за наявності системи передавання інформації, яка складається із об'єкта – джерела інформації, суб'єкта – приймача інформації та каналу зв'язку. Передавання здійснюється сигналами, які є результатом вимірювання фізичних або інших властивостей об'єкта дослідження. У приймальній системі вхідні сигнали виділяються на фоні шуму та після машинної алгоритмічної обробки перетворюються на так звану “сигнальну інформацію”, яка, по суті, являє собою дані. Інформаційний обмін відбувається на синтаксичному рівні (це зовнішня оболонка інформації, яка не відображає змістовності повідомлення), хоча сигнали містять у собі структуру зв'язків, інтерпретація яких дає змогу оцінити змістовий (семантичний) або корисний (прагматичний) аспект повідомлення. Сигнал – це матеріальний носій інформації – фізичний процес, параметри якого адекватно відображають інформацію про стан об'єкта спостереження.

Для вимірювання кількості смислового змісту інформації найчастіше застосовують тезаурусну міру, яка пов'язана зі здатністю приймача, яким виступає користувач або система, сприйняти повідомлення, що надійшло. (Тезаурус – це сукупність відомостей, якими володіє приймач інформації). Із

семантичного погляду інформація, яка міститься у повідомленні, змінює тезаурус приймача, тобто надає йому раніше не відомі (відсутні в його тезаурусі) відомості. Якщо цього не відбувається, то передаються відомості вже відомі або зрозумілі приймачу. Тобто кількість семантичної інформації, яка міститься в повідомленні, визначається, певною мірою, зміною тезаурусу приймача, а ефективність її передавання залежить від співвідношення тезаурусів джерела та приймача. Якщо сприйняття змісту наступного повідомлення залежить від результатів осмислення семантики попереднього повідомлення, йдеться про контекстну залежність. Під контекстом розуміють будь-яке оточення, в якому існує джерело та приймач інформації, включаючи канал зв'язку, саму суб'єктно-об'єктну пару та їх взаємодію з навколишнім середовищем. Згідно зі стандартом ISO 9421-11 контекст – це користувачі, їхні цілі та задачі, сукупність програмного та апаратного забезпечення, фізичне та соціальне оточення, в якому використовується система.

У природі всі вимірювані фізичні величини представляються неперервними (аналоговими) сигналами. Це означає, що вся сукупність відомостей про досліджувані об'єкти, системи, явища, що дають змогу приймати певні рішення, усе різноманіття вхідних сигналів від давачів, яке і створює дані, малюнки, текст, зображення, звук, для подання в комп'ютері повинно бути перетворене в цифрову форму. Під час цього перетворення надзвичайно важливо не втратити бодай частину важливої інформації, яка міститься у параметрах сигналів. Тому цифрова обробка сигналів, цифрове представлення даних є одним із найважливіших базових процесів інформаційних технологій, це місток між об'єктивною реальністю та віртуальним простором.

Інформаційний бум привів до збільшення обсягів даних, накопичених у багатьох предметних галузях, джерелами яких є соціальні мережі, вимірювальні, мобільні пристрої, Інтернет речей, веб-журнали, геоінформаційні системи тощо. Більша частина даних подана в форматі, який не відповідає традиційному структурованому формату баз даних, тобто вони неструктуровані або слабкоструктуровані – геопросторові, фото- та відеодані, машинний код тощо (неструктуровані дані – це дані без наперед визначеної структури або не організовані в певній послідовності). Усі ці дані зберігають у різноманітних сховищах, оновлюючи все частіше та частіше. Більшість зібраних даних не аналізують або ж аналізують лише поверхнево, оскільки немає інструментів, які б дали змогу встановити взаємозв'язки між цими даними та зробити на їх підставі певні висновки. Отже, проблема полягає не стільки в колосальних обсягах даних, скільки в нездатності старими методами впоратися з новими обсягами.

Для вирішення цієї проблеми використовують технології Великих даних (Big Data). По суті “Великі дані” означають аналіз та управління даними великого обсягу і різноманітного складу, що часто оновлюються, надходять із

різних джерел та не обробляються класичними методами. Визначальними характеристиками для Великих даних є так звані 5V: обсяг (*volume*) – у сенсі величини фізичного обсягу; швидкість (*velocity*) – в сенсі швидкості опрацювання потоку даних та отримання результатів; різноманіття (*variety*) – в сенсі можливості одночасного опрацювання різних типів структурованих і слабко-структурованих даних; достовірність (*veracity*) – в сенсі можливої неточності, невизначеності даних через їх невідповідність чи неповноту (латентність); цінність (*value*) – в сенсі одержання адекватних результатів.

Працюючи у віртуальному просторі, людина має справу не із самим об'єктом, а з його узагальненою інформаційною моделлю, яка є його аналогом, але простіша від нього та зберігає окремі, найсуттєвіші, стосовно поставленої мети, властивості. Тобто представлення природного або штучного об'єкта дослідження в інформаційному середовищі здійснюється за його моделлю, так само, як у людській пам'яті у вигляді певних образів та їх ідентифікаторів, що являють собою логічну систему імен (так званих понять), відображаються об'єкти зовнішнього світу. Метою моделювання є створення адекватного образу досліджуваного об'єкта (моделі) та проведення з ним наукових експериментів для аналізу його поведінки або розроблення за результатами моделювання оригінала, прототипом якого є модель. Математична модель є наближеним описом властивостей об'єкта-оригінала та відображає ті його риси, які цікавлять дослідника. Тому під час конструювання моделі (моделювання) надзвичайно важливим етапом є постановка задачі – визначення мети проектування чи дослідження та предметної області – частини реальної дійсності, яка розглядається в межах певного контексту (з формального погляду контекст – це певна система відліку). Визначення предметної області завжди суб'єктивне і великою мірою залежить від мети та компетенції дослідника, як і наступні етапи – виділення деякої частини предметної області у вигляді об'єкта дослідження та частини, що залишилась, у вигляді “фону” чи “зовнішнього середовища”, встановлення границь об'єкта дослідження та його зв'язків із навколишнім середовищем, вибір методології дослідження та мови опису об'єктивних даних.

Загальноприйнятим методом наукового пізнання є системний підхід – методологія, що ґрунтується на поданні об'єкта дослідження у вигляді системи, створенні її математичної моделі та дослідженні об'єкта за цією моделлю на комп'ютері. Системний підхід означає сприйняття системи як єдиного цілого у всій сукупності її елементів, з урахуванням системних властивостей, усіх зв'язків та відносин, як між елементами системи, так і з навколишнім середовищем. Якщо об'єкт дослідження належить до категорії складних систем, система являє собою множину структурно взаємопов'язаних і функціонально залежних підсистем. Інформація, яка передається між підсистемами, має

семантичну складову, яку підсистеми-отримувачі здатні інтерпретувати та реагувати на неї залежно від стану як самої підсистеми, так і зовнішнього оточення. Тому під час проектування і дослідження складних систем систему і зовнішнє середовище необхідно розглядати як єдине ціле.

Основою моделювання є інформаційні процеси, оскільки воно ґрунтується на інформації про реальний об'єкт, модельних експериментах на підставі управляючої інформації та обробленні даних. Побудову моделі складної системи можна розглядати як представлення об'єктивних даних на певній спеціальній мові. Тому завжди треба розрізняти семантичний і синтаксичний аспекти побудови моделі. Синтаксис моделі – це її оболонка, а семантика – структура, зміст, внутрішній контекст, тобто все те, що під час використання моделі відповідає за її схожість із оригіналом. Для правильної інтерпретації моделі семантика потребує узгодження між користувачем моделі та тим, хто її побудував. Модель – це структура для збереження і отримання знань, як системи понять та логічних відношень між ними, що відображають якийсь аспект реальної дійсності. Модель зберігає знання у певній формі, надаючи змогу знизити ступінь надлишковості емпірично отриманої інформації.

Новий етап вивчення складних систем, що продовжує та доповнює кібернетику та загальну теорію систем, – синергетика, тобто наука, що вивчає основні закони самоорганізації складних відкритих систем будь-якої природи, або “наука про взаємодію”. Це наука про самоорганізацію, про перетворення хаосу на порядок. Мірою хаосу (неорганізованості, невизначеності) є ентропія. Хаос не може бути абсолютним, в ньому завжди існує якась структура, певний рівень впорядкованості, мірою якого є інформація. Інформація зменшує невизначеність. Отже, ентропія характеризує кількість інформації, якої не вистачає для перетворення хаосу на порядок.

Зміст синергетики полягає у тому, що у відкритих системах будь-якої природи, які обмінюються із зовнішнім середовищем енергією, речовиною та інформацією, виникають процеси самоорганізації, тобто процеси зародження із фізичного (хімічного, біологічного тощо) хаосу деяких стійких упорядкованих структур із істотно новими властивостями систем. Фундаментальною умовою самоорганізації є виникнення та посилення порядку через флуктуації. В особливій (критичній) точці флуктуація досягає такої сили, що структура системи не витримує та руйнується і неможливо передбачити, чи стане стан системи хаотичним, чи вона перейде на новий, вищий рівень впорядкованості. Цю особливу точку названо точкою біфуркації.

Синергетичний підхід багато в чому нагадує системний підхід. Об'єднувальним поняттям для обох підходів є поняття системи. Однак, якщо кібернетика займається розробленням методів та алгоритмів управління

системами, а загальна теорія систем – принципами їх організації (дискретність, ієрархічність тощо), то синергетика зосереджує увагу на нерівноважності, нестабільності як природному стані відкритих нелінійних систем, на множинності та неоднозначності шляхів їх еволюції, досліджуючи нестационарні структури, які виникають у них під дією зовнішніх впливів чи через внутрішні фактори (флуктуації).

Користуючись синергетичним підходом, на відміну від загально-системного, вивчають конкретні принципи і механізми самоструктурування природних і технічних систем. Тобто, на відміну від загальної теорії систем, синергетика зосереджує увагу на кооперативних, когерентних та самоузгоджених процесах, які виникають у складних нелінійних системах. Синергетичний підхід прагне, насамперед, виявити макроскопічні властивості того чи іншого процесу, не виділяючи поведінку окремої частинки.

Однією із сучасних ідеологій створення складних програмних комплексів та систем є об'єктно-орієнтований підхід, метою якого є адекватне моделювання предметної області у термінах взаємодії об'єктів, а концептуальною основою – об'єктні моделі, за якими можна простежити відображення реальних сутностей предметної області в об'єкти та класи програмної системи. Кожний об'єкт характеризується властивостями, станом та поведінкою. Об'єкти з однаковою структурою та поведінкою об'єднуються в класи, стаючи їх екземплярами. Клас задає властивості (змінні) та поведінку (методи) екземплярів (об'єктів) класу і також є об'єктом зі своїми властивостями, поведінкою та здатністю породжувати нові екземпляри. Кожен об'єкт інтегрує в собі деяку структуру даних та доступні тільки йому процедури їх оброблення, взаємодіючи із зовнішнім оточенням через певний інтерфейс у вигляді переліку повідомлень, які він може приймати. Основні принципи об'єктно-орієнтованого підходу (абстрагування, інкапсуляція, модульність, ієрархія) та поняття (об'єкт, клас, атрибут, операція, інтерфейс тощо) сформулював Граді Буч у своїй фундаментальній книзі “Об'єктно-орієнтований аналіз і проектування”.

З розвитком інформаційних технологій докорінно змінюється модель ринкових відносин. Ініціатива переходить до самого споживача, який, використовуючи сучасні технології, отримує необхідну інформацію і самостійно приймає рішення. Виробництво, економіка, освіта, медицина, культура, домашній побут – усе наше життя наповнюється інформаційними технологіями. Інформатизація як процес переходу від індустріального до інформаційного суспільства, для якого характерне забезпечення певного ступеня інформованості громадян та надання інформаційних послуг високого рівня, стає вирішальним фактором його розвитку, основою забезпечення відповідного рівня життя населення на основі використання високих технологій, а його головним ресурсом – інформаційні технології та системи, а також рівень

готовності людини скористатись наданими можливостями. Асоціація американських бібліотек назвала інформаційно грамотною людиною особистість, здатну виявити, розмістити, оцінити інформацію та найефективніше її використати. Інформаційні технології – це передовсім інструмент для досягнення поставленої мети. Необхідно навчитися користуватись ним, застосовуючи там, де це потрібно. Інформаційні технології забезпечують перехід від рутинних методів та засобів роботи з інформацією до промислових. Продуктом ІТ є інформація – один із найдорожчих нині видів ресурсів, а метою – отримання потрібної інформації необхідної якості за якомога коротший час та з найменшими затратами. Основу сучасних ІТ становлять: комп'ютерна обробка інформації за заданими алгоритмами, зберігання великих об'ємів інформації на машинних носіях та передавання інформації на будь-яку відстань за обмежений час. Інформаційні технології – це способи перетворення інформації, а інформаційні системи – середовище, у якому вони реалізуються. Інформаційну систему можна розглядати як систему управління, об'єктом управління у якій є процес виробництва інформації. Отже, під інформаційною технологією розумітимемо сукупність методів і засобів отримання, обробки, представлення інформації, спрямованих на зміну її стану, властивостей, форми, змісту, які здійснюються в інтересах користувачів. Можливості конкретних ІТ найповніше реалізуються тільки тоді, коли вони взаємозв'язані з іншими інформаційними технологіями, об'єднані в мережі або системи. Тому ІТ закономірно втілились в інформаційні технології та системи (ІТ/С), що являють собою єдність апаратного, програмного, алгоритмічного забезпечення та мережі підтримки, спрямовану на досягнення певної мети.

Серед різноманітних інформаційних технологічних процесів, на яких ґрунтується будь-яка інформаційна технологія, виділяють базові інформаційні процеси, притаманні кожній ІТ. До таких процесів зараховують процеси збирання, попереднього оброблення та відбору даних, аналізу даних, транспортування, оброблення, зберігання, накопичення та надання інформації користувачеві у довільних формах. Дані є основою інформаційних технологій та систем. Вони повинні бути організовані в бази та сховища даних з метою адекватного відображення об'єктивної реальності та задоволення інформаційних потреб користувачів. Інформаційна система потребує створення в пам'яті комп'ютера динамічно оновлюваної моделі певної предметної області зовнішнього світу з використанням єдиного сховища – бази даних.

Новим етапом розвитку інформаційних технологій та систем стало розроблення концепції та технології *Глобальної інформаційної інфраструктури* (*Global Information Infrastructure – ГІІ*), що почала формувати група розвинених країн у 1995 р., як загальносвітової інформаційної мережі масового обслуговування населення у вигляді глобального інтегрованого середовища телекомунікаційних та

інформаційних сервісів (послуг). Інформаційне наповнення ГІ створювалось на принципах концепції відкритих систем і комплексної стандартизації базових мережевих технологій та способів їх безшовної інтеграції. Найважливішими властивостями технології ГІ стали основні властивості відкритих систем, внаслідок високого ступеня їх відповідності міжнародним стандартам або гармонізованим на міжнародному рівні специфікаціям. Під терміном “відкрита система” стосовно реальних біологічних та соціальних систем розуміють системи, які перебувають в певному стані за рахунок постійного обміну речовиною, енергією та інформацією з навколишнім середовищем. В галузі інформаційних технологій “відкритою” вважають систему, яка володіє властивостями відкритості та доступна для взаємодії з іншими системами відповідно до прийнятих стандартів. Основні з цих властивості такі: мобільність користувачів та прикладного програмного забезпечення; можливість сумісної роботи з іншими системами на локальних та віддалених платформах (інтероперабельність); здатність до масштабування. Яскравим прикладом відкритої системи є глобальна комп’ютерна мережа Інтернет, яка об’єднує різноманітні апаратно-програмні платформи, різне комунікаційне обладнання та програмне забезпечення інформаційно-обчислювальних мереж усього світу. Ідеологію відкритих систем реалізують у своїх розробках усі провідні фірми – постачальники засобів обчислювальної техніки та передавання інформації, програмного забезпечення та розроблення прикладних інформаційних систем.

Переміщення інформації між комп’ютерами різних систем є надзвичайно складним завданням. Основною архітектурною моделлю для реалізації цих задач стала еталонна модель взаємодії відкритих систем (Open System Interconnection – OSI), яку розробили у тісній співпраці Міжнародна організація зі стандартизації (ISO) та Міжнародний консультативний комітет з телеграфії та телефонії (МККТТ), описана в рекомендаціях X.200 (МККТТ) та ISO 7498 (МОС). Термін “взаємодія відкритих систем” стосується процедур передавання даних між системами, відкритість яких одна для одної досягається завдяки стандартизації їхньої поведінки. Відповідно до цієї концепції інформаційно-обчислювальне середовище подається у вигляді ієрархічної багаторівневої відкритої системи, на кожному рівні якої розв’язується чітко визначене коло задач. Специфіка та ефективність роботи інформаційно-обчислювального середовища великою мірою визначаються протоколами організації інформаційного обміну між об’єктами того самого рівня та інтерфейсами між об’єктами сусідніх рівнів.

Стандартизація апаратних та програмних інтерфейсів на основі концепції архітектури відкритих систем уможливила створення систем розподіленого оброблення даних, основними ознаками яких стали: доступ користувачів до віддалених ресурсів, забезпечення можливості їх сумісного використання та децентралізоване оброблення даних. Інформаційно-обчислювальна мережа (ІОМ) почала розглядатись як середовище розподіленого оброблення даних та



формувався для забезпечення ефективного надання різних інформаційно-обчислювальних послуг її користувачам за допомогою організації зручного і надійного доступу до ресурсів, розподілених у ній. Підвищення ефективності застосування комп'ютерів, об'єднаних у ІОМ, досягалось за рахунок сумісного використання програмних та апаратних засобів компонентів мережі, надання доступу до даних усім її користувачам, незалежно від їх фізичного розташування та віддаленості від ресурсу. Об'єднання у мережу забезпечувало істотне зростання надійності роботи завдяки наявності альтернативних джерел інформації.

Розвиток мікроелектроніки та поява програмованих мікрочипів дали можливість програмно змінювати поведінку пристроїв, під'єднувати їх до мережі з метою обміну даними. Почали говорити про появу "розумних речей". Одним із перших таких пристроїв став автомат з продажу кока-коли, встановлений в університеті Карнегі-Меллон та під'єднаний до мережі. Він передавав дані про те, скільки пляшок з напоєм є в автоматі, як довго вони там зберігаються, а також відображав інформацію про те, холодний напій чи теплий.

Нові можливості ідеї під'єднання "розумних речей" до мережі для обміну даними виникли із розвитком телекомунікацій, мережевих технологій та з появою бездротових засобів зв'язку. Почали з'являтися варіанти "розумних" будинків, подібні на сучасні.

Поява бездротових засобів зв'язку стала потужним стимулом розвитку технологій міжмашинної взаємодії M2M (Machine-to-Machine), які дають змогу пристроям обмінюватись даними. Ще у 80-ті роки минулого століття американська компанія Qualcomm почала розроблення рішень для відстеження комерційного транспорту за допомогою цієї технології. Однак сучасна технологія M2M на базі стандартного GSM зв'язку та SIM-карт, здатних працювати в складних погодних умовах, з'явилася лише у 90-ті роки. Концепція M2M об'єднує інформаційні та телекомунікаційні технології для автоматизації технологічних та бізнес-процесів.

Реалізація прагнення людей сформувати екологічний та комфортний житловий і робочий простір потребувала створення "розумного" середовища, яке адекватно реагує на накази і самостійно підтримує необхідні параметри приміщення. "Розумне" середовище неможливе без взаємодії його об'єктів – побутової техніки, елементів системи енергоспоживання, освітлення, опалення, водопостачання тощо.

У 1990 р. один із творців протоколу TCP/IP Джон Ромкі створив першу в світі Інтернет-рiч, під'єднавши до мережі свій тостер. Початок ери, коли побутові прилади стануть інтелектуальними пристроями, здатними без участі людини підключатись до Інтернету, передбачив у 1999 р. керівник дослідницького центру автоматичної ідентифікації "Auto-ID" Массачусетського технологічного інституту Кевін Ештон. Він вперше використав термін "Інтернет речей" (Internet of things – IoT), запропонувавши концепцію системи управління промисловими об'єктами через Інтернет з використанням радіочастотних міток.

Появу Інтернету речей пов'язують з 2008–2009 рр., коли кількість фізичних об'єктів (речей), під'єднаних до Інтернету, перевищила кількість людей, які ним користуються.

Інтернет речей – єдина мережа об'єднаних через Інтернет у віртуальні системи різноманітних фізичних і віртуальних об'єктів, пристроїв і систем, які можуть бути однозначно ідентифіковані та здатні самостійно взаємодіяти між собою і з навколишнім світом із застосуванням різних технологій зв'язку і стандартів з'єднання. Тобто йдеться про інформаційну павутину, що складається із образів речей. У мережі Інтернету речей реалізуються різні моделі взаємодії – “рiч – рiч” (Thing–Thing), “рiч – користувач” (Thing – User), і “рiч – веб-об'єкт” (Thing–Web Object), а сам Інтернет речей можна розділити на дві частини: користувацький IoT “розумні” гаджети, побутові прилади, будинки) та індустріальний IoT (автоматизація процесів, “розумні” міста, машини).

Однією із найважливіших складових Інтернету речей є міжмашинні комунікації M2M, для реалізації яких використовують усі можливі середовища передавання даних – електричні лінії, радіо та волоконно-оптичні лінії. Перший, найнижчий рівень IoT, складається із конвергентної мережевої інфраструктури, яку створюють, інтегруючи різноманітні мережі в єдину мережеву платформу. Колосальні обсяги даних, які створюються на цьому рівні різноманітними сенсорами, потребують високошвидкісних каналів передавання даних, а також обробки в режимі реального часу. Ведуться роботи щодо створення технологій, які б давали змогу автономним пристроям приймати рішення “на місцях”.

Перспективою розвитку Інтернету речей є створення Інтернету всього – соціальних кіберфізичних систем (Cyber-Physical-Social Systems – CPSS), які об'єднують фізичний, віртуальний та соціальний світи, забезпечуючи взаємодію між ними в режимі реального часу.

Потреба у великих інформаційно-обчислювальних ресурсах, що динамічно виділяються для розв'язання складних науково-математичних та обчислювальних задач, трудомістких задач з оброблення даних привела до створення технології мережевих розподілених обчислень та виникнення грид-систем. Грид (*grid* – решітка, мережа) з погляду мережевої організації – це відкрите, стандартизоване інформаційно-обчислювальне середовище, яке забезпечує надійний, гнучкий та уніфікований доступ до географічно розподілених інформаційно-обчислювальних ресурсів та сховищ даних. З погляду користувача на час виконання завдання чи проекту грид-система являє собою віртуальний “суперкомп'ютер” з потужністю та можливостями глобального кластера, який об'єднує окремі комп'ютери, робочі станції, кластери, комп'ютерні центри, що належать різним людям, організаціям, установам та закладам, розташованим у різних точках світу. Водночас комп'ютер користувача також може входити до складу цього глобального кластера для виконання завдань інших користувачів.

Подальшим розвитком технологій розподіленого оброблення даних стали “хмарні” технології – розподілене оброблення даних (“хмарна” обробка даних – *cloud computing*) за допомогою “розпорошених” по різних місцях обчислювальних ресурсів, які водночас є єдиною обчислювальною структурою. Це мережева технологія, яка, з метою задоволення потреб користувачів, надає їм у вигляді інтернет-сервісів додаткові комп’ютерні ресурси і потужності (це можуть бути як стаціонарні комп’ютерні системи, так і ноутбуки, планшети, смартфони тощо), програмне забезпечення, сховища даних на декількох серверах та різноманітні послуги. За умови нерівномірності запитів інтернет-ресурсів з боку користувачів створюються так звані “віртуальні сервери”, які беруть участь у перерозподілі навантаження на систему. Перевага зазначеної технології порівняно з іншими полягає у тому, що користувачі не повинні піклуватися про обчислювальну потужність, інфраструктуру, операційну систему та програмне забезпечення власного терміналу чи системи.

Потреба надійного оброблення гігантських обсягів різноманітних даних у реальному часі та забезпечення належної інформаційної безпеки цього процесу зумовила розвиток технології хмарних обчислень у напрямі наближення оброблення та зберігання даних до пристроїв, у яких дані збирають, використовують чи генерують – комп’ютерів, мобільних пристроїв, гаджетів, сенсорів тощо. Для розв’язання цих задач розроблено технологію туманних обчислень (FC – *fog computing*), особливістю якої є те, що кожен із вищевказаних пристроїв може слугувати мережевим вузлом. Архітектура FC трирівнева: на нижньому рівні розташовані мільярди кінцевих пристроїв (“розумних речей”), на верхньому – безліч потужних хмарних центрів оброблення даних, а між ними – десятки тисяч географічно розподілених центрів для розв’язання локальних задач, так званий “туман”.

Світ стрімко змінюється, перетворюючись на світ електронного бізнесу, електронної комерції, нової економіки та управління, на світ, яким керують інформаційні технології, які можуть змінити не тільки якість та зміст життя людини, а й трансформувати сам спосіб його буття, відкриваючи за допомогою технологій віртуальної реальності та інтелектуальних технологій необмежені можливості для найширшого спектра діяльності – творчості, роботи, спілкування, розваг, мандрівок тощо. Віртуальна реальність – це штучний (“віртуальний”) світ людини, який вона відчуває, не перебуваючи у ньому фізично. Це інформаційна технологія, яка за допомогою комплексних мультимедійних систем створює у людини ілюзію перебування в реальному часі у штучно створеному світі, в якому вона може робити те, що нездійсненно в об’єктивній реальності.

Технології мультимедіа вважають одними з найперспективніших інформаційних технологій. Вони реалізуються за допомогою комплексу апаратно-

програмних засобів, які дають змогу користувачу працювати в інтерактивному режимі з різноманітними даними – текстом, звуком, мовою, графікою, фото, відеозображенням, анімацією в єдиному інформаційному (мультимедійному) середовищі. Під мультимедійним середовищем розуміють штучну інформаційну природу з її альтернативною реальністю – віртуальним світом, що являє собою абсолютний інтерфейс людини та комп’ютера з використанням усіх систем її взаємодії із зовнішнім світом (зорових, слухових, тактильних, гравітаційних тощо) та інтенсивністю потоку інформації через нього, що поступово наближається до рівня сприйняття наших органів чуття. Комунікаційним каналом людини із найбільшою пропускну здатністю є зоровий канал, тоді як швидкість передавання даних через відеоканал віртуальної реальності уже сьогодні досягає 1 Гб/с. Вже існують пристрої, які дають змогу за допомогою лазерного променя малої потужності проектувати безпосередньо на сітківку ока зображення, кутові розміри якого практично не відрізняються від максимального кута зору людини. На основі голографічної технології розробляють накопичувачі з великою питомою ємністю та високою швидкістю читання/запису. Створений спеціальний шлем, який дає змогу покращити сприйняття об’ємного (стереофонічного) звучання та стереоскопічного зображення. Спеціальні давачі відстежують поворот голови людини, відтворюючи перед його очима на міні-дисплеях ту відеоінформацію, яку він повинен побачити, повертаючи голову.

Однак формування віртуальної реальності потребує не лише вдосконалення можливостей технічних засобів, а й створення інтелектуальних систем управління, розроблення складного програмного забезпечення на основі вивчення властивостей рецепторного та рефлекторного апаратів людини, законів психології сприйняття різноманітних образів. Необхідно, щоб модель, яка відображає якусь фізичну реальність, була динамічно настроюваною на її зміну, що потребує цілого комплексу програмно-апаратних засобів та систем (різноманітних давачів, систем оптичного відстеження, локації, телекомунікації) для відстеження цих змін, передавання та введення їх у комп’ютер. Ведуться роботи з упровадження в системи мультимедіа елементів штучного інтелекту, які надають їм здатність “відчувати” середовище спілкування, адаптуватися до нього й оптимізувати спілкування з користувачем. На стадії наукових досліджень та розроблення експериментальних прототипів нині роботи щодо створення інтерфейсу “мозок–комп’ютер”.

Мультимедійні технології є найефективнішою формою представлення інформації в середовищі інформаційних технологій. Вони істотно підвищують ефективність сприйняття інформації, дають змогу працювати з величезними, різноманітними та розрізненими масивами даних, збирати й опрацьовувати їх разом, зберігати на одному носії та вибирати в інтерактивному режимі потрібні

інформаційні блоки. Поява мультимедіа стала поштовхом для переходу від лінійних аналогових форм до цифрових нелінійних структур завдяки гіпертексту – структурованому тексту, перехід від одного фрагмента якого до іншого здійснюється за допомогою посилань у певних його точках та гіпермедіа – гіпертексту з посиланнями на “нетекстові” фрагменти інформації (графіку, відео тощо). Мультимедіа та гіпертекстові технології стали базою створення геоінформаційних технологій та систем, призначених для впровадження у практику методів та засобів роботи з просторово-часовими даними, поданими у вигляді електронних карт та предметно-орієнтованих середовищ оброблення різномірної інформації для різних категорій користувачів, доступу до будь-яких світових сховищ інформації. Основною проблемою реалізації ГІС є складність формалізації конкретної предметної області та її відображення на електронній карті.

Масштабні процеси інформатизації людської діяльності ведуть до якісних змін самого суспільства, основою існування якого стають знання. Вони перетворюються на найважливіший фактор виробництва, оскільки забезпечують найвищу віддачу від інвестицій. Знання – це виражена певною мовою відношень особлива форма інформації, що являє собою сукупність структурованих даних, фактів, положень, закономірностей, відношень, принципів, зв'язків, законів та евристичних правил, щодо предметної області, отриманих у результаті практичної діяльності та професійного досвіду, поданих у різноманітній формі та пов'язаних синтаксичними, семантичними та прагматичними відношеннями. Експоненціальне зростання обсягів різноманітних даних, підвищення вимог до швидкості їх оброблення та аналізу з метою забезпечити можливості оперативного та своєчасного прийняття управлінських рішень потребує переходу до роботи зі знаннями на основі штучного інтелекту. Одним із найефективніших підходів до вирішення цієї проблеми є інтелектуалізація інформаційних технологій та створення інтелектуальних систем, основна відмінність яких від інформаційних полягає у наявності механізму системної обробки знань, здатності до “спілкування”, “розуміння” та “навчання”. Сучасна інтелектуальна інформаційна система повинна являти собою набір інформаційних технологій для роботи з даними та інформацією, доступу до знань, управління запасами знань та набуття нових знань.

Однією із основних тенденцій розвитку інтелектуальних систем є ухил досліджень у сферу нейрокібернетики, тобто розроблення систем, які демонструють “розумну” поведінку на основі архітектур, що нагадують будову мозку і називаються нейронними мережами. Іншим, альтернативним, підходом до побудови систем штучного інтелекту є генетичні алгоритми, тобто алгоритми, основані на принципах біологічної еволюції.

*В. Павлиш*