

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет

ЦИФРОВА ЕКОНОМІКА

Підручник

Київ 2022

УДК 330.46(075.8)
Ц 752

Рецензенти: *М. Є. Рогоза* – заслужений діяч науки і техніки України, д-р економ. наук, проф., завідувач кафедри економічної кібернетики, бізнес-економіки та інформаційних систем (Полтавський університет економіки і торгівлі);
Д. М. Жерліцин – д-р економ. наук, проф., завідувач кафедри економічної кібернетики (Національний університет біоресурсів і природокористування України);
М. В. Мельникова – д-р економ. наук, доц., провідний науковий співробітник (Інститут економіки промисловості НАН України)

*Рекомендовано Вченою радою
Національного авіаційного університету
(протокол № 10 від 17.11.2021 р.).*

Цифрова економіка : підручник / Т. І. Олешко, Н. В. Касьянова,
Ц 752 С. Ф. Смерічевський та ін. – К. : НАУ, 2022. – 200 с.

ISBN 978-966-932-176-3

У підручнику, що відповідає програмі курсу «Цифрова економіка», висвітлено основні напрями цифрової трансформації економіки, наведено відомості про методи, підходи та принципи щодо впровадження цифрових технологій, визначення факторів, що впливають на швидкість та ефективність використання інформаційних ресурсів. Особлива увага приділена окремим цифровим технологіям та їх застосуванню в економіці, розглянуто проблеми підвищення ефективності функціонування економічних систем за допомогою інструментів інтелектуального аналізу даних.

Для здобувачів вищої освіти ОС «Магістр» спеціальності 051 «Економіка» освітньо-професійної програми «Цифрова економіка», викладачів вузів, спеціалістів з економіки.

УДК 330.46(075.8)

ISBN 978-966-932-176-3

© Олешко Т. І., Касьянова Н. В.,
Смерічевський С. Ф. та ін., 2022
© НАУ, 2022

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
Розділ 1. ПОНЯТІЙНО-КАТЕГОРІАЛЬНИЙ АПАРАТ ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ.....	8
1.1. Основні поняття цифрової економіки.....	8
1.2. Поширення нових бізнес-моделей.....	15
1.3. Цифрові технології державного врядування.....	21
1.4. Цифровізація науки.....	25
1.5. Оцінка вкладу цифровізації в економічне зростання.....	26
1.6. Ринок праці та компетенції кадрів в цифрову епоху.....	28
Розділ 2. ЧЕТВЕРТА ПРОМИСЛОВА РЕВОЛЮЦІЯ ТА ЦИФРОВІ ТРАНСФОРМАЦІЇ.....	36
2.1. Сутність та особливості четвертої промислової революції.....	36
2.2. Цифрова трансформація бізнесу.....	43
2.3. Бізнес-модель як елемент цифрової трансформації економіки.....	56
2.4. Нові технології, що визначають цифрову трансформацію.....	61
Розділ 3. ВПЛИВ ДІДЖІТАЛІЗАЦІЇ НА ЕКОНОМІЧНІ ПРОЦЕСИ.....	68
3.1. Складові електронної комерції.....	68
3.2. Бізнес-моделі електронної комерції.....	71
3.3. Спільна розробка цифрових продуктів	73
3.4. Цифровізація процесу управління ланцюгами поставок.....	79
Розділ 4. МАРКЕТИНГОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ.....	84
4.1. Сутність цифрового маркетингу.....	84
4.2. Оптимізація пошукових систем.....	92
4.3. Маркетинг у соціальних мережах.....	101
4.4. Веб-аналітика.....	106

Розділ 5. BIG DATA ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ.....	115
5.1. Місце Big Data в інформаційних технологіях.....	115
5.2. Методи і технології аналізу та візуалізації даних.....	121
5.3. Життєвий цикл управління даними з використанням технології Big Data.....	126
5.4. Інтелектуальний аналіз даних як основа прийняття рішень.....	131
Розділ 6. ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК СКЛАДОВА ЦИФРОВОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ.....	138
6.1. Еволюція розвитку систем штучного інтелекту.....	138
6.2. Основні характеристики штучного інтелекту.....	143
6.3. Області застосування штучного інтелекту.....	151
Розділ 7. МОБІЛЬНІСТЬ, ХМАРИ, ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ: ЕПОХА ПІДКЛЮЧЕНОГО СВІТУ.....	161
7.1. Сутність та базові принципи Інтернету речей.....	161
7.2. Стандарти та архітектура Інтернету речей.....	166
7.3. Способи взаємодії з Інтернет-речами.....	175
7.4. Перспективи розвитку технологій IoT.....	178
7.5. Проблеми впровадження IoT.....	185
ГЛОСАРІЙ.....	189
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	192

ВСТУП

Поширення цифрових технологій протягом тривалого періоду визначає траєкторії розвитку економіки та суспільства і вже не раз призводило до кардинальних змін в житті людей. Становлення цифрової економіки – один із пріоритетних напрямків для більшості країн світу. Як правило, для них характерні тривалий період реалізації «повістки цифрового розвитку» і спадкоємність пріоритетів – від побудови базової інформаційно-комунікаційної інфраструктури до формування скоординованої політики в цій сфері і програм підтримки широкого впровадження цифрових технологій.

В останні роки розгортається трансформації моделей діяльності в бізнесі та соціальній сфері, викликана появою цифрових технологій нового покоління, які в силу масштабів і глибини впливу отримали найменування «наскрізних»: штучного інтелекту, робототехніки, Інтернету речей, технологій бездротового зв'язку. Їх широке впровадження, за оцінками, здатне підвищити продуктивність праці на 40 %. У найближчому майбутньому саме ефективне використання нових цифрових технологій визначатиме міжнародну конкурентоспроможність як окремих компаній, так і цілих країн, які формують інфраструктуру і правове середовище для подальшої цифровізації.

Сьогодні, на новому витку розвитку цифрових технологій, одним з головних викликів стає експоненціальне зростання кількості, якості та різноманіття взаємозв'язків між підприємствами, організаціями, громадянами та соціально-економічними системами, що супроводжується стрибкоподібною динамікою числа трансакцій і обсягів інформації і приводить до більш складної та синхронізованої інтеграції «всіх з усіма». Такі трансформації

вимагають нових навичок і компетенцій, готовності використовувати нові технології в повсякденному житті. Особливого значення набуває формування освітніх програм, що відповідають глобальним трендам, і персоналізованих траєкторій навчання, здатних забезпечити «цифрову грамотність».

Ґрунтуючись на досягненнях інших економічних наук і значною мірою узагальнюючи опановане раніше, цифрова економіка дає змогу сформувати розвинути уміння і навички використання цифрових технологій, її окремих аспектів, явищ і процесів, а також використання відповідного інструментарію для обґрунтування оптимальних управлінських рішень, у тому числі, для розв'язання комплексних економічних проблем. Оволодіння принципами, засобами, методами та навичками цифровізації економічних процесів необхідне в практичній діяльності кожному економісту: аналітику, плановику, фінансисту, бухгалтеру, маркетологу, аудитору.

Навчальна дисципліна «Цифрова економіка» є професійно-орієнтованою дисципліною для студентів, які навчаються за освітньо-професійною програмою «Цифрова економіка», і спрямована на вивчення теоретико-методологічних основ, практичних інструментів цифровізації економічних процесів та форм найбільш ефективного використання можливостей цифрової трансформації.

Мета створення підручника – дати студентам знання загально-теоретичних, методологічних та методичних основ цифрової економіки, навчити ними користатися в умовах мінливого інформаційного середовища і пов'язаних з цим ризиків.

Завдання – озброїти студентів теоретичними знаннями в сфері цифрової економіки та практичними навичками для самостійного прийняття управлінських рішень в умовах цифрової трансформації суспільства.

Предметом підручника є теорія та методологія впровадження цифрових технологій, визначення факторів, що впливають на швидкість та ефективність використання інформаційних ресурсів.

Актуальність проблематики, мета і завдання підручника визначили його логіко-структурну побудову:

1. Поглиблено теоретичні засади визначення категорії «цифрова економіка», розроблено видову класифікацію цифрових технологій, досліджено її роль в управлінні соціально-економічними процесами.

2. Висвітлено особливості Четвертої промислової революції, її зміст та особливості, досліджено перспективи України в Індустрії 4.0. Розглянуто трансформації бізнес-моделей в умовах цифрової економіки.

3. Досліджено основні бізнес-моделі електронної комерції, визначено взаємозв'язок та взаємовплив різних сфер господарської діяльності в умовах цифрової економіки, розглянуто особливості процесу управління ланцюгами поставок. Визначено шляхи зростання економіки.

4. Запропоновано методичні підходи до впровадження маркетингових технологій, розглянуто питання веб-аналітики та просування продукції та послуг у соціальних мережах. Досліджено проблеми оптимізації маркетингових пошукових систем.

5. Визначено сутність великих даних як джерела економічної інформації, розглянуто інструменти обробки, аналізу та візуалізації великих масивів інформації. Досліджено методи інтелектуального аналізу даних з позиції прийняття управлінських рішень

6. Описано генезис виникнення та можливості штучного інтелекту, проаналізовано нові світові тенденції його розробки та впровадження, наведено кваліфікація об'єктів, створених за допомогою штучного інтелекту та безпосередньо сам штучний інтелект. Прийняття управлінських рішень за допомогою системи штучного інтелекту.

7. Описано сутність та базові принципи Інтернету-речей, стандарти та архітектуру, визначено проблеми впровадження технологій IoT та перспективи їх розвитку.

Автори висловлюють глибоку вдячність рецензентам за слушні зауваження та побажання.

Розділ 1

ПОНЯТІЙНО-КАТЕГОРІАЛЬНИЙ АПАРАТ ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ

1.1. Основні поняття цифрової економіки

Першим кроком у формуванні доказової політики розвитку цифрової економіки повинно стати створення понятійного апарату, який покликаний служити основою для створення системи статистичного вимірювання відповідних явищ та процесів і необхідної нормативно-правової бази.

У міжнародній практиці досі не склалося гармонізоване визначення цифрової економіки. У більшості зарубіжних джерел при її описі акцент робиться на технологіях і пов'язаних з їх використанням змінах в способах взаємодії економічних агентів. При цьому можуть згадуватися конкретні види технологій або ті чи інші форми змін економічних процесів. Часто визначення цифрової економіки підміняють перерахуванням напрямків її впливу на економіку і соціальну сферу. Уніфіковане поняття цифрової економіки поки ще відсутнє і в Україні.

Виходячи з багаторічного досвіду формування принципово нових галузей статистики, пов'язаних з наукою, технологіями та інноваціями, для цілей статистичного вимірювання розвитку цифрової економіки нами пропонуються наступні взаємопов'язані визначення:

- *цифрова економіка* – діяльність по створенню, поширенню та використанню цифрових технологій і пов'язаних з ними продуктів і послуг;
- *цифрові технології* – технології пошуку, збору, зберігання, обробки, передачі і представлення даних в електронному вигляді.

Для закріплення пропонованих визначень потрібно їх затвердження та використання всіма зацікавленими сторонами. Поряд з цим слід розробити систему ключових дефініцій, статистичних класифікацій і угруповань, в тому числі класифікацій цифрових технологій і пов'язаних з ними продуктів і послуг, а також методологічні підходи до оцінки цифрової трансформації галузей

економіки та соціальної сфери, вкладу застосування цифрової економіки в економічне зростання. Тим самим поняття цифрової економіки та опис її меж дозволять вибудувати єдину багатofункціональну систему статистичного вимірювання цифрової економіки для повномасштабного її моніторингу, обґрунтування та оцінки політики в даній сфері (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Приклади визначень цифрової економіки

Глобальна мережа економічних і соціальних видів діяльності, які підтримуються завдяки таким платформам, як Інтернет, а також мобільні і сенсорні мережі [1]
Новий уклад економіки, заснованої на знаннях і цифрових технологіях, в рамках якої формуються нові цифрові навички і можливості у суспільства, бізнесу і держави [2]
Економіка, заснована на цифрових технологіях, однак ми більшою мірою розуміємо під цим здійснення ділових операцій на ринках, які знаходяться на мережі Інтернет, у Всесвітній павутині [3]
Складна структура, що складається з декількох рівнів / шарів, пов'язаних між собою практично нескінченним і постійно зростаючою кількістю вузлів [4]
Ринки на основі цифрових технологій, які полегшують торгівлю товарами і послугами за допомогою електронної комерції в Інтернеті [5]
Економіка, здатна надати високоякісну ІКТ-інфраструктуру і мобілізувати можливості інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) на благо споживачів, бізнесу і держави [6]
Форма економічної активності, яка виникає завдяки мільярду прикладів мережевої взаємодії людей, підприємств та організацій, пристроїв, даних і процесів. Основою цифрової економіки є гіперзв'язок, тобто зростаюча взаємопов'язаність людей, організацій і машин, що формується завдяки Інтернету в цілому, мобільним технологіям та Інтернету речей [7]
Економіка, залежна від цифрових технологій [8]
Цифрова економіка характеризується опорою на нематеріальні активи, масовим використанням даних, широким впровадженням багатосторонніх бізнес-моделей і складністю визначення юрисдикції, в якій відбувається створення вартості [9]
Цифрова економіка є основним джерелом зростання. Це буде стимулювати конкуренцію, інвестиції та інновації, що призведе до поліпшення якості послуг, розширення вибору для споживачів, створенню нових робочих місць [10]
Економіка, в якій завдяки розвитку цифрових технологій спостерігається зростання продуктивності праці, конкурентоспроможності компаній, зниження витрат виробництва, створення нових робочих місць, зниження бідності та соціальної нерівності [11]

Можна виділити дев'ять «наскрізних» цифрових технологій (НЦТ): великі дані, квантові технології, компоненти робототехніки і сенсорика, нейротехнології та штучний інтелект, нові виробничі технології, промисловий Інтернет, системи розподіленого реєстру,

технології бездротового зв'язку, технології віртуальної і доповненої реальності. Навколо перерахованих НЦТ планується вибудувати заходи підтримки, в тому числі розробляти і реалізовувати дорожні карти по НЦТ, визначати лідируючі дослідні центри і відбирати проекти. Загальноприйняті дефініції НЦТ ще не сформовані, і тільки зараз починається робота по нормативному закріпленню термінів і визначень в цій області.

«Наскрізні» цифрові технології – технології, що застосовуються для пошуку, збору, зберігання, обробки, передачі та представлення даних в електронному вигляді, в основі функціонування яких лежать програмні і апаратні засоби та системи, що затребувані у всіх секторах економіки, створюють нові ринки і змінюють бізнес-процеси.

1. *Великі дані* – технології збору, обробки та зберігання структурованих і неструктурованих масивів інформації, які характеризуються значним обсягом і швидкістю змін (в тому числі в режимі реального часу), що вимагає спеціальних інструментів і методів роботи з ними.

2. *Штучний інтелект* – система програмних і / або апаратних засобів, яка здатна з певним ступенем автономності сприймати інформацію, навчатися і приймати рішення на основі аналізу великих масивів даних, в тому числі імітуючи людську поведінку.

Нейротехнології – кіберфізичні системи, частково або повністю заміщають / доповнюють функціонування нервової системи біологічного об'єкта, в тому числі на основі штучного інтелекту.

3. *Технології розподіленого реєстру (блокчейн)* – алгоритми і протоколи децентралізованого зберігання і обробки транзакцій, структурованих у вигляді послідовності пов'язаних блоків без можливості їх подальшої зміни.

4. *Квантові технології* – технології створення обчислювальних систем, засновані на нових принципах (квантових ефектах), що дозволяють радикально змінити способи передачі і обробки великих масивів даних.

5. *Нові виробничі технології* – технології цифровізації виробничих процесів, що забезпечують підвищення ефективності використання ресурсів, проектування і виготовлення індивідуалізованих об'єктів, вартість яких порівняна з вартістю товарів масового виробництва.

Аддитивні технології – технології пошарового створення тривимірних об'єктів на основі їх цифрових моделей («двійників»), що дозволяють виготовляти вироби складних геометричних форм і профілів.

Суперкомп'ютерні технології – технології, що забезпечують високопродуктивні обчислення за рахунок використання принципів паралельної і розподіленої обробки даних і високої пропускної здатності.

Комп'ютерний інжиніринг – технології цифрового моделювання та проектування об'єктів і виробничих процесів на всьому протязі життєвого циклу.

6. *Промисловий Інтернет* – мережі передачі даних, що об'єднують пристрої в виробничому секторі, обладнані датчиками і здатні взаємодіяти між собою та зовнішнім середовищем без втручання людини.

7. *Компоненти робототехніки (промислові роботи)* – виробничі системи, що володіють трьома або більше ступенями рухливості (свободи), побудовані на основі сенсорів і штучного інтелекту, здатні сприймати навколишнє середовище, контролювати свої дії і адаптуватися до її змін.

Сенсорика – технології створення пристроїв, які збирають і передають інформацію про стан навколишнього середовища за допомогою мереж передачі даних.

8. *Технології бездротового зв'язку* – технології передачі даних за допомогою стандартизованого радіоінтерфейсу без використання дротового підключення до мережі.

5G – технології бездротового зв'язку п'ятого покоління, для яких характерні висока пропускна здатність (не менше 10 Гбіт/с), надійність і безпека мережі, низький рівень затримки передачі даних (не більше однієї мілісекунди), в результаті чого стає можливим ефективно використовувати великі дані комп'ютерного моделювання тривимірного зображення або простору, за допомогою яких людина взаємодіє з синтетичним (віртуальним) середовищем з подальшим сенсорним зворотнім зв'язком.

9. *Технології віртуальної та доповненої реальності* – технології візуалізації, засновані на додаванні інформації або візуальних ефектів в фізичний світ за допомогою накладання графічного і/або звукового контенту для поліпшення досвіду користувачів та інтерактивних можливостей.

Україна в повній мірі схильна до загальносвітових тенденцій в області розвитку цифрових технологій. І чим швидше темп їх впровадження, тим складніше завдання управління становленням цифрової економіки. Цифровізація забезпечує фундаментальні перетворення в усіх сферах життя і діяльності людини. Технології стають далеко не тільки двигуном розвитку нових галузей, а й знаходять важливі соціальні ролі, вносячи вагомий внесок у вирішення проблем суспільства, таких як старіння населення, соціальне розшарування, екологічні проблеми і зміна клімату. За допомогою передової науки і прогресивних технологій виникає «розумне» суспільство, що базується на нових цінностях орієнтації на потреби людини, гнучкості, креативності. Під впливом цифровізації кардинально змінюються ринок праці, охорона здоров'я, освіта, просторовий розвиток.

Впровадження нових технологій і радикальні зміни в науках про життя (біоінформатики, геноміки, клітинних технологій, синтетичної біології) дозволяють модернізувати і персоналізувати сучасну медицину за рахунок постійного моніторингу стану здоров'я кожної людини, збільшення швидкості надання медичної допомоги та підбору індивідуальних засобів терапії; все це робить можливим лікування неінкурабельних (невиліковних) раніше захворювань. Розвиток біоінформатики дозволяє проводити аналіз нових послідовностей ДНК, РНК, білка тільки за рахунок методів *in silico*, що істотно скорочує часові та матеріальні витрати на проведення експериментів.

Швидкими темпами вдосконалюється біоніка, що вивчає можливості застосування принципів організації та функціонування живої матерії при створенні технічних систем і пристроїв, наприклад, екзоскелетів – мобільних, роботизованих, електрифікованих або механізованих структур, розроблених для доповнення фізичних можливостей користувача. Нейротехнології допомагають не тільки створювати системи, аналогічні людському мозку, а й вивчати механізми поведінки і потенціал розвитку мозку. В майбутньому це сприятиме розвитку когнітивних здібностей людини, підвищенню його працездатності, подолання негативних наслідків стресових ситуацій.

Цифровізація стає причиною технологічного ускладнення і зникнення ряду традиційних професій внаслідок автоматизації

відповідних процесів та трудових операцій і одночасно появи нових професій і зростання попиту на працю, яка не алгоритмізується, і творчість («людське в людині»). У віртуальне середовище переходить значна частина трудових відносин і цілих сегментів зайнятості, гнучкість форм якої значно підвищується (збільшується частка нестандартної, часткової та нестійкої, разової зайнятості, тощо). Цифровізація вимагає формування нових компетенцій на ринку праці, що тягне за собою перебудову всієї системи освіти. Розвиваються транснаціональні форми освіти, і на швидко зростаючому глобальному освітньому ринку формується висококонкурентне середовище, де співіснують як традиційні (США, Великобританія), так і нові провайдери освітніх послуг зі Східної та Південно-Східної Азії, Східної Європи, Близького Сходу. Чисельність студентів, що навчаються в університетах іншої країни після закінчення школи, зростає на 10 % в рік і до 2020 р. досягне 8 млн чоловік. Багато країн вже прийняли і реалізують програми підтримки експорту освіти.

Найближчим часом ринок праці буде відчувати зростаючий вплив виходу молодих працівників, представників покоління Z, що використовують цифрові технології практично з народження і мають необмежений доступ до інформації і розвинених цифрових компетенцій. Їх частка в 2025 р. досягне 25 % загальної чисельності зайнятих в світі [12]. Ключовим мотивуючим фактором для них стає можливість особистісного розвитку (в тому числі не пов'язаного з роботою), а не тільки кар'єрний ріст і рівень оплати праці, як у попередніх поколінь. Відповідно, компаніям доведеться поміняти тактику найму та утримання персоналу з урахуванням цінностей нового покоління.

Онлайн-технології та засновані на них форми навчання все в більшій мірі стають частиною навчального процесу в університетах. Розвиток масової онлайн-освіти, поява якісних відкритих онлайн-курсів (МООК), велика кількість інформації у відкритих джерелах призводять до втрати вузами монополії на передачу знань. У той же час навчальні програми провідних світових університетів, викладені у відкритому доступі, обумовлюють значний вплив на технології навчання. Аудиторія таких курсів може охоплювати мільйони чоловік, а проходити навчання можна по зручному для користувача графіку і в будь-якій точці планети.

Однак цифровізація освіти привносить і ряд складнощів, вимагаючи вирішення питань адаптації освітньої системи у цифровому середовищі, опрацювання етичних аспектів застосування цифрових технологій в довгостроковій перспективі. Перехід до персоналізованого навчання викликало необхідність реалізації системи адаптивної освіти і оцінки, що дозволяє максимально враховувати потреби, рівень та інтереси того, хто навчається. Викладач стає більшою мірою наставником і навігатором в освітньому процесі, а не «репродуктором» інформації.

Інтенсивно зростаючий обсяг даних значно перевищує здатності людини до їх засвоєння, що визначає попит на технології штучного інтелекту (ШІ) і електронних помічників. Збільшення швидкості обміну інформацією та її застосування вимагає підвищення інформаційної грамотності населення, що висуває на порядок денний питання про цифрову нерівність і ризики «цифрового розколу». У той же час зниження вартості технологій призводить до появи інтелектуальних пристроїв, що забезпечують активне соціальне залучення осіб з обмеженими можливостями, одиноких людей похилого віку та ін. А використання технологій в громадських місцях дозволяє вирішувати соціальні проблеми за допомогою співпраці. При цьому, чим «розумнішими» стають пристрої доступу, тим потенційно вище рівень вразливості власника. Поширення Інтернету речей зробить людину фактично «прозорою» для будь-яких зацікавлених осіб і структур, що, в свою чергу, породжує попит на розвиток технологій інформаційної безпеки і технологій кіберзлочинності.

Цифрові сервіси та сучасний підхід до розвитку «розумних» просторів змінюють умови життя людини на більш комфортні. «Розумний» простір являє собою фізичну або цифрову середу, в якій люди і технологічні системи відкрито взаємодіють в пов'язаних і скоординованих інтелектуальних екосистемах. Серед прикладів такого роду – «розумні» міста, «розумні» будинки, цифрові робочі місця і фабрики. Сьогодні світ вступає в період прискореного надання надійних «розумних» просторів, коли технології стають невід'ємною частиною повсякденного життя людини в будь-якій його ролі – працівника, клієнта, члена спільноти, громадянина. Розвиток цифрових просторів кидає виклик традиційним принципами територіальності, географічно обґрунтованих спільнот і суве-

ренітету. Політика, заснована на географічних принципах, таких як правила походження або певні ринки, потребує перегляду з метою адаптації до реальних процесів створення та розподілу вартості.

1.2. Поширення нових бізнес-моделей

Цифрові технології та системи, що побудовані на їх основі, швидко увійшли та змінили життя не тільки пересічних громадян, але і чинять різний вплив на гравців традиційних галузей та зумовлюють зміни в екосистемах цих галузей, трансформуючи (збагачуючи) традиційні методи управління економічними системами. Можливо виділити щонайменше три рівні, що зазнали найбільший вплив. По-перше, це зміни на рівні підприємства: штучний інтелект застосовують як в управлінні підприємством в цілому, так і безпосередньо виробничими процесами. Зараз управління підприємством, це не просто ефективне використання ресурсів та виробництво якісної продукції або надання послуг, а це, у першу чергу, збір та використання інформації про споживачів за допомогою різних технологічних засобів і забезпечення споживачів відповідними продуктами та послугами, одночасно задовольняючи їхні потенційні потреби шляхом розуміння тенденцій розвитку, отриманих за рахунок більш ефективного використання даних.

Використання цифрових технологій спричинило зміни не тільки на рівні окремих підприємств, а й цілих галузей (рис. 1.1).

Зміни на рівні підприємств				
Товіля	Безпека	HR менеджмент	Маркетинг	Smart пристрої
Зміни на рівні галузей				
Фінанси	Охорона здоров'я	Освіта	Продажі	Виробництво
Цифрова держава	Медіа	Логістика	Сільське господарство	Нафта та газ
Зміни на рівні ринку праці				
Розширена реальність	Розпізнавання жестів	Робототехніка	Розпізнавання емоцій	

Рис. 1.1. Зміни, викликані цифровою трансформацією економіки

Застосування цифрових технологій, також має колосальний вплив на використання робочої сили: такі інструменти як штучний інтелект, підвищують ефективність використання інформації та

зменшує кількість працівників. Крім того, більш широке використання роботів також замінить людей, які виконують повторювані операції та збільшить відсоток інженерного та управлінського персоналу, що призведе до структурних змін на ринку праці. Цифрова економіка задає напрямки трансформації традиційних секторів економіки, виникнення нових ринків і ніш.

Нові бізнес-моделі є клієнтоорієнтованими, що повністю визначає їх структуру: від ціннісної пропозиції, спрямованої на рішення передбаченої потреби клієнта, своєчасної доставки і до потоків доходів, заснованих на часі використання продукту клієнтом. Ключовим джерелом створення вартості стає високошвидкісна обробка великих даних, оскільки трансакції відбуваються в режимі реального часу і часто одночасно. Технології аналізу великих даних і штучного інтелекту допомагають знайти нові джерела створення цінності на основі вивчення цифрових портретів споживачів і патернів їх економічної поведінки. Дані про клієнтів перетворюються в основний актив цифрових компаній, а доступ до їх великих масивів підвищує оцінку ринкової вартості. Актуальним трендом є розвиток платформ відкритих даних, що стимулює виникнення і поширення інноваційних бізнес-моделей в економіці. У фінансовій сфері втіленням цієї концепції є система Open Banking, що передбачає надання третім сторонам можливості аналізувати або використовувати дані, інтегрувати різні додатки і сервіси, тим самим підвищуючи якість клієнтського обслуговування [13].

Головний параметр конкурентоспроможності нових бізнес-моделей – швидкість виведення нового продукту на ринок. Сучасні підходи до розробки та виробництва на базі передових виробничих технологій дозволяють скоротити час виходу продукту на ринок і використовувати ітераційний підхід до оновлень і поліпшень, адаптуючись під мінливі потреби клієнтів завдяки простоті зміни постачальників і тестування нових концепцій і товарів (компанія Tesla запускає нові опції та виправляє претензії в режимі реального часу, віддалено через оновлення програмного забезпечення; Facebook тестує і запускає оновлення для окремих груп користувачів двічі в день).

Найважливішим завданням сучасних бізнес-моделей є створення омніканального простору, синхронізація даних та інформації у всіх

цифрових і фізичних каналах взаємодії для задоволення потреб клієнтів в будь-який час і в будь-якому місці (рис. 1.2).

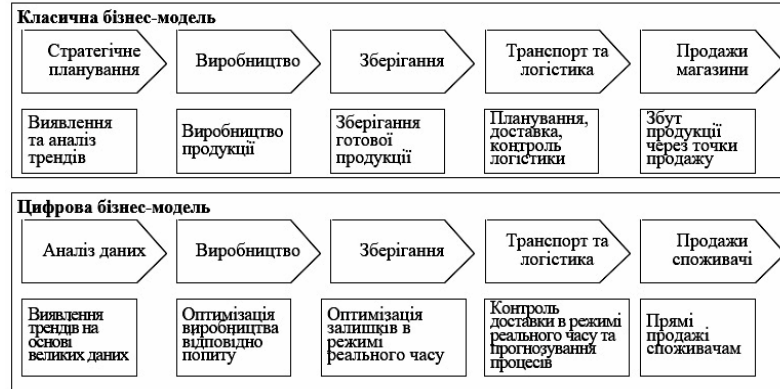


Рис. 1.2. Перехід до нової бізнес-моделі

Поширення технологій Інтернету речей, великих даних, штучного інтелекту і машинного навчання та інших цифрових технологій привели до розвитку наступних категорій бізнес-моделей:

- цифрові платформи, що забезпечують пряму взаємодію продавців, покупців і партнерів-постачальників, які мінімізують транзакційні витрати і розширюють можливості спільного споживання товарів і послуг. Залежно від продукту і ринкового сегменту платформи можуть бути комунікаційними, соціальними, медіа, пошуковими, операційними і контрольованими, сервісними, шерінговими, продуктовими, транзакційні;
- «як сервіс» – сервісні бізнес-моделі, засновані на використанні ресурсів замість володіння ними (серед них *Software-as-a-Service* (SaaS), *Infrastructure-as-a-Service* (IaaS)). Сьогодні виникають все нові різновиди сервісних моделей, в тому числі *Robots-as-a-Service*, *City-as-a-Service*. Сервісні моделі сприяють персоналізації товарів і послуг, дозволяючи клієнту споживати необхідний продукт в необхідних йому обсягах для досягнення бажаного результату;
- бізнес-моделі, в основі ціноутворення яких лежить досягнення результатів та ефекту для клієнта, в тому числі на підставі споживання комплексних продуктів і послуг. Такі бізнес-моделі за аналогією з сервісними часто називають *Product-as-a-Service*

(PaaS). Наприклад, компанія BASF крім поставок добрив надає клієнтам детальні рекомендації, які саме добрива використовувати, в якому обсязі і на яких рослинах в даний період часу, виходячи з моніторингу та аналізу даних про ґрунт, здоров'я рослин, погодні умови та інші параметри;

- краудсорсингові моделі, що базуються на залученні зовнішніх ресурсів (грошових коштів, людей, ідей, тощо) Для реалізації бізнес-процесів – впровадження інновацій, розробка продуктів, виробництво, маркетинг і продаж;

- бізнес-моделі, засновані на монетизації персональних даних клієнтів, коли безкоштовні для користувачів сервіси продають їх дані на інших споживчих сегментах.

Нові цифрові технології розширюють можливості бізнесу щодо оптимізації багатьох процесів і підвищення якості прийняття рішень. Так, Інтернет речей і хмарні обчислення оптимізують збір і зберігання даних, а технології і методи машинного навчання і ШІ дозволяють проводити їх глибоку обробку, будувати алгоритми поведінки і прогнози моделі. У ритейлі новий тип бізнес-моделей пов'язаний з трансформацією *e-commerce* в *a-commerce* (*Automated Commerce*), в рамках якої продавець будує алгоритми, що описують модель споживання клієнта, і потім автоматично доставляє йому товар на підставі прогнозованої потреби.

Технології предиктивної (прогнозованої) аналітики націлені на побудову алгоритмів, що описують споживання продуктів та послуг, і автоматизацію з урахуванням даних прогнозів процесів виробництва і доставки товарів до клієнтів за участю партнерів.

Технологія блокчейн дозволяє децентралізувати процеси збору, передачі і зберігання даних, тим самим підвищуючи надійність трансакцій і сприяючи розвитку платформних технологій для взаємодії з партнерами і споживачами. Так, компанія INS Ecosystem планує запуск платформи для прямої взаємодії виробників і споживачів, минаючи традиційний ритейл, на базі глибокої персоналізації пропозицій і з використанням технологій блокчейн. Вже 7 з топ-20 світових виробників товарів повсякденного попиту (*Fast Moving Consumer Goods* – FMCG) співпрацюють з платформою. Віртуальна і доповнена реальність сприяє «розмиванню» кордонів між цифровим і фізичним світом, що відкриває нові можливості надання сервісів споживачам «якраз вчасно».

Додатки Інтернету речей також є драйвером розвитку моделі сервітизації, так як дозволяють оцінити параметри використання продукції та досягнуті ефекти. На цьому принципі побудовані популярна модель каршерінгу (спільне використання автомобіля), оплата автомобільної страховки в залежності від подоланих кілометрів, в промисловості – оплата часу використання обладнання або виробленої на ньому продукції. Компанія Kaiser виставляє рахунок своїм клієнтам не за компресорне обладнання, а за вироблене повітря. В рамках програми Rolls-Royce Total Care компанія поставляє клієнтам авіадвигуни, але оплата проводиться за години, протягом яких двигун працює. В наданий сервіс входить і моніторинг роботи з дата-центру Rolls-Royce і обслуговування двигуна.

Превалювання в цифрових бізнес-моделях нематеріальних активів і простота переходу споживачів від однієї компанії до іншої підвищують значимість бренду і диктують необхідність створення стимулів до використання певної цифрової платформи або бізнес-моделі, підвищення лояльності за рахунок надання кастомізованих і / або розширених сервісів. Ланцюжок створення вартості дозволяє не обмежувати свій бізнес певними географічними регіонами та ринковими сегментами, більшість цифрових платформ діють на численних ринках. Розвиток цифрових платформ дозволяє розширити ціннісну пропозицію для споживача через партнерство з іншими постачальниками. Наприклад, китайський гігант Alibaba Group створив єдиний сервіс для мандрівників, об'єднавши в систему банки, готелі та платформу Uber.

Рівень поширення нових бізнес-моделей в Україні істотно розрізняється по галузях економіки: найбільш поширені цифрові платформи на ринках, що характеризуються тісною взаємодією постачальників і споживачів, – у ритейлі, сферах фінансових послуг, споживчих товарів і послуг, де платформні рішення активно розвиваються з початку 2010-х років.

Цифровізація промислового виробництва має на увазі інтеграцію ряду проривних технологій: віртуального моделювання, Інтернету речей, робототехніки, штучного інтелекту (ШІ), великих даних, технологій хмарних і граничних обчислень, предиктивної аналітики, нових стандартів зв'язку та інше. Цифровізація здійснюється як в рамках систем управління виробничими процесами і

життєвим циклом продукції, так і подальшого обслуговування. Значиму роль в переході до цифрового виробництва грає поширення технологій Інтернету речей та використання отриманих з IoT-пристроїв даних для прийняття (поліпшення) автоматизованих рішень і оптимізації промислового виробництва. Економічний ефект від впровадження технологій індустріального Інтернету речей в світі до 2025 р. може скласти близько \$ 1,2–3,7 трлн [14].

Предиктивне обслуговування і ремонт обладнання допомагають уникнути аварій і витоків, негативно позначаються на навколишньому середовищу. Наприклад, Shell запустила платформу на базі ШІ та Інтернету речей, що забезпечує предиктивне обслуговування і налагодження тисяч одиниць техніки і здатну передбачити виток до їх виникнення. Технологія «цифрових двійників», що поєднує в собі промисловий Інтернет речей і цифрове моделювання, в розвинених країнах активно впроваджується на всіх стадіях життєвого циклу продукції – від розробки до експлуатації. До 2021 року приблизно половина великих промислових компаній в світі буде використовувати цю технологію. Впровадження «цифрових двійників» для моделювання та оцінки різних сценаріїв дозволить скоротити кількість відмов обладнання в середньому на 30 % [15].

Зниження вартості технологічних рішень за останнє десятиліття стало значущим стимулом для широкого проникнення цифрових технологій. Вартість сенсорів, які є одним з найбільш значущих компонентів систем Інтернету речей, демонструвала стабільне зменшення з \$ 0,95 у 2008 р. до \$ 0,44 у 2018 р. Вартість промислових роботів також скоротилася вдвічі за вказаний період і очікується її подальше зниження. Для ряду «наскрізних» цифрових технологій (великих даних, штучного інтелекту та ін.) значущим драйвером розвитку стає зниження вартості зберігання інформації: в середньому з \$ 0,12 за 1 Гб в 2009 р. до \$ 0,028 [16].

Незважаючи на успіхи багатьох підприємств в автоматизації виробничих процесів, впровадження розподілених систем управління і контролю, більшість компаній поки недостатньо реалізують потенціал аналітики великих даних і алгоритмів прийняття рішень на базі штучного інтелекту. У той же час технології ШІ володіють найбільшим трансформаційним потенціалом в промисловості, що особливо актуально для компаній зі значними матеріальними

активами. Згідно з опитуванням, майже 50 % промислових компаній оцінили ІІІ як критично важливий елемент на шляху до успіху протягом найближчих п'яти років. Розвиток відповідної інфраструктури вимагає створення на підприємствах інноваційних центрів, залучення високо-кваліфікованих фахівців (дата-сайєнтістів, дата-інженерів, ІІІ-архітекторів), значного збільшення інвестицій у кібербезпеку.

На найбільших підприємствах починають активно застосовуватися стандартизовані рішення, пов'язані з Інтелектуальним обслуговуванням і ремонтом, автоматизовані системи контролю якості, системи віддаленого моніторингу та управління енергоспоживанням в режимі реального часу. Однак найбільший потенціал для створення доданої вартості мають технологічні рішення, що сприяють зміні бізнес-моделей підприємств від продуктоорієнтованої до сервісних. Наприклад, система управління виробництвом, інтегрована з даними про призначеному для користувача досвіді, дозволяє відстежувати інформацію протягом усього життєвого циклу продукту. В результаті виробники надають клієнтам комплексні персоналізовані послуги і з'являється можливість ціноутворення на підставі досягнутого результату.

1.3. Цифрові технології державного врядування

Електронне управління – це застосування інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) для надання державних послуг, обміну інформаційними комунікаційними транзакціями, інтеграції різних автономних систем та послуг між урядом-споживачем (G2C) та урядом-бізнесом (G2B), урядового управління (G2G), а також бек-офісні процеси та взаємодії в рамках усього уряду.

Завдяки електронному уряду державні послуги будуть зручними, ефективними та прозорими для громадян. Три основні цільові групи, які можна виділити в поняттях управління, це уряд, громадяни та бізнес. В електронному управлінні немає чітких меж.

Від бізнесу до уряду (B2G). Модель B2G – це варіант моделі B2B. Такі веб-сайти використовуються урядом для торгівлі та обміну інформацією з різними бізнес-організаціями (рис. 1.3). Такі веб-сайти акредитовані урядом і надають носіям для бізнесу подання заявок в уряд.

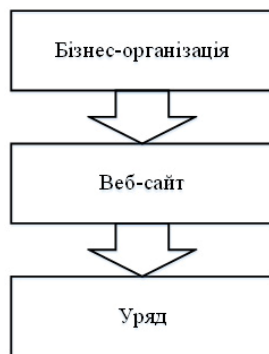


Рис. 1.3. Схема організації моделі B2G

Уряд-бізнес (G2B). Уряд використовує веб-сайт моделі B2G для звернення до бізнес-організацій (рис. 1.4). Такі веб-сайти підтримують аукціони, тендери та функції подання заявок.

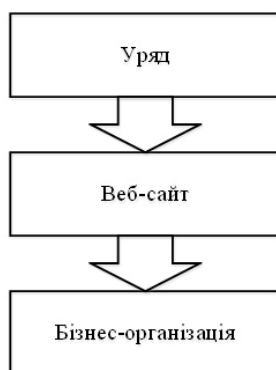


Рис. 1.4. Схема організації моделі G2B

Від уряду до громадянина (G2C). Уряд використовує веб-сайт моделі G2C для звернення до громадян загалом (рис. 1.5). Такі веб-сайти підтримують аукціони транспортних засобів, машин або будь-яких інших матеріалів. Цей веб-сайт також надає такі послуги, як реєстрація свідоцтв про народження, шлюб чи смерть. Основними цілями веб-сайту G2C є зменшення середнього часу на виконання запитів людей на різні державні послуги.

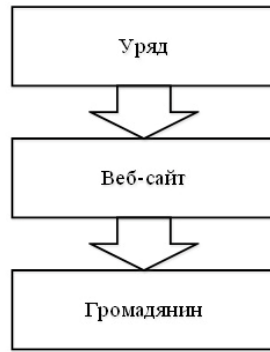


Рис. 1.5. Схема організації моделі G2C

Метою цифрової трансформації державного управління є створення цифрового уряду (*Digital Government*), яке базується на ідеях клієнтоорієнтованості та омніканальності (використання різних каналів комунікацій), максимізації корисності діяльності органів влади для громадян та «цифровізації за замовчуванням». У сфері державного управління розвиваються принципи «гнучкого управління» (*Agile*), які передбачають постійне використання механізмів зворотного зв'язку на протязі всього терміну реалізації заходів і програм.

Важливе місце відводиться формуванню платформної моделі в системі держуправління. Це має на увазі створення комплексної інфраструктури для надання держпослуг і підвищення ефективності системи державного управління. Розвиток партнерства з компаніями, некомерційними організаціями та громадянами в рамках платформи дозволяє значно знизити трансакційні витрати і ризики, підвищити продуктивність праці, якість обслуговування і рівень задоволеності споживачів. Держава бере на себе функції створення та управління екосистемою, в якій взаємодіють всі учасники платформи. У країнах ЄС вже через 10 років планується повністю перевести в цифровий формат всі державні сервіси для громадян (відкриття компанії, пошук роботи, запис в школу і дитячий садок).

Зростання взаємодії споживачів і постачальників послуг на основі цифрових технологій (краудсорсінг, поліпшення цифрових даних, тощо) призводить до того, що суспільство все активніше

втягується в розробку державної політики та прийняття рішень з соціально значущих проблем. Цифрова трансформація і розвиток концепції «Держава-як-Платформа» сприяють появі нових форм громадянства (віртуальне, цифрове громадянство). Ідентифікуючи себе на державній платформі за допомогою свого «цифрового двійника», людина отримує можливість використовувати цифрові сервіси. Переклад процесів взаємодії компаній, громадян в цифрове середовище сприяє підвищенню їх прозорості.

Уряду прагнуть регламентувати процеси в медіа- та кіберпросторі; апробувати та впровадити нові механізми контролю над громадянами для забезпечення правопорядку; сформувати підходи для регулювання нових технологій і рішення пов'язаних з ними етичних питань. Стають можливими формування норм поведінки користувачів в Інтернеті (включаючи аспект цифрової ідентифікації), введення елементів цифрової цензури.

Принципове значення для цифрової трансформації державного управління набувають великі дані та методи їх обробки. Спостерігається перехід до управління на основі даних – великі дані, хмарні обчислення використовуються на етапах визначення мети, вироблення державної політики, прийняття рішень, моніторингу та оцінки результатів. Удосконалення аналізу обґрунтованості державної політики та формування цілей, наслідків її реалізації буде відбуватися за рахунок залучення в процес аналізу масивів неструктурованих і частково структурованих даних. На стадії зрілості розвитку цифрового уряду дані автоматично без участі громадян направляються в спеціалізовані держоргани, які на базі єдиної цифрової платформи зберігання здійснюють повний супровід життєвої ситуації людини або життєвого циклу об'єкта «під ключ» з «пакетним» здійсненням всіх державних функцій і комерційних послуг.

Порядок переходу систем державного управління на цифрові технології визначається на основі відкритих стандартів, єдиних рекомендацій і критеріїв цифрового розвитку, які розробляються наднаціональними організаціями. Прикладами можуть служити Єдиний цифровий ринок ЄС, рекомендації з цифрового держуправління ОЕСР (Організація економічного співробітництва та розвитку), домовленості щодо розвитку технологій в рамках G8, G20. У 2018 року в ЄС вступили в силу Єдині правила захисту пер-

сональних даних, в яких чітко позначені межі використання персональних даних, введено поняття «транскордонна передача даних», визначені ролі посадових осіб щодо захисту даних.

Надалі процес вироблення державної політики буде включати можливість апробувати і змінювати правила та норми в режимі реального часу. Перехід до автоматичного формування звітності сприятиме значному скороченню адміністративних витрат, підвищення надійності даних і прийнятих на їх основі рішень, зниження корупційної складової. Застосування смарт-контрактів також вплине на змістовні аспекти регулювання. Більш того, програмні алгоритми зможуть прийти на зміну традиційним нормативно-правовим актам. Роботизація процесів і можливості діалогових систем дозволять скоротити апарат чиновників. Так, у Великій Британії, яка є лідером за індексом розвитку цифрового уряду (EGDI), планується до 2030 р. вивільнити 250 тис. держслужбовців, застосувавши штучний інтелект. Реалізацією та наданням громадянам цифрових рішень зможуть займатися недержавні організації, наділені відповідними повноваженнями.

1.4. Цифровізація науки

Під впливом цифрових технологій відбуваються радикальні зміни в організації та методах наукових досліджень, формах зайнятості в науці, механізмах захисту та комерціалізації результатів інтелектуальної діяльності.

Стрімке зростання обсягів накопичених даних (неструктурованих та слабоструктурованих) вимагає розробки нових технологій та методів збору, обробки, зберігання інформації. Наукове співтовариство переходить до нової парадигми проведення досліджень: значущі наукові результати можуть бути отримані на основі інтелектуального аналізу величезних масивів даних в різних предметних областях. Активно розвиваються науки з «інтенсивним використанням даних», наприклад, біоінформатика, геноміка, геоінформатика, нейроінформатика. Технології ШІ та машинного навчання володіють колосальним потенціалом підвищення продуктивності науки. Однак широкого поширення методів ШІ перешкоджають необхідність їх адаптації до погано структурованих даних і хаотичних, швидкозмінних умов досліджень (наприклад, в кліматології); побоювання щодо відсутності прозорості процесів

прийняття рішень при їх використанні; висока вартість обчислювальних ресурсів для передових досліджень; нестача спеціальних освітніх і навчальних курсів.

Цифровізація робить науку більш відкритою, стимулюючи дослідників до адаптації практик відкритого доступу та спільної роботи через нові цифрові інструменти. Формування цифрових платформ для наукових досліджень дозволяє істотно скоротити часові та матеріальні витрати на проведення експериментів, збір і обробку інформації, забезпечити віддалений доступ до передової наукової інфраструктури. Активно розвиваються інклюзивні інновації та відкриті інноваційні екосистеми (makerspaces, living labs, fab labs). Впроваджуються ефективні інструменти обліку, правової охорони і комерціалізації результатів інтелектуальної діяльності в передових науково-технологічних областях (в частині оцінки патентоспроможності, виникнення авторських прав, реєстрації прав на програмні продукти, промислові зразки, режимів захисту інтелектуальних прав), які спираються в тому числі на нові можливості їх фіксації та введення в обіг (блокчейн-технології).

Розвиваються нові дослідницькі практики та ініціативи, що сприяють отриманню відсутніх даних за допомогою інтеграції в наукову діяльність все більшого числа учасників (наприклад, міське планування з використанням смартфонів). Цифрові технології дозволяють краще враховувати думку суспільства при прийнятті соціально значущих рішень в науці, залучати населення до процесів збору даних і постановку дослідницьких питань.

1.5. Оцінка вкладу цифровізації в економічне зростання

Одним з головних умов здійснення масштабних державних інвестицій у впровадження цифрових технологій є оцінка внеску відповідних заходів в економічне зростання з точки зору співвідношення витрат і результатів. Незалежно від сценарію економічного розвитку потрібні гарантії достатньої віддачі від таких вкладень для обґрунтування доцільності їх здійснення.

Впровадження цифрових технологій – один з ключових драйверів економічного зростання. У структурі витрат секторів вітчизняної економіки продукти і послуги сектора ІКТ вже зараз займають значну частку. У машинобудуванні в останні роки рівень витрат на ІКТ (щодо випуску) становить близько 8 %, що порівняно з транспортними витратами сектора.

Цифровізація галузей призводить до зміни попиту на фактори виробництва. Під впливом цифрових технологій і пов'язаних з ними нових бізнес-моделей трансформуються не тільки окремі сектори, а й вся структура економіки і міжгалузевих взаємодій.

Розрахунки показують, що в базовому сценарії при помірно-сприятливих макроекономічних та інституційних умовах (в першу чергу випереджаючому зростанні інвестиційної активності в усіх секторах економіки і досягненні максимальних ефектів науково-технологічного розвитку), цифровізація може значно підвищити факторну продуктивність як галузей промисловості, так і сфери послуг (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

**Середньорічні значення додаткового внеску факторів росту
в додану вартість секторів економіки в результаті цифровізації
за період 2019–2030 рр.**

Сектора економіки	Внесок продуктивності (СФП),%	Внесок капіталу, %	Внесок праці, %	Підсумок, %
Фінансовий сектор	0,92	1,20	0,93	3,04
Транспорт	1,29	1,20	0,55	3,03
Будівництво	0,98	1,02	0,88	2,88
Освіта	1,00	1,20	0,57	2,77
Хімічна промисловість	1,64	1,40	– 0,43	2,61
Машинобудування	1,52	1,48	– 0,46	2,54
Інші послуги	0,93	0,79	0,24	1,95
Охорона здоров'я	0,81	0,58	0,25	1,65
Легка промисловість	1,02	0,96	– 0,65	1,32
Електроенергетика	0,32	0,83	0,04	1,19
Торгівля	0,60	0,36	0,04	1,00
АПК	0,78	0,69	– 0,56	0,91
Держуправління	0,58	0,24	– 0,40	0,41
Лісопромисловий комплекс	0,31	0,14	– 0,53	– 0,08
Металургія	0,25	0,10	– 0,55	– 0,21
Видобуток	0,08	0,04	– 0,46	– 0,35

Найбільший ефект від цифровізації може бути досягнутий в наукомістких секторах сфери послуг і високотехнологічних галузях промисловості, ефективність яких може зростати випереджаючими темпами в порівнянні з іншими секторами економіки. Цифровізація потребує не тільки зростання інвестицій в цифрові технології, а й кардинальної модернізації інфраструктури майже всіх секторів економіки (за винятком добувних, де цей процес значною мірою вже стався), що забезпечить високі темпи зростання вкладу фактору капіталу в додану вартість.

У ряді секторів приплив висококваліфікованих кадрів не зможе компенсувати вивільнення низькокваліфікованого персоналу, що призведе до негативного впливу фактору праці на темпи зростання окремих секторів економіки.

Таким чином, в довгостроковій перспективі цифровізація здатна стати значущим структурним фактором економічного зростання при різних сценаріях розвитку економіки.

1.6. Ринок праці та компетенції кадрів в цифрову епоху

Ключовим фактором успіху процесів цифровізації є наявність висококваліфікованих кадрів в достатньому обсязі та відповідних робочих місць, а також системи підготовки фахівців, що володіють певними компетенціями для розробки і впровадження цифрових технологій.

Перехід до цифрової економіки істотно змінює ринок праці: поряд з поширенням інформаційних технологій у всіх сферах життя цифрові навички стають критично важливими з точки зору роботодавців. Очікується масштабна трансформація вимог до фахівців, оскільки багато операцій, які не були порушені попередніми хвилями впровадження цифрових технологій, в найближчому майбутньому можуть бути автоматизовані. Ключовою компетенцією, яка визначає конкурентні переваги компаній майбутнього, стає аналітика великих даних. Уміння працювати з великими масивами структурованої та неструктурованої інформації дозволяє компаніям підвищити якість прогнозування попиту, оптимізувати процеси.

Впровадження цифрових технологій обумовлює значні зміни потреб в персоналі та вимог до фахівців:

- зниження попиту на професії, пов'язані з виконанням формалізованих повторюваних операцій;

- скорочення життєвого циклу професій в зв'язку з швидкою зміною технологій;
- трансформацію компетентнісних профілів деяких категорій персоналу (ризик-аналітики, HR-менеджери, маркетингологи-аналітики, оператори контакт-центрів та ін.) У зв'язку зі зміною інструментарію роботи;
- виникнення нових робіт і професій;
- підвищення вимог до гнучкості і адаптивності персоналу;
- підвищення вимог до «soft skills» – володіння соціальним і емоційним інтелектом, тобто в кінцевому рахунку тими здібностями, які відрізняють людину від машини;
- зростання попиту на фахівців, що володіють «цифровою спритністю» – здатністю і бажанням використовувати нові технології з метою поліпшення бізнес-результатів.

На ринку праці очікується зростання попиту на кадри високої ІТ-кваліфікації в середньостроковій перспективі. Зокрема, виростає потреба в кадрах по таким перспективним напрямкам, як штучний інтелект, аналіз великих даних, робототехніка, віртуальна реальність, Інтернет речей. В даний час вже відзначається істотна нестача трудових ресурсів з необхідними цифровими компетенціями. Серйозним бар'єром є також дефіцит фахівців, здатних навчати актуальним навичкам у сфері цифрових технологій. З огляду на інертність системи освіти і динамічну зміну технологій, компанії будуть відчувати зростаючий дефіцит кадрів.

Аналіз ефектів впровадження проривних технологій провідними корпораціями показує, що головним наслідком автоматизації і роботизації є не знищення робочих місць, а їх оновлення. Технічні можливості часто перебільшуються, не враховуються інфраструктурні, економічні, регуляторні та етичні бар'єри поширення технологій. Поки технології дозволяють справлятися лише з вузьким колом завдань, таких як, наприклад, розпізнавання зображень, голосу та інших біометричних даних, оцінка ймовірності банкрутства, аналіз даних пристроїв, передбачення збоїв техніки (слабкий штучний інтелект), тощо. Системи поки ще не мають здатність усвідомлювати і модифікувати себе (сильний штучний інтелект). Ще не вирішено проблеми «інтерпретується штучного інтелекту» – автоматичні системи не здатні давати зворотний зв'язок і пояснювати користувачам логіку прийняття тих чи інших

рішень, що критично в таких областях, як охорона здоров'я, безпека, право. З урахуванням подібних обмежень розвиток технологій в найближчому майбутньому, швидше за все, піде по шляху підвищення ефективності виконання окремих завдань в рамках професій, ніж повної заміни працівників. Особливо потрібні будуть фахівці, які виконують завдання високого рівня – управління людьми, комунікацію з контрагентами, пошук нестандартних рішень, розробку методології – і володіють необхідним набором «м'яких» навичок. Організації та їхні кадрові служби повинні будуть перейти на модель гнучких кар'єрних траєкторій, з урахуванням можливих переходів персоналу з одних функціональних блоків в інші внаслідок автоматизації їх функціоналу частково або повністю.

У числі перспективних професій високої кваліфікації, затребуваних ринком в умовах цифровізації, відзначимо наступні.

Архітектор Інтернету речей – забезпечує підключення до мережі безлічі неоднорідних пристроїв, передачу та обробку даних в режимі реального часу, оптимальним чином організовує зберігання інформації, мінімізує кібервразливість системи.

Біоінформатик – аналізує експериментальні медико-біологічні дані, розробляє і застосовує на практиці обчислювальні методи для вирішення, зокрема, таких завдань, як пророцтво функції генів і зашифрованих в них білків, генетична діагностика захворювань, конструювання лікарських препаратів, побудова моделей походження видів.

Дата-журналіст – створює різні типи репортажів на основі даних, завдяки яким зміст тексту, викладені в ньому факти і думки автора отримують кількісне обґрунтування.

Дизайнер віртуального середовища (VR-архітектор) – займається розробкою технічного обладнання та програмного забезпечення для транслявання віртуального світу, створює його дизайн, розробляє інтерактивні сюжетні лінії.

Дизайнер голосових інтерфейсів – проектує інтерфейси для голосової взаємодії з цифровими помічниками, чат-ботами, персональними роботами, будує алгоритми відповідних реакцій штучного інтелекту.

Дизайнер інтерфейсів Інтернету речей – проектує інтерфейси систем Інтернету речей, враховуючи різноплановість і розмаїтість способів управління ними.

Інженер з безпеки даних – відповідає за забезпечення конфіденційності, шифрування і запобігання доступу до даних як усередині компанії, так і ззовні.

Інженер-оператор робототехніки – вирішує завдання з управління і підтримки працездатності робототехнічних комплексів на виробництві та в сфері послуг.

Дослідник даних – займається обробкою і аналізом великих масивів даних, за допомогою методів статистичного аналізу та математичних моделей знаходить певні закономірності і розробляє прогнози з метою вирішення завдань бізнесу і науки.

Комп'ютерний лінгвіст – розробляє програми і алгоритми на основі природної мови, створює інструменти розпізнавання тексту і мови, системи переказу, тим самим приймає участь в розвитку штучного інтелекту.

Консультант з робоетики – розбирається в морально-етичних, соціальних і юридичних аспектах взаємодії роботів і людей, розробляє рішення з таких питань, як визначення зон відповідальності системних архітекторів, операторів, власників за «вчинки» машин, права і свободи робототехнічних систем, визначення робота як суб'єкта права та інше.

Розробник кіберпротезів та імплантантів – займається розробкою функціональних штучних пристроїв (кіберпротезів) і органів, сумісних з живими тканинами.

Розробник нейроінтерфейсів – розробляє системи зв'язку, призначені для зчитування мозкової активності людини і обміну інформацією між мозком і зовнішніми пристроями (комп'ютери, нейропротези, VR-нейрошлеми, побутові пристрої).

Цифровий маркетинголог – просуває продукти та послуги за допомогою цифрових каналів взаємодії з аудиторією, включаючи Інтернет, цифрове телебачення і соціальні медіа, з використанням різних цифрових пристроїв (смартфони, ігрові консолі, «розумні годинники», фітнес-браслети та ін.).

Спеціаліст з цифрової логістики – впроваджує інноваційні рішення з оптимізації ресурсів і створення додаткових цінностей в цифрових ланцюгах поставок.

Тканинний інженер – займається конструюванням і вирощуванням живих функціональних тканин або органів поза організмом для подальшої трансплантації.

IT-юрист – займається юридичним супроводом бізнесу в умовах цифрової економіки.

Цифровий продюсер – управляє складними медіапроектими, які передбачають багатоплатформеність і використання цифрових можливостей виробництва контенту, в тому числі, мобільних додатків, мультимедійних книг, відеоігор, онлайн-курсів, веб-серіалів.

Серед представників професій, що відрізняються високою ймовірністю повної автоматизації і заміни роботизованими або програмними рішеннями, в першу чергу ті, що пов'язані з виконанням формалізованих повторюваних операцій. Так, розвиток автоматизації відповідних систем і голосової біометрії сприяє повному витісненню співробітників служб підтримки, які допомагають клієнтам вирішувати проблеми, що часто зустрічаються. У перспективі працівники, які виконують прості розумові операції, будуть задіяні тільки в нестандартних ситуаціях, з якими не впорався ШІ. З розвитком технологій машинного перекладу, розпізнавання мови в майбутньому зникне професія перекладача і оператора колл-центру, навіть живі екскурсоводи швидше стануть екзотикою – їх замінять нейронні мережі, здатні виробляти адаптивний контент для кожного конкретного користувача. У числі «зникаючих» професій – агент-туроператор, аналітик загального профілю, архіваріус, аудитор, банківський операціоніст, діловод, інженер з експлуатації будівель, касир, клієнтський менеджер, кредитний менеджер, нотаріус, охоронець адміністративних будівель, рекрутер, телемаркетолог, трейдер, юридичний консультант.

Розвиток технологій, цифрова трансформація компаній, зростання конкуренції за робочі місця, збільшення тривалості життя призводять працівників до необхідності міняти сферу професійної діяльності кілька разів протягом життя, набуваючи нових компетенцій і навичок. Щоб залишатися на ринку праці, людина повинна отримувати нові знання швидше, ніж це було раніше. Переглядаються підходи до навчання, трансформуються освітні моделі. До ключових завдань, які стоять сьогодні перед освітою, відноситься створення навчального контенту, що відповідає вимогам динамічно мінливого ринку праці та потребам людини, а також скорочення витрат за рахунок використання технологій. Серед найбільш актуальних трендів в освіті: безперервне навчання або навчання протягом усього життя, омнінавчання (навчання з використанням

всіх можливих каналів комунікації), технології онлайн-освіти (EdTech), соціальне навчання, мікронавчання, адаптивне навчання, нейронавчання, дистанційне навчання, менторство, змішане навчання, проектно-орієнтоване навчання, «самонавчені» організації, EdTech-стартапи.

Трансформується саме поняття професії, оскільки набір компетенцій, якими повинен володіти працівник, який отримав підготовку за певною професією чи спеціальністю, перестає бути фіксованим, статичним; профілі компетенцій стають мінливими, вони модифікуються слідом за технологічними і організаційними змінами, перетворюються в «динамічні портфелі». У цій ситуації особливо зростає роль якісного підходу до прогнозування кадрового забезпечення організації. Компанії повинні орієнтуватися не на штат співробітників, а на сукупний «портфель компетенцій» співробітників різних професій, який дозволяє формувати під конкретні завдання і проекти різні набори компетенцій, необхідні в кожному випадку.

Слід розрізняти навички, пов'язані з простою цифровою грамотністю, що розуміється як базові навички користування комп'ютером та Інтернетом, і просунуті цифрові навички, які стосуються володіння цифровими технологіями. Просунуті навички є частиною трудових функцій для фахівців, які підтримують роботу цифрового середовища. Під володінням цифровими технологіями розуміють різні навички: від роботи з базовими офісними програмами до застосування новітніх цифрових методів, від чисто теоретичних знань до практичного повсякденного використання (табл. 1.3).

Таблиця 1.3

Компетенції в області кібербезпеки

HARD	DIGITAL	SOFT
– Етичний хакинг і тестування на проникнення – Архітектура систем захисту інформації – Нормативно-правова база та стандарти інформаційної безпеки – Виявлення та запобігання вторгнень	– Адміністрування операційних систем Windows / Linux – Мови програмування (C / C++ / C # / Java / Python / Perl / Ruby) – Мережеві технології (TCP\IP / IPSEC / DNS / DHCP / маршрутизація)	– Готовність до безперервного навчання – Увага до деталей – Системне мислення і рішення проблем – Командна праця

HARD	DIGITAL	SOFT
– Розслідування інцидентів інформаційної безпеки – Криптографія – Безпека хмарних обчислень – Машинне навчання – DevSecOps (безпечний цикл розробки додатків і сервісів)	– Засоби забезпечення інформаційної безпеки (SOC / SIEM / IDS / IPS / EDR / MDR / NTA) – Адміністрування СУБД (ORACLE / MS SQL) – Інструментарій комп'ютерної криміналістики	

В умовах цифрової економіки володіння просунутими цифровими навичками (здатність швидко освоювати нові IT-інструменти і навички програмування) стає актуальним, наприклад, для маркетологів (в цілях оптимізації управління рекламою та прогнозування емоційної реакції користувачів на рекламу), юристів (для автоматизації аналізу матеріалів, підготовки до судового процесу), геологів (для картування складних родовищ корисних копалин, аналізу сейсмічних даних) і багатьох інших фахівців.

Для інженерів професійні цифрові навички, перш за все програмування, є невід'ємною частиною необхідного роботодавцем набору навичок. У всіх галузях економіки очікується стрімке зростання попиту на фахівців роботи з даними (*Data Scientists*), здатних структурувати дані та отримувати від них додану вартість. Їх ключові затребувані компетенції: глибоке розуміння математичної статистики, теорії ймовірностей, аналітичні здібності, навички вирішення нестандартних завдань, вміння ефективно представити результати роботи, допитливість і схильність до роботи з даними. Професія дослідника даних стає міжгалузевий, і характерні для неї навички доведеться освоювати широкому колу фахівців. Оскільки інструментарій кіберзлочинців безперервно еволюціонує, стає більш витонченим і складним, то посилюється попит на фахівців в області кібербезпеки.

Цифрові навички стали невід'ємною частиною професійних навичок як в галузі освіти і науки, так і в промисловості. Реалізація проривних технологічних проектів в умовах цифрової економіки породжує попит на фахівців, які володіють комплексом жорстких, гнучких і спеціальних цифрових компетенцій, включаючи:

- глибоке розуміння своєї області, а також знання і досвід в суміжних сферах;
- розуміння можливостей і ризиків, пов'язаних із застосуванням нових технологій;
- володіння методами проектного управління;
- «цифрову спритність»;
- володіння інструментарієм роботи з великими даними і інструментами візуалізації;
- розуміння основ кібербезпеки;
- навички роботи з базами даних;
- системне мислення;
- емоційний інтелект;
- командну роботу;
- здатність до безперервного навчання;
- вміння вирішувати завдання «під ключ»;
- адаптивність і роботу в умовах невизначеності.

Запитання для самоперевірки

1. Поняття цифрової економіки.
2. Цифрова економіка і економічне зростання.
3. Цифрова економіка як нова стадія глобалізації.
4. Структура цифрової економіки. Суб'єкти, об'єкти та інститути цифрової економіки як системи.
5. Основні індекси, що характеризують розвиток цифрової економіки в країнах світу.
6. Оцінка розвитку цифрової економіки в Україні.
7. Зміна ролі і функцій держави в цифрову економіку. Державні інформаційні ресурси.
8. Зміна характеру і типу трудової діяльності в умовах цифрової економіки.
9. Оцінки впливу цифрових технологій на зайнятість.
10. Сценарії розвитку ринку праці в умовах цифрової економіки.
11. Цифрові ризики. Проблеми цифрової безпеки.

Розділ 2

ЧЕТВЕРТА ПРОМИСЛОВА РЕВОЛЮЦІЯ ТА ЦИФРОВІ ТРАНСФОРМАЦІЇ

2.1. Сутність та особливості четвертої промислової революції

Людство піднялося на новий ступінь розвитку: вступило в еру цифрової економіки. Але не повністю: одна частина зробила величезний крок і вже йде назустріч технологічній сингулярності, а інша – твердо стоїть на технологіях, методах та ідеологіях 50–70 рр. минулого сторіччя. Це поглиблює нерівномірність прогресу між країнами, між галузями, між підприємствами. Крім змін в моделях зростання, ринках праці та майбутньої роботи, які природним чином відібуваються на всіх організаціях, існують свідчення того, що технології, які забезпечують четверту промислову революцію, здійснюють кардинальний вплив на способи ведення, організації бізнесу і забезпечення його ресурсами.

Перша промислова революція розпочалася в другій половині XVIII ст. після появи парових машин, які дозволили перейти від ручної праці до машинної.

Друга сталася з освоєнням електрики і характеризувалася розвитком масового конвеєрного виробництва.

Третя промислова революція, її ще називають цифровою, розпочалася в другій половині XX ст. зі створення цифрових комп'ютерів і подальшої еволюції інформаційних технологій. Наш світ живе саме в цю епоху.

Цифрова революція на цей період часу переходить у четверту, особливість якої полягає в масовому впровадженні кіберфізичних систем у виробництво. Як описує промислову революцію 4.0 засновник Всесвітнього економічного форуму (WEF) Клаус Шваб, вона стирає межі між фізичними, цифровими і біологічними сферами [17].

Поняття «Четверта промислова революція» поки що немає усталеного трактування (табл. 2.1). Поряд з ним для характеристики процесів, що відбуваються у світовій економіці, зустрічаються поняття «економіка 4.0», «стійка», «інклюзивна», «зелена», «синя», «низьковуглецева», «циркулярна – Circular» економіки, економіка «зеленого зростання – Green Growth» [18].

Таблиця 2.1

Поняття концепції Індустрії 4.0

Визначення
«Індустрія 4.0» передбачає наскрізну цифровізацію всіх фізичних активів та їх інтеграцію в цифрову екосистему разом з партнерами, які беруть участь в ланцюжку створення вартості [19]
Цифровізація галузі промисловості за допомогою вбудовування сенсорів в компоненти продукції і в виробниче обладнання, використання кіберфізичних систем, аналізу даних [20]
Трансформація виробництва, що базується на передових технологіях і передбачає з'єднання в єдину систему сенсорів, обладнання, виробів і ІТ-систем по ланцюжку створення вартості як в рамках одного підприємства, так і за його межами [21]
Ключовими постулатами Індустрії 4.0 є інтеграція фізичних елементів виробництва і ІТ-систем з метою розвитку і використання кіберфізичних систем для виробництва продукції [25]
Взаємозв'язок інформаційно-комунікаційних технологій і виробничих систем [36]
Промислова революція, що базується на кіберфізичних виробничих системах (CPPS), за допомогою яких відбувається з'єднання фізичних і віртуальних світів [22]
Інтеграція всіх підрозділів, що створюють вартість, та інших елементів підприємства за допомогою цифровізації. На заводі майбутнього інформаційно-комунікаційні технології і автоматизовані виробничі технології повністю інтегровані. Всі підсистеми, включаючи невиробничі всередині підприємства, а також зовнішні партнери, постачальники, оригінальні виробники обладнання (ОЕМ) і споживачі пов'язані і консолідовані в єдину систему [23]
Технологічна еволюція, яка передбачає перехід від вбудованих систем до кіберфізичних. Зсув парадигми від централізованого виробництва до децентралізованого. Взаємодія реального та віртуального світів. З'єднання вбудованих систем виробництва і «розумних» виробничих процесів [24]
Рівень організації і контролю всього ланцюжка створення вартості і життєвого циклу продукту, спрямований на персоніфікацію і облік індивідуальних вимог споживачів. Основою Індустрії 4.0 є доступ до всієї релевантної інформації в режимі реального часу шляхом з'єднання всіх елементів в ланцюжку створення вартості [26]
Перехід на повністю автоматизоване цифрове виробництво, кероване інтелектуальними системами в режимі реального часу в постійній взаємодії із зовнішнім середовищем, що виходить за межі одного підприємства, з перспективою об'єднання в глобальну промислову мережу речей і послуг [18]

Концепцію четвертої промислової революції (Індустрії 4.0) вперше сформулювали як впровадження кіберфізичних систем в заводські процеси. Передбачається, що ці системи об'єднуються в одну мережу і будуть зв'язуватися одна з однією в режимі реального часу, самостійно налагоджуватися і вчитися новим моделям

поведінки. Такі мережі зможуть вибудовувати виробництво з меншою кількістю помилок, взаємодіяти з виробленими товарами і при необхідності адаптуватися під нові потреби споживачів. Передбачається, що все це буде проходити в повністю автономному режимі без участі людини. Німецькі промисловці сформулювали концепцію Індустрії 4.0 і представили її уряду.

Її основу склали чотири принципи:

- функціональна сумісність людини і машини, яка надає можливість контактувати на пряму через інтернет;
- прозорість інформації і здатність систем створювати віртуальну копію фізичного світу;
- технічна допомога машин людині для об'єднання великих обсягів даних і виконання ряду небезпечних для людини завдань;
- здатність систем самостійно і автономно приймати рішення.

Зараз в епоху завершення третьої, цифрової революції, що почалася в другій половині минулого століття. Її характерні риси – розвиток інформаційно-комунікаційних технологій, автоматизація та роботизація виробничих процесів.

Характерні риси Індустрії 4.0 – це повністю автоматизовані виробництва, на яких керівництво всіма процесами здійснюється в режимі реального часу з урахуванням мінливих зовнішніх умов. Кіберфізичні системи створюють віртуальні копії об'єктів фізичного світу, контролюють фізичні процеси і приймають децентралізовані рішення. Вони здатні об'єднуватися в одну мережу, взаємодіяти в режимі реального часу, самоналагоджуватися і самонавчатися. Важливу роль відіграють інтернет-технології, що забезпечують комунікації між персоналом та машинами. Підприємства виробляють продукцію відповідно до вимог індивідуального замовника, оптимізуючи собівартість виробництва.

Експерти виділяють чотири базових технології, в результаті впровадження яких очікуються революційні зміни.

1. *Інтернет речей (Internet of Things, IoT)*. У цій технології Інтернет використовується для обміну інформацією не тільки між людьми, але і між різними «речами», тобто машинами, пристроями, датчиками. З одного боку, речі, забезпечені датчиками, можуть, обмінюватися даними і обробляти їх без участі людини. З іншого боку, людина може активно брати участь в цьому процесі, наприклад, коли мова йде про «розумний будинок».

2. Різновидом IoT є *промисловий (індустріальний) Інтернет речей (Industrial Internet of Things, IIoT)*. Саме він відкриває пряму дорогу до створення повністю автоматизованих виробництв. Починається все з того, що ключові компоненти обладнання забезпечуються різними датчиками, виконавчими механізмами і контролерами; зібрані дані обробляються і надсилаються до відповідних служб підприємства, що дозволяє персоналу оперативно приймати обґрунтовані та виважені рішення. Але завдання-максимум полягає в досягненні такого рівня автоматизації підприємства, при якому на всіх ділянках, де це можливо, машини працюють без участі людей. Роль персоналу при цьому зводиться до контролю роботи машин і реагування лише на екстрені ситуації.

3. *Цифрові екосистеми*. Це системи, що складаються з різних фізичних об'єктів, програмних систем і керуючих контролерів, що дозволяють уявити таке утворення як єдине ціле. Фізичні та обчислювальні ресурси в такій екосистемі тісно пов'язані, моніторинг і управління фізичними процесами здійснюється з використанням технологій IIoT. Традиційні інженерні моделі гармонійно співіснують з комп'ютерними.

4. *Аналітика великих даних (Data Driven Decision)* або просто *Великі дані (Big Data)*. Величезні обсяги інформації, що накопичуються в результаті «оцифровування» фізичного світу, можуть бути ефективно оброблені тільки комп'ютерами (в майбутньому, можливо, квантовими), із застосуванням хмарних обчислень і технологій штучного інтелекту. В результаті людина, яка контролює той чи інший процес, ситуацію, обстановку має отримувати оброблені дані, максимально зручні для сприйняття, аналізу і ухвалення рішення.

Складні інформаційні системи, відкриті для використання клієнтами і партнерами (цифрові платформи). Це можуть бути цифрові платформи і системи для управління бізнес-процесами, для інтеграції Інтернету речей в фізичні бізнес-процеси, для аналізу і прогнозування стану обладнання.

Четверта промислова революція, окрім перерахованих вище сфер прискореного розвитку, може також задіяти широке впровадження 3D-друку, друкованої електроніки, застосування розподілених реєстрів (тобто технології блокчейн, яка стала популярною після створення на її основі криптовалюти), використання віртуаль-

ної і доповненої реальності і навіть розробку автономних роботів, які будуть не компонентами автоматизованих ліній, як зараз, а цілком мобільними високоінтелектуальними пристроями, здатними працювати поруч з людьми.

За прогнозами Всесвітнього економічного форуму, більшість технологій четвертої революції стане повсякденністю вже в 2027 році. А це означає, що з'являться не тільки розумні будинки, а й розумні міста, безпілотні автомобілі на вулицях, штучний інтелект в офісах і суперкомп'ютери в кишенях.

Четверта промислова революція (як і попередні) проходить в умовах нерівномірного розвитку світової економіки. Окремі країни перед її початком мали різний стартовий потенціал науково-технологічного розвитку. Фактом є те, що частина країн ще знаходиться на стадії третьої промислової революції, а деякі країни переживають тільки другу. Нерівномірний економічний розвиток зумовлений тим, що інвестиції спрямовуються й накопичуються в певних регіонах світу, які мають переваги географічного положення, запасів ресурсів, якості робочої сили, наявного обсягу капіталів, тощо. Залучення цих ресурсів у поєднанні з новітніми технологіями до системи глобальних економічних процесів перетворюються в найважливіші фактори, що визначають конкурентоспроможність національних економік, стають показником рівня економічної незалежності, добробуту країни та її національного статусу. На сьогодні лише 5 країн світу контролюють майже 80 % світового ринку високих технологій, а частка 7-ми розвинутих країн світу становить понад 80 % виробництва наукомісткої продукції. Внаслідок цього загострюється проблема поляризації багатства, збільшується розрив у доходах між країнами «золотого мільярду», країнами з перехідною економікою та країнами, що розвиваються.

В умовах світової економічної нерівномірності одним із наслідків Четвертої промислової революції стає загострення конкуренції на геополітичному рівні. Це насамперед посилює економічне протистояння серед країн-лідерів за першість у виробництві товарів широкого попиту, а також за контроль шляхів і ринків збуту послуг і товарів. Прикладом такого протистояння є «економічні війни» між США та Китаєм. Країнам, що розвиваються, та ресурсо-орієнтованим країнам, щоб витримати виклики «Індустрії 4.0»

необхідно якнайшвидше взяти курс на перехід до інноваційної економіки. Це в повній мірі стосується й України. «Індустрія 4.0» зумовлює й глобальні трансформації світового ринку праці. В проґрашному становищі опиняються країни «третього світу», які за рахунок дешевої робочої сили протягом останніх десятиліть були місцем розміщення виробничих підприємств. Ця обставина суттєво впливала на зростання національних економік і ВВП. Однак сучасні новітні технології забезпечують такий високий рівень взаємодії автоматизованих виробництв, що чинник дешевої робочої сили втрачає своє колишнє значення.

Процес повернення в США та країни Європи виробництва, виведеного за кордон, отримало назву решорингу. Процесу решорингу сприяє така особливість четвертої промислової революції, як індивідуалізація виробництва товарів масового попиту, коли клієнт визначає особисті вимоги й відповідно до них замовляє продукт. У цьому випадку ключове значення має близькість виробничих потужностей і ретельний контроль за якістю виготовлення замовленої продукції. Одними з найперших країн, які повертають виробництво на власну територію, стали США та Німеччина.

У США цей процес проходить під контролем держави. Так, з 1 вересня 2018 р. розширилися мита на імпортовані товари з Китаю, які раніше не потрапили під них. Збори в 10 % торкнуться імпортованої китайської продукції на загальну суму в 300 млрд доларів [20]. Паралельно йде активне закладання підприємств на території США. Прикладом решорингу є відмова автовиробника Ford від раніше затверджених інвестицій в 1,6 млрд дол. у будівництво нового заводу в Сан-Луїс-Потосі (Мексика) й перенос будівництва в штат Мічиган з інвестиціями в 700 млн дол. і створенням 700 робочих місць [24]. Решоринг спостерігається й в текстильній, взуттєвій галузях, у виробництві одягу та побутової техніки.

На відміну від США решоринг у Німеччині проходить переважно без адміністративного втручання держави, а на основі ринкових механізмів. Лідером є галузь виробництва спортивного взуття. Одним із перших повернув своє виробництво концерн Adidas, який в 2017 р. відновив серійний випуск кросівок у місті Ансбах [2]. На шлях решорингу стали й інші відомі бренди: BSH, Gigaset, Märklin, Rowenta, Steiff. Для країн, які розвиваються, решоринг тягне суттєве скорочення робочих місць, що буде

посилювати проблему зайнятості населення країн, збільшення безробіття та зниження загального рівня життя. Для цих країн безробіття стає проблемою – їхні громадяни у пошуках роботи змушені мігрувати у розвинуті країни, де часто стають джерелом соціальної напруги. Успішне впровадження досягнень четвертої промислової революції призводить й до трансформації внутрішнього ринку праці окремих країн.

Унаслідок комплексного впровадження автоматизації та роботизації виробництва постійно зменшуватиметься загальна доля людської праці. Наприклад, у США за останні 20 років автоматизація автозаводів сприяла зростанню продукції на 53 % на фоні скорочення зайнятості на 28 % [24].

На 46-му Міжнародному форумі в Давосі зазначалося, що до 2020 р. в результаті використання новітніх технологій буде скорочено 5,1 млн робочих місць. Передбачається, що суттєві скорочення очікуються не тільки серед робітників, а й серед адміністративних і офісних робітників [18]. Це загострить проблему безробіття (очікувалося, що до 2020 року – щонайменше 1 млн. традиційних професій чекає на самоліквідацію). Вивільнення працівників потребуватиме вдосконалення системи соціальної державної підтримки та соціальної допомоги, розвитку інституту самозайнятості населення, реформування освіти відповідно до попиту на нові спеціальності й професії.

Крім масової втрати робочих місць стрімкий розвиток новітніх технологій може призвести й до збільшення розриву між доходами в різних сферах зайнятості. Усталеною стає тенденція до зниження попиту на робітників із низьким рівнем освіти та низькою професійною кваліфікацією. Водночас пріоритетного значення на ринку праці поступово надається творчій креативній праці, яка передбачає не тільки оволодіння професійними знаннями та навичками, а й систематичне їх оновлення. Сучасні високотехнологічні галузі потребують не лише освічених, а й ініціативних працівників, готових до здобуття нових компетенцій. Вищевикреслені загальні проблеми та соціальні виклики, пов'язані з четвертою промисловою революцією, вимагають адекватної реакції з боку державних структур окремих країн і вироблення відповідної концепції інноваційного економічного розвитку держав. Складовими цієї концепції мають бути механізми структурної перебудови

національної економіки, модернізації промислового виробництва та інфраструктури; реформування системи освіти; шляхи вирішення проблеми зростання безробіття та пошук принципово нових форм зайнятості; розробка прогресивного податкового закону.

Вплив четвертої промислової революції на бізнес являє собою неминучі зрушення від простого поширення цифрових технологій, характерних для третьої промислової революції, в сторону більш складної форми інновацій, заснованої на поєднанні різних технологій новими способами. Це змушує всі компанії переглядати способи ведення бізнесу, приймаючи різні форми. Для одних компаній захоплення нових областей створення вартості може полягати в розробці нового бізнесу в суміжних сегментах, а для інших це означає знаходження нових центрів створення вартості в існуючих галузях.

З четвертої промислової революції впливають чотири основні наслідки для всіх галузей:

- очікування споживачів змінюються;
- якість продуктів вдосконалюється за рахунок даних, що підвищують продуктивність активів;
- нові партнерства формуються по мірі усвідомлення компаніями важливості нових форм співробітництва;
- операційні моделі трансформуються в нові цифрові моделі.

2.2. Цифрова трансформація бізнесу

На шляху до цифрової трансформації компанії мають розглянути низку питань, починаючи з того, що саме вони прагнуть трансформувати, і закінчуючи тим, які сучасні технології найкраще відповідають їхнім потребам. Також важливо зрозуміти, що цифрова трансформація не може відбуватися окремо від інших процесів. «Процес трансформації не обмежується лише впровадженням технологій, – зазначає Тім Хенлі, керівник міжнародної групи «Делойт» з надання послуг у сфері виробництва промислових товарів і будівництва. – Справжня цифрова трансформація має відігравати головну роль у компанії та охоплювати всі аспекти її діяльності» [7].

Цифрова трансформація не є універсальним рішенням для всіх процесів. «Організації прагнуть досягти балансу між оптимізацією поточних операцій і реалізацією трансформаційних можливостей,

які пропонує Промисловість 4.0, – зазначив Марк Коттелер, виконавчий директор Центру інтегрованих досліджень компанії «Делойт». – Для успішного планування та дій з інвестиціями, цифрову трансформацію має бути враховано в стратегічних перспективах та операційній структурі компанії. Ті, хто найкраще підготуються до Промисловості 4.0, зможуть повною мірою скористатися трансформаційним потенціалом технологій на кожному рівні організації» [7].

Оскільки процес підготовки до Індустрії 4.0 відбувається майже в кожній організації, дослідження виявило чотири основні парадокси:

Стратегічний парадокс. Майже всі респонденти (94 %) зазначили, що цифрова трансформація є першочерговим пріоритетом компаній, тоді як 68 % респондентів і 50 % керівників компаній розглядають цифрову трансформацію як можливість для підвищення прибутковості. Це вказує на те, що респонденти можуть асоціювати поліпшення оперативних показників зі стратегічним зростанням, але вони не обов'язково пов'язують цифрову трансформацію зі зростанням доходів у результаті розробки нових продуктів чи бізнес-моделей. Багато хто розглядає цифрову трансформацію як «захисні» інвестиції, спрямовані на безпеку бізнесу, а не на його розвиток. Поступовий вихід за межі захисних інвестицій може відкрити компаніям нові організаційні можливості та допомогти рухатися шляхом впровадження інновацій.

Інноваційний парадокс. Керівники компаній зазначають, що ініціативи в сфері цифрової трансформації здебільшого зумовлені підвищенням продуктивності та операційними цілями, тобто застосуванням технологій для забезпечення більш ефективного виконання поточних завдань організації. Проте компанії мають розширити власні механізми стимулювання інвестицій, тому що прагнення до інновацій може також забезпечити позитивні показники ефективності інвестицій. Цей аспект набуває все більшого значення, оскільки конкуренти, які розглядають інновації як основний фактор стимулювання інвестицій, можуть випередити інші компанії.

Парадокс ланцюга постачання. Керівники компаній назвали ланцюг постачання найважливішою сферою для майбутніх інвестицій, проте лише 34 % респондентів розглядають ланцюги постачання як фактор стимулювання інновацій. Цікавим є той факт, що

лише 22 % директорів з управління ланцюгами постачання відіграють ключову роль у прийнятті рішень щодо цифрової трансформації. Організації мають переглянути роль директорів з управління ланцюгами постачання та узгодити його функцію зі значно ширшими стратегічними завданнями.

Парадокс персоналу. Загалом респонденти вважають, що їхні компанії мають відповідний персонал для підтримки процесу цифрової трансформації, і лише 15 % учасників опитування зазначили, що їм потрібно кардинально переглянути склад працівників та вимоги щодо професійних навичок. Пошук, навчання та утримання висококваліфікованих фахівців залишається найбільш актуальною організаційною і культурною проблемою для компаній. Цікаво, що результати опитування свідчать про те, що чим більше респонденти застосовують такі трансформаційні технології, тим вищою є ймовірність того, що вони задоволені персоналом, який працює в їхніх організаціях. Ті, хто користується такими технологіями щодня, вважають, що їхні організації використовують відповідний персонал у 92 % робіт. Проте ті, хто практично не використовує цифрові технології, відчують найбільший дефіцит таких фахівців і відсутність належного рівня професійного розвитку (лише 42 % респондентів вважають, що їхні компанії мають потрібних працівників).

Оскільки цифрова трансформація має великий вплив на працівників, компаніям слід навчитися прогнозувати потреби у сфері управління персоналом, інвестувати у розвиток персоналу та залучати працівників до процесу інтеграції цифрових технологій.

Запорукою реалізації потенціалу Четвертої промислової революції є використання інформації від пов'язаних активів для прийняття рішень – процесу, відомого як передача та обмін даними між фізичним світом і комп'ютерними системами. 90 % респондентів відзначили, що їхні компанії збирають дані з фізичного світу, проте набагато менше респондентів повідомляли про можливість аналізувати такі дані та лише приблизно половина опитаних зазначила, що вони можуть опрацьовувати дані в режимі реального часу. Впровадження процесу передачі та обміну даними між фізичним світом і комп'ютерними системами має розглядатися як основна мета організацій, які інвестують у цифрову трансформацію.

Як свідчать результати дослідження, підприємства виробничого, енергетичного, нафтогазового та гірничодобувного секторів розуміють можливості, які несе із собою Індустрія 4.0. Створення більш взаємопов'язаних, оперативних та інтелектуальних процесів дасть компаніям можливість подолати бар'єри та знайти шлях, який дійсно приведе їх у світ Індустрія 4.0.

Цифрова економіка відрізняється від традиційної значним збільшенням кількості торгових операцій. Це забезпечується завдяки зняттю географічних бар'єрів в умовах відкритого мережевого суспільства. Головне багатство такої економіки – це дані.

Глобальна цифровізація призвела до техносоціального ускладнення світу, і як наслідок – до зростання невизначеності та волатильності. Постійні швидкі та важкопередбачувані зміни – основна тенденція поточної миті. Зруйнування законів та правил, що склалися століттями, веде в зону невизначеності, яка не лише лякає, а й надає нові можливості.

У футуристичних міркуваннях про цифрову економіку дослідники та візіонери ретельно аналізують яскраві приклади, яких з кожним днем стає дедалі більше. Проблема в тому, що всі вони складаються в однотипний ряд. Як правило, мова йде про спочатку цифрові компанії, або про стартапи. Може створитися хибне враження, що реальний сектор економіки залишається в стороні – його перехід в цифрову економіку ніяк не зачепить. Зачепить – від цього не втекти.

Цифрова економіка, що нині стрімко розвивається, змінює класичні бізнес-моделі та вимагає від керівництва повної перебудови своїх технологій. Цифрова трансформація відбувається як глобально в економіці, так і на рівні окремих компаній. Вивчення даного процесу є особливо актуальним зараз, так як ми бачимо, що міжнародні корпорації впроваджують нові технології і проводять цифрову трансформацію своїх бізнес-моделей з ціллю збереження лідируючих позицій у своїй галузі за рахунок створення технологічних перепон, здолати які їх конкурентам не вдасться.

Вперше термін «цифрова трансформація» почав вживатися дослідниками наприкінці XX століття, коли цифрові методи вийшли за рамки звичайних технологій і почали суттєво змінювати форму ведення бізнесу. Цифрова трансформація сьогодні є неминучим явищем, що безпосередньо визначає конкурентоспроможність, при

цьому вона чинить як позитивний, так і негативний вплив на бізнес. В найближчому майбутньому переваги в бізнесі отримає той, хто одним із перших зможе підключитися до процесу глобальної цифрової трансформації. Безліч цифрових каналів і засобів зв'язку користувача з компанією дозволяють збирати і вивчати величезну кількість даних про переваги клієнтів.

Мабуть, найпростіше визначення дали аналітики компанії Boston Consulting Group (BCG): «Цифрова трансформація – це максимально повне використання потенціалу цифрових технологій в усіх аспектах бізнесу». Ховард Кінг, експерт по аналізу даних агентства Rufus Leonard, в своєму трактуванні поняття цифрової трансформації трьома основними її драйверами назвав: зміна запитів користувачів, розвиток технологій та посилення конкуренції [27].

Важливість ролі керівництва в процесі цифрової трансформації бізнесу підтверджується сумісним дослідженням показників фінансової ефективності, що проведені компаніями Capgemini Consulting та Sloan School of Management [21]. Як показали результати цього дослідження, не можна просто проігнорувати цифрову трансформацію, оскільки зниження прибутку в цьому випадку порівняно з конкурентами складе 24 % на рік.

Згідно аналізу BCG у впровадженні цифрових технологій на першому місці такі сектори як B2C, роздрібна торгівля, страхування, банківське обслуговування, медіа та телекомунікації.

Але не всі галузі однаково задіяно в процес цифрової трансформації. Наприклад, в металургії, нафтогазовому секторі, електроенергетиці та машинобудуванні цифровізація направлена в основному на внутрішні покращення діяльності компанії і не торкається зовнішнього середовища.

Результати тих компаній, що проводили цифрові перетворення, залежали від супроводження цифрової трансформації бізнесу паралельним удосконаленням менеджменту, тобто напряму пов'язані з проактивним управлінням фірмою її топ-менеджментом. Так, прибуток фірм зростає в середньому на 26 %, якщо використовувати технології та нові методи управління разом. Якщо ж тільки удосконалювати менеджмент, не використовуючи цифрові технології, то прибуток фірм зростає на 9 %. Якщо ж інвестувати лише в технології, забуваючи про зміни в управлінні, прибуток взагалі не зростає, а падає на 11 % (табл. 2.2).

Результати впровадження цифрових технологій на фірмі [28]

Номер варіана	Технології	Нові методи управління	Прибуток
1	–	–	Зниження на 24 % порівняно з конкурентами
2	+	–	Зниження на 11 %
3	–	+	Зростання на 9 %
4	+	+	Зростання на 26 %

Так, наприклад, сталося з компанією Nokia. На початку 2000-х років Nokia займала 41 % ринку. Нині телефон Nokia представляє цінність для колекціонерів, ніж для користувачів. Негативних факторів було декілька, але найголовнішою причиною банкрутства вважають несвоєчасну цифрову трансформацію компанії. У той час як ринок захопили iOS та Android, Nokia продовжила використовувати застарілу платформу Symbian.

Цифрова трансформація дійсно необхідна і здійснювати її треба постійно, в іншому разі ви ризикуєте поповнити негативну статистику McKinsey, яка стверджує, що у 2000-х та 2010-х роках 86 % компаній зникли зі світового ринку, тому що так і не змогли прийняти нові виклики XXI сторіччя.

Виділяють три основних етапи розвитку цифрової трансформації, кожен з яких прив'язаний до певного технологічного прориву.

Перший етап в 1970-х і 80-х роках ознаменований появою інтегральних мікросхем, які скоротили і значно пришвидшили розрахунки. Інженери стали використовувати програми для комп'ютерного проектування, а менеджери змогли відслідковувати запаси матеріалів та товарів в реальному часі.

Другий етап в 1990-х і 2000-х роках призвів до появи взаємозв'язку цифрових процесів. Комп'ютери поєднуються в локальні та глобальні мережі. З'явилися веб-служби, а хмарні сервіси надали загальні обчислювальні ресурси. Саме тут виникає віртуальна економіка взаємопов'язаних машин, програмного забезпечення та процесів, де фізичні дії можуть виконуватися в цифровому вигляді.

Третій етап почався у 2010 році, що характеризується появою дешевих датчиків, які об'єднані в безпроводні мережі, які дають нові можливості в розвитку моніторингових систем. В результаті, за останні сім років став помітний розвиток методів інтелектуальних алгоритмів розпізнавання образів та обробки вербальної інформації.

Четвертий етап розпочався десь у 2015 році. Він ознаменований появою та розвитком штучного інтелекту, який дозволив не тільки аналізувати масиви даних, але і виконувати «людські» функції за допомогою роботів, які можуть навчатися на основі минулого досвіду.

Цей етап повністю належить дизайнерам – творцям нових вражень і можливостей. Продакт-оунери ведуть роботу мікрокоманд і створюють величезну кількість нових рішень на основі даних.

Завдання етапу: постійно взаємодіяти з клієнтом і через систему даних впроваджувати нові рішення і функції для створення стійкої сервісної екосистеми. На цьому етапі розвитку цифрової трансформації не закінчуються, адже трансформація – це процес динамічний, що постійно прискорюється. Помітна тенденція до збільшення «щільності» технологічних проривів з плином часу: якщо у минулому сторіччі між появою нових технологій період складав 7–10 років, то у наш час він вимірюється місяцями. Все це свідчить про те, що цифрова трансформація бізнесу прискорює свій темп та розвивається нелінійно.

Наприкінці 1980-х років лише 1 % інформації у світі зберігався в цифровій формі. А в 2014 році частка досягла 99 %. У 1990 р. послугами Інтернету користувалося лише 0,05 % жителів Землі. У 2016 році це число перевищило половину населення планети. Широкий доступ до Інтернету, розвиток соціальних мереж сприяв тотальному доступу до даних та інформації. Більшість ринків стали віртуальними, бізнес-моделі почали будуватися на ідеях.

Для більш коректного розуміння елементів, що беруть участь у цифровій трансформації, необхідно дати їм коротку характеристику. У табл. 2.3 представлена модель структурування елементів цифрової трансформації бізнесу.

Таблиця 2.3

Модель структурування елементів цифрової трансформації бізнесу [29]

Робота з клієнтами		
1. Більш детальне розуміння клієнтів	2. Збільшення виручки від існуючих клієнтів	3. Пошук нових точок взаємодії з клієнтами
Операційний процес		
4. Автоматизація виробничих процесів	5. Реалізація творчого потенціалу працівників	6. Управління потужністю на основі аналізу Big Data
Бізнес-модель		
7. Точкове запровадження нових технологій	8. Впровадження нових цифрових бізнес-моделей	9. Цифрова глобалізація

Цифрова економіка набирає обертів зі зростанням ринку електронної комерції. Netpeak підрахували, що доля e-commerce у загальному обсязі світової торгівлі виросла з 4 % у 2008 році до 9,3 % у 2016 році [30]. У 2019 році, згідно даних Statista, сумарні доходи e-commerce ритейлу у світі досягли \$ 3,5 трлн., а в 2022 році будуть перевищувати \$ 6,5 трлн. При цьому більша частина припадає на сегмент B2B (від бізнесу до бізнесу). Конференція ООН по торгівлі та розвитку повідомляє, що у 2017 році 88 % угод уклали саме B2B-компанії [31].

Компанії об'єднують дані про закупівлі клієнтів для забезпечення більш персоналізованих продаж та обслуговування клієнтів або навіть пропонують індивідуальні пакети продуктів (табл. 2.4). Наприклад, ритейлер «Сільпо» аналізує покупки клієнтів на основі персональних бонусних карт та пропонує персональні знижки при повторному візиті в магазин.

Таблиця 2.4

Перехід до нових бізнес моделей в умовах цифрової економіки

Бізнес-процес	Класична бізнес-модель	Цифрова бізнес-модель
Стратегічне планування та аналіз даних	Знаходження та аналіз трендів	Виявлення трендів на основі Big Data та машинного навчання
Виробництво	Виробництво продукції	Оптимізація виробництва у відповідності із попитом
Зберігання	Зберігання готової продукції	Оптимізація залишків в режимі реального часу
Транспорт та логістика	Планування, доставка та контроль для ефективної логістики	Контроль доставки в режимі реального часу та прогнозування процесів
Продаж	Розповсюдження продукції через точки продажів	Прямі продажі споживачам

Автоматизація дозволяє компаніям переорієнтуватися на рішення стратегічних задач за рахунок надання великих об'ємів актуальної інформації. Крім того, автоматизація підвищує рівень безпеки на підприємстві за рахунок повного або часткового виключення людського фактору. Дані про клієнтів перетворюються в основний актив цифрових компаній, а доступ до великих їх масивів підвищує оцінку ринкової вартості. Актуальним трендом є розвиток платформ відкритих даних, що стимулює виникнення та розповсюдження інноваційних бізнес-моделей в економіці. У фінансовій сфері втіленням цієї концепції є система Open Banking,

що передбачає надання третім сторонам можливості аналізувати або використовувати дані, інтегрувати різні додатки та сервіси, тим самим підвищуючи якість клієнтського обслуговування.

Розповсюдження технологій Інтернету речей, великих даних, штучного інтелекту та машинного навчання та інших цифрових технологій призвели до розвитку наступних категорій бізнес-моделей:

- цифрові платформи, що забезпечують пряму взаємодію учасників;
- «як сервіс» – сервісні бізнес-моделі, що засновані на використанні ресурсів замість володінні ними (SaaS, IaaS та ін.);
- бізнес-моделі, в основі ціноутворення яких лежить досягнення результатів та ефекту для клієнта, в тому числі на основі споживання комплексних продуктів та послуг;
- краудсорсингові моделі, що базуються на залученні зовнішніх ресурсів для реалізації бізнес-процесів;
- бізнес-моделі, що засновані на монетизації персональних даних клієнтів, коли безкоштовні для користувачів сервіси продають їх дані на інших споживацьких сегментах.

Відмінність новітніх систем управління цієї епохи можна назвати кількісними. Сенсорна революція, що почалася з датчиків RFID, комп'ютерні мережі, збір і накопичення медійних даних та інші технології надали можливість системам управління отримувати практично будь-які відомості про навколишній світ. Даних стало так багато, що їх стали називати Великими.

Компоненти «Індустрії 4.0»:

- елементи Інтернету речей;
- штучний інтелект, машинне навчання та робототехніка;
- хмарні обчислення;
- Big Data (технології збору, обробки та зберігання структурованих та неструктурованих масивів інформації, що характеризується значним обсягом і великою швидкістю змін);
- адитивні технології (технології пошарового створення тривимірних об'єктів на основі їх цифрових моделей («двійників»)), що дозволяє виготовляти вироби складних геометричних форм;
- технології розподіленого реєстру або блокчейн (алгоритми та протоколи децентралізованого зберігання та обробки транзакцій, структурованих у вигляді послідовності пов'язаних блоків без можливості їх подальшої зміни);
- кібербезпека;
- інтеграційна система;

- моделювання;
- доповнена реальність.

З концепцією «Індустрія 4.0» тісно пов'язане поняття «розумне підприємство». Управління такими заводами здійснюється онлайн, що дозволяє централізовано координувати всі процеси і автоматично контролювати їх в режимі реального часу. Згідно цієї концепції люди повинні займатися більш творчими завданнями і генерувати нові ідеї для створення «розумного» виробництва.

Значиму роль в переході до цифрового виробництва відіграє розповсюдження технологій Інтернету речей і використання отриманих с IoT-пристроїв даних для прийняття автоматизованих рішень і оптимізації промислового виробництва. Економічний ефект від запровадження технологій індустриального Інтернету речей у світі може у 2025 році становити \$ 1,2–3,7 трлн [30].

На графіку (рис. 2.1) можна побачити як стрімко зростає кількість пристроїв, підключених до інтернету з роками. Графік є доказом того, що тривалість кожного етапу розвитку цифрових технологій зменшується і розвиток відбувається все більш стрімко.

Технологія «цифрових двійників», що поєднує промисловий Інтернет речей та цифрове моделювання, в розвинутих країнах активно запроваджується на усіх стадіях життєвого циклу продукції – від розробки до експлуатації. Зараз приблизно половина великих промислових компаній у світі використовує цю технологію. Впровадження «цифрових двійників» для моделювання та оцінки різних сценаріїв дозволяє скоротити кількість відмов обладнання в середньому на 30 % [31].

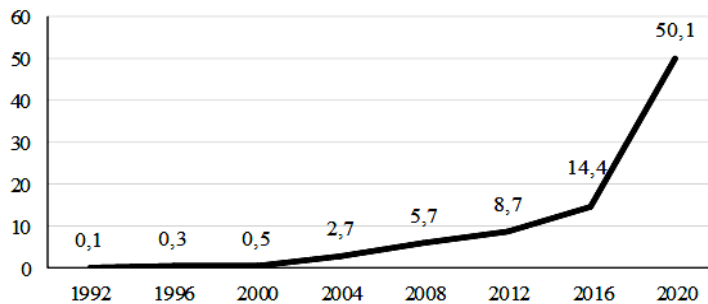


Рис. 2.1. Кількість пристроїв, підключених до мережі Інтернет, млн шт.

Зниження вартості технологічних рішень за останнє десятиріччя стало значним стимулом для широкого проникнення цифрових технологій. Вартість сенсорів, що є одним із найбільш значимих компонентів систем Інтернету речей, демонструвала стабільне зменшення з \$ 0,95 в 2008 році до \$ 0,44 в 2018 році. Вартість промислових роботів також скоротилася вдвоє. Для ряду таких цифрових технологій як штучний інтелект, Big Data значимим драйвером розвитку стає зниження вартості зберігання інформації: в середньому з \$ 0,12 за 1 Гб в 2009 році до \$ 0,028 [32].

Що є якісним стрибком, який повинна зробити цифрова трансформація? Відповідь на найсуттєвішу і небезпечнішу зміну середовища – зміну характеру і умов конкуренції. Повсюдна цифровізація загострює конкуренцію як ніколи раніше. Сьогодні сайти-агрегатори і електронні торговельні майданчики типу eBay, Amazon і AliBaba дають можливість зручно і швидко порівняти мільйони схожих пропозицій по всьому світу і обрати найбільш функціональний та дешевий товар. Розвинута логістика за декілька днів (або навіть годин) робить товари з Китаю та Бразилії такими ж доступними, як товари в магазині біля дому.

Під впливом цифровізації змінився рівень очікувань клієнта і його роль. Сьогодні клієнти порівнюють якість обслуговування банків та традиційних компаній з пропозиціями від ведучих цифрових гігантів, таких як Facebook, Uber і Netflix. Щоб відповідати очікуванням, компаніям доводиться об'єднуватися для створення спільних платформ і формування комплексних пропозицій, об'єднувати свої знання про клієнта, вчитися аналізувати його дані, краще розуміти, прогнозувати поведінку та потреби. В той самий час клієнт перестав бути пасивним об'єктом: сьогодні споживачі мають можливість донести до виробника і до мільйонів інших клієнтів своє враження про придбаний товар або послугу, сприяючи розвитку та розповсюдженню самого товару, або вбиваючи його.

В умовах нової конкуренції всім виробникам необхідно навчитися продавати, але не товари, як це було раніше, а екосистему сервісів, в якій вони функціонують. Для того щоб ці екосистеми дійсно працювали, приносили прибуток виробникам і додавали цінність для споживачів, необхідна цифрова трансформація:

- виробництва;
- способів взаємодії з клієнтами та партнерами;
- товару.

Третя компонента – цифровізований товар – це найбільш очевидний пункт з наведеного вище списку. Будь-який товар можна поліпшити з точки зору цифровізації. Окрім збільшення функціональності виробу, першочергову важливість мають такі аспекти, як збір доступної інформації про інтенсивність і характер використання товару і здатність товару до самодіагностики.

Саме ці дані є найбільш важливими з точки зору побудови екосистеми сервісів, яка і реалізує нові способи взаємодії з клієнтами та партнерами. Ці дані дозволять спочатку аналізувати і розуміти потреби клієнта, а як наслідок – запропонувати йому саме той товар або сервіс, про який він мріє (навіть якщо він ще сам не усвідомив цю потребу).

Для побудови якісної екосистеми важливо домогтися максимальної інтегрованості всіх її компонент і дотримувати найвищий рівень якості взаємодії через усі доступні канали (омнікальність).

В 2016 році Японія поділилася зі світом великим планом суспільних перетворень – концепцією «Суспільство 5.0». І якщо німецька Індустрія 4.0 – це свого роду «розумний бізнес», то Суспільство 5.0 – це «суперрозумне суспільство». Програма направлена на цифровізацію на всіх рівнях японського суспільства і цифрову трансформацію самого суспільства. Важливу роль в розвитку концепції грають інтернет речей, штучний інтелект, VR/AR, Big Data (аналітика). Тим не менш, мова йде не тільки про технології в житті людей. В концепції описані проблеми, з якими стикається Японія (старіння населення, стихійні лиха, забруднення оточуючого середовища), які актуальні і для інших країн.

Ціллю трансформації державного управління є створення цифрової влади. В сфері державного управління розвиваються принципи «гнучкого управління» (*Agile*), яке передбачає постійне використання механізмів зворотного зв'язку протягом усього терміну реалізації заходів та програм. У Великобританії у 2014 році була прийнята цифрова стратегія, що базувалася на концепції «цифровізація за замовчуванням», і створений стандарт надання цифрових послуг. Перехід до цієї концепції, за оцінками влади, дозволяє щорічно зекономити до 1,8 млрд фунтів.

Цифровізація у Європі визначається окремим документом, так званою Digital Agenda for Europe. За останніми даними всі країни ЄС покращили свої цифрові показники. Фінляндія, Швеція,

Нідерланди і Данія набрали найвищі рейтинги в DESI 2019 – індексі цифрової економіки та суспільства – і є одними зі світових лідерів у сфері цифровізації.

Справжньою «цифровою» країною є Естонія. Майже головним елементом цифрової системи, що об'єднує державу та громадянина є цифрова карта, завдяки якій кожен естонець отримує з ноутбука або смартфона доступ до всіх без винятку державних послуг. 99 % державно-адміністративних послуг надаються в Естонії онлайн. Державна програма e-Estonia перевела в онлайн-формат голосування, охорону здоров'я, банкінг і міграційну політику. Економічний ефект від цього колосальний – економія державних витрат обсягом в 2 % від ВВП.

У табл. 2.5 представлений ефект від цифрової трансформації державного управління у вигляді приросту до ВВП для розвинених країн, країн, які розвиваються, та десяти країн-лідерів. Можна побачити, в слабо розвинутих країнах відсоткове співвідношення вище.

Таблиця 2.5

Ефект від цифрової трансформації державного управління

	Прирост до ВВП у 2020 році	Прирост до ВВП щорічно в період 2015–2020 рр.
У розвинених країнах	1,80%	0,25%
У країнах, що розвиваються	3,40%	0,50%
У десяти країн-лідерів	2,30%	0,32%

У світі проходить масштабна цифровізація всіх галузей економіки. Україна ж поки трохи відстає в цьому плані від своїх західних партнерів, хоча і докладає максимум зусиль, щоб бути ближче до передових країн. Саме цифрова економіка є драйвером до поліпшення соціально-економічного життя суспільства. У цьому контексті слід розуміти, чим саме може бути цікава Україна зовнішньому світу і на чому їй слід зосередити свою увагу, щоб досягти бажаного. Зараз відбувається торгова війна між Китаєм і США, де останні почали закривати і переносити свої заводи і потужності з Піднебесної в інші країни. Тому нам слід працювати над власними виробничими потужностями, щоб бути цікавими світу.

Крім цього, не дивлячись на всі інновації, технології та стрімке збільшення населення на планеті, людство ще не зробило ніяких відкриттів в напрямку відмови від споживання природних продуктів.

2.3. Бізнес-модель як елемент цифрової трансформації економіки

Термін «бізнес-модель» є відносно новим, проте інтерес до нього зростає з кожним роком. Дане визначення можна розглядати як сукупність двох окремих термінів «бізнес», що означає ведення діяльності з метою отримання прибутку, а також «модель», що в загальному сенсі розуміється під певним описом об'єкту в абстрактній формі, відмінною від його реального існування. Різні експерти і вчені по-своєму інтерпретують значення цих термінів і однозначного тлумачення у бізнес-моделі не існує. Нижче представлені декілька визначень відомих діячів в галузі вивчення бізнес-моделювання.

Бізнес-модель представляє собою «архітектуру продуктових, сервісних та інформаційних потоків, що включає опис різних учасників бізнесу та їх ролі; опис потенційних вигод для різних учасників бізнесу; опис джерел отримання доходів» [28].

Бізнес-модель складається з чотирьох взаємопов'язаних елементів, які сумісно створюють і доставляють цінність. Елементами є запропонована споживачам цінність, формула отримання прибутку, ключові ресурси, ключові процеси. Бізнес-модель – це сукупність пов'язаних та інтегрованих модулів, що описують і відображають внутрішнє та зовнішнє середовище в компанії в рамках єдиної системи.

Ці терміни можна згрупувати за двома напрямками, які мають безпосереднє відношення до підходу визначення поняття бізнес-модель:

1. Підхід, орієнтований на бізнес-процеси та ролі (направлений на внутрішні процеси підприємства).
2. Підхід, орієнтований на клієнта та створювану цінність (направлений на зовнішнє оточення підприємства).

Якщо у минулому сторіччі робили акцент на виробництві, ефективності внутрішніх бізнес-процесів організації, ефективності персоналу, то вже починаючи з 2000-х років орієнтиром стає клієнт, його цінності, переваги. Ця зміна орієнтирів прослідковується в підходах до визначення поняття бізнес-модель, так як і в самих підходах побудови цих бізнес-моделей.

З наведених визначень сутності бізнес-моделі можна помітити, що набір ознак, які складають зміст цього терміну, може бути

доволі широким. У той же час усі дослідники виділяють ключові елементи бізнес-моделі, які характерні для будь-якого підприємства та визначають її основний зміст:

- цінність для зовнішніх клієнтів, яку пропонує компанія на основі своїх продуктів та послуг;
- система створення цієї цінності, яка включає постачальників та цільових клієнтів, а також ланцюжки створення цінності;
- активи, які підприємство використовує для створення цінності;
- фінансову модель підприємства, що визначає структуру її витрат і способи отримання прибутку.

Бізнес-модель передбачає проектування інфраструктури, необхідної для просування продукту або послуги на ринок так, щоб це було просто і зручно для покупця, і водночас забезпечувало прибуток для фірми. Важливо правильно побудувати інфраструктуру, яка може бути не лише в межах даного підприємства, а й включати співробітництво з іншими фірмами, які тим чи іншим способом доповнюють ланцюжок створення цінності.

Для успіху бізнес-моделі важливо чітко виділити цільових споживачів, для яких важлива саме така цінність товару, яку пропонує підприємство, і технологію роботи з ними, яка охоплює канали постачання товару і управління відносинами з покупцями. Від того, наскільки правильно буде побудовано технологію роботи із споживачами, буде залежати їх лояльність до підприємства та розширення їх кола.

Принципи, покладені в основу побудови бізнес-моделі, мають забезпечувати отримання надприбутку на цільових ринках. Лише тоді можна вважати бізнес-модель успішною. Тому важливо сформувати ефективну технологію управління фінансами – починаючи від обґрунтування структури витрат, які буде нести фірма, працюючи за обраною бізнес-моделлю, і до виявлення усіх джерел доходів (грошових потоків), які будуть формувати загальні доходи.

Бізнес-модель доволі часто ототожнюють із стратегією, помилково підміняючи одне поняття іншим, або включаючи стратегію як один із компонентів до складу бізнес-моделі. Це викликано тим, що бізнес-модель тісно пов'язана із стратегією.

Школа бізнесу Джаджа зацікавилась питанням створення інноваційної бізнес-моделі, яка разом з впровадженням нових техно-

логії буде здатна трансформувати галузь [28]. Вчені провели всебічний аналіз 40 компаній, що запускають нові моделі в різних галузях. У деяких з них вийшло змінити ринок, а інші це не змогли. У результаті дослідження виявили шість загальних рис, що притаманні щасливчикам. Жодна компанія не має всі шість, але чим більше у бізнес-моделі таких ознак, тим вищі її шанси вдосконалити ринок:

1. Персоналізація продуктів та послуг. Нові моделі часто адаптують продукти або послуги до індивідуальних та конкретних вимог клієнтів краще, ніж домінуючі. А відповідати на ці процеси за вигідними цінами компаніям допомагають технології.

2. Замкнутий цикл. У багатьох моделях на зміну лінійному процесу (виготовлення, споживання та ліквідація продукції) приходить замкнутий цикл, що передбачає переробку використаних продуктів. Це скорочує загальні витрати на ресурси.

3. Сумісне використання активів. Деякі інновації капіталізуються на тому, що допомагають використовувати активи сумісно: завдяки Airbnb домовласники здають приміщення туристам, а за допомогою Uber володарі авто заробляють на особистих машинах. Як правило, за підтримки двосторонньої онлайн-площадки власник житла отримує гроші за кімнату, а турист економить на проживанні. Бар'єри входу в бізнес нижчі порівняно з традиційним ринком, адже раніше потрібно було мати активи, а тепер достатньо стати посередником між володарями.

4. Оплата по факту. Ряд моделей передбачає, що клієнт оплачує лише фактично використанні продукти та послуги. Від цього виграє і споживач – оскільки платить лише за отриману цінність, і компанія – тому що така схема приваблює нових клієнтів.

5. Екосистема співпраці. Багато інновацій стають успішними завдяки тому, що нові технології спрощують співпрацю з партнерами за ланцюгом поставок, дозволяючи більш точно управляти ризиками та знижувати витрати.

6. Гнучка і адаптивна організація. В деяких випадках технології дозволяють перейти від традиційних ієрархічних моделей прийняття рішень до нових, які краще враховують специфіку ринку і легко адаптуються до змін. При цьому компанія економить гроші, а клієнт отримує більш вигідні пропозиції.

Успішною буде бізнес-модель, яка базуватиметься на інноваціях – починаючи від ідеї нової споживчої цінності, способу її

відтворення і завершуючи новими підходами до роботи зі споживачами та партнерами для того, щоб генерування доходів від продажу споживчої цінності відбувалося протягом тривалого часу і забезпечило фірмі швидке зростання. Залежно від того, наскільки довго інновації можуть забезпечувати більшу споживчу цінність товару чи послуги фірми порівняно з конкурентами, залежать стійкість бізнес-моделі і темпи зростання підприємства [34].

Є кілька прикладів нових бізнес-моделей. Серед них модель сумісного споживання – це Uber, Airbnb, будь-які краудфандингові платформи, моделі маркетплейс та агрегатор – починаючи від Amazon і Rozetka, закінчуючи Aviasales та Hotlines.

Модель сумісного споживання – це економічна модель інтернет-посередника, заснована на сумісному використанні, обміні, продажі або здачі в оренду продукту або послуги, що надає доступ без отримання прав власності (табл. 2.6).

Таблиця 2.6

Типи бізнес-моделей сумісного споживання

№ з/п	Назва бізнес-моделі	Опис	Приклад
1	Бізнес-модель, що заснована на натовпі та технологіях	Бізнес-модель заснована на наборі критичної маси користувачів і використанні високих технологій, таких як аналіз Big Data. Даний тип найбільш розповсюджений, так як є найвигіднішим для венчурного фінансування	Airbnb – сервіс для здачі будь-якої площі приватної нерухомості в оренду на будь-який термін. Основна монетизація за рахунок комісії
2	Бізнес-модель сумісного споживання	В основі бізнес-моделей лежать недовикористані ресурси, які користувачі використовують сумісно, здають в оренду, міняють. Місія компаній заснована на досягненні соціально-екологічних результатів	BlaBlaCar – сервіс для пошуку попутників. Сервіс бере комісію з попутників, які платять за поїздку водію
3	Бізнес-модель, що заснована на оптимізації бізнес-процесів	Бізнес-моделі не мають на увазі взаємодію між користувачами. Вони оптимізують взаємодію між бізнесом та суспільством	Cargomatic – сервіс агрегування попиту на вантажні перевезення та пропозицію. Мета – знизити логістичні витрати за рахунок завантаженості вантажного транспорту

№ з/п	Назва бізнес-моделі	Опис	Приклад
4	Бізнес-модель сумісного використання простору і часу	Бізнес-моделі даного типу мають на увазі сумісне використання будь-якої інфраструктури для сумісного проведення часу. Ціллю подібної кооперації може бути робота, розваги, навчання. Зазвичай дані бізнес-моделі не мають на увазі використання високих технологій	TalantGarden – технологічна зона для сумісної творчості в сфері цифрових технологій. Забезпечує на своїй території інфраструктуру, навчання та інші компліментарні послуги
5	Бізнес-модель на основі технологій і сумісного управління	Даний тип є найменш розповсюдженим. Він не має на увазі сумісне використання будь-якого ресурса або послуги. Компанії, що використовують даний тип бізнес-моделей, є технологічними посередниками в управлінні активами користувачів	Kiva – сервіс для взаємного кредитування фізичних осіб. Задача сервісу – оптимізувати попит і пропозицію, забезпечити прозорість юридичних операцій і спростити процес взаємного кредитування

Бізнес-модель маркетплейс передбачає продаж товарів та послуг, що не належать володарю сайту. При цьому власником маркетплейса забезпечується трафік і маркетингова підтримка для збільшення продажів компанії, розмістивши інформацію про свій товар у каталозі. Як правило, маркетплейс спеціалізується на певній ніші будь то логістика, організація весіль або торгівля товарами [35].

Монетизація зазвичай відбувається за рахунок комісії у вигляді відсотків від угоди, якщо платформа дає технічну можливість оформлення і оплати замовлення. За такою схемою працюють популярний сервіс бронювання житла Airbnb.com і служба таксі Uber. Можливі інші варіанти монетизації, наприклад, платне розміщення повідомлення в каталозі. Багато маркетплейсів передбачають додаткові послуги за плату – публікація пропозиції на першій сторінці сайту, попадання товару в ТОП в каталозі. Якщо конкуренція на платформі велика, компанії готові платити більше, щоб опинитися на видному місці на сайті.

2.4. Нові технології, що визначають цифрову трансформацію

Не дивлячись на те, що спеціалісти по-різному визначають сутність цифрової трансформації, всі пов'язують цю трансформацію приблизно з одним і тим самим набором технологій. В першу чергу, це так звані «чотири стовпи третьої платформи» – хмара, мобільність, соціальні мережі і «великі дані», а також цілий ряд інших, включаючи SDN/NFV, IoT, 3D-друк, безпілотний транспорт, «цифрових двійників». Очевидно, що для розуміння суті терміну «цифрова трансформація» необхідно коротко зупинитися на описі даних технологій.

Хмарні технології з'явилися як відповідь на запити бізнесу в зменшенні термінів розгортки і масштабування ІТ і відкрили перед бізнесом цілий ряд можливостей. По-перше, модель хмарних сервісів – це можливість «дотягнутися» до нових швидко зростаючих ринків як географічно (можливість надавати сервіси віддаленим клієнтам в тих частинах планети, де є на них попит), так і з позицій більш повного охопту нових сегментів споживачів, таких як малий/середній бізнес, а також з точки зору виходу на нові швидкозростаючі вертикальні ринки.

Хмарна модель також є засобом зменшення ланцюга посередників: замість побудови інфраструктури, необхідності спілкування з десятками постачальників обладнання, інтеграторами і компаніями, що здійснюють підтримку інфраструктури, клієнту необхідно спілкуватися лише з провайдером хмарного сервісу. На практиці, звичайно, хмарних сервісів може виявитися декілька, і може знадобитися інтеграція хмарних сервісів від різних постачальників, але загальна тенденція до скорочення ланцюга постачальників очевидна. В свою чергу власник хмарної платформи, яка надає інструменти самообслуговування, може привести великий пул клієнтів з мінімальними витратами на обслуговування сервісу.

Хмарні технології створили основу для розвитку інших технологій, таких як мобільність, соціальні мережі, «великі дані», які, в свою чергу, призвели до створення компаній з новими бізнес-моделями, таких як Uber, Netflix, Airbnb та інші, – що змінюють правила гри в своїх секторах економіки.

Згідно трактуванню IDC, під терміном «мобільність» (*Mobility*) в контексті третьої платформи слід розуміти сукупність технологій, додатків та рішень, що реалізуються на базі портативних ПК,

телефонів, смартфонів, планшетів за допомогою мобільних додатків, платформ їх розробки, а також систем управління корпоративною мобільністю і сервісів рівня підприємства.

Кількість активних SIM-карт в світі все ж більше, ніж людей на планеті Земля, і людство тепер покладається на безпроводний зв'язок як на фундамент не лише в комунікаціях, але і просто існування в світі. Сучасний користувач смартфона звертається до свого приладу приблизно кожні п'ять хвилин – читає текст, спілкується в соціальних мережах, робить мобільні платежі, керує банківськими рахунками, вирішує робочі задачі за допомогою різних персональних та корпоративних додатків, шукає розташування потрібних об'єктів і так далі.

Мережі першого покоління (1G) з'явилися в кінці 1970-х – початку 1980-х років, були повністю аналоговими та дозволяли здійснювати лише передачу голосу.

У 1990-х з'явилися мережі другого покоління. Ці системи відрізнялися від попереднього покоління тим, що вони перейшли на цифрову передачу замість аналогової, відрізнялися більшою захищеністю та покращеною якістю звуку, меншим споживанням енергії акумулятору.

Стандарти мереж третього покоління (3G) були розроблені і почали впроваджуватися в 1998 році. Мережі 3G засновувалися на використанні більш високих полос частот.

Стандарт 4G дозволив збільшити швидкість мобільної передачі даних, знизити час затримки, що особливо важливе для сегменту B2B, тому з'явилася можливість застосовувати цю технологію для бізнесу, наприклад, в банківських додатках.

Стандарт 5G орієнтований на подальший розвиток концепції розподілу базової станції. Технологія 5G має три основних переваги, які визначають нову сукупність доступних сервісів. Це вдосконалений мобільний широкополосний зв'язок, масивні міжмашинні комунікації та надійний зв'язок з низькою затримкою.

На базі даних технологій будуть реалізовані багаточисельні сервіси, такі як рішення з використанням доповненої реальності, безпілотні автомобілі, сервіси в галузі електронної медицини, тощо.

В завершення можна привести наступний приклад, що показує еволюцію передачі даних за останні два десятиріччя. Для того, щоб скачати відеоролик обсягом 800 Мбайт в 1997 році в мережі GPRS

(при доступній швидкості в 50 Кбіт/с), потрібно було би більше 36 годин, в 2001 році в мережі 3G (на швидкості 384 Кбіт/с) для цього потрібно було би близько 5 годин, в 2009 році в мережі четвертого покоління (на швидкості 150 Мбіт/с) потрібно було б 43 секунди, а в 2020 році в мережі 5G (при швидкості 6400 Мбіт/с) такий відеофрагмент можна скачати всього за одну секунду.

У сучасних сервісах по замовленню таксі, таких як Uber, використовується рішення, яке обробляє величезну кількість замовлень, здійснює оптимізацію маршрутів, відстежує задоволеність клієнтів. Використання прогнозової аналітики на основі Big Data в маркетингу дозволяє оптимізувати бюджети і взаємовідносини з клієнтами, оцінювати успішність рекламних кампаній, визначати цільові групи, використовуючи сотні параметрів, які характеризують покупців. В страхуванні обробка мільйонів транзакцій всіх клієнтів компанії дозволяє виявити риси поведінки шахраїв і уникнути пошкодження.

З одного боку, розвиток Data Science і використання Big Data повинні принести користь усім учасникам ринку, зокрема, консалтинговим аналітичним фірмам. З іншого боку, в довгостроковій перспективі нові інструменти аналітики можуть бути загрозою для консалтингових компаній, якщо їх клієнти адаптуються до нового інструментарію швидше, ніж провайдери ринкової аналітики. Компанії з різних індустрій стають більш орієнтованими на потужні системи аналізу даних (рис. 2.2). Вже сьогодні в деяких компаніях рівень володіння аналітичним інструментом перевищує рівень самих аналітичних компаній.

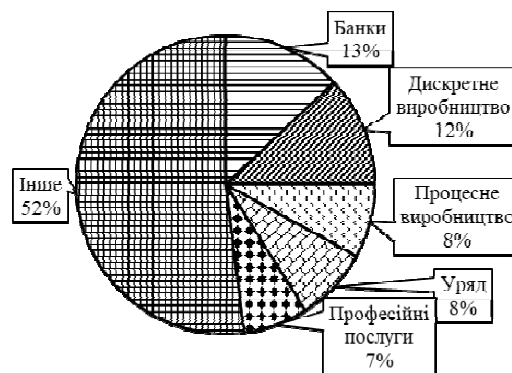


Рис. 2.2. Структура ринку Big Data аналітики у 2019 році [31]

Отже, ринок буде розвиватися в умовах переходу від технологій пошуку інформації до виявлення закономірностей в даних, фокус і крупні інвестиції будуть направлені на аналітику даних в реальному часі; отримають розповсюдження Q&A-системи, буде продовжуватися «консьюмеризація» технологій Big Data, з'являтиметься все більше сервісів «Big Data з хмари», отримає розвиток напрям «Data-as-a-Service». Нестача аналітиків Big Data і IT-спеціалістів буде стимулювати впровадження програмно-апаратних комплексів і рішень «під ключ», при цьому значення консалтингових сервісів при побудові рішень Big Data буде лише зростати.

Згідно визначенню аналітичної компанії Gartner, IoT, «Інтернет речей» – це мережа фізичних об'єктів, які містять вбудовану технологію для комунікацій і сенсори для сприйняття внутрішнього стану цих об'єктів або стану зовнішнього середовища. Крім того, вони мають здатність захоплювати, аналізувати і передавати дані від інших систем.

Говорячи про структуру ринку IoT, корисно звернутися до прогнозних даних McKinsey на 2025 рік (табл. 2.7). Можна бачити, що на першому місці по фінансовим вкладенням знаходиться промислова автоматизація.

Таблиця 2.7

Структура ринку IoT до 2025 року

Об'єкт IoT	Характеристика об'єкту	Песимістична оцінка (\$ млрд)	Оптимістична оцінка (\$ млрд)
Моніторинг фізичного стану людини	Моніторинг фізичного стану, моніторинг і управління, покращення здоров'я громадян	170	1590
Розумний дім	Управління енерговитратами, створення пристроїв розумного будинку	200	350
Роздрібна торгівля	Оптимізація компоновки, автоматизація контролю і оплати товарів, персоналізований маркетинг всередині магазину, автоматизація контролю товарних знаків	410	1160
Офіси	Моніторинг працівників. Використання доповненої реальності для навчання працівників, створення систем безпеки в офісі	70	150

Закінчення табл. 2.7

Об'єкт IoT	Характеристика об'єкту	Песимістична оцінка (\$ млрд)	Оптимістична оцінка (\$ млрд)
Фабрики/ заводи	Автоматизація операційної діяльності, прогностичне технічне обслуговування, автоматизація інвентаризації та техніки безпеки	1210	3700
Виробничі дільниці	Автоматизація операційної діяльності, науково-дослідницька діяльність, автоматизація підтримки ремонту та обладнання	160	930
Транспорт	Технічне обслуговування на основі моніторингу стану автомобіля, індивідуальна страховка на основі моніторингу	210	740
Розумні міста	Суспільна безпека і здоров'я, контроль дорожно-транспортного завантаження, управління ресурсами	930	1660
Віддалені об'єкти	Моніторинг віддалених об'єктів	560	850

За допомогою IoT-рішень реалізується автоматизація операційною діяльністю, управління виробничим обладнанням, моніторинг за станом різного обладнання з ціллю прогнозування його зносу і визначення часу ремонту і відновлення. Часто рішення для промислових підприємств позначають терміном *Industrial Internet of Things* (IIoT). Поняття IIoT охоплює як окремі рішення (автоматизація ланцюгів поставки, моніторинг запасів на складах, планування ремонту обладнання), так і комплексні рішення, які дозволяють з'єднувати в єдину мережу датчики, що контролюють виробничий процес на всіх етапах, і дають можливість істотно оптимізувати виробничий процес і збільшити ефективність підприємства.

На виробничих і будівельних майданчиках IoT-рішення дають можливість вести перевірку роботи різного обладнання – перевіряти споживання пального будівельною технікою, час простою, робочий режим обладнання, відстежувати місце знаходження

обладнання в будь-який момент часу, перевіряти наявність тієї чи іншої техніки на будівельному майданчику. тощо.

Яскравими прикладами нових виробничих технологій на підприємствах є 3D-друк і технології цифрових двійників. 3D-друк відкриває нові можливості перед виробництвом.

Якщо раніше виготовлення деталі складної форми потребувало цілого парку обробляючих станків, то нині для виготовлення такого виробу може бути достатньо 3D-принтеру.

Сьогодні можна створити 3D-модель і направити її у друк, причому відправити модель по інтернету і отримати готовий виріб від провайдера онлайн-сервісу. В основі 3D-друку лежить принцип пошарового створення твердого об'єкту будь-якої форми, з використанням різних технологій і матеріалів. Оскільки виріб отримують шляхом додавання матеріалу, а не видаленням «зайвого», такі методи отримання фізичних об'єктів називають «адитивним» виробництвом. Виріб формується пошарово в 3D-принтері, який для друку використовує дані цифрової моделі об'єкту.

Процес розробки 3D-принтерів продовжується, технологія стає все більш доступною: ціна на такі принтери за останні п'ять років істотно зменшилася. Інструменти тривимірного моделювання дозволяють в лабораторних і домашніх умовах будувати складні моделі для друку різних виробів. Розвиток технології сприятиме створенню різних виробів на замовлення. 3D-друк дозволить зекономити на логістиці та оптимізації складських приміщень, сприятиме представленню більш широкого асортименту товарів. Виникне новий ринок медичних послуг по заміні органів на «надруковані» з власних клітин пацієнта.

На перетині декількох цифрових технологій з'являються нові рішення. Яскравим прикладом є концепція цифрових двійників (*Digital Twins*), яка суміщає технології автоматизованого проектування, моделювання фізичних процесів, хмарних обчислень, інтернету речей, штучного інтелекту, машинного навчання і на-рошує спектр використовуваних цифрових технологій.

Використання цифрових моделей виробничими компаніями для випуску нового виробу відомо давно. В більшості випадків після створення виробу віртуальну модель відправляли в архів. В концепції цифрового двійника віртуальна модель не відкидається після створення матеріального об'єкту, а використовується разом із

фізичним протягом всього життєвого циклу: на етапі тестування, доробки, експлуатації та утилізації. Фізичний об'єкт використовує датчики, які збирають дані про стану об'єкту в реальному часі, ці дані відправляються цифровому двійнику; на базі отриманих даних уточняється цифрова модель, яка, в свою чергу, дає рекомендації по оптимізації режиму експлуатації та обслуговуванню реального об'єкту. Цифрові двійники можна розділити на три типи: цифрові двійники-прототипи, цифрові двійники-екземпляри та агреговані двійники.

Цифровий двійник-прототип описує фізичний об'єкт, прототипом якого він є, і містить інформацію, необхідну для опису і створення фізичної версії об'єкту. Ця інформація включає вимоги до виробництва, анотовану тривимірну модель, специфікацію на матеріали, процеси, послуги та утилізацію.

Двійники-екземпляри описують конкретний фізичний об'єкт, з яким двійник залишається пов'язаним протягом всього терміну служби. Двійник цього типу містить 3D-модель з загальними розмірами і допусками, специфікацію на матеріали, в якій перераховані поточні та минулі компоненти, специфікацію на процеси з перерахуванням операцій, а також результати будь-яких тестів на об'єкті, записи про сервісне обслуговування, включаючи заміну компонентів, операційні показники, результати тестів і змін, отримані від датчиків, поточні та прогнозовані значення параметрів моніторингу.

Запитання для самоперевірки

1. Охарактеризуйте концепцію та принципи четвертої промислової революції.
2. Назвіть характерні риси Індустрії 4.0.
3. Які чотири базові технології впливають на революційні зміни?
4. Що таке цифрова трансформація?
5. Що таке бізнес-модель підприємства?
6. Охарактеризуйте типи бізнес-моделей сумісного споживання.
7. Які нові технології, що визначають цифрову трансформацію?
8. Охарактеризуйте модель цифрової трансформації бізнесу.
9. У чому полягає особливість нових бізнес-моделей цифрової економіки?

Розділ 3

ВПЛИВ ДІДЖІТАЛІЗАЦІЇ НА ЕКОНОМІЧНІ ПРОЦЕСИ

3.1. Складові електронної комерції

Електронна комерція, широко відома як електронна e-commerce, – це торгівля продуктами або послугами за допомогою комп'ютерних мереж, таких як Інтернет. Електронна комерція спирається на такі технології, як мобільна комерція, електронний переказ коштів, управління ланцюгами поставок, Інтернет-маркетинг, обробка онлайн-транзакцій, електронний обмін даними (EDI), системи управління запасами та автоматизовані системи збору даних.

Сучасна електронна комерція, як правило, використовує Всесвітню павутину принаймні в одній частині життєвого циклу транзакції, хоча вона може також використовувати інші технології, такі як електронна пошта. Електронну комерцію можна також визначити як обмін діловою інформацією, підтримку ділових відносин та ведення ділових операцій за допомогою комп'ютерів, підключених до телекомунікаційної мережі.

Електронна комерція включає наступні категорії (рис. 3.1):



Рис. 3.1. Категорії електронної комерції

1. Електронні ринки.

Демонструється асортимент пропозицій, доступних у сегменті ринку, щоб покупець міг порівняти ціни різних пропозицій і прийняти рішення про покупку. Наприклад, система бронювання авіакомпаній.

2. Електронний обмін даними (EDI):

- забезпечує стандартизовану систему кодування торгових операцій;
- забезпечує зв'язок з одного комп'ютера з іншим без необхідності друкованих замовлень та рахунків-фактур, затримок та помилок у роботі з папером;
- використовується організаціями, які роблять великий перелік регулярних операцій.

Наприклад, EDI використовується у великих ринкових ланцюгах для здійснення операцій з їх постачальниками.

3. Інтернет-торгівля:

- застосовується для реклами та продажу широкого спектру товарів та послуг;
- призначена як для бізнесу, так і для споживачів.

Наприклад, купівля товарів, які потім доставляються поштою, або бронювання квитків, які можуть забрати клієнти, коли вони прибувають.

Переваги електронної комерції:

- можливість здійснювати купівлю та продаж різноманітних товарів та послуг з дому у будь-якому місці, у будь-який час;
- можливість шукати найнижчу вартість для конкретних товарів чи послуг;
- бізнес може звернутися до клієнтів у всьому світі – налагодити ділове партнерство;
- знижена вартість обробки замовлення;
- електронний переказ коштів відбувається швидше;
- відправлення ланцюгами поставок простіше, швидше та дешевше за допомогою електронної комерції;
- можна замовляти у кількох постачальників та контролювати витрати;
- графік виробництва та інвентаризацію організації може перевіряти постачальник, щоб, в свою чергу, планувати власну роботу.

Недоліки електронної комерції:

- електронний обмін даними за допомогою EDI є дорогим для малого бізнесу;
- рівень безпеки Інтернету не завжди є задовільним – віруси, хакерські атаки можуть паралізувати електронну комерцію;

- конфіденційність електронних транзакцій не гарантується;
- електронна комерція деперсоналізує покупки.

Загрози електронної комерції:

- хакери, які можуть викрасти інформацію про клієнта або порушити роботу сайту;
- сервер, що містить інформацію про клієнта, може бути викрадений;
- зловмисники можуть підміняти реальний веб-сайт електронної комерції, щоб викрасти гроші клієнтів;
- уповноважені адміністратори та користувачі веб-сайту електронної комерції завантажують прихований активний вміст, який атакує систему електронної комерції;
- незадоволений працівник, що порушує систему електронної комерції.

Також слід аналізувати, звідки можуть походити потенційні загрози для веб-сайту електронної комерції, оскільки виявлення потенційних загроз допомагає попереджати загрози та захищати веб-сайт:

- хто може захотіти отримати доступ до веб-сайту електронної комерції, щоб спричинити зрив або викрасти дані;
- наприклад конкуренти, колишні співробітники тощо;
- яким рівнем знань може володіти потенційний хакер;
- для невеликих компаній, які навряд чи можна вважати мішенню для хакерів, складна безпека може не знадобитися.

Особливості електронної комерції:

Розповсюдженість. Інтернет та веб-технології – це ринок, який виходить за рамки традиційного, та доступний скрізь: на роботі, вдома та за межами. Зручність для клієнта покращується, а витрати на покупки зменшуються.

Глобальне охоплення. Технології, що використовуються в електронній комерції, дозволяють легко переходити через культурні та національні кордони. Ринковий простір охоплює потенційно мільярди споживачів та мільйони підприємств по всьому світу.

Універсальні стандарти. Існує один набір технічних стандартів та технологій, а саме Інтернет по всьому світу.

Інтерактивність. Споживачі беруть участь у діалозі. Проводиться активна взаємодія бізнесу з користувачем. Це робить споживача співучасником у процесі доставки товарів на ринок.

Щільність інформації. Сучасні технології дозволяють зменшити витрати на обробку, зберігання та передачу інформації, при цьому підвищується якість та рівень безпеки. Витрати на зв'язок різко падають, тоді як точність та своєчасність значно покращуються. Інформація стає повною, дешевою та точною.

Персоналізація. Персоналізація маркетингових повідомлень та технологій дозволяє надсилати персоналізовані повідомлення щодо налаштування продуктів та послуг як окремим особам, так і групам, виходячи з індивідуальних особливостей.

3.2. Бізнес-моделі електронної комерції

Як правило виділяють 4 типи бізнес-моделей, заснованих на стороні транзакції:

1. *Від бізнесу до споживача (B2C).* У середовищі електронної комерції від бізнесу до споживача компанії продають свої товари в Інтернеті клієнтам, які є кінцевими споживачами їх товарів або послуг (рис. 3.2). Зазвичай веб-магазини електронної комерції B2C мають відкритий доступ для будь-якого відвідувача – особі не потрібно входити в систему, щоб зробити будь-який запит, пов'язаний з товаром.

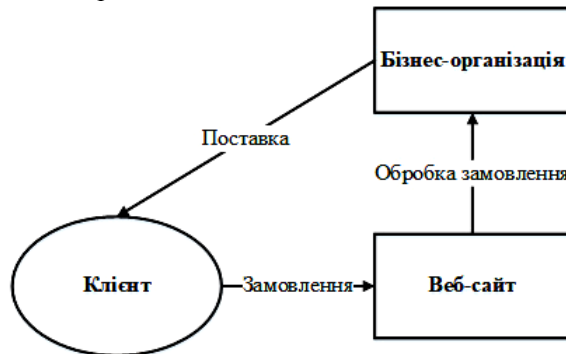


Рис. 3.2. Схема організації моделі B2C

2. *Бізнес для бізнесу (B2B).* В середовищі електронної комерції Business-to-Business компанії продають свої товари в Інтернеті іншим компаніям, не займаючись продажом споживачам (рис. 3.3). У більшості середовищ електронної комерції B2B для входу в

Інтернет-магазин потрібно буде увійти в систему. Інтернет-магазин B2B, як правило, містить ціноутворення для конкретного клієнта, асортименти для клієнтів та знижки.

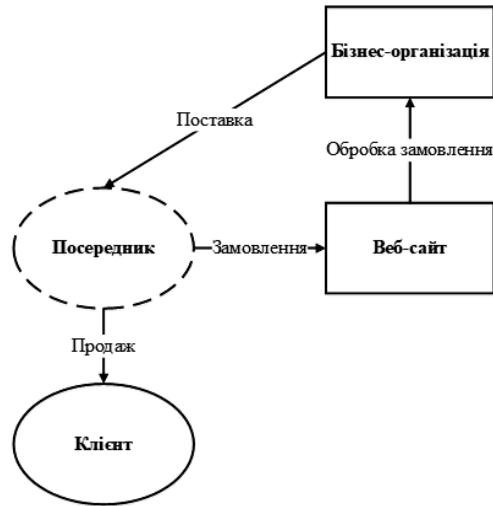


Рис. 3.3. Схема організації моделі B2B

Споживач для бізнесу (C2B). В середовищі електронної комерції від споживачів до бізнесу споживачі зазвичай розміщують свої товари чи послуги в Інтернеті, де компанії можуть розміщувати свої заявки. Споживач переглядає заявки та вибирає компанію, яка відповідає (рис. 3.4) його ціновим очікуванням.

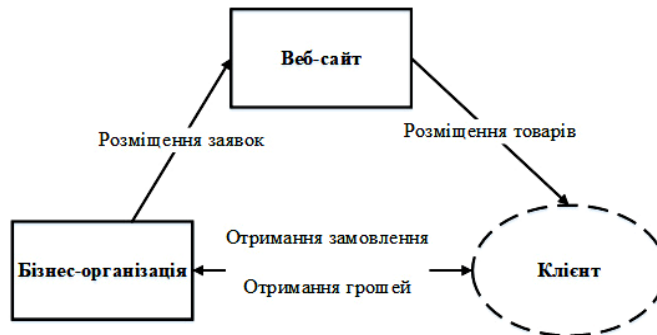


Рис. 3.4. Схема організації моделі C2B

Споживач-споживач (C2C). В середовищі електронної комерції від споживача до споживача споживачі продають свої товари в Інтернеті іншим споживачам (рис. 3.5). Відомий приклад – eBay.



Рис. 3.5. Схема організації моделі C2C

3.3. Спільна розробка цифрових продуктів

Інтернет – це глобальна мережа комп’ютерів, яка дозволяє людям надсилати електронну пошту, переглядати веб-сайти, завантажувати файли, такі як mp3 та зображення, спілкуватися в чаті, розміщувати повідомлення на групах новин та форумах тощо. Інтернет був створений Агентством перспективних дослідницьких проєктів (ARPA) уряду США в 1960-х роках і вперше був відомий як ARPANet. На цьому етапі перші комп’ютери Інтернету були в академічних та державних установах і в основному використовувались для доступу до файлів та надсилання електронних листів. З 1983 року Інтернет почав формуватися із введенням протоколу зв’язку TCP/IP до ARPANet.

Електронна пошта зараз є важливим інструментом спілкування в бізнесі. Він також відмінно підходить для зв’язку з родиною та друзями. Перевага електронної пошти полягає в тому, що вона є безкоштовною (безкоштовно за користування) у порівнянні з телефонними, факсовими та поштовими послугами.

В Інтернеті доступна величезна кількість інформації майже про кожну відому людині тему, починаючи від державного законодавства та послуг, ярмарків та конференцій, ринкової інформації, нових ідей та технічної підтримки.

Зараз в Інтернеті пропонується багато послуг, таких як Інтернет-банкінг, пошук роботи та подання заявок, бронювання готелів. Часто ці послуги недоступні в режимі офлайн або коштують дорожче. Компанії доступні для своїх клієнтів 24 години на добу, 7 днів на тиждень. Коли клієнт потребує інформації про будь-яку компанію, товари чи послуги, він може отримати доступ до веб-сторінки компанії. Без витрат на прямий продаж потенційні клієнти можуть отримати детальну інформацію про товари чи послуги в будь-який час. Вони можуть легко замовити товари через Інтернет або попросити надіслати їм додаткову інформацію через форму запиту на веб-сторінці.

Цифрова конвергенція означає зближення чотирьох галузей в один конгломерат, ITTCE (*Information Technology Technician*) – інформаційні технології, телекомунікації, побутова електроніка та розваги. Раніше окремі технології тепер можуть обмінюватися ресурсами та взаємодіяти між собою синергетично. Конвергенція телекомунікацій, конвергенція мережі або просто конвергенція – це широкі терміни, що використовуються для опису нових телекомунікаційних технологій та архітектури мережі, що використовується для міграції декількох послуг зв'язку в єдину мережу. Конвергенція в цьому випадку визначається як взаємозв'язок обчислювальних та інших інформаційних технологій, медіа-контенту та комунікаційних мереж, що виникла в результаті еволюції та популяризації Інтернету, а також діяльності, продуктів та послуг, що з'явилися в цифровому медіапросторі.

Конвергентні послуги, такі як VoIP, IPTV, мобільне телебачення, Smart TV та інші, як правило, замінюють старі технології і, отже, можуть знищити сталі ринки. Конвергенція на основі ІС неминуча і призведе до нових послуг та нового попиту на ринку.

Конвергентні рішення включають як фіксовану, так і мобільну технологію. Приклади конвергентних послуг включають:

- використання Інтернету для голосової телефонії;
- конвергенція фіксованого мобільного зв'язку;
- конвергенція між мобільними пристроями;
- послуги, що базуються на розташуванні;
- комплексні продукти та комплекти.

Конвергентні технології можуть інтегрувати фіксовану лінію з мобільною, щоб забезпечити конвергентні рішення.

До конвергентних технологій належать: IPTV; голос через IP; підсистема мультимедійних IP; протокол ініціювання сесії; безперервність голосового дзвінка; цифрове відеомовлення.

Спільна розробка продуктів (CPD) – це бізнес-стратегія, робочий процес та колекція програмних додатків, що полегшує різним організаціям спільну роботу над розробкою продукту. Він також відомий як спільне управління визначенням продукту.

Спільна розробка продуктів допомагає окремим користувачам та компаніям управляти, обмінюватися та переглядати проекти без витрат та складності придбання цілого рішення. CPD поставляється у формі «Програмне забезпечення як послуга», яка забезпечує швидкі ітерації та незначне завантаження. Яка саме технологія потрапляє під цю назву, різниться залежно від того, хто саме проводить аналіз; однак, як правило, складається з управління життєвим циклом продукту (*Product Lifecycle Management, PLM*); управління даними продукту (*Product Data Management, PDM*); візуалізації товару; інструментів спільної роботи та проведення конференцій та програмне забезпечення постачальників.

Загальне програмне забезпечення для спільної роботи, таке як електронна пошта та чат (обмін миттєвими повідомленнями), використовується в процесі CPD. Важливою технологією є спільне використання додатків та робочого столу, що дозволяє одній людині переглядати те, що робить інша людина на віддаленій машині. Для CAD (систем автоматизованого проектування) і продукту візуалізації Apps – продукт, який підтримує OpenGL (відкрита графічна бібліотека) потрібна графіка. Іншим поширеним додатком є обмін даними через веб-портали.

Співпраця з використанням PLM інструментів вимагає технології, яка підтримує потреби різних категорій:

- 1) люди: персонал різних рівнів кваліфікації;
- 2) організації: організації на всьому підприємстві або розширеному підприємстві з різними правилами, процесами та цілями;
- 3) дані: дані з різних джерел у різних форматах.

Для підтримки співпраці через ці межі потрібні відповідні технології.

Ефективна співпраця з PLM, як правило, вимагає участі людей, які не мають навичок високого рівня. Для цього потрібні вдосконалені користувацькі інтерфейси, зокрема індивідуальні ко-

ристувальні інтерфейси, які можуть бути адаптовані до рівня кваліфікації та спеціальності користувача.

Покращені можливості візуалізації, особливо ті, що забезпечують значущий погляд на складну інформацію збільшують цінність усіх учасників процесу співпраці. Співпраця вимагає, щоб компанії, постачальники та клієнти обмінювались інформацією в безпечному середовищі, забезпечували відповідність корпоративним і регуляторним правилам та забезпечували виконання правил управління процесами як громади, так і окремих організацій.

Найбільш базовою інформацією, необхідною для співпраці, є можливість роботи в середовищі MultiCAD. Це, однак, лише початок. Моделі з декількох джерел повинні бути зібрані в активний цифровий макет, дозволяючи робити зміни у контексті.

Система управління вмістом (Content Management System, CMS) – це комп'ютерна програма, яка дозволяє публікувати, редагувати та модифікувати вміст, організовувати, видаляти, а також підтримувати з центрального інтерфейсу. Такі системи управління вмістом забезпечують процедури управління робочим процесом у спільному середовищі.

CMS часто використовуються для запуску веб-сайтів, що містять блоги, новини та покупки. Багато корпоративних та маркетингових веб-сайтів використовують системи управління вмістом. CMS, як правило, спрямовані на те, щоб уникнути необхідності ручного кодування, але можуть підтримувати його для певних елементів або цілих сторінок.

Основні особливості CMS:

- Функція та використання систем управління вмістом полягає у зберіганні та впорядкуванні файлів і забезпеченні доступу до даних, що контролюється версіями. Функції CMS дуже різняться. Прості системи демонструють кілька функцій, тоді як інші версії, зокрема корпоративні системи, пропонують більш складні та потужні функції. Більшість систем управління вмістом включають веб-публікацію, управління форматом, контроль редагування (контроль версій), індексацію та пошук. Система управління вмістом збільшує номер версії, коли нові оновлення додаються до вже існуючого файлу. Деякі системи управління вмістом також підтримують поділ вмісту та представлення.

- Система управління вмістом може служити центральним сховищем, що містить документи, фільми, фотографії, номери

телефонів, наукові дані. Системи управління вмістом можуть використовуватися для зберігання, контролю, перегляду, семантичного збагачення та публікації документації.

Система управління вмістом має два елементи:

- програма управління вмістом (CMA) – це інтерфейс користувача, який дозволяє йому, навіть маючи обмежений досвід, додавати, модифікувати та видаляти вміст з веб-сайту без втручання веб-майстра;

- додаток вмісту (CDA) збирає цю інформацію та оновлює веб-сайт.

Веб-трафік – це обсяг даних, що надсилаються та отримуються відвідувачами веб-сайту.

Веб-трафік вимірюється, щоб побачити його популярність та окремих сторінок або розділів на веб-сайті. Це можна зробити, переглянувши статистику трафіку, знайдену у файлі журналу веб-сервера, автоматично сформованому списку всіх обслуговуваних сторінок. Звернення генерується, коли подається будь-який файл.

Під час моніторингу веб-трафіку часто збираються такі типи інформації:

- кількість відвідувачів;
- середня кількість переглядів сторінки на одного відвідувача – велика кількість означає, що середньостатистичні відвідувачі заглиблюються всередину сайту, можливо тому, що їм це подобається або є корисним;
- середня тривалість відвідування – загальна тривалість відвідування користувача. Як правило, чим більше часу витрачається, тим більше зацікавленість та схильність до контактів;
- середня тривалість сторінки – як довго переглядається сторінка. Чим більше сторінок переглянуто, тим краще для вашої компанії;
- класи доменів – усі рівні інформації про IP-адресацію, необхідні для доставки веб-сторінок та вмісту;
- зайняті години – найпопулярніший час перегляду сайту показує, коли найкращий час для проведення рекламних кампаній, а коли є найбільш ідеальним для проведення технічного обслуговування;
- найбільш запитувані вхідні сторінки – вхідна сторінка – це перша сторінка, яку відвідувач переглядає, і показує, які саме сторінки приваблюють відвідувачів;

- найпопулярніші сторінки – найпопулярніші сторінки серед відвідувачів ресурсу;
- найбільш запитувані вихідні сторінки – найбільш запитувані вихідні сторінки можуть допомогти знайти погані сторінки, пошкоджені посилання або вихідні сторінки можуть мати популярне зовнішнє посилання;
- найкращі шляхи – шлях – це послідовність сторінок, які відвідувачі переглядають від входу до виходу, причому верхні шляхи визначають шлях, який більшість клієнтів проходить через сайт;
- рекомандатори – хост може відстежувати джерело посилання та визначити, які сайти генерують найбільший трафік для певної сторінки.

Контент-маркетинг – будь-який маркетинг, який передбачає створення і обмін медіа, публікацію контенту з метою залучення та утримання клієнтів. Це стратегічний маркетинговий підхід, орієнтований на створення і розповсюдження цінного, актуального та послідовного контенту для залучення та утримання чітко визначеної аудиторії для стимулювання вигідних дій клієнтів. В основному контент-маркетинг – мистецтво спілкуватися зі своїми клієнтами та потенційними клієнтами без продажу. Це маркетинг без перерв.

Колл-центр – централізований офіс, який використовується для прийому або передачі великого обсягу запитів по телефону.

Центр вхідних викликів управляється компанією для управління вхідною підтримкою товару або інформаційними запитами від споживачів. Вихідні колл-центри працюють для телемаркетингу, отримання благодійних або політичних пожертв, збору боргу та дослідження ринку.

Контакт-центр – це місце для централізованої роботи з окремими зв'язками, включаючи листи, факси, програмне забезпечення підтримки в реальному часі, соціальні мережі, миттєві повідомлення та електронну пошту.

Колл-центр має відкритий робочий простір для агентів колл-центру, з робочими станціями, які включають комп'ютер для кожного агента, телефонний апарат/гарнітуру, підключену до телекомунікаційного комутатора, та одну або кілька контрольних станцій. Він може бути незалежно керований або з'єднаний з додатковими центрами, часто пов'язаними з корпоративною

комп'ютерною мережею, яка включає мейнфрейми, мікро-комп'ютери та локальні мережі.

Контакт-центр – центральний пункт, з якого здійснюється управління всіма контактами клієнтів. Через контактні центри цінна інформація про компанію передається відповідним людям, контакти відстежуються та збираються дані. Як правило, це частина управління відносинами з клієнтами компанії.

3.4. Цифровізація процесу управління ланцюгами поставок

Управління ланцюгами поставок це процес планування, впровадження та контролю функціонування ланцюга поставок з метою якомога ефективнішого задоволення вимог замовника. Управління ланцюгами поставок охоплює всі переміщення та зберігання сировини, виробничих запасів та готової продукції від пункту походження до місця споживання.

Управління ланцюгами поставок має вирішувати такі проблеми:

- конфігурація розподільчої мережі: кількість та місцезнаходження постачальників, виробничих потужностей, розподільчих центрів, складів та споживачів;
- стратегія розподілу: централізоване та децентралізоване, пряме відвантаження, перехресний док (*cross-docking*), стратегія витягування або натискання, логістика третіх сторін;
- інформація: інтеграція систем та процесів через ланцюг постачання для обміну цінною інформацією, включаючи сигнали попиту, прогнози, запаси та транспортування;
- управління запасами: кількість та місцезнаходження запасів, включаючи сировину, виробничий процес та готову продукцію;
- в електронній комерції управління ланцюгами поставок має такі особливості;
- здатність отримувати сировину або готову продукцію з будь-якої точки світу;
- централізована глобальна стратегія ведення бізнесу та управління з бездоганним локальним виконанням, он-лайн розподілена в реальному часі обробка інформації на робочому столі, що забезпечує загальну видимість інформації про ланцюг поставок;
- здатність керувати інформацією не тільки всередині компанії, але й у різних галузях та на підприємствах;

- безшовна інтеграція всіх процесів і вимірювань ланцюга поставок, включаючи сторонніх постачальників, інформаційні системи, стандарти обліку витрат та системи вимірювання. розробка та впровадження моделей бухгалтерського обліку, таких як калькуляція витрат на основі діяльності, яка пов'язує вартість із ефективністю, використовується як інструмент для визначення витрат скорочення;

- переконфігурація організації ланцюга поставок у високо-ефективні команди, що йдуть від цеху до вищого керівництва.

Розглянемо основні компоненти управління ланцюгами поставок.

План. Це стратегічна частина. Потрібна стратегія управління всіма ресурсами, які спрямовуються на задоволення попиту споживачів на товар або послугу. Важливим елементом планування є розробка набору показників для моніторингу ланцюга поставок, щоб він був ефективним, дешевшим та забезпечував високу якість та цінність для споживачів.

Джерело. Також необхідно обрати постачальників, які доставлять товари та послуги, необхідні для створення товару. Розробити набір процесів ціноутворення, доставки та оплати з постачальниками та створити метрики для моніторингу та поліпшення відносин. І скласти процеси управління запасами товарів та послуг, які отримуються від постачальників, включаючи отримання відправлень, їх перевірку, передачу на виробничі потужності та санкціонування платежів постачальника.

Виробництво. Необхідно скласти графік заходів, необхідних для виробництва, випробування, пакування та підготовки до доставки. Вимірюючи рівні якості, обсяги виробництва та продуктивність праці робітників як найбільш метричну частину ланцюга поставок.

Доставка. Координувати отримання замовлень від клієнтів, розвиток мережі складських приміщень, вибір перевізників для доставки продукції споживачам та налаштування системи виставлення рахунків для отримання платежів.

Повернення. Проблемна частина ланцюга поставок. Створення мережі для отримання дефектних та надлишкових товарів назад від клієнтів та підтримки клієнтів, які мають проблеми з поставленою продукцією.

Ефективність ланцюга поставок оцінюється тим, як він зменшує або збільшує вартість. Моніторинг ефективності SCM є важливим;

у багатьох галузях промисловості ланцюг поставок становить приблизно 75 % витрат операційного бюджету. При оцінці ефективності використовуються три загальні показники ефективності:

- ефективність, що базується на мінімізації витрат за рахунок зменшення інвестицій в запаси або вартості відносно вартості проданих товарів. Отже, ефективною фірмою є та, що має більший оборот запасів;

- швидкість реагування базується на скороченні як витрат на запаси, так і пропущених продажах, що забезпечується більш швидким, гнучким ланцюгом поставок. Ефективною є фірма, що реагує, добре володіє непевними ринковими умовами, оскільки вона може швидко скорегувати виробництво відповідно до попиту;

- ефективність ланцюга поставок пов'язана з вартістю для споживача. Ланцюги поставок, орієнтовані на ефективність, називаються «ланцюгами цінності», оскільки вони більше зосереджені на створенні вартості для споживача, ніж на зменшенні витрат та підвищенні продуктивності. Вивчення впливу Інтернету та електронної комерції на ланцюг постачання означає вивчення впливу Інтернету на ефективність, швидкість реагування, результативність та загальну ефективність ланцюга поставок.

Переваги інтегрованого ланцюга поставок Інтернет – електронна комерція:

- *швидкість*. Конкурентна перевага набуває тих фірм, які можуть швидко реагувати на мінливі ринкові умови. Оскільки Інтернет дозволяє майже миттєво передавати інформацію між різними ланками ланцюга поставок, він ідеально підходить, щоб допомогти фірмам йти в ногу зі своїм середовищем. Багато підприємств ставлять пріоритет на інформацію в режимі реального часу щодо стану замовлень та виробництва від інших учасників ланцюга поставок.

- зниження витрат. Електронні закупівлі на основі Інтернету допомагають зменшити витрати, зменшуючи використання паперу та робочої сили, зменшуючи помилки, забезпечуючи краще відстеження замовлень на поставку та доставку товарів, впорядкування процесів замовлення та скорочення часу циклу придбання.

- *гнучкість*. Інтернет дозволяє використовувати користувацькі інтерфейси між компанією та клієнтами, допомагаючи економічно ефективно встановити масові налаштування. Виробник

може легко створити власний шаблон або веб-сайт для колеги-члена ланцюга поставок за попередньо узгодженими цінами на різні товари, перелічені на сайті, роблячи повторне замовлення лише за допомогою клацання миші. Інформація щодо цієї операції може бути надіслана через Інтернет до виробничого приміщення фірми-продавця, відділу закупівель та бухгалтерії фірми-покупця. Точність та надійність інформації вища за традиційні паперові операції, скорочується час та витрати персоналу, а розповсюдження відповідної інформації в реальному часі серед зацікавлених сторін покращує реагування. Ці переваги можуть принести користь обом фірмам, які беруть участь в угоді.

– *скорочення ланцюга поставок*. Персональні комп'ютери Dell стали класичним прикладом потужності Інтернету в ланцюгу поставок. Dell допомогла створити одну з перших мереж постачання з повною підтримкою Інтернету та зробила революцію в галузі персональних комп'ютерів, продаючи безпосередньо бізнесу та споживачам, а не через роздрібну торгівлю та посередників. У середині 1996 року компанія Dell дозволила споживачам налаштовувати та замовляти комп'ютери в Інтернеті. До 1998 р. компанія зафіксувала близько 1 млрд. доларів у «чистих» замовленнях в Інтернеті. Знижуючи витрати на збут та залучаючи клієнтів, які витрачають більше на транзакцію, компанія Dell підрахувала, що це дає на 30 % більший прибуток від продажів в Інтернеті порівняно з телефонними продажами.

Недоліки інтегрованого ланцюжка поставок в електронну комерцію:

– *підвищена взаємозалежність*. Посилення комерціалізації, посилення конкуренції та зменшення норми прибутку змушують компанії збільшувати аутсорсинг та субпідряд для мінімізації витрат. Зосереджуючись на своїх основних компетенціях, фірма повинна мати можливість максимізувати свою економію від масштабу та свою конкурентоспроможність. Однак така стратегія вимагає більшої залежності та обміну інформацією між членами ланцюга поставок. Підвищена залежність від різних учасників ланцюга поставок може мати згубні наслідки, якщо ці члени ланцюга поставок не в змозі виконувати покладені на них функції.

– *витрати на впровадження*. Впровадження повністю інтегрованого ланцюжка поставок на основі Інтернету є дорогим. Ці

витрати включають вартість обладнання, вартість програмного забезпечення, вартість реорганізації та навчання. Хоча Інтернет надає багато переваг, коли він повністю інтегрований у ланцюг поставок, для повного розгортання потрібні значні інвестиції.

— *не відстаючи від зміни очікувань*. Очікування зростають, оскільки використання Інтернету стало частиною повсякденного життя. Коли клієнти надсилають замовлення в електронному вигляді, вони розраховують отримати швидке підтвердження та доставку або відмову, якщо замовлення неможливо виконати. Все частіше цим та іншими способами споживачі диктують умови постачальникам. Впровадження Інтернет-ланцюгів поставок робить можливим перехід до виробничої стратегії, що замінює традиційну стратегію «штовхання», яка є стандартом у більшості галузей.

Запитання для самоперевірки

1. Поняття та сучасна сфера застосування електронної комерції.
2. Які категорії включає електронна комерція?
3. Переваги та недоліки електронної комерції.
4. Загрози електронної комерції.
5. Особливості впровадження електронної комерції у цифровій економіці.
6. Основні бізнес-моделі електронної комерції та їх характеристики.
7. Електронне врядування.
8. Контент-маркетинг як елемент електронної комерції.
9. Компоненти управління ланцюгами поставок в електронній комерції.
10. Вимірювання ефективності ланцюга поставок в електронній комерції.
11. Переваги інтегрованого ланцюга поставок в електронній комерції.

Розділ 4

МАРКЕТИНГОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ

4.1. Сутність цифрового маркетингу

Активізація процесів діджиталізації у сучасних умовах пояснюється інтенсивним запровадженням досягнень передової наукової думки, що призводить до соціально-економічних трансформацій на національному та глобальному рівнях. Різний ступінь розвитку країн та окремих видів економічної діяльності корелює з інтенсивністю запровадження інноваційних технологій. Для забезпечення високого рівня конкурентоспроможності у глобальному економічному середовищі національні органи державного управління розробляють відповідні стратегії розвитку та впровадження передових технологій. Головною метою впровадження відповідних стратегій є забезпечення у довгостроковій перспективі сталого економічного зростання та посилення конкурентних позицій окремої держави у глобальному економічному середовищі. Передбачається не лише розробка відповідних нормативно-правових актів, але й забезпечення в реальній економічній системі умов для впровадження інноваційних підходів та технологій.

Процеси діджиталізації призводять до активного використання компаніями та різноманітними верствами населення у багатьох країнах світу цифрових технологій, що передбачають використання сучасного обладнання. Активний розвиток сфери маркетингу в умовах конкуренції між компаніями передбачає використання інноваційних підходів та технологій для налагодження комунікацій між компаніями та потенційними клієнтами в офлайн та онлайн середовищі в довгостроковій перспективі. В процесі діджиталізації маркетингу суб'єкти підприємницької діяльності використовують різноманітні цифрові інструменти, які дають можливість підвищити ефективність їх діяльності та отримати конкурентні переваги порівняно з іншими компаніями на певному ринку. Враховуючи безперервне запровадження інноваційних технологій у сфері маркетингу, компанії повинні постійно вивчати передові продукти просування брендів у цифровому середовищі.

Відповідно компанії у сучасних умовах переорієнтовують певну частину бюджетів з традиційних маркетингових підходів на інструменти цифрового маркетингу, що дозволяє збільшити рівень охоплення цільової аудиторії та сприяє залученню та утриманню клієнтів, що формують попит на окремі товари та послуги. В сучасному світі існує велика кількість цифрових каналів, які можуть бути використані в рамках реалізації стратегії цифрового маркетингу компаніями для вирішення різноманітних бізнесових завдань. Процеси діджиталізації призводять до зростання рівня використання компаніями цифрових технологій з позиції маркетингу завдяки переорієнтації потенційних клієнтів на використання віртуального світу у повсякденному житті. Слід зазначити, що існують певні відмінності між Інтернет-маркетингом та цифровим маркетингом. В табл. 4.1 представлено ці ключові відмінності.

Таблиця 4.1

Основні відмінності між цифровим маркетингом та Інтернет-маркетингом

Показник	Інтернет-маркетинг	Цифровий маркетинг
Середовище функціонування	Мережа Інтернет	Цифрова інфраструктура: мережа Інтернет та середовище цифрових пристроїв, що використовуються у маркетингу
Цільова аудиторія	Користувачі мережі Інтернет	Аудиторія мережі Інтернет та користувачі цифрових маркетингових офлайн-продуктів
Комунікаційні канали	Інтернет-канали: e-mail, онлайн реклама, маркетинг у соціальних мережах та ін.	Інтернет-канали та реклама і спеціалізовані додатки для цифрових пристроїв

Інтернет маркетинг є однією зі складових цифрового маркетингу та характеризується меншими можливостями, оскільки дозволяє реалізовувати комплекс заходів лише в мережі Інтернет, охоплюючи відповідну цільову аудиторію. Поряд з цим, діджиталізація маркетингу завдяки використанню інноваційних технічних засобів та передових цифрових каналів дозволила здійснювати налагодження комунікацій з потенційними клієнтами не лише в Інтернеті.

Інфраструктура цифрового маркетингу представлена широким спектром технологій, які передбачають комбінацію спеціалізованого програмного забезпечення та відповідного обладнання.

Ринок гаджетів пропонує клієнтам для доступу в Інтернет наступні пристрої: смартфони, планшети, персональні комп'ютери, ноутбуки та ін. В домашніх умовах, а також при відвідуванні різноманітних установ та локацій застосовуються мережі Wi-Fi та Mesh для передачі даних між наведеними пристроями та глобальною мережею.

Розширення функціоналу сучасних пристроїв (смартфони, планшети, смарт-годинники) дозволило забезпечити користувачів не лише первинними функціями, але отримати додаткові цифрові послуги завдяки можливості приєднання до Інтернету та мережі мобільного зв'язку. Поряд з цим, необхідно відмітити переорієнтацію класичного телебачення на аудиторію Інтернету завдяки появі Smart TV, а також розміщенню контенту у мережі Інтернет. Окрему увагу необхідно звернути на появу у телевізійних медіа власних YouTube-каналів, що дозволяє залучити додаткову цільову аудиторію.

При реалізації маркетингових стратегій також використовуються технології віртуальної реальності як транснаціональними корпораціями, так і невеликими компаніями. Прикладами використання VR можуть слугувати: проведення рекламних кампаній (Coca-Cola); надання віртуальних іграшкових окулярів у якості бонусу до основного товару (Happy Google від McDonald's); віртуальний тест-драйв автомобілів (Volvo); ознайомче відео про процес виробництва продукції (Patron); віртуальний тур до курорту або готелю (Pullman) тощо.

Для налагодження комунікацій з клієнтами також застосовують додаткову реальність, яка технологічно відрізняється від віртуальної реальності, проте передбачає контакт користувачів з певним цифровим контентом. Серед компаній, що використовують технологію доповненої реальності, слід звернути увагу на Timberland (віртуальна примірка для одягу) та Pokemon Go (рекламна кампанія ігор).

Поряд з мережею Інтернет, населення пересувається між різними локаціями у реальному середовищі, що дозволяє розмішувати зовнішні інформаційні носії для надання рекламної інформації. Найбільша концентрації цифрових рекламних носіїв спостерігається у торговельних мережах, офісних приміщеннях, різноманітних виставках. Вдосконалення технології інтерактивних екранів та

значне зниження їх вартості дозволили збільшити розміщення даних рекламних носіїв на вулицях населених пунктів, автомобільних трасах тощо. Доступною та дешевою технологією, яка використовується компаніями у реальному житті є QR-коди, що дають можливість клієнтам завдяки смартфонам та іншим цифровим пристроям отримувати доступ до різноманітного контенту компаній.

В умовах пандемії COVID-19 у багатьох закладах харчування замінили меню на QR-коди, які дозволяють відвідувачам ознайомитись в асортиментом запропонованих страв у цифровому вигляді, одночасно мінімізуючи ризики контакту з потенційно забрудненими паперовими примірниками меню.

Цифровий маркетинг передбачає використання наступних інструментів, більшість з яких реалізується у мережі Інтернет (рис. 4.1):



Рис. 4.1. Інструменти цифрового маркетингу

1. Пошукова оптимізація (*Search Engine Optimization, SEO*) використовується для підвищення органічного трафіку в процесі використання потенційними клієнтами пошукових сервісів. Завдяки ефективному використанню SEO для ідентифікації веб-ресурсів компанії можливо підвищити рейтинг. Спеціалізоване програмне забезпечення: Linkody, SE Ranking, Wix, SEMrush, Moz Pro тощо.

2. Контент-маркетинг (*Content Marketing*) набув значної популярності в сучасних умовах завдяки істотній зацікавленості потенційних клієнтів у певних матеріалах, що можуть бути представлені у вигляді фото, відео, аудіо, а також текстовому

форматі. Спеціалізований контент може викликати зацікавленість у певних груп користувачів, що відносяться до окремої цільової аудиторії. Спеціалізоване програмне забезпечення: HubSpot, Infusionsoft, Marketo, Mediafly, Roojoom тощо.

3. Email маркетинг (*Email Marketing*) дозволяє налагодити комунікації з цільовою аудиторією завдяки автоматичному надсиланню окремим категоріям споживачів тематичних повідомлень. Наявність спеціалізованого програмного забезпечення дає можливість автоматизувати розсилки, надсилаючи листи лише тим користувачам, які відносяться до потенційних клієнтів. Поряд з цим, технології Email маркетинг дозволяють надсилати листи таким чином, щоб не відбувалось віднесення листів до категорії спаму. Спеціалізоване програмне забезпечення: Zoho Campaigns, Campaign Monitor, EmailOctopus, SENDER, MailChimp тощо.

4. Маркетинг у соціальних мережах (SMM – *Social Media Marketing*) набув значної популярності завдяки великому інтересу користувачів Інтернету до певних соціальних мереж. Поряд з цим, у кожній з наявних соціальних мереж існують окремі спільноти, що характеризуються певними інтересами та зацікавлені в отриманні певного тематичного контенту. Спеціалізоване програмне забезпечення: Lithium Social Media Management, Loomly, Promo by Slidely, AgoraPulse, Zoho Social тощо.

Слід відмітити, що в рамках реалізації концепції маркетингу соціальних мереж також виокремлюють спеціалізовані маркетинги: Facebook Marketing; Pinterest Marketing; Twitter Marketing; LinkedIn Marketing; YouTube Marketing та ін.

5. Онлайн реклама (*Online Advertising*) відноситься до одного з популярних маркетингових інструментів, який використовується компаніями у мережі Інтернет для надання релевантної інформації потенційним клієнтам на різних веб-ресурсах. Існують наступні види рекламних повідомлень: контекстна, медійна, текстова та тізерна реклама, цільова сторінка, спам, тощо. Спеціалізоване програмне забезпечення: Asana, FreshBooks, WordStream Advisor, Workfront тощо.

6. Контекстна реклама – відноситься до одного з найкращих видів рекламних повідомлень, оскільки передбачається надання рекламного контенту на основі рекомендаційної системи, що ідентифікує користувача згідно з визначеними інтересами та

демонструє певні тематичні повідомлення. Спеціалізоване програмне забезпечення: Google AdWords, AdSense, Precise.TV.

7. Веб-аналітика (*Web-Analytics*) інтегрується у сайти компаній та дозволяє здійснювати комплексний аналіз ключових процесів, які відбуваються в процесі відвідування користувачами даного ресурсу. Завдяки гнучкості сервісів веб-аналітики можливо обирати систему метрик для збору інформації про активність на сайті, виходячи зі специфіки діяльності компанії та її стратегічних цілей. Отримані в ході аналізу результати застосовуються для оптимізації функціонування веб-ресурсів компанії та підвищення ефективності маркетингової стратегії в мережі Інтернет. Спеціалізоване програмне забезпечення: Google Analytics, Adobe Analytics, Twitter Counter, Appsee Mobile Analytics, Bing Webmaster Tools.

8. *Мобільний маркетинг* – передбачає використання у якості цифрового інструменту для комунікацій між компанією та цільовою аудиторією за допомогою мобільних пристроїв. Існує велика кількість додатків, які сприяють просуванню продуктів завдяки наданню клієнтам можливості користуватись певними корисними послугами або ознайомленню з актуальним тематичним контентом на безкоштовній основі. Спеціалізоване програмне забезпечення: Deep Linking Platform, SendPulse, TextMagic, AppsFlyer, Mobiniti.

Представлені вище інструменти цифрового маркетингу повинні враховувати особливості цільової аудиторії, яку передбачається залучити для тісної та довгострокової співпраці. Однією з ключових особливостей сучасних користувачів є орієнтація на певний тематичний контент. Відповідно, в процесі залучення потенційних клієнтів виникає потреба у створенні та розповсюдженні контенту, що володіє певними ціннісними характеристиками для цільової аудиторії компанії. На рис. 4.2 представлено піраміду контенту, що представляє собою елемент стратегії цифрового маркетингу компанії.

Орієнтованість сучасних користувачів на тематичний контент та приділення значної уваги стосовно розміщення у цифровому середовищі відповідних матеріалів в рамках маркетингової стратегії компанії призвело до виокремлення контент-маркетингу.

Контент-маркетинг передбачає використання різноманітних стратегій, вибір яких здійснюється, виходячи з особливостей факторів зовнішнього та внутрішнього середовища у конкретних

просторово-часових умовах, та дає можливість забезпечити потреби клієнтів згідно з можливостями компанії. Згідно з пірамідою контенту компанія обирає необхідні варіанти для налагодження комунікацій з різними групами користувачів, враховуючи їх соціальні, економічні, психологічні та демографічні характеристики. Контент підбирається згідно з середовищем (соціальні мережі, цільові сторінки, форуми), інтересами аудиторії (розважальний, пізнавальний, професійний), специфікою (тексти, відео, фото).

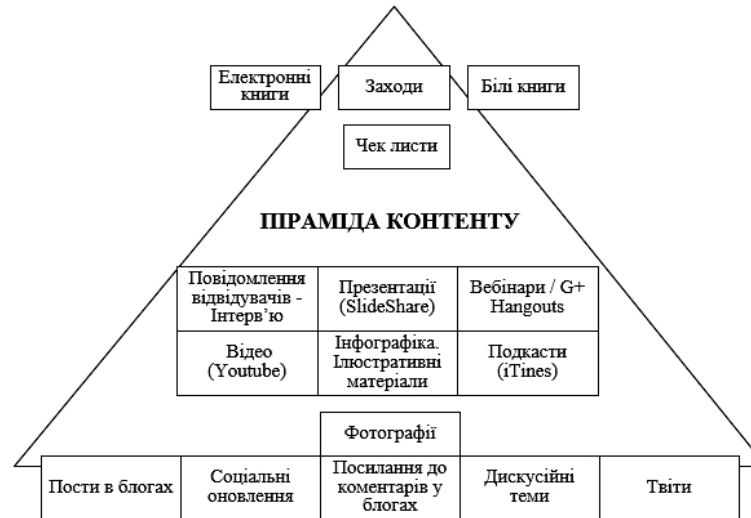


Рис. 4.2. Піраміда контенту як невід'ємний елемент стратегії цифрового маркетингу компанії

Особливу увагу в процесі дослідження ефективності розміщення контенту на різноманітних платформах слід приділити цільові сторінки, які виконують функцію ознайомлення потенційних клієнтів з певними продуктами компаній, а також виступають у якості інструмента збору контактної інформації лідів.

Лід (*Lead*) – окремий користувач, який виявляє певну зацікавленість до компанії або її продукції. При переході на цільову сторінку потенційний клієнт отримає певні відомості про товари або послуги і в багатьох випадках компанія пропонує відвідувачам отримати на безкоштовній основі тематичний контент за умови

розкриття персональних даних (номер мобільного телефону, адреса електронної пошти). Головною метою цільової сторінки є перетворення лідів у клієнтів. В процесі аналізу поведінки відвідувачів цільової сторінки визначається ефективність представленого засобу комунікацій в Інтернеті та вдосконалюється маркетингова стратегія компанії.

Наявність значної кількості цифрових каналів дозволяє розробляти маркетологам різноманітні стратегії для комунікацій з аудиторією. При виборі каналів у більшості випадків намагаються використовувати ті, що характеризуються найвищою конверсією. Проте, для максимізації ефективності маркетингової стратегії доцільно використовувати канали з низькою конверсією, базуючись на наукових підходах та економічній доцільності, що сприятиме збільшенню потенційних клієнтів.

Збільшення клієнтської бази компанії відбувається завдяки застосуванню таких інструментів для реєстрації як e-mail, соціальні мережі, месенджери. Різноманітні цільові групи надають перевагу специфічним каналам комунікацій, тому компанії повинні застосовувати усі можливі інструменти для налагодження контактів з потенційними клієнтами. Завдяки охопленню великої кількості користувачів мережі Інтернет зростає ймовірність пошуку лідів, які нададуть актуальну контактну інформацію.

Використання будь-якого інструменту маркетингу передбачає в процесі залучення клієнтів використання воронки продажів. Для кожного каналу цифрового маркетингу використовується специфічна воронка продажів, яка характеризується певними особливостями. Проте існують загально прийняті принципи для побудови воронки продажів для потреб цифрового маркетингу, що передбачають реалізацію наступних етапів:

1. Створення воронки перед воронкою. Представлений етап використовується не завжди, але надає можливість додатково залучити лідів завдяки розміщенню специфічного контенту, який сприяє введенню додаткової аудиторії в основну воронку продажів.

2. Доступ користувачів до повідомлення, яке містить певний контент, що характеризує продукт через відповідні канали, серед яких особливе місце займає цільова сторінка. Практика показує, що на даному етапі необхідно потенційним клієнтам надавати безкоштовний тематичний контент, отримуючи у відповідь контактні

дані. Використання науково обґрунтованих моделей поведінки з лідами дозволяє підвищити рівень усвідомлення відвідувачами цінності підписки та баченням потенційних вигод від співпраці з компанією, що у певній часовій перспективі може призвести до купівлі окремих товарів чи послуг. На даному етапі завдяки використанню цифрових сторінок компанія має можливість отримати актуальну базу клієнтів з великим охопленням цільової аудиторії.

3. Отримання комплексної інформації про відвідувачів та їх сегментація. Завдяки проведенню тематичних опитувань компанія отримує можливість зібрати комплексну інформацію про користувачів та розподілити їх на окремі групи згідно з обраними соціальними, демографічними, психологічними та економічними характеристиками.

4. Продаж продуктів компанії. Клієнтів, що пройшли у воронці продажів до даного етапу, можна стимулювати шляхом впливу на їх больові точки у рамках товарів або послуг, що надає компанія. Тобто вказуються проблеми клієнта та можливості їх вирішення завдяки продуктам певного бренду. Наявність цифрових технологій дозволяє маркетологам використати значну кількість інструментів, серед яких візуалізація за допомогою фото та відео займає передові позиції.

5. Допомога після продажу. Стратегія співпраці з клієнтами на довгостроковій основі передбачає підтримку зв'язку з клієнтами також у післяпродажний період. Надання інформаційних послуг за допомогою цифрових каналів після продажу клієнтам певних товарів чи послуг дозволяє забезпечити високий рівень лояльності аудиторії до конкретного бренду, бажанню подальшої співпраці та позитивним відгукам серед знайомих, у соціальних мережах, на форумах.

6. Нові рішення або допродаж. Завдяки постійному спілкуванню з клієнтами з'являється можливість продавати клієнтам додаткові товари та послуги. Дієвим інструментом виступає позиціонування продукту як унікального, який надається лише окремим категоріям споживачів як додаткова вигода за їх лояльність до бренду.

4.2. Оптимізація пошукових систем

Пошукова оптимізація сайту (*Search Engine Optimization*, SEO) представляє комплекс заходів, орієнтованих на досягнення ефективності пошуку веб-ресурсів компанії впродовж довготрива-

лого періоду часу, оскільки реалізація стратегічних уставок сприяє покращенню конкурентних позицій сайту у мережі Інтернет та зростанню трафіку з природньої видачі. В результаті правильного використання пошукової оптимізації можливо забезпечити істотне зростання чисельності безкоштовних клієнтів з пошукових систем впродовж тривалого періоду часу.

Враховуючи той факт, що пошукова оптимізація сайту завдяки комплексу заходів дозволяє підвищити рейтинг у видачі пошукових систем, передбачається всебічне дослідження специфіки функціонування пошукових систем, особливості роботи їх алгоритмів та ранжування Інтернет-ресурсів за різними характеристиками. До основних блоків, які входять до видачі пошукових систем та дозволяють компаніям збирати трафік, відносяться:

1. Підказки, які виникають у полі будь-якого пошуковика в процесі введення слів та словосполучень, відносяться до потужного інструменту впливу на відвідувачів. Велика кількість користувачів вводить певний тематичний запит у поле пошуковика та віддає перевагу першим підказкам, які з'являються у даному полі. В сучасних умовах існують спеціалізовані сервіси, які дозволяють редагувати список видачі підказок у відповідності з введеними словами. Наявність можливості штучно корегувати рейтинг популярності підказок дозволяє компанії вносити до списку характерні саме для неї найпопулярніші словосполучення.

2. Контекстна реклама сприяє індексації нових сторінок. Створення та розміщення контекстної реклами у відповідності з запитамі цільової аудиторії можливе за умови технічної оптимізації. Зазначений підхід дозволяє збільшити трафік.

3. Сервіси пошукових систем розрізняються за низкою характеристик та надають компаніям можливість приєднуватись до них, виходячи зі специфіки їх товарів та послуг (продаж товарів, квитки на культурні заходи, оренда нерухомості, квитки на транспорт тощо). За умови наявності цільового блоку у пошуковій системі, що відповідає спеціалізації, компанії доцільно приєднатись до нього.

4. Відео контент дуже популярний серед сучасних користувачів, що полегшує виведення на передові позиції у рейтингу пошуку порівняно з сайтом компанії. Розміщуючи відео контент певної тематичної спрямованості можливо залучити цільову аудиторію та

істотно збільшити ймовірність переходу користувачів на Інтернет-ресурс компанії.

5. Картинки представляють собою графічні образи певної тематики та користуються популярністю в окремих груп користувачів, що дозволяє збільшити трафік, за умови їх правильної автоматичної оптимізації, завдяки орієнтації на високочастотні запити споживачів, що виявляють зацікавленість до окремих товарів чи послуг. Програмні рішення дають можливість при натисканні користувачем на картинку автоматично переходити на сайт компанії-власника графічного матеріалу. Використовувати графічний контент доцільно у випадках, коли клієнти можуть оцінювати товари чи послуги візуально (інтер'єр, ландшафтний дизайн, одяг, туристичні курорти та готелі тощо).

6. Новинам згідно з алгоритмами у пошуковій видачі надається пріоритет щодо розміщення на перших місця, тому доцільно подати інформаційні повідомлення про певні події чи заходи компанії, нові продукти на ринку від певного бренду тощо. Подача інформації у вигляді новин дозволяє компанії у ознайомчій формі надати певну інформацію цільовій аудиторії та сприяє налагодженню комунікацій. Завдяки використанню представленого інструменту можливо досягти подвійного ефекту: компанія може отримувати трафік не лише з новин, а й з видачі у пошукових системах.

7. Мапи дозволяють отримати трафік за умови географічної прив'язки запиту про товари або послуги. Сучасні сервіси дають можливість купляти рекламу з подальшим її розміщенням на мапі (наприклад, Google Maps), тобто за запитом користувачів, що зацікавлені у певних товарах чи послугах на певній території, з'являється актуальний перелік продуктів цієї компанії. Також необхідно звернути увагу на технологію розміщення спам-повідомлень на мапах, завдяки якій компанія має можливість створити велику кількість фіктивних офісів чи магазинів у певних географічних локаціях. Зазначений підхід набув популярності серед Інтернет-магазинів, які спеціалізуються на доставці товарів додому та компаніями, що виїжджають до клієнта з метою надання відповідних послуг (чищення меблів, ремонт приміщень тощо). Різноманітні сервіси застосовують спам-повідомлення, оскільки мають можливість обслуговувати населення на власній території (заправка картриджів, ремонт комп'ютерної техніки тощо).

На етапі оптимізації веб-ресурсів компанії у пошукових системах необхідно в першу чергу забезпечити формування цільових запитів, виходячи з економічних, демографічних, соціальних та психологічних характеристик потенційних клієнтів, а також з урахуванням існуючої на досліджуваних ринках ситуації та інших факторів. Представлені фактори впливають на специфіку розміщення на сайті тематичного контенту та особливостей його надання відвідувачам, що впливає на рівень популярності веб-сторінки компанії.

Користувачі мережі Інтернет здійснюють пошукові запити відповідно до власних потреб:

1. Інформаційні – відбувається пошук інформації про певні явища, процеси, об'єкти та інші.
2. Навігаційні – відбувається пошук конкретної Інтернет-сторінки або сайту, який відповідає чітко окресленій тематиці.
3. Трансакційні – здійснюються у відповідності з бажаннями користувачів виконати певні дії (придбати, скачати, подивитись).
4. Нечіткі – важко ідентифікувати наміри користувачів на основі їх запитів.

Забезпечення видимості сайту компанії в умовах існування великої кількості веб-ресурсів конкурентів передбачає формування правильного *семантичного ядра* – повного переліку пошукових запитів, ключових форм та словосполучень, які дають можливість розкрити особливості функціонування суб'єкта підприємницької діяльності, представити актуальний список наявних товарів та послуг з наданням вичерпної інформації про їх характеристики. Розробка семантичного ядра передбачає орієнтацію на інтереси потенційних клієнтів, врахування стратегії розвитку компанії у короткостроковій та довгостроковій перспективі.

Для формування семантичного ядра сайту застосовуються наведені нижче методи:

1. Проведення опитування потенційних клієнтів для формування ключових запитів, які використовуються цільовою аудиторією при пошуку певних товарів або послуг.
2. Комплексний аналіз сайту компанії з наповнення товарами чи послугами та наявними характеристиками. У якості ключових фраз доцільно використовувати інформаційні відомості про товари та послуги, що сприяє підвищенню рівня ідентифікації сайту у

пошукових системах. Сучасні інструменти веб-аналітики дають провести комплексний аналіз ключових процесів та ідентифікувати за частотою використання ключових слів, що вживаються користувачами у пошуковиках та призводять до переходу на Інтернет-сторінку компанії.

3. Комплексний аналіз ринку та ідентифікація словників з ключовими фразами дозволяє виявити компанії-лідерів і використати їх передовий досвід в процесі формування семантичного ядра. Головною метою наведених заходів є дослідження рейтингу популярності тематичних словосполучень у пошукових системах, виявлення асоціативності запитів, встановлення комбінацій слів, що дозволяють розширити ключову фразу.

4. Застосування спеціалізованих словників, довідників, інструкцій, технічної документації тощо за тематикою сайту компанії, асортиментом її товарів або переліком послуг.

Забезпечення високих позицій компанії у пошукових мережах передбачає розміщення релевантного контенту на власному веб-ресурсі згідно з принципами побудови алгоритмів сервісів пошуку, а також орієнтуючись на соціальні, економічні та психологічні характеристики потенційних клієнтів. До ключових факторів оптимізації сайту необхідно віднести:

1. *Кількість ключових слів у тексті.* Сучасні пошукові системи застосовують алгоритми, що обчислюють питому вагу ключових слів у загальному обсязі тексту на сайті компанії, визначаючи рівень релевантності Інтернет-ресурсу компанії. Наповнення веб-ресурсу інформаційним контентом передбачає пошук оптимального співвідношення між текстом та ключовими словами, оскільки їх недостатнє число призводить до низького рівня релевантності сайту, а надмірне – до складності розуміння цільовою аудиторією інформації та ідентифікації пошуковими системи тексту як неприродного. Пошукові алгоритми налаштовані таким чином, що відносять сайти з надмірною кількістю ключових слів або тегів виділення до категорії веб-ресурсів з низьким рейтингом. Сучасні користувачі негативно ставляться до контенту, який перенасичений певними професійними термінами, тому існує потреба природності тексту, розміщеного на сайті компанії.

2. *Унікальність тексту.* Пошукові системи в першу чергу орієнтуються на сторінки, які містять найбільш повну та різно-

манітну інформацію про товари та послуги і можуть бути потенційно цікаві цільовій аудиторії, просуваючи представлені ресурси у верхню частину пошукової видачі. Пошукові сервіси згідно зі специфікою запитів надають користувачам перелік посилань на сайти, на яких розміщено різноманітний тематичний контент, тому компанії орієнтуються на створення унікального опису власних продуктів, що збільшує ймовірність переходу на високі місця у списку пошукової видачі (топ 10, топ 50).

3. *Грамотність та стиль написання тексту.* Сучасні алгоритми під час пошуку веб-сайтів та формування списку їх видачі проводять перевірку грамотності розміщеного контенту з метою виведення у топ ресурсів, які дотримуються правил правопису та відповідають певній стилістиці. Дотримання зазначених принципів дозволяє компанії не тільки збільшити ймовірність звернення цільової аудиторії до її Інтернет-сторінки, але й завдяки розміщенню якісного та грамотно оформленого контенту створює передумови збільшення рівня лояльності потенційних клієнтів.

4. *Структуризація інформації.* Сучасні користувачі, відвідуючи веб-сайти, виявляються чутливими щодо сприйняття контенту у вигляді текстової інформації, зображень, відеоматеріалів тощо. Компанія у переважній більшості випадків має нетривалий період часу, який приділяють потенційні клієнти для ознайомлення з наявними інформаційними матеріалами, оскільки незначна частка відвідувачів висловлює бажання читати великі текстові повідомлення. Компанії необхідно розміщувати на сайті цікаву інформацію, сформовану у невеликі блоки та виділену відповідним чином, що дозволяє привернути увагу цільової аудиторії та сформувані позитивне враження про бренд.

Забезпечити підвищення ефективності пошуку релевантних відомостей про компанію можливо шляхом застосування мікророзмітки, що дає можливість пошуковим роботам прискорювати пошук та ідентифікувати корисний контент конкретного бренду. *Мікророзмітка* – це так звана мова, яку однаково інтерпретують пошукові роботи у Google, Bing, Yahoo та інших пошукових сервісах. Мова представляє собою спеціалізовані теги (<div>, та інші) та певне наповнення. Пошукові роботи на основі мікророзмітки мають можливість визначити рівень значущості та тематику текстового контенту або елементу на сайті компанії.

Компанії мають можливість розмістити різні елементи на власних веб-ресурсах. Наприклад, щоб розмістити логотип компанії, необхідно зазначити:

- словник мікророзмітки;
- тип даних;
- URL-адресу ресурсу;
- URL-адресу логотипу.

Розвиток Інтернет-ресурсу компанії призводить до збільшення тематичного контенту, що передбачає приділення значної уваги вирішенню питань мікророзмітки з метою забезпечення високих позицій даного ресурсу у пошуковиках в довгостроковій перспективі. Основними складовими цієї мови є словники та синтаксис.

Словники мікророзмітки – це набори класів, властивостей, які дозволяють охарактеризувати контент, що міститься на відповідних сторінках.

Синтаксис – це спосіб використання словника, який визначає особливості відображення на сторінці. В процесі написання синтаксису мікророзмітки використовуються різноманітні підходи, оскільки відсутній єдиний стандарт.

Також необхідно приділяти увагу *мікроформатам* – невеликим HTML-шаблонам, які дозволяють охарактеризувати окремих контент, ідентифікувати зміст окремих фрагментів, що розміщені на сторінці. Мікроформати, на відміну від інших словників, містять тематичні словники та синтаксис мікророзмітки.

Поряд з використанням зовнішнього SEO в сучасних умовах застосовується ON-PAGE SEO.

Використання внутрішніх посилань дозволяє підвищити рівень комфортності користування веб-ресурсом, до якого було здійснено перехід користувача з певної пошукової системи. Завдяки переходу за внутрішніми посиланнями потенційні клієнти мають змогу ознайомитись з додатковою інформацією про компанію та її продукцію, а також отримати відомості про суміжні питання. Оцінка ефективності функціонування ресурсів компанії та формування управлінських рішень стосовно оптимізації їх функціонування здійснюється на основі всебічного аналізу інформації про поведінку відвідувачів сайту. Внутрішні посилання дозволяють реалізовувати спеціалізовані проекти у сферах з низькою конкуренцією без витрат коштів на зовнішні посилання та сприяють підвищенню рейтингу ресурсу компанії у пошукових системах.

Оптимізація внутрішніх посилань передбачає вирішення наступних питань:

1. *Розробити структуру проекту.* Необхідно розробити чітку та логічну структуру для веб-ресурсу компанії, яка передбачає дотримання основних архітектурних вимог щодо сайтів в Інтернеті, враховує особливості компанії та її продукції, соціально-економічні характеристики цільової аудиторії, специфіку функціонування ринку у конкретних просторово-часових рамках. Для виділення компанії серед конкурентів потрібно сформувати структуру сайту, яка буде мати привабливий за оформленням дизайн та міститиме блоки з цікавим тематичним контентом. Реалізовані заходи сприятимуть зростанню трафіку та залученню цільової аудиторії, оскільки веб-ресурс буде сприйматись значною чисельністю потенційних клієнтів як зручний та наповнений актуальним і цікавим контентом.

2. *Визначити пріоритетність сторінок.* Сучасний веб-сайт, за виключенням Landing page, представляє собою набір сторінок з різним тематичним наповненням та відповідним оформленням, що надає відвідувачам інформацію про компанію та її продукцію. Слід відмітити, що потрібно забезпечити ранжування сторінок у рамках веб-сайту залежно від актуальності та популярності контенту для полегшення навігації для відвідувачів.

3. *Оптимізувати та розробити індивідуальні меню для наявних розділів.* Кожен розділ електронного ресурсу потрібно наповнювати специфічною інформацією, що дає можливість цільовій аудиторії отримати відомості щодо необхідних товарів, послуг чи супутні питання. Специфіка подачі інформації у кожному випадку передбачає оформлення відповідного тематичного меню, яке відповідає стилю та смислового наповненню окремої сторінки.

4. *Сформувати для кожної сторінки ключові слова.* Поряд з формуванням загального словника для веб-ресурсу компанії також необхідно постійно актуалізувати сформований для кожної з внутрішніх сторінок список індивідуальних ключових слів, які відповідають цільовому контенту та роблять кожну сторінку унікальною. На даному етапі існує потреба у оптимізації елементів кожної сторінки під відібрані ключові слова (заголовків, текстового наповнення, тегів заголовків та зображень тощо).

5. *Видалити непотрібну перелінковку.* В процесі забезпечення клієнтів актуальним контентом компанії у багатьох випадках

використовують перенаправлення за посилання на відповідні веб-ресурси. У сучасному світі відмічаються динамічні зміни, у контексті оптимізації веб-ресурсу компанії передбачається періодичний моніторинг контекстної перелінковки з метою виявлення та видалення застарілих посилань, а також різноманітних автоматичних систем перелінковки (наприклад, хмарних тегів).

6. *Видалити зайві посилання.* Цільова аудиторія негативно відноситься до веб-сторінок, перевантажених посиланнями на певні ресурси. Надлишок інформаційного контенту та потреба у постійному переході між значною кількістю сторінок на веб-сайті компанії для знаходження потрібних відомостей призводить до зниження рівня комунікації з цільовою аудиторією та її відтоку до конкурентів.

7. *Видалити «погані посилання».* Ускладнення структури сайту компанії призводить на певному етапі до появи «битих» посилань, посилань на сторінки, що закриті в robots.txt, дублікатів посилань та висячих сторінок. Представлені елементи негативно впливають на функціональність та сприйняття клієнтами веб-ресурсу компанії, відповідно існує потреба у періодичному моніторингу веб-ресурсу для ідентифікації «поганих посилань» з їх подальшим видаленням.

Активний розвиток інноваційних технологій призвів до зростання популярності смартфонів та збільшення мобільного Інтернет трафіку. При розробці стратегії оптимізації сайту компанія повинна враховувати зазначену ситуацію, оскільки приділення неналежної уваги оптимізації сторінки компанії під мобільні пристрої зменшує потенційну кількість цільової аудиторії. Основні напрями адаптації сайтів під мобільні пристрої:

- адаптивний веб-дизайн набув значного розповсюдження серед компаній завдяки інтенсифікації використання населенням у багатьох країнах світу мобільних гаджетів, що призвело до необхідності підлаштовувати сайт під параметри екрану будь-якого пристрою клієнтів;

- графічні елементи на мобільних версіях веб-сайтів повинні бути прийнятної розміру (у пікселях та мегабайтах) для швидкого завантаження на відповідних мобільних гаджетах;

- користувачі на мобільних пристроях використовують сенсорні екрани, тому при відвідуванні сайту компанії необхідно забезпечити зручність натискання відповідних кнопок.

4.3. Маркетинг у соціальних мережах

В реаліях сучасного світу спостерігаються активні трансформації соціальних комунікацій завдяки діджиталізації багатьох видів економічної діяльності. Процес спілкування між різними групами людей є однією з базових потреб, оскільки люди як соціальні об'єкти здійснюють комунікації з подібними собі індивідами впродовж усієї історії розвитку людства. Трансформація суспільства та активне запровадження інноваційних технологій призвели до переходу великої кількості користувачів у віртуальне середовище та використання соціальних мереж для здійснення комунікацій з іншими індивідами. У 2020–2021 рр. поряд з браком можливостей для спілкування у реальному середовищі внаслідок активного ритму життя переорієнтації на соціальні мережі сприяло соціальне дистанціювання внаслідок пандемії COVID-19. Компанії активно застосовують різноманітні інструменти цифрового маркетингу для налагодження комунікацій з цільовою аудиторією, а соціальні мережі як середовище з великою чисельністю потенційних клієнтів є одним з головних джерел залучення нових користувачів продуктів певного бренду. Слід відмітити, що реалізація маркетингових стратегій у соціальних мережах передбачає розробку та впровадження комплексу специфічних заходів.

У маркетингу соціальних мереж важлива роль приділяється соціальній екосистемі, яка представляє собою невід'ємну складову даного виду маркетингу та є його базисом при створенні структурних взаємозв'язків. У цілому соціальна екосистема складається з трьох елементів (рис. 4.3).



Рис. 4.3. Соціальна екосистема

1. *Соціальний граф* – це поєднуючі елементи, які пов'язують між собою певні профілі та дозволяють отримати інформацію про зміни у окремих профілях, що відбуваються внаслідок зміни статусів та оновлення певного контенту. Використання спеціалізованого

програмного забезпечення дає можливість визначати користувачів окремої соціальної мережі та тематичні спільноти, які виявляють зацікавленість у потенційному ознайомленні з певним контентом. Соціальний граф нерозривно пов'язаний з соціальними додатками, оскільки їх поєднання сприяє посиленню спілкування між окремими користувачами та активізації обміну тематичним контентом у окремій соціальній мережі.

2. *Соціальні додатки* – це інструменти, які дозволяють збільшити функціонал соціальних платформ та інтегрувати спеціалізовані послуги для приваблення більшої кількості потенційних клієнтів.

Завдяки алгоритмам машинного навчання можливо налаштувати соціальні додатки з метою налагодження персоналізованих контактів між компанією та конкретними користувачами завдяки наданню окремому індивіду унікального набору опцій та можливостей. Запровадження додатків, орієнтованих на специфічні потреби спільноти, соціальної мережі сприяє зростанню кількості членів певної групи внаслідок усвідомлення споживачами її цінності.

3. *Соціальні спільноти* – об'єднання користувачів, які групуються, виходячи з певних інтересів, способу життя або інших об'єднуючих чинників та здійснюють відповідні заходи в рамках спільних інтересів. Представлені спільноти та інфраструктура, яка орієнтована на їх підтримку (форуми, FAQ, інформаційні служби) є важливим середовищем для розвитку бізнесу приватних компаній. У процесі налагодження комунікацій з цільовою аудиторією компанії мають можливість застосовувати різні підходи:

- створювати тематичні групи, у яких розміщується відповідний контент, що надає відомості певного пізнавального або професійного характеру з одночасним «підігріванням» членів спільноти для придбання певних товарів або послуг;

- проведення компанією у якості спонсора спеціалізованих заходів та формування позитивної репутації серед окремих груп потенційних клієнтів, які можуть бути зацікавлені у придбанні товарів або послуг даного суб'єкта підприємницької діяльності;

- рекламування продуктів компанії, інтегруючи відповідний контент в цікаві та актуальні новини, які пропонуються користувачам для ознайомлення.

Картинки та фотографії виступають у якості ефективного інструменту залучення уваги цільової аудиторії. Наявність у вели-

ких компаній можливостей щодо формування істотних маркетингових бюджетів дозволяє залучати фахівців для створення унікального ілюстративного контенту. Малі та середні компанії для наповнення власних сторінок у соціальних мережах можуть скористатись відповідними безкоштовними ілюстраціями, які розміщені на таких сайтах як DesignersPics.com, Gratisography, Magdeleine, PEXELS, Picography, Pixabay, Unsplash та ін.

Для реалізації кампанії у соціальній мережі необхідно виконати наступні дії:

- визначити тактичні та стратегічні цілі, які компанія планує досягти у соціальній мережі;
- визначити ключові ознаки, за якими буде сегментовано аудиторію;
- провести комплексний аналіз наявних соціальних мереж та визначити мережі, в яких доцільно реалізувати маркетингову стратегію компанії;
- створити профілі компанії у обраних соціальних мережах та наповнити їх відповідним контентом, який враховує специфіку кожної з мереж;
- приєднатись до спеціалізованих груп, тематика яких відповідає спеціалізації компанії, а цільова аудиторія відноситься до категорії потенційних клієнтів;
- постійно проводити моніторинг активності цільової аудиторії, зміни її інтересів, тем для обговорення, визначати оптимальний варіант подачі контенту для певної соціальної мережі у відповідний період часу і на основі отриманих результатів відповідним чином з чітко визначеною періодичністю наповнювати інформаційними матеріалами сторінку компанії;
- обґрунтувати систему ключових показників ефективності (*Key Performance Indicators*, KPI), які дозволять оцінювати ефективність функціонування кампанії у певній соціальній мережі;
- визначити відповідальних у компанії працівників, які будуть займатись вирішенням питань реалізації маркетингової стратегії у соціальних мережах або делегувати відповідні функції іншій спеціалізованій компанії на умовах аутсорсингу;
- розрахувати плановий бюджет запуску та реалізації кампанії у відповідній соціальній мережі.

Створення ефективної системи комунікацій у соціальних мережах в багатьох випадках передбачає залучення інфлуенсерів.

Основними агентами впливу є:

1. *Приховані агенти впливу*. Завдяки непрямому формуванню позитивного враження даною категорією агентів у потенційних клієнтів створюється враження неупередженості та демонстрація власного вдалого досвіду користування товарами чи послугами компанії. Важливо переконати цільову аудиторію у відсутності заангажованості та будь-яких мотивів для пропаганди продукції компанії, оскільки проплачені огляди призводять до негативних наслідків.

2. *Відкриті агенти впливу*. Зазначена категорія працює на позитивний імідж компанії та усунення певних негативних явищ шляхом реалізації комплексу дій від власного імені, які демонструють цільовій аудиторії лояльність цих агентів до певного бренду.

3. *Зіркові агенти впливу*. Компанія має можливість збільшити рівень популярності власної спільноти шляхом співпраці з певними популярними особами, серед яких є:

- представники шоу-бізнесу (актори, співаки);
- професіонали у окремих видах діяльності, які набули певної популярності (фітнес-тренери, дизайнери, лікарі тощо);
- блогери та ін.

У процесі залучення компаніями додаткових клієнтів через соціальні мережі має сенс застосовувати таргетовану рекламу. Основними перевагами зазначеного виду реклами є:

1. Компанія у соціальній мережі створює власну сторінку, наповнюючи веб-ресурс на постійній основі актуальним контентом про свою продукцію та іншою супутньою інформацією. На противагу створенню та адмініструванню сайту затрати на забезпечення функціонування сторінки у соціальній мережі набагато менші.

2. Функціонал у соціальних мережах дає можливість компанії використати систему фільтрів для виокремлення груп клієнтів, яким буде представлено тематичний контент. Завдяки наявності великої кількості ознак (територіальне розміщення, стать, вікова група, інтереси тощо) можна проводити сегментацію користувачів згідно з потребами та стратегічними орієнтирами компанії.

3. Соціальні мережі дозволяють створювати різноманітні групи, в які будуть залучені специфічні за інтересами користувачі з

певними вимогами до контенту. Існує можливість демонструвати тематичну контекстну рекламу відповідній цільовій аудиторії в межах окремої групи.

4. Політика соціальних мереж передбачає забезпечення ідентифікації користувачів в процесі створення профілю завдяки внесенню користувачами власної контактної інформації (номер мобільного телефону, адреса електронної пошти). Частина користувачів залишає у вільному доступі персональні контактні дані. Завдяки використанню цієї інформації компанії мають можливість налаштовувати контекстну рекламу. Поряд з цим, завдяки використанню технології веб-скрапінгу (парсінгу сайтів) можливо отримати доступ до конфіденційної інформації користувачів соціальних мереж. Зазначена технологія дозволяє на рівні коду проводити фільтрацію інформації та виділяти персональні дані окремих користувачів без урахування їхніх інтересів. Незаконність використання веб-скрапінг не зменшує застосування даної технології компанії по всьому світу.

У процесі оптимізації шляхів комунікації з цільовою аудиторією у соціальних мережах компанії використовують різноманітні підходи. Представники поколінь Gen X, Gen Y та Gen Z виявляють зацікавленість періодично приймати участь у різноманітних конкурсах в цифровому середовищі, що відкриває перед компаніями значні можливості щодо підвищенню рівня поінформованості про бренд серед цільової аудиторії та просування певної продукції. До основних видів такої діяльності відносяться:

1. *Тоталізатор*. Передбачається залучення до різноманітних подій потенційних клієнтів шляхом стимулювання розповсюдити певні відомості про компанію (поставити лайк, зробити репост, тощо). Переможці обираються серед учасників у випадковому порядку.

2. *Вікторина*. Комплекс заходів орієнтований на здійснення інформаційного впливу на цільову аудиторію шляхом використання відповідного контенту, який пов'язаний з компанією та її продукцією, а також дозволяє отримати відомості про суміжні сфери. Участь у вікторині передбачає можливість отримати цінні призи потенційними клієнтами та їх контакт з компанією, що сприяє посиленню комунікації. Вікторини показали свою ефективність під час виведення на ринок нового продукту.

3. *Нагородження активних користувачів*. Компанія визначає найактивніших учасників за певні періоди часу, які розміщують

найбільшу кількість коментарів, лайків, репостів. Більшість прізів носить символічний характер (сувенірна продукція), цей вид мотивації орієнтований на демонстрацію уваги бренду до власної цільової аудиторії та цінності для компанії її клієнтів.

4. *Офлайн-активності*. Метод передбачає вирішення комплексу питань стосовно стимулювання цільової аудиторії здійснити певні дії, проте дозволяє досягти довгостроковий ефект. Інтеграція цифрових технологій у повсякденне життя дає можливість користувачам здійснювати відповідні цільові дії у офлайн-середовищі з розміщенням відповідних відомостей на різноманітних ресурсах компанії в Інтернеті. Наприклад, відвідати окремі розважальні, історичні або культурні локації розмістивши відповідні геолокаційні відмітки (зробити «check in»).

5. *Фотоконкурси*. Значна чисельність користувачів з різним рівнем періодичності розміщує у соціальних мережах фотографії. Серед спеціалізованих соціальних мереж, які спеціалізуються на фото-контенті та користуються значною популярністю, слід відмітити Instagram. Представлена мережа має спеціалізований додаток для мобільних пристроїв та дозволяє миттєво розмішувати фото, надаючи доступ до контенту підписникам з можливим додаванням коментарів. Компанія може проводити фотоконкурси у соціальних медіа, стимулюючи цільову аудиторію розмішувати відповідний контент та отримати можливість виграти цінні призи.

4.4. Веб-аналітика

Розвиток інформаційних технологій дозволяє проводити комплексне дослідження більшості процесів цифрового маркетингу: ефективність використання різноманітних діджитал-інструментів, особливості функціонування веб-ресурсів компанії, характеристики цільової аудиторії, дієвість маркетингових кампаній в Інтернеті тощо. Оптимізації діяльності компаній у цифровому середовищі та посилення комунікацій з цільовою аудиторією можливо досягти завдяки використанню веб-аналітики, оскільки проводиться збір комплексних даних про основні процеси на веб-ресурсах компанії та здійснюється аналіз отриманих результатів. Пошукові системи реалізують комплексні стратегії щодо стимулювання компаній проводити планові рекламні заходи в Інтернеті з використанням сучасних інструментів веб-аналітики, які дають можливість

комплексному збору інформації про поведінку окремих користувачів (кількість кліків на контекстну рекламу, час перегляду рекламного ролику, відвідування сторінок з рекламним контентом).

Існують певні відмінності між системами веб-аналітики та класичними статистичними підходами збору інформації, оскільки в мережі Інтернет відповідні сервіси налаштовуються для збору ключових показників, які дозволяють оцінити поведінку цільової аудиторії та дають можливість досліджувати модель поведінки окремих користувачів, а також аналізувати отримані результати. Сучасний ринок веб-аналітики представлений значною кількістю програмних рішень, серед яких необхідно звернути увагу на Google Analytics, AdWatcher, Snoobi, ClickTracks Optimizer, ClickTale, CrazyEgg та ін.

Отримані сервісами веб-аналітики результати слід розглядати як наближені оцінки досліджуваних явищ та процесів, оскільки в процесі збору та накопичення інформації виникають певні неточності внаслідок наступних причин:

1. *Використання декількох пристроїв.* Зростання рівня цифровізації сучасного суспільства призвело до використання однією особою декількох пристроїв для приєднання до Інтернету та пошуку актуальної інформації, що унеможливорює обчислення кількості користувачів, які відвідують окремий веб-ресурс або переглядають тематичний контент. Також виникають ситуації, коли в межах однієї сім'ї особи різного віку та статі по черзі користуються пристроєм для пошуку тематичного контенту в Інтернеті, що призводить до викривлення статистики.

2. *Технічні помилки.* Перебої у приєднанні до мережі Інтернет чи окремих веб-ресурсів у певні періоди часу чи певних регіонах країни унеможливорює збір даних про наявні процеси та явища у повному обсязі.

3. *Побудова вибірок.* Використання серверів дозволяє компаніям накопичувати великі обсяги інформації, проте адміністрування баз даних передбачає залучення значних грошових ресурсів та істотні витрати часу. Для аналізу великих даних дуже часто використовується метод вибірки, що передбачає виокремлення частини сукупності даних за певними соціальними, демографічними, економічними та іншими характеристиками з подальшою екстраполяцією отриманих результатів на генеральну сукупність.

4. *Відключення Cookie file та JavaScript.* Певна чисельність користувачів забороняють доступ до власних комп'ютерів окремим файлам та скриптам, що унеможлиблює отримання об'єктивних та повних статистичних даних про активність цільової аудиторії в Інтернеті.

Веб-аналітика базується на формуванні певної групи науково-обґрунтованих показників, зборі відповідної інформації та її всебічному аналізі. Застосування веб-аналітики передбачає використання великої кількості показників, які групуються за наступними ознаками:

1. *За соціально-демографічними ознаками:*

- стать;
- вікова група;
- рівень освіти;
- соціальний статус;
- рівень доходів та ін.

2. *За методами розрахунку:*

- кількісні показники, які відображають обсяг або чисельність досліджуваного явища: кількість відвідувачів сайту, кількість переглядів певного контенту або реклами; затрати на рекламу тощо;
- якісні показники розраховуються у вигляді відносних або середніх величин та відображають якісні параметри досліджуваного явища (рівень конверсії, середній час перебування на сайті, вартість одного перегляду реклами або кліка тощо).

Формування системи показників передбачає врахування особливостей діяльності компанії у цифровому середовищі, а також специфіку застосування різноманітних інструментів для налагодження комунікацій з цільовою аудиторією. Завдяки індивідуальному підбору системи ключових показників ефективності компанії мають можливість підвищити ефективність діяльності в Інтернеті, а також швидко реагувати на зміну факторів внутрішнього та зовнішнього середовища, оптимізуючи відповідним чином власні бізнес-процеси. Слід відмітити, що завдяки застосуванню інструментів веб-аналітики існує можливість проводити збір статистичної інформації за багатьма напрямками, які пов'язані з діяльністю компанії в мережі Інтернет, проте потрібно залучати фахівців для виокремлення необхідних індикаторів, на основі яких можливо оцінювати наявні процеси у короткостроковій, середньостроковій та

довгостроковій перспективі та розробляти відповідні стратегічні рішення.

При запровадженні системи КРІ під час налаштування веб-аналітики необхідно чітко дотримуватись послідовності виконання ключових етапів та забезпечувати усі науково обґрунтовані заходи. На рис. 4.4 представлені основні етапи запровадження системи ключових показників ефективності для сайту компанії.

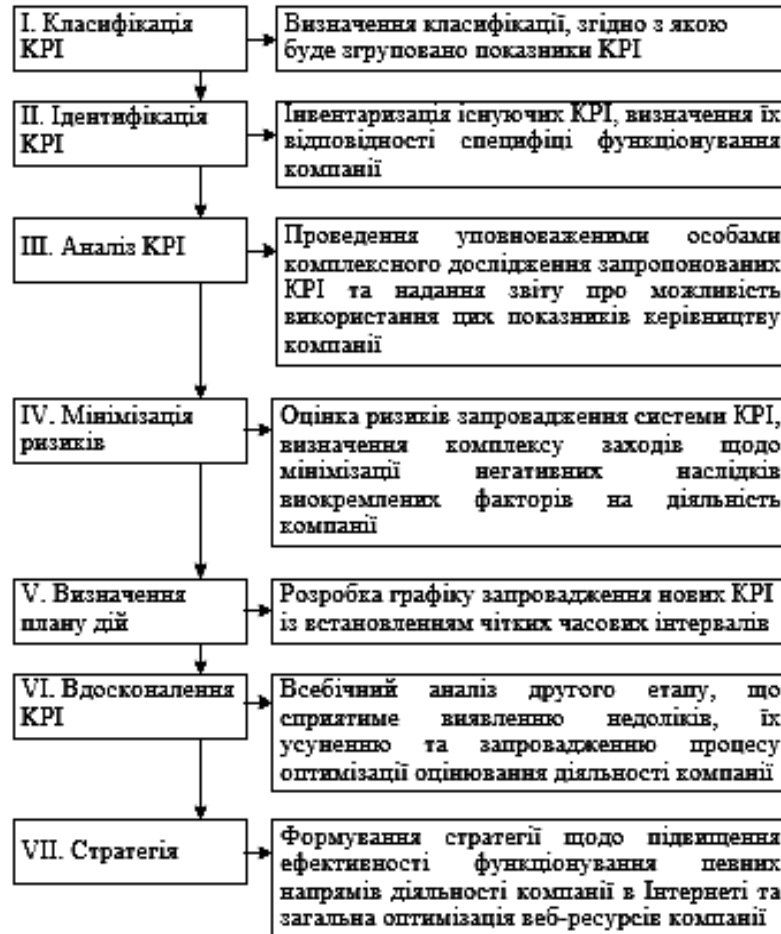


Рис. 4.4. Основні етапи запровадження КРІ у веб-аналітиці

Комплексний аналіз діяльності підприємства за допомогою KPI передбачає відбір до зазначеної системи статистичні показники, виходячи з рівня дослідження (окремі сторінки, рекламні заходи або діяльність Інтернет-ресурсів компанії у цілому), періоду дослідження (короткостроковий, середньостроковий або довгостроковий), діяльності (рекламна, збутова) тощо.

Правильно сформована система KPI для потреб веб-аналітики має наступні переваги:

1. Отримані показники дають можливість керівництву контролювати усі етапи функціонування компанії в Інтернеті.

2. Система показників забезпечує оптимізацію прийняття управлінських рішень щодо функціонування сайту компанії та реалізації заходів у сфері цифрового маркетингу.

3. Зазначена система показників спрямована на підвищення ефективності усіх веб-процесів компанії.

4. KPI забезпечують оперативне та всебічне розуміння процесів компанії у мережі.

5. Показники ефективності процесу в майбутньому можуть слугувати у якості вимірників передового досвіду компанії.

6. Науково обґрунтована система KPI може бути використана для побудови візуалізованого звіту (*Dashboard*), який дає можливість проаналізувати діяльність компанії.

У системі веб-аналітики існує можливість налаштувати велику кількість різноманітних метрик для дослідження різноманітних процесів, проте одним з найважливіших напрямів для керівництва компанії є моніторинг індикатора ефекту від використання вкладених грошових коштів. Оцінювання ефективності вкладень інвестицій у проект в Інтернеті можна здійснити, порівнявши значення даного показника з прибутком від різних напрям діяльності та у цілому, які отримуються завдяки веб-аналітиці.

Показник, який дозволяє оцінити окупність вкладень, називається ROI (*Return on Investment*) – коефіцієнт повернення інвестицій, який характеризує рентабельність вкладених компанією коштів у цілому, або в окремі процеси:

$$ROI = [(Прибуток - \text{Обсяг інвестицій}) / \text{Обсяг інвестицій}] \times 100 \%$$

Якщо значення показника $ROI > 100 \%$, то інвестиції приносять прибуток, при $ROI < 100 \%$ – інвестиції нерентабельні. Для опе-

ративного корегування структури витрат на окремі заходи у відповідність з ефективністю вкладених коштів та доцільністю оптимізувати розподіл інвестицій, компанії повинні проводити на постійній основі аналіз ROI для усіх ключових процесів у Інтернеті.

Орієнтуючись на обчислені значення ROI можливо приймати управлінські рішення, що сприятимуть збільшенню прибутку. В процесі досягнення наведеної мети доцільно здійснити комплекс заходів, що сприятиме зростанню потоків прибутку:

- реалізація комплексу заходів із збільшення трафіку на веб-ресурси компанії та зростання кількості придбаних відвідувачами товарів чи послуг компанії;

- відмова від неефективної інтернет-реклами і фейкових кліків (*Clickfrod*) та переорієнтація на ефективні інструменти залучення цільової аудиторії.

Для оцінювання ефективності маркетингової стратегії компанії в Інтернеті важливе значення набуває *конверсія* – частка відвідувачів Інтернет-ресурсу компанії, які здійснили цільову дію (придбали продукцію, завантажили каталог продукції, здійснили репост публікації компанії тощо), до загальної кількості відвідувачів даного ресурсу. Представлений показник відноситься до якісних, тому доцільно застосовувати наступні одиниці вимірювання: відсотки, відносні величини навантаження (на 1000 підписок на канал було зафіксовано 25 продажів; серед 100 лідів лише 5 осіб стають клієнтами компанії тощо). Показник обчислюється за формулою:

$$\text{Конверсія} = \left(\frac{\text{Кількість осіб, що здійснили цільову дію}}{\text{Кількість відвідувачів ресурсу}} \right) \times 100 \%$$

Процес налагодження комунікацій між цільовою аудиторією та компанією передбачає використання певних елементів цифрового маркетингу, комбінація яких обирається в залежності від комплексу факторів у конкретних просторово-часових умовах, а конверсію можливо обчислити лише на певному етапі взаємовідносин між потенційними клієнтами та Інтернет-ресурсами компанії. У цифровому середовищі дуже часто здійснюють побудову складних воронок продажів, інтегруючи у структуру «воронки перед воронкою» та специфічні маркетингові інструменти, що спонукає до здійснення користувачами цільових дій у майбутні періоди часу. Рівень конверсії відрізняється у залежності від специфіки діяль-

ності компанії, споживчих властивостей товарів та послуг, соціально-економічних характеристик цільової аудиторії тощо. Відповідно, головною ціллю веб-аналітики є збір актуальної інформації на постійній основі інформації про конверсію за певними видами діяльності компанії.

Система веб-аналітики є гнучкою за своєю сутністю та дозволяє оцінювати ключові процеси на ресурсах компанії за різними напрямками і представляти результати у різноманітних формах, що дає можливість формувати різні за наповненням звіти. Окрім ROI та конверсії також існують й інші методи веб-аналітики, які можуть бути корисними для керівництва компанії на етапі розробки стратегії оптимізації маркетингової діяльності у мережі Інтернет. Нижче наведено деякі з варіантів оптимізації цифрового маркетингу компанії за допомогою інструментів веб-аналітики.

Одним з ефективних інструментів веб-аналітики є спліт-тестування (*A/B Split Testing*), яке дає можливість тестувати різноманітні гіпотези щодо ефективності реалізації різноманітних цільовий дій на ресурсах компанії в мережі Інтернет. В процесі зміни різноманітних елементів веб-ресурсу компанії проводиться тестування сприйняття цільовою аудиторією різноманітних варіантів з пошуком найкращих рішень, які сприятимуть максимізації трафіку та потенційно можливого прибутку. Зазначений підхід може бути використаний для:

1. *Створення різноманітних варіантів сайтів.* Завдяки використанню різноманітних варіантів графічного оформлення, функціональності, контенту компанії створюють відмінні варіанти веб-ресурсів, які за допомогою спеціалізованих алгоритмів демонструються відвідувачам. Завдяки використанню інструментів веб-аналітики здійснюється комплексний аналіз поведінки цільової аудиторії на різних веб-ресурсах, що дає можливість ідентифікувати найкращий варіант сайту компанії. Як показує практика, даний підхід продемонстрував свою ефективність в процесі вдосконалення цільової сторінки (*Landing Page*), яка орієнтована на окрему продукцію компанії.

2. *Формування різних каналів комунікації з клієнтами.* Для ознайомлення цільової аудиторії з компанією та її продукцією можливо використовувати різноманітний контент (текстова інформація, відео, інфографіка, пости тощо) на різноманітних ресурсах

(власний сайт, соціальні мережі, блоги, форуми тощо). Інструменти веб-аналітики дозволяють оцінити конверсію від різноманітних каналів та прийняти рішення щодо доцільності використання певних каналів або зміни їх ролі у загальній маркетинговій стратегії у мережі Інтернет.

3. *Ефективність рекламних повідомлень.* Сучасний ринок рекламних послуг у цифровому середовищі дає компанії можливості компаніям застосовувати різноманітні види реклами для підвищення рівня конверсії. Завдяки застосуванню інструментів веб-аналітики можливо провести оцінку ефективності використаних рекламних повідомлень та визначити шляхи підвищення їх ефективності.

Для оцінювання зручності використання сайту компанії, привабливості його певних зон для клієнтів веб-аналітика надає можливість використовувати інструменти, що формують карту уваги користувачів для кожної окремої сторінки. В даному випадку формуються «холодні» (ділянки, на які користувачі звертають найменше уваги) та «гарячі» (ділянки, що користуються найвищою популярністю серед цільової аудиторії) зони сайту. Програмне забезпечення деяких компаній у сфері веб-аналітики дозволяє записувати відео, яке показує переміщення курсора на сторінці та перехід користувача між посиланнями у середині сайту та на зовнішні ресурси.

Поряд з комплексним аналізом ключових процесів система веб-аналітики дає можливість ідентифікувати та протистояти клікфроду, який завдає істотних збитків рекламним кампаніям, оскільки відповідні алгоритми маскуються під реальних користувачів та переглядають рекламні повідомлення, що призводить до оплати за покази неіснуючій цільовій аудиторії. Нечесна конкуренція передбачає залучення клік-шахраїв, які здійснюють нецільові кліки за рекламними посиланнями конкурентів, зменшуючи ефективність витрачених на рекламу коштів. Внаслідок використання клікфроду відбувається зростання вартості одного кліку для компанії, що пояснюється зменшенням частки цільових дій у певному рекламному бюджеті. Завдяки діям клік-шахраїв відбувається зменшення охоплення цільової аудиторії інформаційними повідомленнями, що призводить до зниження продажів продукції певних брендів.

Система веб-аналітики дозволяє ідентифікувати клікфрод завдяки виявленню підозрілої моделі поведінки у ході переходу за

посиланнями (швидкий перехід між посиланнями може свідчити про використання спеціалізованих ботів), ідентифікації надмірної активності за певними IP-адресами, встановленню фактів аномальної кількості переходів за рекламним повідомленням та швидким виходом з нього, надмірна активність користувачів з країн третього світу та ін. Отримані результати можуть бути використані для боротьби з клікфродом: компенсація збитків від сервісу, який розповсюджує рекламу; ідентифікація та блокування реклами для зловмисників за ідентифікованими IP-адресами тощо.

Запитання для самоперевірки

1. Поняття цифрового маркетингу.
2. Спільні та відмінні риси з електронною комерцією, цифровим маркетингом та Інтернет-маркетингом.
3. Основні етапи запровадження KPI у веб-аналітиці.
4. Роль маркетингу соціальних мереж.
5. Особливості використанням зовнішньої та внутрішньої оптимізації сайту.
6. Ключові фактори оптимізації сайту.
7. Пошукова оптимізація сайту, основні інструменти.
8. Шляхи збільшення клієнтської бази компанії.
9. Інструменти цифрового маркетингу.
10. Оцінка ефективності розміщення контенту на різноманітних платформах.

Розділ 5

BIG DATA ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

5.1. Місце Big Data в інформаційних технологіях

До інформаційної технології треба ставитися як до матеріальної технології. Практично всі відомі матеріальні технології зводяться до процесу переробки, обробки або збору специфічної для них вихідної сировини або якихось інших компонентів з метою отримання якісно нових продуктів. Логічно інформаційні технології мало чим відрізняються від матеріальних технологій, на вході «сирі» дані (неповні, неточні, нечіткі, розпливчасті, перекручені), на виході – структуровані, в формі, яка є зручнішою для сприйняття людиною, а витягнута з них інформація силою інтелекту (природного або штучного) перетворюється в корисні знання. Дані – це виражені в різній формі «сирі» факти, які самі по собі не несуть корисного сенсу до тих пір, поки не поставлені в контекст, належним чином не організовані і не впорядковані в процесі обробки. Інформація з'являється в результаті аналізу оброблених даних людиною (комп'ютером), цей аналіз надає даним сенс і забезпечує їм споживчі якості.

На інформаційні технології повинні поширюватися загальні закономірності, згідно яких розвиваються всі інші технології, а це перш за все збільшення кількості сировини, що переробляється, сприяє підвищенню якості переробки.

Світовий обсяг оцифрованої інформації зростає по експоненті. Починаючи з 1980-х років цифрова інформація подвоюється кожні 40 місяців. За даними компанії IBS, до 2003 року світ накопив 5 ексабайт даних (1 ЕБ = 1 млрд гігабайтів), а тепер ця кількість породжується кожні два дні. До 2008 року цей обсяг зріс до 0,18 зеттабайт (1 ЗБ = 1024 ексабайта), до 2011 року – до 1,76 зеттабайт, до 2013 року – до 4,4 зеттабайт. У травні 2015 року глобальна кількість даних перевищила 6,5 зеттабайт. До 2025 року, за прогнозами, людство сформує 163 зеттабайт інформації. В даний час площа всіх великих датацентрів в світі дорівнює площею 6000 футбольних полів. Як впоратися з такими обсягами? Наведемо таку цитату: «Даних стає все більше і більше, але при цьому не береться

до уваги та обставина, що проблема аж ніяк не зовнішня, вона викликана не стільки неймовірною кількістю даних, скільки нездатністю старими методами впоратися з новими обсягами. Спостерігається дисбаланс – здатність породжувати дані виявилася сильнішою, ніж здатність їх переробляти» [42]. Під назвою Big Data ховається якісний перехід в комп'ютерних технологіях, здатний спричинити серйозні зміни. Не випадково цей перехід називають новою технічною революцією.

Існує безліч визначень Big Data. Узагальнюючи, можна надати наступне визначення. *Big Data (великі дані)* – це величезні обсяги неоднорідної, неструктурованої або слабо структурованої, істотно розподіленої і інтенсивно зростаючої цифрової інформації, що змінюється, яку неможливо обробити традиційними засобами. А також методи, технології і засоби їх збору, зберігання, обробки і аналізу з метою отримання результатів, що сприймаються людиною.

Для Big Data були сформульовані визначальні характеристики. Вперше в 2001 р. ознаки «Три V» виділив провідний аналітик компанії Gartner Дуг Лані [43], а саме, об'єм, швидкість, різноманітність.

Volume (об'єм). Вважається, що Big Data починаються з обсягів в петабайт (1024 терабайт). Щоб уявити цей обсяг, розглянемо приклад. У Національній бібліотеці України ім. В. І. Вернадського функціонує портал Наукової періодики України. Редакції понад 2700 наукових періодичних видань України надають всі свої статті протягом 10 років. За цей час обсяг порталу склав близько 1 мільйона статей. Якщо припустити, що розмір статті в середньому становить 1 мегабайт, то обсяг ресурсів цього порталу становить 1 терабайт. Це на три порядки нижче мінімального обсягу для Big Data, тобто через десять тисяч років успішного функціонування цього порталу він накопичить обсяги, характерні для Big Data.

Big Data з'являються тоді, коли сотні мільйонів людей об'єднуються в співтовариства та викладають свої інформаційні ресурси, або об'єднані центри наукових досліджень надають дані результатів своїх досліджень, наприклад у 2017 році дата-центр CERN (Європейська організація з ядерних досліджень) перевищив розмір 200 петабайт і щорічно цей обсяг збільшується ще на 15 петабайт. Якщо помістити в DVD все породжені в світі за день

дані і покласти ці диски один на одного, то вийде стопка, яка двічі перевищує відстань до Місяця.

Velocity (швидкість) є однією з важливих характеристик Big Data з точки зору їх практичного використання. Під швидкістю розуміється як швидкість приросту (надходження, накопичення) даних, так і швидкість їх обробки з метою отримання кінцевих результатів. Крім того, в цю категорію включаються характеристики інтенсивності та обсягів інформаційних потоків. Для цього технологія обробки таких даних повинна допускати можливість їх аналізу вже в момент їх породження (іноді її називають «операційною аналітикою»), тобто до того, як вони потраплять в сховище даних. Кілька цифр, що характеризують цю категорію, які взяті з [44] і деяких інших джерел.

1. *YouTube*: Має понад 1 мільярд зареєстрованих користувачів і щомісяця сайт відвідують 1,9 мільярда користувачів. Щохвилини закачується нових фільмів на 100 годин і скачується фільмів на 700 тисяч годин. Для перегляду фільмів, вивантажених в YouTube протягом дня, буде потрібно 15 років.

2. *Facebook*: Має 1,4 мільярда користувачів. Щодня на сайт вивантажується 100 терабайт даних і щохвилини ставляться більш 34 тисячі лайків. Кожну хвилину завантажується 200000 фотографій. Щомісяця викладається у відкритий доступ 30 млрд нових джерел інформації.

3. *Twitter*: Сайт має понад 645 мільйонів користувачів. Кожен день генерується 175 мільйон твітів.

4. *Google*: Кожну хвилину відпрацьовується 2,4 мільйона пошукових запитів (40000 запитів за секунду). Кожен день обробляється 25 петабайт даних.

Щохвилини в світі надсилається 204 млн електронних листів.

За словами фахівців, до категорії Big Data відноситься більшість потоків даних понад 100 Гб в день.

Variety (різноманітність). Можливість сприймати, зберігати та обробляти різні дані. Говорячи про різноманіття, мається на увазі наступне.

1. *Різні джерела отримання даних*. Наведемо приклади джерел виникнення великих даних:

- безперервно надходять дані з вимірювальних пристроїв;
- події від радіочастотних ідентифікаторів;

- потоки повідомлень з соціальних мереж;
- метеорологічні дані;
- потоки даних про місцезнаходження абонентів мереж стільникового зв'язку, пристроїв аудіо- і відеореєстрації;
- дані дистанційного зондування Землі.

2. *Різні способи представлення даних.* Так сигнали, що надходять від датчиків, відрізняються від текстів наукових статей.

3. *Різні формати зберігання (надходження) даних.* Це можуть бути тексти, аудіо- і відео дані, зображення. Більш того, одні й ті ж дані можуть бути представлені в різних форматах. Усна мова людини може бути представлена в аудіо-форматі та у вигляді текстового файлу.

4. *Семантична різноманітність.* Семантика одних і тих же даних може бути представлена по-різному, наприклад, вік людини може бути вказаний кількісно або у вигляді таких термінів, як дитина, юнак, дорослий чоловік.

5. *Різна ступінь структурованості даних.* Традиційні бази даних дозволяють зберігати структуровані дані, але фактично в даний час породжувані дані на 80 % є слабо структурованими або навіть неструктурованими.

Технологія Big Data дозволяє об'єднувати та обробляти дані, що володіють наведеним вище різноманіттям.

Зікопоулоус [45] запропонував додати ще дві ознаки – достовірність і цінність (значимість), таким чином отримавши «5V»:

Veracity (достовірність). Властивість, яка характеризує надійність даних. Технологія створення і використання традиційних баз даних (БД) передбачає, що в БД надходять ретельно відібрані та перевірені дані. У Big Data вихідні дані можуть бути «сирими», тобто надходять без будь-якої попередньої обробки, вони можуть бути суб'єктивними, випадковими та містити багато «шуму». Ще один критерій цієї характеристики – ступінь довіри до даних, що надходять. Хоча Big Data надають прекрасні можливості для аналізу і прийняття рішень, однак їх цінність багато в чому залежить від якості вихідних даних. Технологія Big Data враховує цю характеристику та дозволяє надійно працювати з такими даними.

Value (цінність). Коли йде мова про цінності даних, то мається на увазі їхня соціальна значимість з точки зору прикладних задач. За розрахунками IBS, тільки 1,5 % накопичених масивів даних має

інформаційну значимість. Велика кількість даних – це добре, але якщо дані не становлять жодного інтересу, то вони не приносять користі.

Пізніше були запропоновані додаткові визначальні характеристики Big Data: «7V» та «10V».

Variability (мінливість). Під мінливістю Big Data мається на увазі ситуація, коли постійно змінюється сенс даних. Наприклад, це має місце, коли збір і обробка даних відбувається в процесі аналізу тестів і особливо при перекладі з однієї мови на іншу.

Volatility (волатильність, актуальність) – характеристика, яка визначає, який період часу старіння даних, коли вони стають нерелевантними або марними. Як довго їх треба зберігати? До ери Big Data дані могли зберігатися невизначено довго, використання для цих цілей декілька десятків терабайт не було обтяжливим. Більш того, їх можна було зберігати в чинній базі даних, не викликаючи при цьому проблем з ресурсами. Однак при наявності Big Data, враховуючи характеристики обсягу і швидкості, слід ретельно стежити за волатильністю даних. Необхідно встановити правила управління зберіганням даних з тим, щоб забезпечити ефективне їх використання.

Vulnerability (вразливість). Великі дані породжують нові проблеми їх безпеки. Злом великих даних призводить до великого зламу в цілому. Прикладом може служити злом бази даних соціальної мережі LinkedIn, в результаті якого було викрадено 167 млн облікових записів і 360 мільйонів відомостей про e-mail.

Validity (придатність, обґрунтованість) тісно пов'язана з достовірністю і характеризує, якою мірою наявні дані є точними і правильними з точки зору їх передбачуваного використання. За оцінкою Forbes [46] вчені наступним чином витрачають свій час для роботи з даними:

- збір даних – 19 %;
- очищення та систематизація даних – 60 %;
- підбір тестових даних – 3 %;
- аналіз даних для побудови моделі – 9 %;
- уточнення алгоритмів – 4 %;
- інші види робіт з даними – 5 %.

Таким чином, вчений витрачає 80 % свого часу на підбір і підготовку даних перш, ніж приступити до їх аналізу. Перевагою

використання великих даних для проведення аналітичних досліджень можна в повній мірі скористатися тільки тоді, коли дані ретельно відібрані, є релевантними і достовірними.

Visualization (візуалізація). Після отримання та обробки даних їх треба представити таким чином, щоб вони були читабельними та доступними. Саме це і має на увазі візуалізація.

Редактор журналу «Web 2.0 Journal» Дайон Хінчкліфф дав класифікацію Big Data [47], що дозволяє співвіднести технологію з результатом, який чекають від обробки Big Data. Він ділить підходи до Big Data на три групи:

- швидкі дані (*Fast Data*), їх об'єм вимірюється терабайтами-петабайтними;
- велика аналітика (*Big Analytics*) – петабайтні-екзабайтні дані;
- глибоке проникнення (*Deep Insight*) – екзабайти-зеттабайти.

Групи розрізняються між собою не тільки оперованими обсягами даних, але й якістю рішення задач з їх обробки.

Обробка для Fast Data не передбачає отримання нових знань, її результати співвідносяться з апіорними знаннями та дозволяють судити про те, як протікають ті чи інші процеси, вона дає можливість краще й детальніше побачити те, що відбувається, підтвердити або відкинути якісь гіпотези. Тільки невелика частина з існуючих технологій підходить для вирішення завдань Fast Data. В цей список потрапляють деякі технології роботи зі сховищами. Швидкість роботи цих технологій має зростати синхронно із зростанням обсягів даних.

Завдання, які вирішуються засобами Big Analytics, помітно відрізняються, причому не тільки кількісно, але і якісно, а відповідні технології повинні допомагати в отриманні нових знань – вони служать для перетворення зафіксованої в даних інформації в нове знання. Однак на цьому середньому рівні не передбачається наявність штучного інтелекту при виборі рішень або будь-яких автономних дій аналітичної системи – вона будується за принципом «навчання з учителем». Інакше кажучи, весь її аналітичний потенціал закладається в неї в процесі навчання.

Вищий рівень, Deep Insight, передбачає навчання без вчителя та використання сучасних методів аналітики, а також різні способи візуалізації. На цьому рівні можливе виявлення знань і закономірностей, апіорно невідомих.

Виходячи з визначення Big Data, можна сформулювати основні принципи роботи з великими даними [48]:

1. *Розподільність*. Зберігати інформацію в одному місці безглуздо і практично неможливо. Тому технологія роботи з Big Data повинна використовувати розподілене зберігання, управління, обробку та аналіз даних, що знаходяться в різноманітних сховищах даних у всьому світі.

2. *Горизонтальна масштабованість*. Оскільки даних може бути як завгодно багато – будь-яка система, яка має на увазі обробку великих даних, повинна бути розширюваною. У 2 рази зріс обсяг даних – в 2 рази збільшили кластер і все продовжило працювати з такою ж продуктивністю.

3. *Відмовостійкість*. Принцип горизонтальної масштабованості має на увазі, що машин в кластері може бути багато. Наприклад, Hadoop-кластер Yahoo має більш ніж 42000 машин. Це означає, що частина цих машин буде гарантовано виходити з ладу. Методи роботи з великими даними повинні враховувати можливість таких збоїв і переживати їх без будь-яких значущих наслідків.

4. *Локальність даних*. У великих розподілених системах дані розподілені по великій кількості машин. Якщо дані фізично знаходяться на одному сервері, а обробляються на іншому, витрати на передачу даних можуть перевищити витрати на саму обробку. Тому одним з найважливіших принципів проектування BigData-рішень є принцип локальності даних – по можливості обробляємо дані на тій же машині, на якій вони зберігаються.

5. *Інтерпретація даних в процесі їх обробки*. Дані надходять до сховища такими, як є, без будь-якого їх попереднього опису, без зазначення їх структури і семантики. І тільки в процесі їх вибірки для обробки відбувається їх «осмислення».

Всі сучасні засоби роботи з великими даними так чи інакше сліднують цим п'ятьом принципам.

5.2. Методи і технології аналізу та візуалізації даних

До теперішнього часу створено та адаптовано безліч методів і технологій для збору, агрегування, маніпулювання, аналізу і візуалізації великих даних. Ці методи і технології запозичені з різних областей, включаючи статистику, інформатику, прикладну математику та економіку. Це означає, що для отримання вигоди з

великих даних, слід використовувати гнучкий міждисциплінарний підхід. Деякі методи і технології були розроблені для оперування значно меншими обсягами і різноманітністю даних, але були успішно адаптовані для Big Data. Інші були розроблені останнім часом, зокрема, для збору і аналізу великих даних.

Далі наводиться перелік і короткий опис методів і технологій аналізу і візуалізації, застосовні до Big Data, які взяті зі звіту McKinsey [49].

Методи аналізу великих даних можна поділити за групами:

- навчання асоціативним правилам – метод, який базується на правилах, що використовуються для навчання машин способом виявлення залежностей між даними у базах великих даних;
- класифікація – методи категоризації нових даних на основі принципів, раніше застосованих до вже наявних даних;
- кластерний аналіз – статистичний метод класифікації об'єктів, який призводить до поділу різноманітних груп на більш дрібні групи подібних (схожих) об'єктів, для яких критерій подібності заздалегідь не відомий;
- регресійний аналіз.

1. Краудсорсінг (*Crowdsourcing*) – метод збору, категоризація та збагачення даних силами широкого кола осіб, залучених на підставі публічної оферти, без вступу в трудові відносини, зазвичай за допомогою використання мережевих медіа.

2. Змішання та інтеграція даних (*Data Fusion and Integration*) – набір методів, що дозволяють інтегрувати і аналізувати різноманітні дані з різноманітних джерел для глибинного аналізу більш точно і ефективно, ніж з єдиного джерела даних. Як приклади методів цього класу є цифрова обробка сигналів і обробка природної мови.

3. Навчання асоціативним правилами (*Association Rule Learning*) – сукупність методів для аналізу необхідних взаємозв'язків, тобто «асоціативних правил», серед змінних в великих базах даних.

4. Машинне навчання (*Machine Learning*) – клас методів штучного інтелекту, характерною рисою яких є не пряме рішення задачі, а навчання в процесі застосування рішень безлічі подібних завдань. Включає навчання з учителем і без вчителя, а також використання моделей, побудованих на базі статистичного аналізу або машинного навчання, для отримання комплексних прогнозів на основі базових моделей.

5. Обробка природної мови (*Natural Language Processing, NLP*) – загальний напрямок штучного інтелекту та математичної лінгвістики, який вивчає проблеми комп'ютерного аналізу і синтезу природних мов. Стосовно до штучного інтелекту аналіз означає розуміння мови, а синтез – генерацію грамотного тексту. Багато NLP-методів є методами машинного навчання.

6. Штучні нейронні мережі (*Artificial Neural Networks*) – математична модель, побудована за принципом організації та функціонування біологічних нейронних мереж – мереж нервових клітин живого організму.

7. Мережевий аналіз (*Network Analysis*) – набір методів, використовуваних для опису і аналізу відносин між дискретними вузлами в графі або мережі. В соціальній мережі аналізуються зв'язки між людьми в суспільстві або організації, наприклад, як переміщається інформація або хто має найбільший вплив на кого.

8. Розпізнавання образів (*Pattern Recognition*) – набір методів машинного навчання, які розвивають основи і методи класифікації та ідентифікації предметів, явищ, процесів, сигналів, ситуацій, об'єктів, що характеризуються кінцевим набором деяких властивостей і ознак.

9. Прогнозна аналітика (*Predictive Analytics*) – клас методів аналізу даних, концентруючись на прогнозуванні майбутньої поведінки об'єктів і суб'єктів з метою прийняття оптимальних рішень.

10. Аналіз тональності тексту (*Sentiment Analysis*). Клас методів контент-аналізу в комп'ютерній лінгвістиці, призначений для автоматизованого виявлення в текстах емоційно забарвленої лексики і емоційної оцінки авторів (думок) по відношенню до об'єктів, мова про які йде в тексті.

11. Імітаційне моделювання (*Simulation Modeling*) – метод дослідження, при якому система, що вивчається, замінюється моделлю, з достатньою точністю описує реальну систему (побудована модель описує процеси так, як вони проходили б у дійсності), з якої проводяться експерименти, з метою отримання інформації про цю систему.

12. Просторовий аналіз (*Spatial Analysis*) – набір методів, які аналізують топологічні, геометричні або географічні властивості, представлені в наборі даних. Часто дані для просторового аналізу надходять з географічних інформаційних систем.

13. А/В тестування (*A/B Testing*) – контрольна група елементів порівнюється з набором тестових груп, в яких один або кілька показників були змінені для того, щоб з'ясувати, які зі змін покращують цільовий показник.

14. Аналіз часових рядів (*Time Series Analysis*) – сукупність математично-статистичних методів аналізу, призначених для виявлення структури часових рядів і для їх прогнозування. Сюди відносяться, зокрема, методи регресійного аналізу. Виявлення структури часового ряду, необхідної, щоб побудувати математичну модель того явища, яке є джерелом аналізованого часового ряду.

Технології та засоби роботи з Big Data. Існує безліч технологій для агрегації, маніпулювання, управління та аналізу великих даних. Далі наводиться список найбільш відомих і використовуваних технологій і засобів.

- *Big Table* – запатентована розподілена система баз даних, побудована на основі *Google File System*;

- *Business Intelligence* (бізнес-аналітика) – сукупність методологій, процесів, архітектур і технологій, які перетворюють великі обсяги «сирих» даних в осмислену і корисну інформацію, придатну для бізнес-аналізу і для підтримки прийняття оптимальних тактичних і стратегічних рішень;

- *Cassandra* – вільно розповсюджувана система управління базами даних, призначена для маніпулювання даними величезного обсягу в розподілених системах;

- *Cloud Computing* (хмарні обчислення) – обчислювальна парадигма, в якій високо масштабовані обчислювальні ресурси, зазвичай сконфігуровані у вигляді розподілених систем, надаються в мережах як сервісів;

- *Data Warehouse* (сховище даних) – предметно-орієнтована інформаційна база даних, спеціально розроблена і призначена для підготовки звітів і аналізу даних з метою підтримки прийняття рішень в організації та є однією з основних компонент бізнес-аналізу. виступає центральним репозиторієм даних, що надходять з різних джерел. зберігає поточні та історичні дані, будується на основі систем управління базами даних і систем підтримки прийняття рішень;

- *Distributed System* (розподілена система) – безліч комп'ютерів, які взаємодіють по мережі та об'єднані для вирішення загальної обчислювальної задачі;

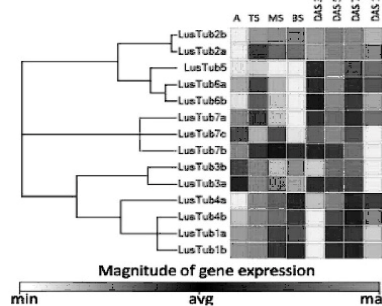
- *Dynamo* – запатентована розподілена система зберігання даних, розроблена в Amazon;
- *Extract, Transform, And Load* (витягти, перетворити, завантажити) – використовується для отримання даних з зовнішніх джерел, перетворення їх для задоволення операційних потреб, і завантаження їх в базу даних або сховище даних;
- *Google File System* – запатентована розподілена файлова система. на її основі побудований Hadoop;
- *Hadoop* – проект фонду Apache Software Foundation, вільно розповсюджуваний набір утиліт, бібліотек і фреймворк для розробки і виконання розподілених програм, що працюють на кластерах з сотень і тисяч вузлів. використовується для реалізації пошукових і тематичних механізмів багатьох високонавантажених веб-сайтів, в тому числі, для Facebook і Yahoo!. Базується на Mapreduce і Google File System;
- *Hbase* – вільно розповсюджувана розподілена нереляційна база даних, яка створена на основі Big Table Google;
- *Mapreduce* – модель розподілених обчислень, представлена компанією Google, яка використовується для паралельних обчислень над дуже великими, аж до декількох петабайт, наборами даних в комп'ютерних кластерах. Ця модель реалізована в Hadoop;
- *Mashup* – веб-додаток, що об'єднує дані з декількох джерел в один інтегрований, наприклад, при об'єднанні картографічних даних Google Maps з даними про нерухомість з Craigslist виходить новий унікальний веб-сервіс, з самого початку не пропонований жодним з джерел даних;
- *R* – вільно розповсюджувана мова програмування – середовище програмування для статистичних і графічних обчислень;
- *Stream Processing* – технологія, призначена для обробки великих потоків даних в реальному масштабі часу.

Наочне представлення результатів аналізу великих даних таким чином, щоб її можна було легко сприймати, є ключовою проблемою аналізу даних, має принципове значення для їх інтерпретації. Сприйняття людини обмежені, і тому вчені продовжують вести дослідження в галузі вдосконалення сучасних методів представлення даних у вигляді зображень, діаграм або анімацій. В якості ілюстрації наводимо кілька прогресивних методів візуалізації, які відносно недавно отримали поширення:

отримати уявлення про ключові моменти скільки завгодно великого тексту або набору текстів (рис. 5.1).



3. Історичний потік (*History flow*) допомагає стежити за еволюцією документа, над створенням якого працює одночасно велика кількість авторів. Зокрема, це типова ситуація для сер-



4. Просторовий потік (*Spatial Information Flow*) – діаграма дозволяє відстежувати просторовий розподіл інформації.

Опишемо в загальних рисах життєвий цикл управління даних, який використовує технології Data Mining – процес напівавто-матичного аналізу великих баз даних з метою пошуку корисних

фактів. Пропонований життєвий цикл даних складається з наступних етапів: пошук, виявлення, збір, фільтрація і класифікація, аналіз даних, зберігання, обмін та публікація даних. Далі коротко описується кожен етап згідно показаному на рис. 5.3 життєвому циклу.

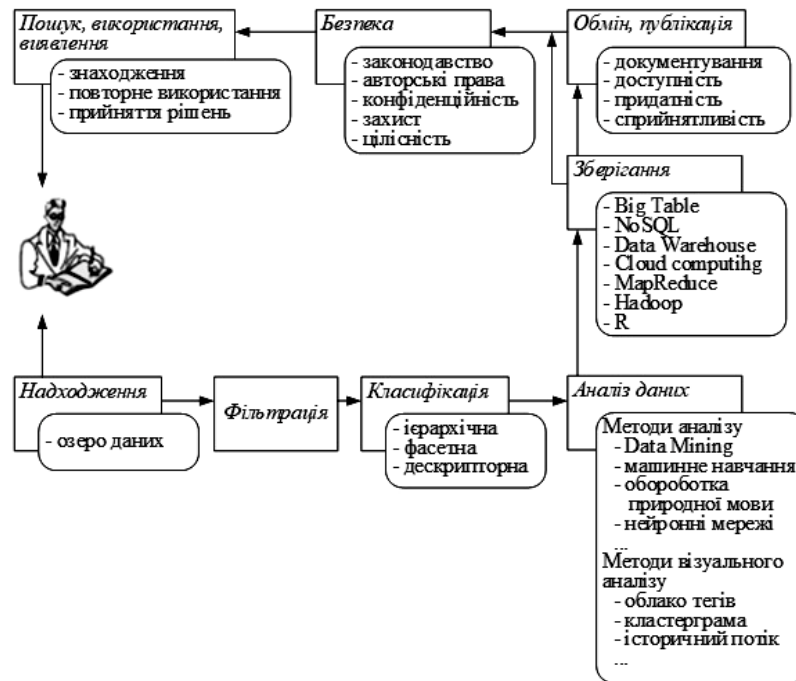


Рис. 5.3. Етапи життєвого циклу управління даними

1. *Надходження (збір) даних* – перший етап життєвого циклу даних. Велика кількість даних надходить з різних джерел: файли журналів, які ведуться на серверах, датчики різного виду, мобільні пристрої, дані, що надходять із супутників, результати наукових досліджень, дані обчислювальних експериментів, результати виконання пошукових запитів, дані, що породжуються в соціальних мережах, і багато інших. При зборі даних використовуються різноманітні методи отримання вихідних «сирих» даних з різних джерел. Розглянемо кілька методів збору даних та використовуються ними технології.

Файли журналів (*Log File*) – метод автоматичної реєстрації даних, пов'язаних з різними подіями, що відбуваються в автоматизованих системах. *Log File* використовуються практично у всіх комп'ютерних системах. Так, веб-сервер фіксує всі транзакції, що виконуються сервером. При наявності дуже великих файлів інформація запам'ятовується в базах даних, а не у вигляді тестових файлів.

Сенсорні дані (*Sensor Data*). Часто датчики використовуються для знімання фізичних характеристик, які потім перетворюються в сприймаються цифрові сигнали для їх збереження та обробки. До сенсорних даних можна віднести дані, які надходять у вигляді звукових, вібраційних, голосових хвиль, результатів фізичних, хімічних, біологічних, метеорологічних або інших видів досліджень, результатів знімання характеристик виробничих процесів.

Мобільні пристрої. За допомогою різних технологій, які вбудовуються в мобільні пристрої, можна отримувати і передавати інформацію про географічне розташування, сприймати аудіо- та відеоінформацію, робити фотографії, за допомогою сенсорних екранів і гравітаційних датчиків отримувати інформацію про стан здоров'я людини.

В результаті збору таких даних утворюється так зване озеро даних (*Data Lake*). Це централізоване сховище великих даних в «сирому», необробленому вигляді. У ньому зберігають дані з різних джерел, різних форматів, структуровані, слабо структуровані, неструктуровані та бінарні дані (зображення, аудіо-відео-дані). Вони зберігаються як правило, в несистематизованому вигляді такими, як є, без будь-якої попередньої обробки. Це обходиться значно дешевше традиційних сховищ, в які поміщаються тільки структуровані дані. Озеро даних дозволяє аналізувати великі дані в початковому вигляді.

2. *Фільтрація даних.* У початкових даних може бути багато «шуму». Наприклад, при неякісному аудіозаписі фоновий шум може бути настільки сильним, що не дозволяє виділити корисну аудіо-інформацію з використання сучасних засобів розпізнавання, або камера відео-спостереження справила зйомку в темний час і зображення є абсолютно чорним. Фільтрація дозволяє позбавитися від такої інформації.

3. *Класифікація даних.* Будь-які дані, що надходять, завжди мають якусь мінімальну інформацію. Наприклад, відомо, де саме

встановлена відео-камера, куди вона спрямована і до якого часу доби прив'язані ті чи інші кадри, або що собою представляють наукові дані, результатами якого експерименту вони є, за яких умов експеримент проводився, тощо. Таким чином, будь-які дані, що надходять, володіють так званими метаданими, що можна використовувати для проведення початкової класифікації, яка є початковим кроком виявлення семантики даних. Ця семантика служить основою для проведення подальшого аналізу даних.

Методи класифікації даних – це сукупність прийомів поділу безлічі об'єктів на підмножини. У науці відомі три методи класифікації об'єктів: ієрархічний, фасетний, дескрипторний. Ці методи розрізняються за стратегією застосування класифікаційних ознак.

Ієрархічний метод – це метод, при якому задана безліч послідовно ділиться на підпорядковані підмножини, поступово конкретизуючи об'єкт класифікації. При цьому підставою розподілу служить деяка вибрана ознака. Сукупність одержаних угруповань при цьому утворює ієрархічну деревоподібну структуру.

Фасетний метод передбачає паралельний поділ множини об'єктів на незалежні класифікаційні групи. При цьому не передбачається жорсткої класифікаційної структури та заздалегідь побудованих кінцевих груп. Класифікаційні угруповання утворюються шляхом комбінації значень, взятих з відповідних фасетів.

Дескрипторний метод – відбір сукупності ключових слів або словосполучень, що описують певну предметну область або сукупність однорідних об'єктів. Вони піддаються нормалізації, на підставі цього створюється словник дескрипторів, який служить основою для проведення класифікації.

4. Аналіз даних. Аналіз даних дозволяє сприйняти і обробити величезні обсяги Big Data. Аналіз даних є складним завданням і залежить від тих завдань, які треба вирішувати з використанням цих даних, висунутих вимог до точності і швидкості рішення, наявності технічних засобів і, нарешті, станів вихідних даних. Аналіз даних включає рішення наступних двох основних завдань:

– на першому етапі повинно бути вирішене завдання розкриття синтаксису даних, тобто виявлення структури даних, наприклад, які об'єкти представляють данні, якими властивостями вони володіють, що собою представляють значення цих властивостей, яким чином пов'язані між собою об'єкти, які природа та характеристики цих зв'язків;

– другий етап пов'язаний з розкриттям семантики даних. Це так званий етап інтелектуального аналізу даних.

Для гнучкої організації аналізу даних пропонується використовувати наступні принципи. По-перше, для досягнення поставлених цілей слід використовувати не один, а декілька релевантних методів аналізу. По-друге, для зберігання даних слід використовувати різні методи і пристрої зберігання, які можуть бути розподілені по комп'ютерам мережі. По-третє, слід надавати високоефективні методи і засоби доступу і обробки даних. Аналіз даних проводиться з урахуванням факторів гетерогенності, точності та складності даних, можливість їх масштабування.

5. Зберігання, спільне використання, публікація. Після збору, очищення і аналізу отримані дані запам'ятовуються у відповідних сховищах, до них надається доступ і / або вони публікуються для ознайомлення з ними широкого кола зацікавлених осіб. Великі за обсягом і такі, що інтенсивно використовуються, набори даних повинні зберігатися і управлятися з великим ступенем надійності, доступності та простоті використання. Інфраструктура зберігання повинна володіти достатнім ступенем гнучкості. Система зберігання повинна бути розподіленою. Така розподілена система зберігання повинна забезпечити підтримку цілісності, доступність, стійкість до відмов різного виду.

Сфера застосування великих даних в сучасному світі практично не має меж. Розкриття, зміна або руйнування даних в Big Data може мати катастрофічні наслідки. Слід зазначити, що всі середовища для роботи з великими даними схильні до ризиків. У зв'язку з цим необхідно забезпечувати надійний захист даних при їх зберіганні, передачі та обробці за рахунок впровадження і використання процедур технологічних рішень в області захисту інформації. Робота з даними забезпечує їх якість, збільшення їх значимості, можливості повторного використання, збереження з метою виявлення нової більш осмисленою інформації. Сфера цієї діяльності включає пошук, виявлення, управління, аутентифікацію, архівування, збереження і представлення даних. Після публікації даних інші дослідники повинні мати можливість аутентифікувати і регенерувати їх у відповідності зі своїми інтересами для проведення досліджень.

5.4. Інтелектуальний аналіз даних як основа прийняття рішень

Використання інформаційних технологій є одним з ключових факторів підвищення ефективності функціонування економічних об'єктів. Як наслідок, зростають витрати на підтримку і розвиток ІТ, збільшується їх частка в загальній структурі витрат підприємств. При цьому суттєва частина цих витрат доводиться не на прийняття кінцевих рішень, а на створення та підтримку інфраструктури, необхідної для надійного та ефективного забезпечення функціонування сучасних інформаційних систем, в тому числі тих, які побудовані з використанням технологій Big Data.

Виділяють такі визначення інформаційної інфраструктури:

- сукупність різних взаємопов'язаних сервісів і систем, мереж, баз даних, програмних і апаратних засобів, що дозволяють організувати систему автоматизації виробничих і функціональних процесів підприємства;
- єдиний комплекс програмних, технічних, комунікаційних, інформаційних та організаційно-технологічних засобів забезпечення функціонування підприємства, а також засобів управління ними;
- комплекс взаємопов'язаних систем, побудований з апаратного комплексу та набору прикладного та системного програмного забезпечення: технічних засобів захисту, систем зберігання і резервування інформації, каналів зв'язку, ІТ рішень із забезпечення інформаційної безпеки.

На рис. 5.4 представлено такі основні елементи інформаційної інфраструктури організації. Аналітична піраміда інформаційної інфраструктури – ієрархічна сукупність програмних засобів, що забезпечують поступове перетворення операційних даних в агреговану інформацію, яка використовується для підтримки прийняття управлінських рішень. У свою чергу, апаратні та програмні засоби дозволяють організувати ефективне функціонування систем аналізу, є невід'ємною складовою системи автоматизації бізнес-процесів підприємства.

Транзакційні системи служать для збору інформації, її структурування та подання у вигляді, зручному для прийняття управлінських рішень. Такі системи містять аналітичні модулі, але їх переважно не відносять до аналітичних додатків і вони більше служать для збору первинної інформації. Такі системи визначають терміном OLTP (*On-Line Transaction Processing*), а їх особливістю є

обробка даних в режимі реального часу. До групи подібних систем відносяться білінгові системи, ERP-системи, облікові та інші.



Рис. 5.4. Основні елементи інформаційної інфраструктури організації

Сховища даних являють собою предметно-орієнтовані, інтегровані, стабільні системи, що підтримують хронологію набору даних, організовані для забезпечення менеджерів і аналітиків достовірною інформацією, призначеною для підготовки звітів і бізнес-аналізу з метою підтримки прийняття рішень. Сховища даних переважно використовуються, щоб зняти навантаження з транзакційної системи через копіювання даних OLTP-системи до сховища, таким чином, побудова звітів та OLAP-аналіз не використовує ресурси транзакційної системи і не порушує стабільність її роботи.

OLAP-системи надають можливість аналітичної обробки даних в реальному часі, тобто агрегування великих масивів даних за багатомірним принципом. Від сховища даних ці системи відрізняє висока швидкість обробки складних багатотабличних запитів.

BMPS (*Business Process Management System*) являє собою автоматизовану систему управління ефективністю бізнесу в масштабі корпорації. BMP-система – це інформаційна система, сукупність програмних засобів, що підтримують концепцію BMP, забезпечують її практичну реалізацію, так і концепцію управління. З допомогою BMP-системи підприємство може визначити стратегічні цілі, управляти процесом їх досягнення, оцінювати ефективність своєї діяльності щодо поставлених цілей.

Слід зазначити, що всі елементи аналітичної піраміди інформаційної інфраструктури підприємства розглянуто у контексті про-

грамних продуктів, задіяних у процесі організації всіх інформаційно-документальних потоків, що безпосередньо беруть участь у прийнятті стратегічних рішень та управлінні ефективністю функціонування підприємства в цілому. Таким чином, ці програмні засоби вимагають надійного захисту від несанкціонованого використання, яке може спричинити втрату частини доходу.

Сучасні умови господарювання, які характеризуються високою динамічністю ринків і тиском з боку конкурентів, призводять до необхідності безперервної розробки і впровадження економічними об'єктами інформаційних технологій, застосуванню передових методів аналізу даних. Постачальниками подібного роду інновацій можуть виступати як внутрішні, спеціально створені структури, так і сторонні організації.

Сам термін штучного інтелекту нічого не говорить про те, як саме вирішуються завдання. Між тим існує безліч різноманітних методів, у тому числі основаних на правилах або експертних системах. Системи штучного інтелекту поєднують та використовують в основному машинне навчання та інші типи методів аналізу даних для досягнення можливостей штучного інтелекту за роками (рис. 5.5).

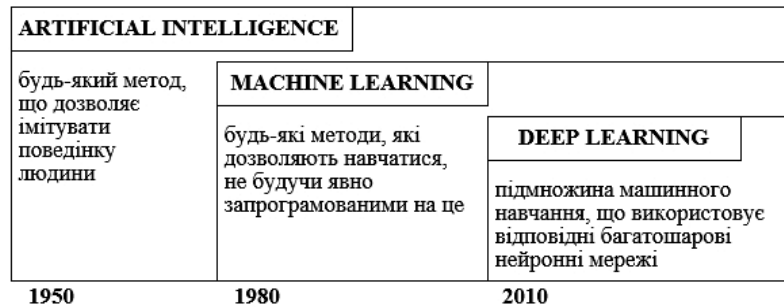


Рис. 5.5. Етапи розвитку методів аналізу даних

Машинне навчання – це клас методів штучного інтелекту, характерною рисою яких є не пряме рішення задачі, а навчання системи за рахунок застосування рішень безлічі подібних завдань. Таким чином, машинне навчання це не просто наслідування людської поведінки, а імітація того, як людина вчиться.

Якщо, наприклад, ви хочете, щоб алгоритм ідентифікував спам в електронних листах, вам доведеться навчити алгоритм на багатьох прикладах електронних листів, які вручну позначені як спам. Алгоритм «вчиться» ідентифікувати закономірності, такі як поява певних слів або поєднання слів, що визначає ймовірність того, що електронне повідомлення буде спамом.

Машинне навчання може застосовуватися до багатьох різних проблем та наборів даних. Можливо навчити алгоритм ідентифікації фотографій котів у колекціях фотографій, можливих випадків шахрайства у страхових відшкодуваннях, перетворення рукописного тексту на структурований, перетворення голосового повідомлення на текст тощо. Для всіх цих прикладів потрібні розмічені набори даних для навчання.

Залежно від використовуваних технік, алгоритм може вдосконалюватися, додаючи цикл зворотного зв'язку, який повідомляє йому, у яких випадках він допустив помилки.

Однак відмінність від штучного інтелекту полягає в тому, що алгоритм машинного навчання ніколи не «зрозуміє», для чого його навчали. Він може виявити спам, але він не знатиме, що таке спам, і не розуміє, чому ми хочемо, щоб його ідентифікували. І якщо з'являється новий вид спаму, він, ймовірно, не зможе його ідентифікувати, якщо хтось (людина або інший алгоритм (модель)) не навчить алгоритм повторно.

В результаті розвитку та застосування на практиці методів штучного інтелекту виникли експертні системи – сукупності наукових дисциплін, що вивчають методи вирішення погано формалізованих задач творчого характеру з використанням обчислювальної техніки. По своїй суті, експертні системи – це застосування принципів і інструментарію досліджень в області штучного інтелекту для вирішення важких прикладних проблем, що вимагають знань експертів.

Експертні системи допомагають проводити аналіз, надавати консультації, ставити діагноз. Їх головною перевагою є можливість накопичення, зберігання і тиражування знань.

Одним з найважливіших напрямків розвитку будь-якого економічного об'єкту є розробка і впровадження програмного забезпечення, що здійснює збір і обробку великих масивів інформації, необхідної менеджерам для прийняття оперативних та обґрунто-

ваних управлінських рішень. До класу таких інструментів відносять – системи підтримки прийняття рішень (СППР).

Для визначення характеристики терміну СППР наведемо кілька визначень, які дають можливість простежити як еволюціонувало це поняття і який в нього вкладався сенс.

СППР – інтерактивні автоматизовані системи, які допомагають особі, яка приймає рішення, використовувати дані та моделі для розв'язання слабкоструктурованих проблем.

СППР – це система, яка забезпечує користувачам доступ до даних і/або моделей так, що вони можуть приймати кращі рішення.

СППР – це система під управлінням однієї або кількох осіб, що приймають рішення (ОПР), яка надає допомогу в здійсненні діяльності з прийняття рішень, надаючи організований набір засобів, що дозволяє структурувати ситуації прийняття рішень і підвищити загальну ефективність прийнятих рішень.

СППР – це будь-який програмний продукт, що відображає економічні знання фахівця-професіонала, його навички й досвід, і використовується під час видачі користувачеві поради-рішення.

Таким чином, самі по собі СППР не покликані виробляти рішення, а необхідні менеджерів, щоб допомогти правильно вживати їх у різних ситуаціях, особливо це стосується моментів, коли неможливо або небажано використовувати автоматичну систему прийняття рішень. Ці системи не тільки допомагають приймати рішення, але й розібратися в ситуації не замінючі її. Роль СППР полягає в підвищенні ефективності роботи керівників, а не в їх заміні. Метою СППР є не автоматизація процесу прийняття рішення, а здійснення кооперації, тобто взаємодії між людиною і системою під час прийняття рішень.

На даний момент та в найближчій перспективі підвищення ефективності та якості управління підприємствами може бути досягнуто тільки за допомогою застосування і подальшого вдосконалення економічних інформаційних систем, які дозволять забезпечити підвищення якості та оперативності прийнятих управлінських рішень.

Практично всі види СППР характеризуються чіткою структурою, яка включає три основних елементи:

- підсистему інтерфейсу користувача;
- підсистему управління базами даних (СУБД), базами знань;
- підсистему управління базою моделей.

Типова структура СППР наведена на рис. 5.6.

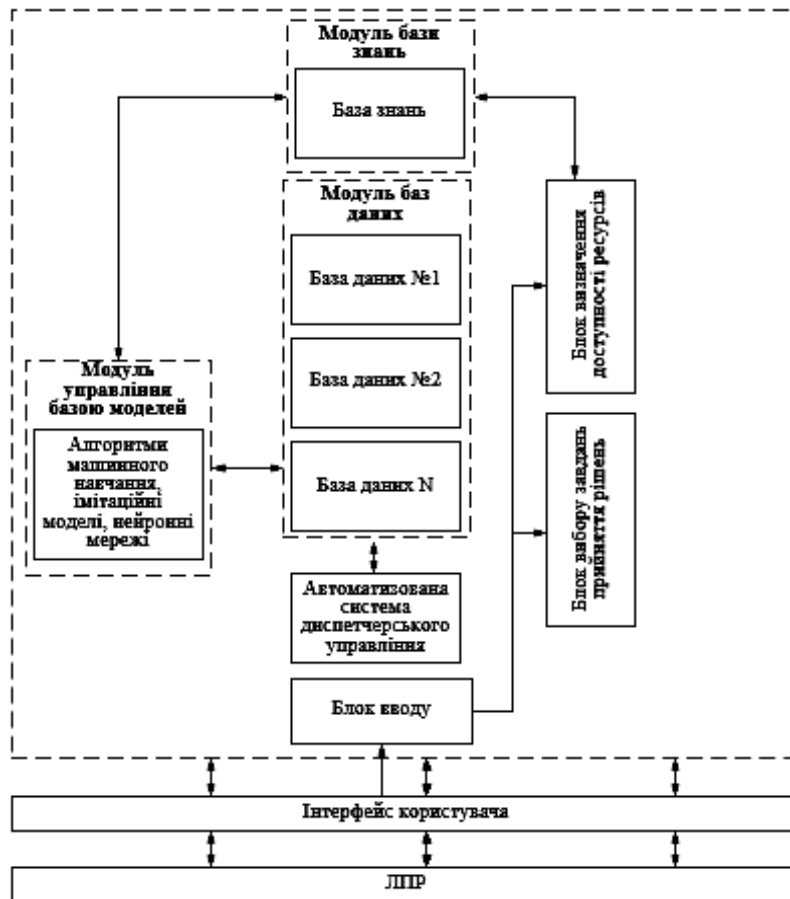


Рис. 5.6. Типова структура системи підтримки прийняття рішень

Важливими є споживчі властивості СППР, які переважно оцінюються за такими параметрами:

- якість рекомендацій та рішень;
- правильність використовуваного методу міркувань;
- якість інтерфейсу (зручність роботи з експертною системою);
- ефективність системи;
- термін окупності;

- швидкість роботи системи. Особливо важливо при функціонуванні економічної системи в реальному масштабі часу;
- можливість роботи в обчислювальній мережі;
- прийнятність системи для користувача.

Взагалі, процес розробки будь яких програмних рішень з використанням методів (алгоритмів, моделей) машинного навчання є достатньо складним, в якому приймають участь не тільки безпосередньо розробник, який пише код, але інженери з машинного навчання. Варто відзначити, що загальні процеси і підходи до аналітики даних, які використовуються в промислових Data Mining проектах незалежно від конкретного завдання та індустрії описує стандарт CRISP-DM.

Цифровізація бізнесу або цифрова трансформація цілої держави неможливі без використання сучасних методів і підходів, в тому числі заснованих на штучному інтелекті.

Системи штучного інтелекту в тій чи іншій мірі впливають на наше життя і цей вплив лише посилюється; саме з цим пов'язана необхідність вивчення та подальших досліджень в області цифровізації економіки і суспільства в цілому, як феномена поточного століття.

Запитання для самоперевірки

1. Що таке Big Data?
2. Назвіть основні методи Data Mining.
3. У чому полягає інтелектуальний аналіз інформації?
4. Назвіть основні стадії Data Mining.
5. Назвіть способи представлення даних.
6. Надайте характеристику технологій для агрегації, маніпулювання, управління та аналізу великих даних.
7. Охарактеризувати основні методи візуалізації.
8. Етапи життєвого циклу управління даними.
9. Місце Big Data в системі прийняття управлінських рішень.
10. Назвіть основні елементи інформаційної інфраструктури організації.

Розділ 6

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК СКЛАДОВА ЦИФРОВОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ

6.1. Еволюція розвитку систем штучного інтелекту

Термін «штучний інтелект» з'явився в науковому побуті на початку 60-х років XX ст., але всесвітнє визнання він отримав лише у 1969 р., коли у Вашингтоні була зібрана представницька конференція фахівців, які працювали в галузі використання електронно-обчислювальних машин для моделювання творчих процесів людини. Вона називалася «Міжнародна об'єднана конференція зі штучного інтелекту».

У різних авторів можна зустріти свої визначення поняття «штучний інтелект». Але, мабуть, всі вони зводяться, так чи інакше, до одного: штучний інтелект – це штучна система, що імітує рішення людиною складних завдань в процесі його життєдіяльності. Таке визначення міститься в «Словнику з кібернетики», виданому в Києві в 1979 р. під редакцією академіка В.М. Глушкова. Ключовим словом в цьому визначенні є слово «імітує»: системи штучного інтелекту здатні подібно людині вирішувати складні завдання, але вирішують їх, можливо, не так, як це робить людина [54].

Як приклад наведемо інші визначення поняття «штучний інтелект», що дані вченими, які стояли біля витоків цього наукового напрямку або вченими, що активно працюють в цій науковій галузі. «Штучний інтелект – це наука про концепції, що дозволяють обчислювальним машинам робити такі речі, які у людей виглядають розумними ... Центральні завдання штучного інтелекту полягають у тому, щоб зробити обчислювальні машини більш корисними і зрозуміти принципи, що лежать в основі інтелекту ...» [55].

«Штучний інтелект ставить перед собою серйозне завдання побудови теорії інтелекту, що базується на обробці інформації. Якби таку теорію інтелекту можна було створити, з її допомогою можна було б направлено вести розробку інтелектуальних машин. Крім того, можна було б прояснити деталі інтелектуальної поведінки, які проявляються у людей і тварин» [56]. «Яка мета штучного розуму? ... Ця мета полягає в створенні таких програм

для обчислювальних машин, поведінку яких називають «фрозумною»...» [57]. Цей перелік визначень може бути продовжений. Резюмуючи сказане, зазначимо, що штучний інтелект – це штучна система, що імітує інтелектуальну діяльність людини. Така система здатна виконувати деякі інтелектуальні функції людини, але виконує їх не так, як це відбувається в мозку людини, система імітує роботу мозку.

Зараз до штучного інтелекту прийнято відносити ряд алгоритмів і програмних систем, відмінною властивістю яких є те, що вони можуть вирішувати деякі завдання так, як би це робила людина, що розмірковує над їх вирішенням.

Вивчаючи штучний інтелект, потрібно визначити, що таке інтелект взагалі. На наш погляд, це здатність системи обчислювати, міркувати, сприймати відносини і аналогії, вчитися на досвіді, зберігати та видавати інформацію з пам'яті, вирішувати проблеми, розуміти складні ідеї, вільно використовувати природну мову, класифікувати, узагальнювати і адаптувати нові ситуації (рис. 6.1).

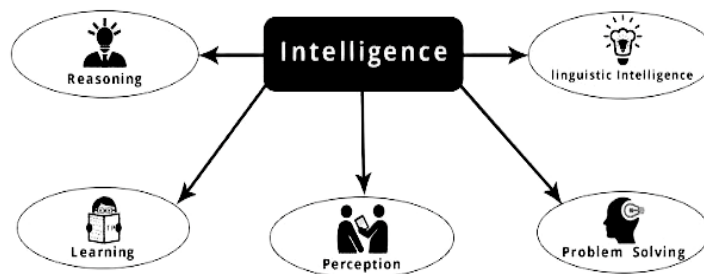


Рис. 6.1. Складові інтелекту

1. Міркування (*Reasoning*) – це набір процесів, який дозволяє надавати основу для суджень, прийняття рішень і прогнозування.

2. Навчання (*Learning*) – діяльність з отримання знань або навичок шляхом вивчення, практики, навчання або переживання чого-небудь. Навчання підвищує обізнаність про предмети дослідження. Здатність до навчання мають люди, деякі тварини і системи з підтримкою ШІ. Категорії навчання:

– навчання слуху – це навчання слуханням і слухом. Наприклад, студенти слухають записані аудіо лекції;

- епізодичне навчання – вчитися, запам'ятовуючи послідовності подій, свідком яких був або пережив. Це лінійно і впорядковано;
- моторне навчання – тип навчання необхідний для розвитку складних рухів. Наприклад, збір предметів, написання, тощо;
- наглядове навчання – вчитися, спостерігаючи і наслідуючи іншим. Наприклад, дитина намагається вчитися, наслідуючи своїх батьків;
- навчання сприйняттю – це навчання розпізнаванню стимулів, які бачили раніше. Наприклад, виявлення і класифікація об'єктів і ситуацій;
- реляційне навчання включає в себе навчання розрізняти різні стимули на основі реляційних властивостей, а не абсолютних властивостей. Наприклад, додавання «трохи менше» солі під час приготування картоплі, яка в останній раз виходила пересоленою, при приготуванні з додаванням, скажімо, столової ложки солі;
- просторове навчання – навчання за допомогою візуальних стимулів, таких як зображення, кольору, карти. Наприклад, людина може створити дорожню карту перед тим, як йти чи їхати;
- стимул-відповідь навчання – це навчання певної поведінки, коли є певний стимул. Наприклад, собака піднімає вухо, почувши дверний дзвінок.

3. Рішення проблем (*Problem Solving*) – це процес, в якому людина сприймає і намагається знайти бажане рішення в існуючій ситуації, вибираючи якийсь шлях, що блокується відомими або невідомими перешкодами. Рішення проблем також включає в себе прийняття рішень, тобто процес вибору найбільш підходящої альтернативи з безлічі доступних альтернатив для досягнення бажаної мети.

4. Сприйняття (*Perception*) – це процес отримання, інтерпретації, вибору і організації сенсорної інформації. У людини сприйняттю докільки допомагають органи чуття. В області ШІ механізм сприйняття певним чином об'єднує дані, що надійшли з датчиків.

5. Лінгвістичний інтелект (*Linguistic Intelligence*) – це здатність використовувати, розуміти, говорити і писати. Це важливо в міжособистісному спілкуванні. Люди сприймають оточуючий світ за шаблонами, а машини – за правилами і даними. Люди зберігають і запам'ятовують інформацію за шаблонами, а машини – за

пошуковим алгоритмом. Наприклад, номер 40404040 легко запам'ятати, зберегти і згадати, оскільки його шаблон простий.

Люди можуть зрозуміти весь об'єкт, навіть якщо окрема його частина відсутня або спотворена; в той час як машини не можуть зробити це правильно (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Типи інтелекту людини

Інтелект	Опис	Особа
Лінгвістичний інтелект	Здатність говорити, розпізнавати і використовувати механізми фонології (мовні звуки), синтаксису (граматика) і семантики (сене)	Оповідачі, промовці
Музичний інтелект	Здатність створювати, спілкуватися і розуміти смисли звуку, розуміти висоту, ритм	Музиканти, співаки, композитори
Логіко-математичний інтелект	Уміння використовувати і розуміти відносини при відсутності дії або предметів. Розуміння складних і абстрактних ідей	Математики, вчені
Просторовий інтелект	Здатність сприймати візуальну або просторову інформацію, змінювати її і заново створювати візуальні зображення без прив'язки до об'єктів, створювати тривимірні зображення, а також переміщати і обертати їх	Зчитувачі карт, космонавти, фізики
Тілесно-кінестетичний інтелект	Здатність використовувати всю або частину тіла для вирішення проблем або створення модних продуктів, контролю над дрібними і грубими моторними навичками і маніпулювання об'єктами	Гравці, танцюристи
Внутріособистісний інтелект	Здатність розрізняти власні почуття, наміри і мотивації	Гаутама Будда
Міжособистісний інтелект	Здатність розпізнавати і розрізняти почуття, переконання і наміри інших людей	Масові комунікатори-інтерв'юери

Імітація інтелектуальної діяльності людини може бути здійснена різними способами. У зв'язку з цим назвемо три основних напрямки досліджень в штучному інтелекті: евристичне (або інформаційне), біонічне та еволюційне.

Евристичний, або інформаційний, напрямок досліджень в штучному інтелекті включає фахівців, які займаються створенням машинних способів вирішення інтелектуальних завдань, а також

створенням програм для обчислювальних машин, які вирішують такі завдання. При цьому, як функціонуватимуть подібні програми, наскільки близькі або далекі будуть ті способи, якими вони досягають поставленої мети в порівнянні з людськими способами, абсолютно не має ніякого значення. Головне – кінцевий результат, його збіг з результатом, отриманим людиною при вирішенні того ж завдання. Прийоми і методи, якими виходять такі ж результати, можуть бути зовсім іншими, не тими, що реально використовує людина.

Біонічної напрямок досліджень в штучному інтелекті вивчає процеси, що протікають в мозку людини, коли він вирішує завдання. Вчені, що працюють у біонічному напрямку, намагаються відтворити технічними засобами сам об'єкт, в якому б протікали процеси, схожі з психічними процесами, що проявляються у людини під час вирішення завдань. Такі дослідники спеціально конструюють мережі штучних нейронів та інші аналоги, притаманні нервовій системі людини.

Нарешті, третій, еволюційний напрямок, займається створенням програм, здатних самонавчатися того, чого вони раніше не вміли робити. Його представники вважають, що інтелектуальні програми треба «вирощувати», як ми вирощуємо дітей. Загальний підхід до досліджень в будь-якому з перелічених напрямів полягає у виділенні і вивченні спеціальних, що не вивчаються іншими науками, об'єктів. Цими об'єктами в штучному інтелекті є метапроцедури, за допомогою яких людина виконує інтелектуальні дії.

Дослідники вивчають метапроцедури людського інтелекту і на цій підставі створюють метапроцедури технічних і програмних систем, що реалізують інтелектуальні функції людини. Зрозуміло, що метапроцедури технічних і програмних систем є штучними об'єктами, створеними самою людиною, тобто реалізованими об'єктами-аналогами інтелектуальних метапроцедур людини, і вони цілком можуть бути не властиві її інтелекту.

Історія штучного інтелекту в XX столітті:

1. У Лондоні відбувся показ п'єси Карела Чапека «Універсальні роботи Россум», де вперше використано слово «робот».

2. Айзек Азімов, випускник Колумбійського університету, ввів термін «робототехніка».

3. Алан Тьюринг представив тест Тьюринга для оцінки інтелекту та описав його у своїй праці «Обчислювальна техніка та інтелект».

4. Клод Шеннон опублікував статтю «Детальний аналіз гри в шахи як пошук»

5. Джон Маккарті придумав термін «штучний інтелект». В Університеті Карнегі-Меллона відбулась демонстрація першої програми штучного інтелекту.

6. Джон Маккарті винайшов мову програмування LISP для III.

7. Дисертація Денні Боброу в Массачусетському технологічному інституті показала, що комп'ютери можуть досить добре розуміти природну мову, щоб правильно вирішувати завдання з алгебри.

8. Джозеф Вайзенбаум з МТІ створив ELIZA – інтерактивну програму, яка веде діалог англійською мовою.

9. Вчені з Стенфордського науково-дослідного інституту розробили робота Шекі, який здатний самостійно функціонувати та аналізувати власні дії.

10. Група Assembly Robotics в Единбурзькому університеті створила знаменитого шотландського робота Фредді, здатного використовувати зір для пошуку і складання моделей.

11. З'явився перший керований комп'ютером автономний автомобіль Stanford Cart.

12. Гарольд Коен створив і продемонстрував програму малювання Аарона.

Основні досягнення у всіх областях штучного інтелекту:

1. Програма Deep Blue Chess перевершила тодішнього чемпіона світу з шахів Гаррі Каспарова.

2. Інтерактивні роботи стають комерційно доступними.

3. Массачусетський технологічний інститут показує Kismet – робота, якій може розпізнавати та імітувати емоції людини.

4. Робот Nomad досліджує віддалені райони Антарктиди і виявляє метеорити.

6.2. Основні характеристики штучного інтелекту

Штучний інтелект є окремим науковим напрямком, так як має свій специфічний предмет дослідження – це інтелектуальні метапроцедури людини та метапрограми, що реалізують ці метапроцедури, і мають свої специфічні методи вивчення цих

об'єктів. У штучному інтелекті використовуються всі три класичних методи дослідження: дедуктивні, емпіричні та описові. Дедуктивні методи використовуються при створенні програм, що реалізують метапроцедури. Програми пишуться з використанням мов програмування, теорія яких будується на основі дедуктивних методів. Загальна теорія програмування теж є теорією, заснованою на дедуктивних методах. Готові програми або метапрограми можна багаторазово виконувати на ЕОМ, змінюючи у них вхідні дані або внутрішні параметри. Це дозволяє досвідним шляхом виявляти характеристики метапроцедур, створених людиною. Такі методи відносяться до емпіричних.

Нарешті, класифікація та порівняння різних програм, збір і систематизація всіляких евристик і алгоритмів, що застосовуються в програмах, вимагають великої описової роботи. Цей вид діяльності складає невід'ємну частину будь-якого дослідження в штучному інтелекті і не може обійтися без використання описових методів. Витяг необхідних знань і відомостей з книг, статей, описів та інших інформаційних джерел є необхідною передумовою успішних наукових досліджень. Отже, предмет штучного інтелекту – інтелектуальні метапроцедури, а методи штучного інтелекту – весь арсенал відомих наукових методів: дедуктивних, емпіричних і описових.

«Наскрізні» технології – це перспективні технології, радикально змінюють ситуацію на існуючих ринках або сприяють формуванню нових ринків. До наскрізних технологій цифрової економіки відносяться: великі дані, нейротехнології та штучний інтелект, системи розподіленого реєстру (блокчейн), квантові технології, нові виробничі технології, промисловий Інтернет, компоненти робототехніки і сенсорика, технології бездротового зв'язку, технології віртуальної та доповненої реальності.

Згідно загальнопоширеному визначенню штучний інтелект:

- наука і технологія створення інтелектуальних машин, особливо інтелектуальних комп'ютерних програм;
- властивість інтелектуальних систем виконувати творчі функції, які традиційно вважаються прерогативою людини.

За прогнозами експертів, обсяг ринку штучного інтелекту (рис. 6.2) До 2025 р. зросте у 40 разів по відношенню до 2016 р. і досягне значення в \$ 59,7 млрд. Завдяки штучному інтелекту, до

2020 р. було створено 2,3 млн робочих місць; до 2022 р. ще 20 % працівників, зайнятих нерутинними завданнями, будуть покладатися на допомогу ШІ; до 2025 р. 85 % взаємодій з клієнтами будуть здійснюватися за допомогою ШІ; до 2030 р. світовий ВВП виросте на \$15,7 трлн. [53].

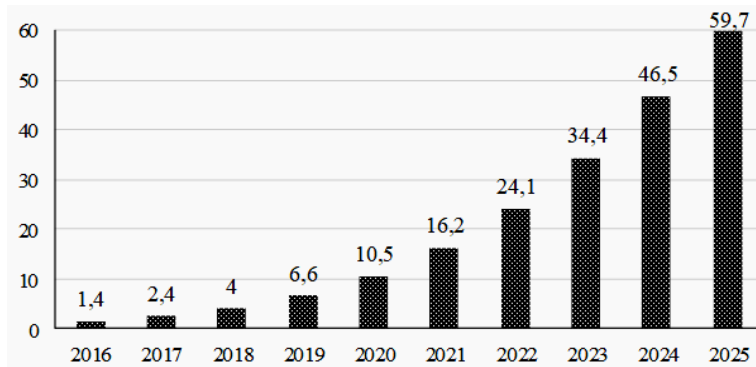


Рис. 6.2. Обсяг ринку штучного інтелекту, млрд дол. США [53].

Основні ефекти від застосування ШІ будуть отримані за рахунок оптимізації бізнес-процесів і розширення можливостей автоматизації та роботизації ручної праці; реструктуризації глобального ринку праці та трансформації освітніх процесів в користь персоналізації та розвитку концептуального мислення; виключення суб'єктивності та ірраціональності в прийнятті рішень [53].

За словами батька штучного інтелекту Джона Маккарті, це «наука і техніка створення інтелектуальних машин, особливо інтелектуальних комп'ютерних програм» [54].

Штучний інтелект – це спосіб змусити комп'ютер, робот, керований комп'ютером, або програмне забезпечення мислити розумно, подібно до того, як думають розумні люди.

Філософія штучного інтелекту. Використовуючи силу комп'ютерних систем, людство задається питанням: «Чи може машина мислити і вести себе так, як люди?» Розробка ШІ почалася з наміру створити подібний інтелект в машинах, який ми знаходимо і високо цінуємо у людей.

Цілі штучного інтелекту. Створення експертних систем, які демонструють інтелектуальну поведінку, вчать, демонструють,

пояснюють і консультують своїх користувачів. Впровадження людського інтелекту в машини – створення систем, які розуміють, думають, вчаться і поведуться як люди. Створення експертних систем – системи, які демонструють інтелектуальну поведінку, вчаться, демонструють, пояснюють і консультують своїх користувачів. Впровадження людського інтелекту в машини – створення систем, які розуміють, думають, вчаться і поведуться як люди.

Штучний інтелект – це наука і технологія, засновані на таких дисциплінах, як комп'ютерні науки, біологія, психологія, лінгвістика, математика та інженерія. Основне завдання ШІ полягає в розробці комп'ютерних функцій, пов'язаних з людським інтелектом, таких як міркування, навчання і рішення проблем.

У всіх цих визначеннях поняття інтелекту відноситься до здатності планувати, міркувати та вчитися, відчувати та будуючи певне сприйняття знань та спілкуватися природною мовою. Штучний інтелект буває двох видів: сильний і слабкий (табл. 6.2).

Таблиця 6.2

Види штучного інтелекту

Види ШІ	Сильний ШІ	Слабкий ШІ
Визначення	Інтелектуальний алгоритм, здатний вирішувати широкий спектр інтелектуальних завдань як мінімум нарівні з людським розумом	Інтелектуальний алгоритм, що імітує людський розум у вирішенні конкретних вузькоспеціалізованих завдань
Приклади	Глибоке розуміння і переклад складного тексту, складні наукові висновки, повноцінне спілкування з людиною, емпатія	Розпізнавання номерів автомобілів, інтелектуальні ігри, вікторини, складні обчислення, розпізнавання осіб, машинний переклад

Сильний штучний інтелект – це єдина система, яка може дізнатись про будь-яку проблему, а потім вирішити її. Це саме те, що роблять люди: спеціалізуються на певній темі – від абстрактної математики до психології, від спорту до мистецтва. Таким чином, системи штучного інтелекту повинні мати наступні основні характеристики, які наведені на рис. 6.3. Зараз же системи штучного інтелекту в основному вирішують вузькоспрямовані задачі (слабкий штучний інтелект), тобто вони можуть робити лише те, для чого призначені. Це означає, що для кожної проблеми потрібно розробити певний алгоритм для її вирішення. Ці системи

переважно набагато кращі у виконанні конкретного завдання, ніж люди, у якості таких задач можуть бути: розпізнавання обличч, гра у шахи, різноманітні обчислення, переклад текстів та ін.

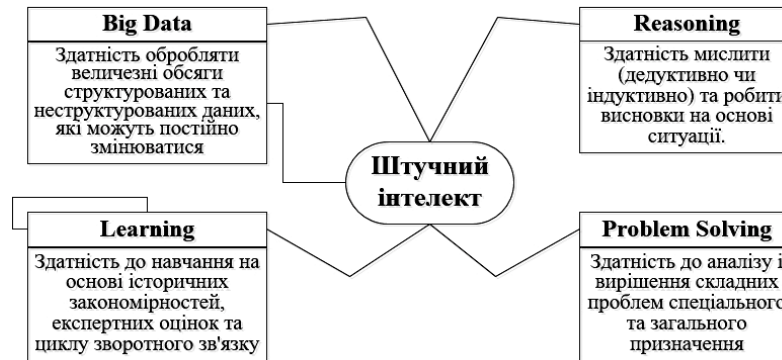


Рис. 6.3. Основні характеристики системи штучного інтелекту

З наступних областей одна або кілька областей (рис. 6.4) можуть сприяти створенню інтелектуальної системи. У реальному світі знання володіє деякими небажаними властивостями: обсяг величезний, погано організовані або відформатовані; постійно змінюються.



Рис. 6.4. Джерела створення систем штучного інтелекту

Техніка штучного інтелекту підвищує швидкість виконання складної програми, якою вона оснащена (табл. 6.3).

Виділяють два напрямки розвитку штучного інтелекту:

– рішення проблем, пов'язаних з наближенням спеціалізованих систем ШІ до можливостей людини, і їх інтеграції, яка реалізована природою людини;

– створення штучного розуму, що представляє інтеграцію вже створених систем штучного інтелекту в єдину систему, здатну вирішувати проблеми людства.

Таблиця 6.3

**Особливості програмування без штучного інтелекту
і зі штучним інтелектом**

Програмування без ШІ	Програмування з ШІ
Комп'ютерна програма без ШІ може відповісти на конкретні питання, які вона покликана вирішити	Комп'ютерна програма з ШІ може відповісти на загальні питання, які вона покликана вирішити
Модифікація в програмі призводить до зміни її структури	Програми ШІ можуть поглинати нові модифікації, поєднуючи разом дуже незалежні фрагменти інформації. Отже, ви можете змінити навіть невелику частину інформації про програму, не зачіпаючи її структуру
Модифікація не є швидкою і легкою. Це може привести до негативного впливу на програму	Швидка і проста модифікація програми

Сфери застосування ШІ:

- автоматичний переклад;
- розпізнавання текстів;
- інтелектуальні системи інформаційної безпеки;
- отримання бізнес-аналітики;
- вилучення інформації;
- розпізнавання мови;
- розпізнавання зорових образів;
- розуміння і аналіз текстів на природній мові;
- робототехніка;
- експертні системи;
- аналіз зображень.

Останнім часом стався вражаючий ривок в області розвитку і особливо застосування штучного інтелекту, заснованого на використанні нейронних мереж. Отримано грандіозні результати при вирішенні таких завдань як розпізнавання мови, зображень і осіб. Дані технології засновані на досить грубому копіюванні роботи людського мозку і не завжди дають очікувані результати. Завдання науки зрозуміти, як працює штучний інтелект. Технології часто

починають працювати раніше нашого розуміння всіх подробиць їх роботи. Без такого розуміння неминуче виникають різного роду інциденти. Прикладом такого потенційно негативного ефекту може служити атомна енергетика (Фукусіма і Чорнобиль). Таке ж можливо і з штучним інтелектом, якщо не буде повного розуміння того, як він працює.

Основна проблема в теорії штучного інтелекту – зрозуміти, чому працюють нейронні мережі, незважаючи на те, що, з точки зору класичної математики, завдання побудови нейронних мереж некоректне, тому що кількість спостережень (навчальних прикладів) на кілька порядків менше числа визначених параметрів, але, тим не менш, на практиці мережа працює. Теоретичного розуміння, чому мережа працює у нас поки немає. Хоча це не повинно нас зупиняти від того, щоб ці технології масово впроваджувати. Основне завдання вчених – якомога швидше дізнатися, як технології ШІ працюють. Для підняття ШІ на новий рівень розвитку та отримання передбачуваних і надійних результатів необхідно побудувати нову або істотно доопрацювати існуючу теорію ШІ. Вирішальне слово тут має залишитися за математикою, тому що саме вона є «мовою всесвіту».

Наукові дослідження та приклади впровадження ШІ показують, як компанії, що використовують нові можливості ШІ, здійснюють технологічний прорив, отримують відчутний результат і конкурентну перевагу. ШІ не просто дозволяє істотно модернізувати багато технологічних і соціальних процеси, роблячи їх ефективніше (підвищуючи продуктивність праці і розширюючи можливості людини), він змінює саму природу праці, кардинально перебудовуючи процеси управління та висуваючи нові вимоги до набору компетенцій, змінюючи характер взаємодії людини та машини.

У зв'язку з швидким розвитком технологій штучного інтелекту і широким застосуванням додатків на його основі, бізнесу часто задають питання з серії «чи багато людей втратять роботу через впровадження штучного інтелекту?» Наприклад, за підсумками опитування, проведеного Центром експертизи штучного інтелекту Edelman (*Edelman AI Center of Expertise*) за підтримки Всесвітнього економічного форуму, 91 % керівників і 84 % звичайних громадян вважають, що прихід ШІ ознаменує нову технологічну революцію. Разом з тим, учасники обох фокус-груп всерйоз побоюються

наслідків впровадження ШІ для суспільства, бізнесу і держави. Респонденти привели цілий круг можливих проблем – від розумних іграшок, які будуть вторгатися в особистий простір дитини, до погіршення умов життя малозабезпечених і втрати людиною інтелектуальних здібностей [54].

Кей Ферт-Баттерфілд, яка очолює програму ВЕФ по штучному інтелекту і машинного навчання, заявила, що «з отриманих результатів чітко випливає, що представники бізнесу та уряду повинні комплексно оцінити безліч проблем, що існують в сфері ШІ, і вжити відповідні заходи, оскільки потенційні негативні наслідки приходу ШІ можуть звести на нанівець усі плюси цих технологій. Світовій спільноті потрібно знати про фактори ризику, пов'язаних з такою глибокою трансформацією, і підготувати умови, в яких штучний інтелект буде приносити користь всім людям».

Штучний інтелект вплине не на кількість робочих місць, а, скоріше, на їх утримання. Все це ставить перед бізнесом нові завдання по розширенню компетенцій і трансформації свідомості людей при підготовці їх до фундаментальних змін.

Аналізуючи потенціал штучного інтелекту, дослідники почали шукати нові сфери його застосування, перш за все – в ув'язці з вдосконаленням бізнес-процесів. Застосування ШІ дозволяє зробити бізнес-процеси гнучкими і адаптивними, відмовитися від традиційних конвеєрів і перейти до ідеї інтеграції просунутих систем штучного інтелекту і людей. Цей підхід радикально змінює взаємодію машини і людини, формує інтегровані команди з роботів і людей. Такі команди здатні по ходу виконання виробничих операцій швидко обробляти великі масиви даних, засвоювати нову інформацію та підлаштовуватися під безперервні зміни. Можливості ШІ дозволяють компаніям по-новому провести реінжиніринг своїх бізнес-процесів, істотно підвищити їх продуктивність і знизити витрати. Таким чином, одне з основних напрямків розвитку і впровадження ШІ в промисловості – реінжиніринг бізнес-процесів.

Іншим напрямком розвитку і впровадження ШІ є доповнення і розширення людських можливостей, коли машини виконують те, що найкраще вони вміють (повторювані, монотонні завдання з обробкою колосального обсягу даних), а люди виконують лише те, що найкраще вміють (робота з неоднозначною інформацією,

умовивід в складних випадках, прийняття рішень в умовах з високим рівнем невизначеності, творчість, тощо). Цей напрямок прийнято назвати третьою хвилею бізнес-трансформації.

До першої хвилі трансформації відносять стандартизацію бізнес-процесів (кожна операція вимірна, оптимізована і стандартизована). До другої хвилі трансформації відносять автоматизацію (реінжиніринг бізнес-процесів на основі інформаційних технологій і обчислювальної техніки). Третя хвиля трансформації бізнес-процесів пов'язана з адаптивними бізнес-процесами, які дозволяють радикальним чином перетворити бізнес і спираються на обробку даних в режимі реального часу замість виконання заздалегідь запланованих кроків.

Симбіоз людини і машини висуває нові вимоги до кваліфікації працівників. Співробітник повинен вміти: формулювати питання для інтелектуального агента на самих різних рівнях абстракції; ефективно взаємодіяти з інтелектуальним агентом при досягненні поставлених цілей; навчати інтелектуальних агентів новим технологічним навичкам і вчитися самому; удосконалювати модель (інтерфейс) взаємодії з інтелектуальним агентом; приймати спільні з ШІ рішення в умовах підвищеної невизначеності; здійснювати пошук нових способів вдосконалення бізнес-процесів для підвищення їх ефективності.

Стале уявлення про те, що ШІ збирається «захопити світ» і виключити присутність людини не відповідає дійсності та має змінитися на новий погляд – не виключається присутність людини на робочих місцях, а розширюються її можливості за рахунок співпраці з ШІ, підвищуючи продуктивність людської праці та вирішуючи завдання, які раніше вважалися неможливими.

6.3. Области застосування штучного інтелекту

Фінанси.

1. Алгоритмічна торгівля – використання складних систем штучного інтелекту для прийняття торгових рішень зі швидкістю, що перевищує швидкість, на яку здатний людський організм. Це дозволяє робити мільйони угод в день без будь-якого втручання людини. Автоматизовані торговельні системи зазвичай використовуються великими інституційними інвесторами.

2. Дослідження ринку та інтелектуальний аналіз даних. Кілька великих фінансових установ вклали кошти в розвиток ШІ, щоб використовувати його в їх інвестиційній практиці. Розробки BlackRock AI, Aladdin, використовуються як всередині компанії, так і для її клієнтів, допомагаючи в прийнятті інвестиційних рішень. Широкий спектр функціональних можливостей даної системи включає обробку природної мови для читання тексту, такого як новини, звіти брокерів і канали соціальних мереж. Потім система оцінює настрій в згаданих компаніях і присвоює їм оцінку. Банки, такі як UBS і Deutsche Bank, використовують систему ШІ під назвою Sqream (*Sequential Quantum Reduction and Extraction Model*) – модель послідовної квантової редукції і екстракції), яка може обробляти дані для розробки профілів споживачів та зіставляти їх з продуктами, які вони, швидше за все, забажають. Goldman Sachs використовує Kensho, платформу аналітики ринку, яка об'єднує статистичні обчислення з великими даними і обробкою природної мови. Його системи машинного навчання використовують дані в Інтернеті та оцінюють кореляції між світовими подіями та їх впливом на ціни фінансових активів. Інформація, витягнута системою ШІ з прямої трансляції новин, використовується в прийнятті інвестиційних рішень.

3. Управління особистими фінансами. Існують продукти, які використовують ШІ для допомоги людям в управлінні їх особистими фінансами. Наприклад, Digit – це додаток, заснований на штучному інтелекті, який автоматично допомагає споживачам оптимізувати свої витрати і заощадження, ґрунтуючись на своїх особистих звичках та цілях. Додаток може аналізувати такі фактори, як щомісячний дохід, поточний баланс і звички до витрат, потім приймати власні рішення та переводити гроші на окремий ощадний рахунок. Wallet.AI, що розвивається в Сан-Франциско стартап, створює агентів, які аналізують дані, які генерує споживач, при взаємодії зі смартфонами і соціальними мережами, щоб проінформувати споживача про свої витрати.

4. Управління фінансовим портфелем. Автоматизовані помічники-порадники стають все більш широко використовуватися в галузі управління інвестиціями. Автоматизовані системи надають фінансові консультації і поради в управлінні фінансовим портфелем з мінімальним втручанням людини. Цей клас фінансових консультантів працює на основі алгоритмів, створених для авто-

матичного розвитку фінансового портфеля відповідно до інвестиційних цілей і схильністю до ризику клієнтів. Він може коригувати зміни в реальному часі на ринку і калібрувати портфель відповідно до побажань клієнта.

5. Андеррайтинг. Онлайн-кредитор Upstart аналізує величезна кількість споживчих даних і використовує алгоритми машинного навчання для побудови моделей кредитного ризику, які прогнозують ймовірність дефолту. Їх технологія буде ліцензована для банків, щоб вони могли використовувати її для оцінки своїх процесів. ZestFinance розробила свою платформу ZAML (*Zest Automated Machine Learning*) спеціально для кредитного андеррайтингу. Ця платформа використовує комп'ютерне навчання для аналізу десятків тисяч традиційних і нетрадиційних змінних (від транзакцій покупки до того, яким чином клієнт заповнює форму), що використовуються в кредитній індустрії, для оцінки позичальників. Платформа особливо корисна для присвоєння кредитних балів клієнтам з невеликою кредитною історією, таким як мілленіали.

Військова справа. Застосування ШІ є важливим трендом в створенні перспективних систем управління полем бою і озброєнням. За допомогою ШІ можливо забезпечити оптимальний і адаптивний до погроз вибір комбінації сенсорів і засобів ураження, скоординувати їх спільне функціонування, виявляти і ідентифікувати загрози, оцінювати наміри противника. Істотну роль ШІ грає в реалізації тактичних систем доповненої реальності. Наприклад, ШІ дозволяє забезпечити класифікацію та семантичну сегментацію зображень, локалізацію та ідентифікацію мобільних об'єктів для ефективного цілевказування та ураження.

Спецслужби. Британські спецслужби борються з фейковий новинами за допомогою штучного інтелекту, який розпізнає активність «фабрики тролів». За інформацією Центру урядового зв'язку Великобританії, штучний інтелект бореться з фейком, звіряючи дані з надійними джерелами, виявляючи маніпуляції із зображеннями і відео та блокуючи підозрілих ботів.

Важка промисловість. Роботи стали поширені в багатьох галузях промисловості та часто займаються роботою, яка вважається небезпечною для людей. Роботи виявилися ефективними на робочих місцях, пов'язаних з повторюваними рутинними завданнями, які можуть привести до помилок або нещасних випадків через зниження концентрації з плином часу. Також широке застосування

роботів відбувається в роботах, які люди можуть вважати принизливою.

У 2014 році Китай, Японія, Сполучені Штати, Республіка Корея і Німеччина разом склали 70 % від світового обсягу продажів роботів. В автомобільній промисловості, секторі з особливо високим ступенем автоматизації, в Японії була найвища щільність промислових роботів в світі: 1414 роботів на 10 000 співробітників.

Медицина. Штучні нейронні мережі, такі як технологія Concept Processing в програмному забезпеченні EMR (*Electronic Medical Record*), використовуються в якості клінічних систем прийняття рішень для медичної діагностики. Інші завдання в медицині, які потенційно можуть виконуватися штучним інтелектом і починають розроблятися, включають:

- комп'ютерна інтерпретація медичних зображень. Такі системи допомагають сканувати цифрові зображення, наприклад від комп'ютерної томографії, для типових проявів і для виділення помітних відхилень, таких як можливі захворювання. Типовим застосуванням є виявлення пухлини;

- аналіз серцевого ритму. Проект Watson – це ще одне використання ШІ в цій області, програма питань / відповідей, яка створена для допомоги лікарів-онкологів;

- роботи-помічники для догляду за людьми похилого віку;
- обробка медичних записів для надання більш корисної інформації;

- створення планів лікування;
- виявлення підвищеного ризику захворювань;
- допомога в повторюваних завданнях, включаючи управління прийомом медикаментів;

- надання консультацій;
- створення ліків;
- використання людиноподібних манекенів замість пацієнтів для клінічного навчання.

У даний час в галузі охорони здоров'я працює понад 90 стартапів, заснованих на застосуванні ШІ.

Управління людськими ресурсами та рекрутинг. Існує три способи використання ШІ для управління людськими ресурсами та найму фахівців. ШІ використовується для перегляду резюме і ранжирування кандидатів за їх рівнем кваліфікації. ШІ також

використовується для прогнозування успіху кандидата в заданих ролях через платформи зіставлення посад. І нарешті, ШІ використовується при створенні чат-ботів, які можуть автоматизувати повторювані комунікаційні завдання.

Як правило, процес перегляду резюме включає в себе аналіз і пошук інформації в базі даних резюме. Стартапи, такі як Pomato, створюють алгоритми машинного навчання для автоматизації процесів перевірки резюме. Система Pomato AI націлена на автоматизацію перевірки технічних претендентів на позиції в технічних фірмах. ШІ Pomato виконує більше 200000 обчислень на кожне резюме за лічені секунди, а потім розробляє власне технічне інтерв'ю на основі корисних навичок.

У 2016–2017 роках компанія споживчих товарів Unilever використовувала штучний інтелект, щоб відобразити всіх співробітників початкового рівня. ШІ Unilever використовував ігри, засновані на нейробіології, записані інтерв'ю та аналіз лицьових і мовних сигналів, щоб передбачити успіх кандидата в компанії. Компанія Unilever співпрацювала з Pymetrics і HireVue щоб створити нову систему аналізу на основі ШІ і збільшити число розглянутих кандидатів з 15000 до 30000 протягом одного року. Unilever також скоротив час на обробку заяв від 4 місяців до 4 тижнів і заощадив понад 50 000 годин часу рекрутерів.

Розпізнавання мови і аналіз особи. ШІ впливає на сферу управління людськими ресурсами. Одне з досягнень в ШІ полягає в розробці чатів для рекрутингу. TextRecruit випустив ARI (автоматизований інтерфейс рекрутингу) – набір чатів для рекрутингу, який призначений для проведення двосторонніх текстових бесід з кандидатами. ARI автоматизує публікацію вакансій, рекламних оголошень, скринінгу кандидатів, планування співбесід і розвиток відносин кандидатів з компанією в міру просування по рекрутинговому процесу. ARI в даний час пропонується в рамках платформи участі в проекті TextRecruit.

Музика. Хоча еволюція музики завжди знаходилась під впливом технологій, штучний інтелект дозволив за допомогою наукових досягнень створювати людиноподібні композиції.

Серед найбільш відомих проект Девіда Коуп, який створив ШІ під назвою Emily Howell відомим в області алгоритмічної

комп'ютерної музики. Алгоритм, що лежить в основі Емілі Хауелл, зареєстрований як патент США.

Інші розробки, такі як AIVA (*Artificial Intelligence Virtual Artist*), зосереджені на створенні симфоній, в основному класичної музики для фільмів. Ця розробка досягла популярності, ставши першим віртуальним композитором, який був визнаний музичною професійною асоціацією.

Штучний інтелект може навіть створювати музику, придатну для використання в медичних умовах. Melomics (обчислювальна система автоматичного композиції музики, заснована на біоінспірованих алгоритмах) використовує комп'ютерну музику для зняття стресу і болю.

Більш того, така ініціатива, як Google Magenta, що розробляється командою Google Brain, дозволяє створювати за допомогою штучного інтелекту чарівні музичні твори.

У дослідницькій лабораторії Sony CSL програмне забезпечення Flow Machines створює поп-пісні, вивчаючи стилі музики з величезної бази даних музичних творів. Аналізуючи унікальні комбінації стилів і методи оптимізації, ШІ може скласти музику в будь-якому існуючому стилі.

Новини, видавництво і письменство. Компанія Narrative Science робить комп'ютерні новини та звіти комерційно доступними, включаючи узагальнення спортивних подій на основі статистичних даних з гри на англійській мові. Вона також готує фінансові звіти та проводить аналіз нерухомості. Аналогічно, компанія Automated Insights генерує персоналізовані інтерв'ю для Yahoo Sports Fantasy Football. Провідні медіа-компанії, такі як Associated Press, Forbes, The New York Times, Los Angeles Times і ProPublica, почали автоматизувати новинний контент. З'явилося таке поняття, як автоматизована журналістика.

Echobox – це компанія, яка розробляє програмне забезпечення, що допомагає видавцям збільшувати трафік шляхом «розумного» розміщення статей на платформах соціальних мереж, таких як Facebook і Twitter. Аналізуючи великі обсяги даних, ШІ дізнається, як конкретні аудиторії реагують на різні статті в різний час доби. Потім обирає кращі історії для публікації та найкращий час, щоб опублікувати їх. Він використовує як історичні дані, так і дані в

реальному часі, щоб зрозуміти, що спрацювало добре в минулому, а також те, що в даний час має тенденцію в Інтернеті.

Інша компанія, яка називається Yseor, використовує штучний інтелект, щоб перетворити структуровані дані в інтелектуальні коментарі та рекомендації на природній мові. Yseor може писати фінансові звіти, виконавчі резюме, персоналізовані продажі або маркетингові документи і багато іншого зі швидкістю тисяч сторінок в секунду і на декількох мовах, включаючи англійську, іспанську, французьку та німецьку.

Boomtrain – приклад ШІ, який покликаний навчитися найкраще залучати кожного окремого читача до точних статей – відправлених по правильному каналу в потрібний час – це буде найбільш актуально для читача. Це як персональний редактор для кожного окремого читача, що підбирає найкращі статті саме для нього.

Існує також можливість того, що в майбутньому ШІ буде писати літературні твори. У 2016 році японський ШІ написав невелику історію і майже виграв літературну премію.

Онлайніві та телефонні служби підтримки клієнтів. Штучний інтелект реалізується в автоматизованих онлайн-помічників, які можна розглядати як чат-боти на веб-сторінках. Це може допомогти підприємствам знизити витрати на наймання і навчання співробітників. Основною технологією для таких систем є природна обробка мови. Компанія Rypestream використовує автоматизоване обслуговування клієнтів для свого мобільного застосування, призначеного для спрощення зв'язку з клієнтами.

У даний час великі компанії інвестують в ШІ з метою обробки проблемних клієнтів. Google-платформа може ідентифікувати сердитих клієнтів через особливості їх мови і реагувати відповідним чином.

Технічне обслуговування телекомунікацій. Багато телекомунікаційних компаній використовують евристичний пошук в управлінні своїми співробітниками, наприклад, BT Group розгорнула евристичний пошук в додатку для планування, яке забезпечує робочі графіки 20 тисяч інженерів. Великі надії покладаються на використання систем штучного інтелекту для управління мережами стільникового зв'язку 6G.

Розвага та ігри. У 1990-х роках були зроблені перші спроби масового виробництва штучного інтелекту для освіти або відпо-

чинку. Цей напрям отримав значне розповсюдження з цифровою революцією, з'явилися такі види ІІІ, як тамагочі, інтерактивна іграшка Furby, домашні тварини з інтелектуальними функціями та автономією Aibo.

Такі компанії, як Mattel, створюють асортимент іграшок з підтримкою ІІІ для дітей у віці трьох років. Використовуючи запатентовані системи ІІІ і засоби розпізнавання мови, вони можуть розуміти розмови, давати інтелектуальні відповіді та швидко вчитися.

ІІІ також застосовується в індустрії ігор. Наприклад, в відеоіграх використовуються боти, які призначені для того, щоб грати роль супротивників, у випадках коли участь людей недоступна або небажана. У 2018 році дослідники з Корнельського університету створили пару генеративно-змагальних мереж і навчили їх на прикладі гри-шутера Doom. В процесі навчання нейронні мережі визначили основні принципи побудови рівнів цієї гри і після цього вони стали здатні генерувати нові рівні без допомоги з боку людей.

Транспорт. Автомобільний транспорт. Для автоматичних коробок передач в автомобілях були розроблені контролери нечіткої логіки. Наприклад, ще в 2006 Audi TT, VW Touareg і VW Caravelл почали використовувати DSG коробку передач, яка заснована на нечіткій логіці. Ряд моделей Škoda також в даний час включає контролер на основі нечіткої логіки.

Сьогоднішні автомобілі тепер мають допоміжні функції, засновані на ІІІ, такі як розширені засоби круїз-контролю. ІІІ використовується для оптимізації додатків управління дорожнім трафіком, що, в свою чергу, скорочує час очікування, споживання енергії і шкідливі викиди на цілих 25 %. В майбутньому будуть розроблені повністю автономні автомобілі. Очікується, що ІІІ на транспорті забезпечить безпечне, ефективне та надійне транспортування, мінімізуючи згубний вплив на навколишнє середовище і суспільство. Основною проблемою розвитку даного типу ІІІ є той факт, що транспортні системи – це складні системи, що включають дуже велику кількість компонент і різних сторін, кожна з яких має різні, часто суперечливі цілі.

Залізничний транспорт. На тепловозі ЧМЕЗ-1562 пройшло тестування програмно-апаратного комплексу, який працює за технологією технічного зору. Комплекс містить обчислювальний

блок, відеокамери, пристрій позиціонування та інше обладнання. Розробник комплексу – компанія Cognitive Technologies. У разі небезпеки (неправильно переведена стрілка, людина або інша перешкода на дорозі, заборонний сигнал світлофора) система спочатку подає світлозвуковий сигнал машиністу. При відсутності реакції машиніста на це попередження система віддає команду на гальмування бортової системи локомотива. Є можливість контролювати в автоматичному режимі швидкість локомотива при зчепленні з іншим рухомих складом. Програмно-апаратний комплекс допомоги машиністу локомотива здійснює функції, засновані на штучному інтелекті, накопичуючи дані про вчинені раніше поїздки і використовуючи їх при оцінці середовища.

Інші галузі застосування. Різні засоби ШІ також широко використовуються в області забезпечення безпеки, розпізнаванні мови і тексту, інтелектуального аналізу даних і фільтрації спаму в електронній пошті. Також розробляються програми для розпізнавання жестів (розуміння мови жестів машинами), індивідуальне розпізнавання голосу, глобальне розпізнавання голосу (в галасливій кімнаті), розпізнавання особи для інтерпретації емоцій і невербальних сигналів. Інші додатки – роботизована навігація, подолання перешкод і розпізнавання об'єктів.

Об'єднання штучного інтелекту з експериментальними даними в 200 разів прискорило створення нового різновиду металевих скла. Складна природа нового матеріалу робить його більш міцним, легким і корозійно-стійким, ніж сучасна сталь. Група, очолювана вченими Національної лабораторії прискорювачів SLAC Міністерства енергетики США, Національного інституту стандартів і технологій та Північно-західного університету США, повідомила про скорочення витрат для виявлення і поліпшення металевих скла на частку часу і вартості.

ШІ розвивається з такою неймовірною швидкістю, що іноді це здається чарівним. Серед дослідників і розробників існує думка, що штучний інтелект може стати настільки сильним, що людям буде важко його контролювати. Люди розробили системи штучного інтелекту, запровадивши в них всі можливі інтелектуальні можливості, для яких самі люди зараз здаються загрозливими.

Загроза конфіденційності:

- програма ШІ, яка розпізнає мову і розуміє природну мову, теоретично здатна розуміти кожне повідомлення по електронній пошті та телефону;
- загроза людській гідності;
- системи ШІ вже почали замінювати людей в декількох галузях. Він не повинен замінити людей в секторах, де вони займають гідні посади, пов'язані з етикою, таких як догляд за хворими, хірург, суддя, співробітник поліції та інші;
- загроза безпеки – системи ШІ, що самовдосконалюються, можуть стати настільки могутнішими, ніж люди, і може бути дуже важко зупинити досягнення їхніх цілей та привести до непередбачених наслідків.

Запитання для самоперевірки

1. Дати означення інтелекту й охарактеризувати його складові.
2. Філософія та цілі штучного інтелекту.
3. Розкрити зміст еволюції методології систем із ШІ.
4. Навести і прокоментувати основні напрями досліджень у галузі ШІ.
5. Дати уявлення про взаємозв'язок інформації та знань і розкрити зміст основних категорій знань: фактів, евристик, метазнань і правил.
6. Визначте, в якій із предметних галузей застосування методів та систем ШІ найбільш доцільно.
7. Розкрити сутність евристичного напрямку досліджень в штучному інтелекті.
8. Розкрити сутність біонічного напрямку досліджень в штучному інтелекті.
9. Розкрити сутність еволюційного напрямку досліджень в штучному інтелекті.
10. Назвіть та обґрунтуйте потенційно негативні наслідки розвитку штучного інтелекту для суспільства.
11. Назвіть приклади ефективного застосування систем ШІ.

Розділ 7

МОБІЛЬНІСТЬ, ХМАРИ, ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ: ЕПОХА ПІДКЛЮЧЕНОГО СВІТУ

7.1. Сутність та базові принципи Інтернету речей

Інтернет речей – це гучне словосполучення означає концепцію включення більшої кількості пристроїв (речей) у загальну мережу. Пристрої спілкуються між собою через Інтернет: передають один одному інформацію, а потім обробляють її, збирають дані про погоду з усіх куточків Землі, керують офісними будівлями або повідомляють шляхи об'їзду заторів. Якщо попереду на дорозі утворилася пробка, рій пристроїв в єдиній мережі створює повну картину трафіку, що загалом підвищує комфорт і дозволяє поліпшити якість життя людей.

Термін «Інтернет речей» (IoT) був запропонований в 1999 році Кевіном Ештоном, одним з трьох засновників Центру автоматичної ідентифікації Массачусетського університету (*Auto-ID Center*). Існує кілька визначень цього терміну, і кожне з них недостатньо точне.

Будемо використовувати визначення, запропоноване компанією Gartner: «Інтернет речей – це мережа фізичних об'єктів, які мають вбудовані технології, що дозволяють здійснювати взаємодію з зовнішнім середовищем, передавати відомості про свій стан і приймати дані ззовні».

Складовою частиною Інтернету речей є Індустріальний (або промисловий) інтернет речей (IIoT). І вже з'явився новий термін: «Інтернет всього» (IoE), який прийде на зміну Інтернету речей в недалекому майбутньому.

У 1990 році Джон Ромки, один з творців протоколу TCP / IP, підключив свій тостер до Інтернету і змусив його включатися і вимикатися дистанційно. Це пристрій і став першою в світі «інтернет-річчю». У період з 2008 по 2009 рік, за оцінкою аналітиків корпорації Cisco, кількість пристроїв, підключених до Всесвітньої павутини, перевищило чисельність населення Землі.

У зв'язку з бурхливим розвитком мереж з пакетною комутацією і перш за все Інтернету в початку 2000-х років світове телекомунікаційне співтовариство спочатку виробило, а потім і приступило до реалізації нової парадигми розвитку комунікацій – мереж наступного покоління NGN (*Next Generation Networks*). Технології NGN вже пройшли еволюційний шлях розвитку від гнучких комутаторів (*Softswitch*) до підсистем мультимедійного зв'язку IMS (*IP Multimedia Subsystem*) і бездротових мереж довготривалої еволюції LTE (*Long Term Evolution*). При цьому завжди передбачалося, що основними користувачами мереж NGN будуть люди і, отже, максимальне число абонентів в таких мережах завжди буде обмежено чисельністю населення планети Земля.

Однак останнім часом значного розвитку набули методи радіочастотної ідентифікації RFID (*Radio Frequency IDentification*), бездротові сенсорні мережі WSN (*Wireless Sensor Network*), комунікації малого радіусу дії NFC (*Near Field Communication*) і міжмашинної комунікації M2M (*Machine-to-Machine*), які, інтегруючись з Інтернет, дозволяють забезпечити простий зв'язок різних технічних пристроїв («речей»), число яких може бути величезним. За розрахунками консалтингового підрозділу Cisco IBSG в проміжку між 2008 і 2009 роками кількість підключених до інтернету предметів перевищило кількість людей, у 2015 році кількість підключених пристроїв досягла 25 мільярдів, а у 2020 році – 50 мільярдів. Таким чином, в даний час відбувається еволюційний перехід від «Інтернету людей» до «Інтернету речей».

У загальному випадку під Інтернетом речей розуміється сукупність різноманітних приладів, датчиків, пристроїв, які об'єднані в мережу за допомогою будь-яких доступних каналів зв'язку, що використовують різні протоколи взаємодії між собою і єдиний протокол доступу до глобальної мережі. У ролі глобальної мережі для Інтернет-речей в справжній момент використовується мережа Інтернет. Загальним протоколом є IP.

Слід особливо відзначити, що Інтернет речей не виключає участь людини. IoT не повністю автоматизує речі, так як він орієнтований на людину і надає йому можливість доступу до речей. Але багато речей зможе вести себе інакше, ніж ми уявляємо собі сьогодні. У IoT кожна річ має свій унікальний ідентифікатор, які спільно утворюють континуум речей, здатних взаємодіяти один з одним, створюючи тимчасові або постійні мережі. Так речі можуть брати участь в процесі їх переміщення, ділячись інформацією про поточну геопозицію, що дозволяє повністю автоматизувати процес логістики, а маючи вбудований інтелект, речі можуть змінювати свої властивості та адаптуватися до навколишнього середовища, в тому числі, для зменшення енергоспоживання. Вони можуть виявляти інші, так чи інакше пов'язані з ними речі, і налагоджувати з ними взаємодію. IoT дозволяє створювати комбінацію з інтелектуальних пристроїв, об'єднаних мережами зв'язку, і людей. Спільно вони можуть створювати найрізноманітніші системи, наприклад, для роботи в середовищах, незручних або недоступних для людини (в космосі, на великій глибині, на ядерних установках, в трубопроводах).

Вважається, що першу в світі інтернет-річ створив один з батьків протоколу TCP/IP Джон Ромки в 1990 році, коли він підключив до мережі свій тостер. Але тільки в XXI столітті в зв'язку з бурхливим розвитком інформаційно-комунікаційних технологій сформувалася концепція IoT і отримала своє практичне втілення. Все почалося з необхідності оптимізації системи логістики та управління системою постачання підприємств. Друга хвиля інновацій була обумовлена необхідністю скорочення витрат в системах спостереження, безпеки, транспорту та ін. Третя була викликана потребою в геолокаційних сервісах. Четверта хвиля обумовлена необхідністю дистанційної присутності людини на місці подій, що стане можливим завдяки мініатюрним вбудованим процесорам. А наступним кроком буде можливість створення майбутніх мереж з комірчастою топологією, що включають в себе мітки, датчики, засоби вимірювання і керуючі пристрої.

З розвитком Інтернету речей все більше предметів будуть підключатися до глобальної мережі, тим самим створюючи нові можливості в сфері безпеки, аналітики і управління, відкриваючи все нові і більш широкі перспективи і сприяючи підвищенню якості

життя населення. Передбачається, що в майбутньому «речі» стануть активними учасниками бізнесу, інформаційних і соціальних процесів, де вони зможуть взаємодіяти і спілкуватися між собою, обмінюючись інформацією про навколишнє середовище, реагуючи і впливаючи на процеси, що відбуваються в навколишньому світі, без втручання людини.

Інтернет речей ґрунтується на трьох базових принципах. По-перше, повсюдно поширену комунікаційну інфраструктуру, по-друге, глобальну ідентифікацію кожного об'єкта і, по-третє, можливість кожного об'єкта відправляти і отримувати дані за допомогою персональної мережі або мережі Інтернет, до якої він підключений.

Найбільш важливими відмінностями Інтернету речей від існуючого Інтернету людей є:

- фокус на річ, а не на людину;
- істотно більше число підключених об'єктів;
- істотно менші розміри об'єктів і невисокі швидкості передачі даних; фокус на зчитуванні інформації, а не на комунікаціях;
- необхідність створення нової інфраструктури і альтернативних стандартів.

Концепція мереж наступного покоління NGN передбачала можливість комунікацій людей (безпосередньо або через комп'ютери) в будь-який час і в будь-який точці простору. Концепція Інтернету речей включає ще один напрям – комунікація будь-яких пристроїв або речей.

Концепція IoT і термін для неї вперше сформульовані засновником дослідницької групи Auto-ID при Массачусетському технологічному інституті Кевіном Ештоном в 1999 році на презентації для керівництва компанії Procter & Gamble. У презентації розповідалося про те, як всеосяжне впровадження радіочастотних міток RFID зможе видозмінити систему управління логістичними ланцюгами в корпорації.

Офіційне визначення Інтернету речей – глобальна інфраструктура інформаційного суспільства, що забезпечує передові послуги за рахунок організації зв'язку між речами (фізичними або віртуальними) на основі існуючих та тих, що розвиваються сумісних інформаційних і комунікаційних технологій.

Під «речами» розуміється фізичний об'єкт (фізична річ) або об'єкт віртуального (інформаційного) світу (віртуальна річ, наприклад

мультимедійний контент або прикладна програма), які можуть бути ідентифіковані та об'єднані через комунікаційні мережі.

Крім поняття «речі», Міжнародний союз електрозв'язку (МСЕ-Т) також використовує поняття «пристрій» (*device*), під яким розуміється частина обладнання з обов'язковими можливостями комунікації і необов'язковими можливостями сенсорінгу/ зондування, приведення в дію прибору збору, обробки та зберігання даних. Звідси випливає, що в більшій мірі увага приділяється аспектам комунікацій, ніж додаткам IoT.

Схема відображення фізичних і віртуальних речей представлена на рис. 7.1.

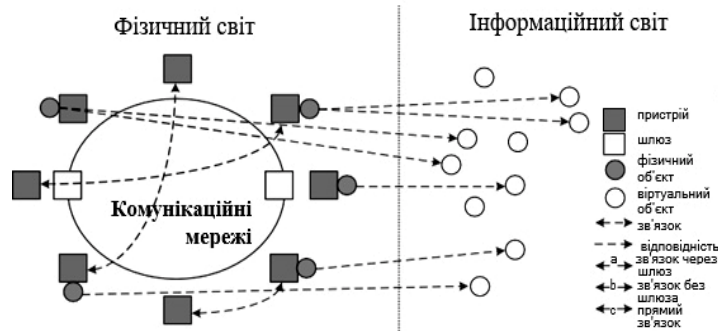


Рис. 7.1. Схема відображення фізичних і віртуальних речей

Віртуальні речі можуть існувати без їх фізичних втілень, в той час як фізичним об'єктам/речам обов'язково відповідає мінімум один віртуальний об'єкт. При цьому провідну роль відіграють саме пристрої, які можуть збирати різну інформацію та поширювати її по комунікаційним мережам різними способами: через шлюзи і через мережу; без шлюзів, але через мережу; безпосередньо між собою. Це вказує на те, що передбачається використання безлічі мережевих технологій – глобальних мереж, локальних мереж, бездротових систем, що самоорганізуються. Зазначені мережі зв'язку переносять дані, зібрані пристроями, до відповідних програмних додатків, а також передають команди від програмних додатків до пристроїв.

Слід зазначити, що речі та пов'язані з ними пристрої можуть мати повноцінні керуючі процесори для обробки даних у вигляді «системи-на-кристалі», в тому числі, з власної операційної систе-

мою, блоком сенсорінгу / зондування навколишнього середовища і блоком комунікації.

Слід розрізняти поняття «Інтернет речей» і «інтернет-рiч». Під інтернет-рiччю розуміється будь-який пристрій, який:

- має доступ до мережі Інтернет з метою передачі або запиту будь-яких даних;
- має конкретну адресу в глобальній мережі або ідентифікатор, по якому можна;
- здійснити зворотний зв'язок з рiччю;
- має інтерфейс для взаємодії з користувачем.

Інтернет-речі мають єдиний протокол взаємодії, згідно з яким будь-який вузол мережі рівноправний в наданні своїх сервісів. На шляху переходу до втілення ідеї Інтернету речей стояла проблема, пов'язана з протоколом IPv4, ресурс вільних мережевих адрес якого вже практично вичерпав себе. Однак підготовка до повсюдного впровадження версії протоколу IPv6 дозволяє вирішити цю проблему і наближає ідею Інтернету речей до реальності.

Кожен вузол мережі інтернет-речей пропонує свій сервіс, здійснюючі послугу поставки даних. У той же час вузол такої мережі може приймати команди від будь-якого іншого вузла. Це означає, що всі інтернет-речі можуть взаємодіяти один з одним і вирішувати спільні обчислювальні завдання. Інтернет-речі можуть утворювати локальні мережі, які об'єднані якоюсь однією зоною обслуговування або функцією.

7.2. Стандарти та архітектура Інтернету речей

Питаннями стандартизації та практичного впровадження окремих складових Інтернету речей (M2M, RFID, всепроникні сенсорні мережі) займаються багато міжнародних організацій, неурядові асоціації, альянси виробників і операторів, партнерські проекти. В цілому для Інтернету речей, як нового напрямку розвитку інфо-комунікацій, в даний час визначені самі загальні концептуальні та архітектурні рішення. Найближчим часом основною проблемою буде гармонізація різних стандартів з метою формування єдиної і не суперечливої нормативної бази для практичної реалізації Інтернету речей.

В рамках діяльності сектора стандартизації телекомунікацій Міжнародного союзу електрозв'язку (МСЕ-Т) є три глобальних

ініціативи GSI (*Global Standards Initiative*). Під глобальної ініціативою розуміється комплекс робіт, виконуваних паралельно різними дослідницькими комісіями MCE відповідно зі скоординованим планом роботи. Одна з таких ініціатив присвячена стандартизації Інтернету речей – IoT-GSI (*Global Standards Initiative on Internet of Things*). Дві інші глобальні ініціативи – за стандартизацією мереж наступних поколінь NGN-GSI (*Next Generation Network*) і систем телебачення на основі протоколу Інтернет IPTV-GSI, які також базуються на використанні IP-технологій, як і IoT-GSI.

IoT-GSI будує свою роботу на основі зусиль MCE-T в таких областях, як мережеві аспекти ідентифікаційних систем (*Network Identifier, NID*), всепроникні сенсорні мережі (*Ubiquitous Sensor Networks, USN*), міжмашинного зв'язок (M2M), WEB речей (WoT).

Еталонна модель IoT включає чотири базових горизонтальних рівня (рис. 7.2):

- рівень додатків IoT;
- рівень підтримки додатків і послуг;
- мережевий рівень;
- рівень пристроїв.



Рис. 7.2. Еталонна модель IoT

Рівень підтримки додатків і послуг включає загальні можливості для різних об'єктів IoT з обробки та зберігання даних, а також можливості, необхідні для деяких додатків IoT або груп таких додатків. Мережевий рівень включає мережеві можливості (функція

управління ресурсами мережі доступу та транспортної мережі, управління мобільністю, функції авторизації, аутентифікації та розрахунків) і транспортні можливості (забезпечення зв'язності мережі для передачі інформації додатків і послуг IoT). Нарешті, рівень пристроїв включає можливості пристрою та можливості шлюзу. Можливості пристрою припускають прямий обмін з мережею зв'язку, обмін через шлюз, обмін через бездротову динамічну ad-hoc мережу, а також тимчасову зупинку і відновлення роботи пристрою для енергозбереження. Можливості шлюзу припускають підтримку безлічі інтерфейсів для пристроїв (шина CAN, ZigBee, Bluetooth, WiFi) для мереж доступу / транспортних мереж (2G/3G, LTE, DSL). Іншою можливістю шлюзу є підтримка конверсії протоколів в разі, якщо протоколи інтерфейсів пристроїв і мереж відрізняються один від одного.

Існує також два вертикальних рівня – рівень управління і рівень безпеки, що охоплюють всі чотири горизонтальних рівня. Можливості вертикального рівня експлуатаційного управління передбачають управління наслідками відмов, можливостями мережі, конфігурацією, безпекою та даними для білінгу. Основними об'єктами управління є пристрої, локальні мережі та їх топологія, трафік і перевантаження на мережах. Можливості вертикального рівня безпеки залежать від горизонтального рівня. Для рівня підтримки програм та послуг визначені функції AAA, антивірусний захист, тести цілісності даних. Для мережевого рівня – можливості авторизації, аутентифікації, захисту інформації протоколів сигналізації. На рівні пристроїв – можливості авторизації, аутентифікації, контроль доступу і конфіденційність даних.

Основною метою Європейського інтеграційного проекту IoT-A (*Internet of Things-Architecture*), учасниками якого є різні компанії, виступає розробка еталонної архітектурної моделі Інтернету речей з описом основних складових компонентів, яка б дозволила інтегрувати різноманітні технології IoT в єдину взаємопов'язану архітектуру.

Функціональна модель IoT-A (рис. 7.3) є ієрархічною, але складається вже з семи горизонтальних рівнів, що доповнюються двома вертикальними (управління та безпека), які беруть участь у всіх процесах.

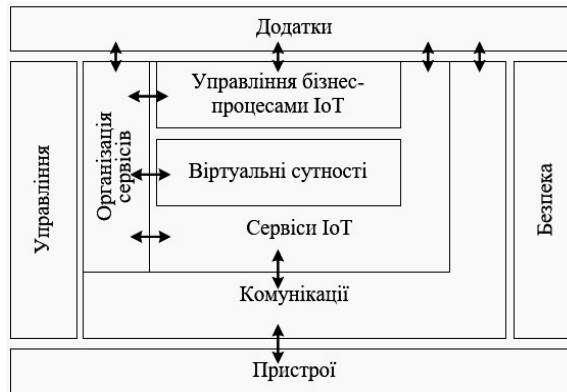


Рис. 7.3. Функціональна модель архітектури IoT-A

Якщо звернутися до технічних особливостей моделі, то можна сказати, що модель передачі даних в Інтернеті речей IoT-A буде відрізнятися від існуючої моделі передачі даних через Інтернет.

У моделі архітектури IoT-A фігурують два важливих поняття. Мережа з обмеженнями характеризується відносно низькими швидкостями передачі (менше 1 Мбіт/с) і досить високими затримками. Мережа без обмежень відповідно характеризується високими швидкостями передачі даних (десятки Мбіт/с і більше) і схожа на існуючу мережу Інтернет. Різниця даних моделей мереж показана на рис. 7.4. Інтернет речей концептуально належить до мереж наступного покоління, тому його архітектура схожа з відомою чотиришаровою архітектурою NGN.



Рис. 7.4. Порівняння моделей передачі даних в Інтернеті та в IoT

IoT складається з набору різних інфокомунікаційних технологій, що забезпечують функціонування Інтернету речей, і його архітектура показує, як ці технології пов'язані одна з одною.

Архітектура IoT включає чотири функціональних рівня:

1. Рівень сенсорів і сенсорних мереж.

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

Більшість сенсорів вимагає з'єднання з агрегатором сенсорів (шлюзом), які можуть реалізуватися бути реалізовані з використанням локальної обчислювальної мережі (*Local Area Network*, LAN), такої як Ethernet і Wi-Fi або персональної мережі (*Personal Area Network*, PAN), чи як ZigBee, Bluetooth і ультраширокополосний бездротовий зв'язок на малих відстанях (*Ultra-Wide Band*, UWB). Для сенсорів, які не вимагають підключення до агрегатору, їх зв'язок з серверами / додатками може надаватися з використанням глобальних бездротових мереж WAN, таких як GSM, GPRS і LTE. Сенсори, які характеризуються низьким енергоспоживанням і низькою швидкістю передачі даних, утворюють широко відомі бездротові сенсорні мережі (*Wireless Sensor Network*, WSN). WSN набирають все більшої популярності, оскільки вони можуть містити набагато більше сенсорів з підтримкою роботи від батареї і охоплювати великі площі.

2. Рівень шлюзів і мереж.

Великий обсяг даних, що створюються на першому рівні IoT численними мініатюрними сенсорами, вимагає надійної і високопродуктивної провідної або бездротової мережевої інфраструктури в якості транспортного середовища. Існуючі мережі зв'язку, що користуються різними протоколами, можуть бути застосовані для

підтримки міжмашинних комунікацій M2M і їх додатків. Для реалізації широкого спектру послуг і додатків в IoT необхідно забезпечити спільну роботу безлічі мереж різних технологій і протоколів доступу в гетерогенній конфігурації. Ці мережі повинні забезпечувати необхідні значення якості передачі інформації, і перш за все із затримки, пропускну здатності та безпеки. Даний рівень складається з конвергентної мережевої інфраструктури, яка створюється шляхом інтеграції різнорідних мереж в єдину мережеву платформу. Конвергентний абстрактний мережевий рівень в IoT дозволяє через відповідні шлюзи декільком користувачам використовувати ресурси в одній мережі незалежно і спільно без шкоди для конфіденційності, безпеки і продуктивності.

3. Сервісний рівень

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

4. Рівень додатків

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

Нано-технології привели до розробки мініатюрних пристроїв, розміри яких варіюються від одного до декількох сотень нанометрів. На цьому рівні нано-машини складаються з нано-компонентів і представляють собою окремі функціональні блоки, здатні виконувати прості вимірювальні, регулюючі або керуючі операції. Координація та обмін інформацією між нано-пристроями дозволяють утворювати так звані нано-мережі. У разі з'єднання нано-пристроїв з існуючими мережами і Інтернетом виникає нова мережева парадигма, звана Інтернетом нано-речей.

Для взаємодії нано-пристроїв з існуючими мережами та Інтернетом потрібно розробка нових мережових архітектур. Архітектура Інтернету нано-речей може бути представлена в двох різних реалізаціях – мережа на тілі людини для моніторингу показників здоров'я і відправки їх в медичний центр, та сучасні офісні мережі, що з'єднує безліч різних пристроїв.

Мережа на тілі людини складається з нано-сенсорів і нано-актуаторів, які можуть відправляти інформацію через зовнішній шлюз до медичного закладу. В даному випадку на нано-рівні використовуються молекули, протеїни, ДНК, органічні речовини і основні компоненти клітин. Таким чином, біологічні нано-сенсори і нано-актуатори забезпечують інтерфейс між біологічним середовищем людини і електронними нано-пристроями, які можуть використовуватися в новій мережовій парадигмі – Інтернеті нано-речей.

Внутрішні мережа з'єднує безліч навіть самих невеликих пристроїв з нано-прийомо-передавачами, що забезпечує з'єднання з мережею Інтернет. В результаті цієї взаємодії користувач може відстежувати стан і місцезнаходження будь-яких речей, без будь-яких зусиль і тимчасових витрат. При розробці нових мініатюрних пристроїв можуть використовуватися самі передові енергозберігаючі технології, що дозволяють отримувати механічну, електромагнітну та інші види енергії з навколишнього середовища.

Незалежно від області застосування, основними компонентами архітектури мережі Інтернету нано-речей є:

Нано-вузли – мініатюрні та найпростіші нано-пристрої, які дозволяють виконувати найпростіші розрахунки, мають обмежену пам'ять і обмежену дальність передачі сигналів. Прикладами нано-вузлів можуть бути біологічні нано-сенсори на людському тілі або всередині нього, нано-пристрої, вбудовані в повсякденні навколишні речі – книги, годинник, ключі.

Нано-шлюзи – дані нано-пристрої мають відносно високу продуктивність у порівнянні з нано-вузлами і виконують функцію збору інформації від нано-вузлів. Крім того, нано-шлюзи можуть контролювати поведінку нано-вузлів шляхом виконання простих команд (вкл. / викл., режим сну, передати дані).

Нано-мікро інтерфейси – пристрої, які збирають інформацію від нано-шлюзів, і передають її у зовнішні мережі. Дані пристрої

включають в себе як нано-технології комунікацій, так і традиційні технології для передачі інформації в існуючі мережі.

Шлюз – пристрій, який здійснює контроль всієї нано-мережі через мережу Інтернет. Наприклад, в разі мережі з сенсорами на тілі людини цю функцію може виконувати мобільний телефон, який транслює інформацію в потрібних показниках до медичного закладу.

Інтернет речей є відкритою парадигмою, яка надзвичайно сприйнятлива і адаптивна для нових принципів і архітектур, що відносяться до різних напрямків розвитку науки і техніки. У цьому зв'язку надзвичайно плідним є використання в IoT принципів і методів когнітивності (пізнання, вивчення, усвідомлення) шляхом створення когнітивного Інтернету речей (*Cognitive Internet of Things*, CIoT).

Це означає наявність у об'єкта IoT наступних загальних властивостей:

- здатність до самоаналізу і реконфігурації з урахуванням наявного оточення, а також маючи на увазі досягнення цілей, обумовлених виконуваними завданнями;

- здатність адаптувати свій стан згідно наявним умовам або подіям, на основі певних критеріїв і знань про попередні стани;

- можливість динамічно змінювати свою топологію і/або експлуатаційні параметри в відповідності з вимогами конкретного користувача, коли це необхідно в рамках поточної політики обслуговування, оптимізації пропускну здатності мережі або інших показників;

- самоконфігурація з наявністю розподіленого управління на основі правил; можливість самостійного визначення свого поточного стану і, з урахуванням цього стану – планування своєї роботи, приймаючи певні рішення в відповідь на сформовану ситуацію.

Звісно ж, що на практиці когнітивні інтернет-речі зможуть:

- використовувати технології отримання знань про своє операційне та географічне середовище, місцезнаходження, наприклад за допомогою стандартних технологій позиціонування GPS / ГЛОНАСС;

- встановлювати самостійно або використовувати готові правила взаємодії між об'єктами (інтернет-речами);

- динамічно і автономно коригувати свої операційні (робочі) параметри і протоколи відповідно з отриманими знаннями для досягнення заздалегідь визначених цілей, зокрема вибирати

найбільш підходящу технологію передачі радіосигналу; навчатися на основі досягнутих результатів з використанням кращих практик і найбільш ефективних політик для досягнення цілей створення IoT.

Розглянемо деякі припущення щодо створення архітектури когнітивного Інтернету речей. Концепція CIoT передбачає наявність IoT з механізмами кооперації і «розумності». Об'єкти CIoT зможуть скласти певне уявлення про стан і умови функціонування навколишніх об'єктів, сприймати знання про оточуючі об'єкти, продукувати логічні висновки з накопичених знань і здійснювати дії з адаптації до зовнішніх і внутрішніх умов. Відповідно, в архітектурі CIoT з'являються когнітивні вузли (CN) або когнітивні елементи (CE), які здатні автономно оптимізувати, наприклад, технічні характеристики мережі відповідно до визначених умовами. У свою чергу CE або CN об'єднуються в домени автономності (AD), де ці пристрої тісно пов'язані між собою, в тому числі, на певній території, і можуть поєднувати свою поведінку. При цьому кожне CE або CN зберігає властивість автономності.

У свою чергу, багато домени AD можуть транскордонно взаємодіяти і кооперуватися через мультідоменну кооперацію (*Multi-Domain Cooperation*, MDC). Для організації такої взаємодії в кожному автономному домені використовується когнітивний агент (CA), який взаємодіє з CE або CN в своєму домені. Таким чином, взаємодія доменів можливо як в цілому, так і на рівні окремого когнітивного елемента. При цьому в кожному домені AD існують і прості вузли, які, знаходячись під контролем когнітивних вузлів.

Основою для розвитку схеми когнітивного управління є концепція віртуального об'єкта (VO), який є представленням фізичного об'єкта або об'єкта реального світу (*Real-World Object*, RWO). Віртуальний об'єкт динамічно створюється або видаляється, створюючи тим самим уявлення динаміки змін RWO. Для опису можливостей автоматичної агрегації VO, щоб забезпечити умови для виконання додатків в пропонованій схемі когнітивного управління вводиться поняття концепції композитних (складних) віртуальних об'єктів (CVO).

Розглянемо застосування концепції CIoT на прикладі оптимізації часу надання невідкладної допомоги хворому за конкретною адресою. Хворий перебуває під дистанційним контролем системи медичного моніторингу на базі послуги IoT. Нехай сенсорна

система на тілі хворого (*body sensor*) зафіксувала різку і тривалу зміну параметрів стану людини – різке прискорення дихання, пульсу, серцеву аритмію, ознаки непритомності, тощо.

Показання сенсорів – RWO, призводять до зміни стану об'єктів VO, пов'язаних з RWO через шлюз. Спеціальний додаток для обробки і трансляції показань сенсорів обробляє зазначену інформацію VO і перетворює її у вид, який може бути використаний CVO, в даному випадку – медичним центром з допомогою процедури запиту і збігу ситуації RSM (*Request and Situation Matching*). Однак, якщо в ході пошуку необхідний CVO не знайдений або відсутній вільний медичний автомобіль (ситуація «всі на виїзді»), то за допомогою процедури прийняття рішень задіюється інший відповідний для даного випадку VO, наприклад сенсор пожежної сигналізації. В результаті в схемі бере участь новий CVO – служба порятунку – на основі аналізу близькості ситуації до небезпечної для здоров'я людини. В результаті швидка допомога може бути надана хворому не медичним центром, а службою порятунку, фахівці якої також мають навички медичної допомоги. З урахуванням того, що подія відбувається в «розумному місті», медична інформація про стан хворого може транслюватися паралельно на CVO медичного центру і на CVO «розумного автомобіля» служби порятунку. Одночасно тривожне повідомлення транслюється на CVO служби регулювання дорожнього руху, яка організовує «зелену вулицю» в напрямку будинку хворого. Таким чином, описана ситуація наочно показує переваги когнітивності та когнітивного управління стосовно до інтернету речей.

7.3. Способи взаємодії з Інтернет-речами

Використовують три способи взаємодії з інтернет-речами:

- прямий доступ;
- доступ через шлюз;
- доступ через сервер.

У разі прямого доступу інтернет-речі повинні мати власну IP-адресу або мережевий псевдонім, по якому до них можна звернутися з будь-якого клієнтського додатка і вони повинні виконувати функції веб-сервера. Інтерфейс з такими речами зазвичай виконаний в вигляді web-ресурсу з графічним інтерфейсом для управління за допомогою веб-браузера. Можливо використання

спеціалізованого програмного забезпечення. У такі веб-пристрої повинен бути інтегрований прикладний програмний інтерфейс REST-API для прямого доступу до них через Інтернет. Кожен пристрій має власну IP-адресу, працює як веб-сервер і використовує інтерфейс REST-API для реалізації веб-додатків, що об'єднує дані з декількох джерел в один інтегрований сервіс. При такому об'єднанні виходить новий унікальний веб-сервіс, з самого початку не пропонований жодним з джерел даних.

Недоліки такого способу очевидні:

- необхідність мати фіксовану адресу в мережі, що залежить від провайдера послуги зв'язку з Інтернетом таких речей; виходом з ситуації є використання мережевого псевдоніма IP-адреси (*alias*), що вимагає постійного звернення інтернет-речі до спеціального сервера з запитом про оновлення мережевої адреси за псевдонімом;
- ліміт підключень до пристрою – викликаний низькою якістю зв'язку інтернет-речей, а також їх слабкими обчислювальними ресурсами. Така проблема вирішується шляхом включення до складу інтернет-речі високопродуктивного обладнання і підключення речей до стабільного джерела зв'язку з Інтернетом. Це створює необхідність в більшому споживанні енергії такої «річчю» і часто змушує робити ці «речі» стаціонарними, що харчуються від постійних джерел електроенергії.

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

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

мережі в мережу Інтернет для сумісності протоколів. Недоліки такого підходу ті ж, що і в разі прямого доступу, але поширюються вони вже на шлюз.

Третя форма взаємодії пристроїв в IoT через сервер має на увазі наявність посередника між інтернет-речами та користувачем і може бути реалізована за допомогою посередницької платформи даних. Цей підхід передбачає наявність централізованого сервера або групи серверів, в основні функції яких входить:

- прийом повідомлень від інтернет-речей і передача їх користувачам;
- зберігання прийнятої інформації та обробка;
- забезпечення призначеного для користувача інтерфейсу з можливістю двостороннього обміну між користувачем та інтернет-реччю.

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

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

Метод централізованого сервера є надійним засобом зберігання та обробки інформації, дозволяє інтернет-речам взаємодіяти один з одним і користуватися хмарними обчисленнями. Даний підхід може використовувати також метод шлюзу для з'єднання локальних бездротових мереж з сервером.

В Інтернеті речей шлюз використовується не тільки для прямого зв'язку інтернет-речей з користувачем, але і при використанні централізованого сервера. Шлюзи служать засобом для об'єднання

локальних мереж інтернет-речей з глобальної мережею і зв'язком з сервером управління або кінцевим користувачем. Оскільки локальні мережі інтернет-речей представляють собою в основному бездротові сенсорні мережі, то шлюзи, які використовуються в Інтернеті речей, аналогічні використуванню у територіально розподілених сенсорних мережах. Існує кілька способів організації шлюзів.

Перший спосіб полягає в використанні комп'ютерів, які мають точку доступу до глобальної мережі Інтернет, і кожна з поєднаних мереж підключена до такого комп'ютера. Основними недоліками цього підходу є вартість і громіздкість. Сенсорні мережі складаються з мініатюрних датчиків і повинні працювати автономно, проте територіально розподілена сенсорна мережа при такому підході втрачає властивість автономності, оскільки тепер вона залежить від наявності електрики і точки доступу в Інтернет на комп'ютері.

Другий спосіб полягає в використанні пристрою-шлюзу, що дозволяє з'єднати сенсорну мережу з найближчою провідною мережею, що має вихід в Інтернет. Такою провідною мережею, як правило, є Ethernet-мережа. Пристрій має в собі прийомо-передавач, сумісний з об'єднаною сенсорною мережею, порт для підключення до мережі Ethernet і мікроконтролер, що виконує функції перетворення пакетів однієї мережі в формат іншої. Такий спосіб відрізняється меншою вартістю, ніж перший, і розмір такого пристрою невеликий, але він потребує відносно високого енергоспоживання через те, що стандартні провідні мережі не розраховані на низький рівень сигналу і споживання енергії. Цей пристрій не може гарантувати наявності точки доступу в найближчій провідній мережі.

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

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

Таким чином, якщо необхідно організувати повністю автономну територіально розподілену сенсорну мережу, то слід використувати третій спосіб. Якщо ж сенсорна мережа використовується як частина будь-якої великої провідної мережі, то немає необхідності в її повній автономності і можливо використання перших двох способів.

7.4. Перспективи розвитку технологій IoT

Інтернет речей – молодий і потенційно дуже ємний ринок, багато великих компаній поспішають зайняти на ньому «своє» місце:

- Google обіцяє розробити голосовий інтерфейс, завдяки якому домашнє обладнання (наприклад, холодильник) навчиться розуміти природну мову людини;
- Intel анонсувала платформу Intel IoT Platform, призначену для Інтернету речей;
- Apple пропонує платформу HomeKit, яка призначена для управління домашньою електронікою (побутовою технікою, освітленням, сигналізацією, дверима гаража, тощо);
- Microsoft адаптує свої хмарні сервіси Azure для Інтернету речей.

Як це зазвичай буває на молодих перспективних ринках, може початися «війна стандартів». Щоб уникнути її, вже зараз додаються чималі зусилля. Із завданням сумісності на корпоративному рівні повинен впоратися стандарт OneM2M, якого дотримуються вже 230 компаній, в тому числі такі відомі, як Amazon, Cisco, Huawei, Intel, NEC, Qualcomm, Samsung.

Важко передбачити, коли саме технологія досягне повної зрілості. У будь-якому випадку переваги Інтернету речей очевидні і це дає підставу стверджувати, що він стане повсюдно поширений.

Так як базові складові Інтернету речей, такі як бездротові сенсорні мережі (*Wireless Sensor Network*, WSN), комунікації малого радіусу дії (*Near Field Communication*, NFC) і міжмашинні комунікації (*Machine-to-Machine*, M2M), вже пройшли пік завищених очікувань і знаходяться на третьому етапі – позбавлення від ілюзій, для того щоб концепція IoT отримала стабільний розвиток в майбутньому, необхідна її практична затребуваність (рис. 7.5). А це трапитися, якщо Інтернет речей продемонструє на

практиці нові, більш широкі можливості комунікацій будь-яких речей в різних областях людської діяльності.

Важливу роль в становленні та успішному впровадженні Інтернету речей грають різні перспективні інфокомунікаційні технології, такі як великі дані, хмарні технології та повсюдна комп'ютеризація, з якими IoT активно взаємодіє.

В даний час IoT знаходить своє практичне втілення в основному у вигляді систем M2M, в найближчій перспективі на базі чіпсетів з ультранизьким енергоспоживанням і мініатюрних RFID-міток будуть створені інтегральні сенсорні мережі, а потім і когнітивні мережі («розумні» мережі на основі знань).

Розглянемо основні сфери застосування Інтернету речей.

Big Data. До початку XX століття обсяг знань подвоювався кожне сторіччя, сьогодні обсяг знань людства подвоюється кожні 2–3 роки. 70 % всієї доступної інформації з'явилося після винаходу Інтернету.



Рис. 7.5. Цикл зрілості технологій IoT [54]

Інтернет речей радикальним чином збільшує обсяг зібраних даних, що є наслідком величезної кількості джерел інформації (перш за все різні сенсори). Гігантські сенсорні мережі вже зараз виробляють величезні потоки даних, які треба вміти не тільки зберігати, але й обробляти, робити по ним висновки, приймати рішення – і все це з урахуванням неточності як оригінальних даних, так і процедур обробки. В кінці 2000-х років для обробки великого обсягу даних сформувався підхід, який називається «великі дані» – це серія інструментів і методів обробки структурованих і неструктурованих даних величезних обсягів і значного різноманіття для отримання необхідних результатів обробки.

Прогнозується, що впровадження технологій великих даних найбільше впливає на інформаційні технології у виробництві, охороні здоров'я, торгівлі, державному управлінні, а також в сферах і галузях, де реєструються індивідуальні переміщення ресурсів і де потенційно можуть бути використані технології Інтернету речей.

Хмарні обчислення. Так як Інтернет речей породжує «великі дані», тому виникає закономірне питання: де їх зберігати і чим обробляти? Відповіддю на це питання є перспективна інфокомунікаційна технологія – хмарні обчислення (*Cloud Computing*, CC). Хмарні обчислення мають на увазі оренду послуг і ресурсів для зберігання і обробки даних в глобальній мережі замість власної інфраструктури. У систем CC повинні бути п'ять основних характеристик: самообслуговування на вимогу, широкосмуговий мережевий доступ, пул ресурсів, можливість швидкого переналаштування або розширення і вимірювання обслуговування.

Існують чотири моделі розгортання хмарної інфраструктури:

1. *Приватна хмара (Private Cloud)* – інфраструктура, призначена для використання однією організацією, що включає кілька споживачів (наприклад, підрозділів однієї організації), можливо також клієнтами і підрядниками даної організації. Приватна хмара може перебувати в власності, управлінні та експлуатації, як самої організації, так і третьої сторони (або будь-якої їх комбінації), і вона може фізично існувати як всередині, так і поза юрисдикції власника.

2. *Публічна хмара (Public Cloud)* – інфраструктура, призначена для вільного використання широкою публікою. Публічна хмара може перебувати у власності, управлінні та експлуатації комерційних, наукових і урядових організацій (або будь-якої їх комбі-

нації). Публічна хмара фізично існує в юрисдикції власника – постачальника послуг.

3. *Гібридна хмара (Hybrid Cloud)* – це комбінація з двох або більше різних хмарних інфраструктур (приватних, публічних або суспільних), що залишаються унікальними об'єктами, але пов'язаними між собою стандартизованими або приватними технологіями передачі даних і додатків.

4. *Громадська хмара (Community Cloud)* – вид інфраструктури, призначений для використання конкретною спільнотою споживачів з організацій, що мають загальні завдання (наприклад, місії, вимоги безпеки, політики і відповідності різним вимогам). Громадська хмара може перебувати в кооперативній (спільної) власності, управлінні та експлуатації однієї або більше організацій спільноти або третьої сторони (або будь-якої їх комбінації), і вона може фізично існувати як всередині, так і поза юрисдикцією власника.

Різні послуги СС, що позначаються в загальному випадку як ХааС (*Anything-as-a-service*), можна віднести до трьох основних класів:

- інфраструктура, як послуга (*Infrastructure as a Service, IaaS*) – оренда потужності серверів і ємності систем зберігання центрів обробки даних (ЦОД);

- програмне забезпечення, як послуга (*Software as a Service, SaaS*) – оренда програмного забезпечення (ПЗ), яке запускається «з хмари»;

- платформа, як послуга (*Platform as a Service, PaaS*) – оренда платформи розробки ПЗ колективними або індивідуальними розробниками.

Всі інші послуги систем СС (наприклад, *BPaaS* – бізнес-процес, як послуга, або *VSaaS* – відеоспостереження, як послуга), можна, так чи інакше, віднести до трьох вищевказаних класів хмарних послуг.

Для роботи технологій Інтернету речей можна використовувати і туманні обчислення (*Fog Computing, FC*). Під «туманом» мається на увазі наближення «хмари» до землі, в даному випадку «туман» – це різновид хмарних сервісів, розташованих не десь в недоступних висотах, а в навколишньому середовищі. Інакше кажучи, *FC* не альтернатива, а доповнення до СС, і можуть виникнути ситуації їх спільної дії (наприклад, виконання аналітичного додатку), і в такому випадку *Cloud* надає послугу *Fog*.

Туманні обчислення доповнюють хмарні обчислення і забезпечують взаємодію розумних речей між собою і хмарними ЦОД в вигляді трирівневої ієрархічної структури. Верхній рівень займають тисячі хмарних ЦОД, що надають ресурси, необхідні для виконання серйозних, наприклад аналітичних, програмних додатків IoT. Рівнем нижче розташовуються десятки тисяч розподілених керуючих ЦОД, в яких міститься «інтелект» Fog Computing, а на нижньому рівні знаходяться мільйони обчислювальних пристроїв розумних речей.

Fog Computing можна визначити як в максимальному ступені віртуалізувати платформу, що підтримує три основних типи сервісів, що утворюють міжмашинні комунікації M2M: обчислення, зберігання та мережу. Завдання Fog Computing полягає в забезпеченні взаємодії мільярдів пристроїв між собою і з хмарними ЦОД.

Парадигма Fog Computing відрізняється від Cloud Computing по цілому ряду параметрів:

1. *Розподіл обчислювальної потужності та реальний час.* Значні обчислювальні ресурси можуть бути розміщені на периферії мережі, причому не повинно бути залежності від координат того місця, де знаходиться пристрій, і при цьому робота в режимі реального часу передбачає низький рівень затримок при обміні даними. До того ж в Fog Computing може статися конвергенція двох систем, які існували довгий час автономно одна від одної – управління бізнесом і технологічними системами.

2. *Географічне розподіл компонентів.* Модель розподілу сервісів в Fog Computing менш централізована, ніж для «хмар», а окремі пристрої можуть бути пов'язані між собою потоками даних і надавати один одному «важкі» сервіси.

3. *Великий обсяг зовнішніх даних.* Пристрої, екіпіровані численними сенсорами, можуть в реальному часі генерувати гігантські обсяги даних.

4. *Складна топологія.* Мільйони географічно розподілених вузлів можуть створювати різноманітні та не детерміновані заздалегідь зв'язки.

5. *Мобільність і гетерогенність.* Мобільність пристроїв потребує використання альтернативних протоколів, наприклад протоколу маршрутизації LISP, який дозволяє розділити функціональність IP-адрес на дві частини: ідентифікатори хостів і локатори маршру-

тизації. Концепція передбачає установку тунельних маршрутизаторів, які будуть додавати LISP-заголовки в інформаційні пакети по мірі їх руху по мережі.

6. *Повсюдна комп'ютеризація (Ubiquitous Computing)*. У 1991 році дослідник лабораторії Хероу PARC Марк Вейзер висунув концепцію майбутнього світу, «багато і непомітно насиченого сенсорами, дисплеями і обчислювальними елементами, з'єднаними в єдину мережу і є невід'ємними елементами предметів побуту». Фізична можливість здійснення цієї концепції з'явилася до кінця 2000-х років по мірі тотального поширення дешевих і мініатюрних обчислювальних мобільних пристроїв, бездротових мереж і супутникової навігації.

Повсюдний (всепроникаючий, тотальний) комп'ютинг, що фігурує в спеціальній літературі під термінами «Ubiquitous computing» та «Pervasive computing», попросту означає створення усюдисущих інтелектуальних інформаційних систем, що допомагають у щоденній людській рутині – вдома, в офісі, в лікарні, на роботі, в дорозі. Тотальний комп'ютинг дозволяє кінцевому користувачеві, який повинен отримувати обчислювальне обслуговування безперервно, 24 години в добу, 7 днів в тиждень, причому самого різного роду – від наукових обчислень до управління кухонними агрегатами. Так, наприклад, система персональної допомоги (*Personal Assistance System, PAS*) людям похилого віку в самообслуговуванні з використанням бездротової мережі, що об'єднує RFID-рідери, медтехніку з Bluetooth-інтерфейсом, програмне забезпечення та апаратуру, яка відслідковує переміщення людини в житлі, датчики падіння, системи безпеки.

Можна виділити чотири основні характеристики тотального комп'ютингу:

- 1) ефективне використання персонального розумного простору на роботі, в транспорті, вдома за допомогою пристроїв з комп'ютерним управлінням, необхідними датчиками і виконавчими механізмами;
- 2) невидимість (розумного простору) – мінімальне відволікання уваги користувача на управління оточуючими речами;
- 3) місцева масштабованість – будь-яка точка персонального розумного простору повинна бути зроблена настільки обчислювально «потужною», наскільки це необхідно користувачу;

4) маскування неоднорідностей – під неоднорідністю розуміються відмінності як в технічному плані, так і не технічні-організаційні структури, бізнес-процеси, економічні фактори.

До цього можна ще додати знання контексту, тобто користувач існує в персональному розумному просторі не «наосліп», а уявляючи собі і усвідомлюючи контекст. В деякому відношенні це суперечить властивості невидимості, але повинен існувати розумний баланс між невидимістю і знанням контексту.

На основі Інтернету речей можуть бути реалізовані всілякі «розумні» (*smart*) додатки в різних сферах діяльності і життя людини:

- «*розумна планета*» – людина зможе буквально «тримати руку на пульсі» планети: своєчасно реагувати на упущення в плануванні господарства, забруднення та інші екологічні проблеми, а значить, ефективно розпоряджатися невідновлюваними ресурсами;

- «*розумне місто*» – міська інфраструктура і супутні муніципальні послуги (освіта, охорона здоров'я, громадська безпека, ЖКГ) стануть більш пов'язаними і ефективними;

- «*розумний будинок*» – система буде розпізнавати конкретні ситуації, що відбуваються в будинку, і реагувати на них відповідним чином, що забезпечить мешканцям безпеку, комфорт і ресурсозбереження;

- «*розумна енергетика*» – буде забезпечена надійна і якісна передача електричної енергії від джерела до приймача в потрібний час і в необхідній кількості;

- «*розумний транспорт*» – переміщення пасажирів з однієї точки простору в іншу стане зручніше, швидше і безпечніше;

- «*розумна медицина*» – лікарі і пацієнти зможуть отримати віддалений доступ до дорогого медичного обладнання або до електронної історії хвороби в будь-якому місці, буде реалізована система віддаленого моніторингу здоров'я, автоматизована видача лікарських препаратів хворим і багато іншого.

Можливості Інтернету речей в області генерування, збору, передачі, аналізу та розподілу величезного обсягу даних в світовому масштабі дозволять людству, в кінцевому рахунку, отримати нові знання, які необхідні йому не тільки сьогодні, але і для сталого добробуту протягом багатьох століть. Підтвердження цьому – включення Інтернету речей в перелік «проривних» технологій в США і в число семи формуються національних стратегічних галузей промисловості в Китаї.

Єдині стандарти тільки зароджуються, але масштабні проекти в даному напрямку – свого роду «Інтранет речей» – енергійно розвиваються вже зараз. Так, американське агентство NASA при підтримці компанії Cisco створює систему глобального збору даних про Землю – «Шкіра планети» (*Planetary skin*). Про «розумні» будинки напевно багато чули, в Японії вже не рідкість «розумні» заводи, а в США в рамках національної ініціативи оцифровування мегаполісів Connected Urban Development «розумнішають» і міста.

У різних країнах існують конкретні програми і плани практичного впровадження Інтернету речей. Так, Євросоюз розвиває IoT по спеціальній програмі, що включає 14 напрямків. Згідно китайській державній програмі планується реалізувати 149 проектів. Чи не менш активно ведуться розробки в Англії, Австралії, Японії, Південній Кореї та інших країнах.

7.5. Проблеми впровадження IoT

Широкому впровадженню Інтернету речей перешкоджають складні технічні та організаційні проблеми, зокрема, пов'язані зі стандартизацією. Єдиних стандартів для Інтернету речей поки немає, що ускладнює можливість інтеграції пропонованих на ринку рішень і стримує появу нових. Сильніше всього глобальному впровадженню перешкоджає розпливчивість формулювань концепції Інтернету речей і велике число регуляторів та їх нормативних актів.

До факторів, що уповільнюють розвиток Інтернету речей, слід віднести складності переходу існуючого Інтернету до нової, 6-ї версії мережевого протоколу IP, перш за все необхідність великих фінансових витрат з боку телекомунікаційних операторів і провайдерів послуг на модернізацію свого мережевого обладнання.

Якщо технологічні платформи для Інтернету речей вже практично створені, то, наприклад, юридичні та психологічні ще знаходяться тільки в стадії становлення, так само як і проблеми взаємодії користувачів, даних, пристроїв. Одна з проблем – захист даних в таких глобальних мережах. Існує також серйозна проблема, пов'язана з вторгненням Інтернету речей в приватне життя. Можливість відстежувати місцезнаходження людей та їх власності ставить питання про те, в чиєму розпорядженні опиняться ці відомості. Хто буде нести відповідальність за зберігання інфор-

мації, зібраної «розумними речами»? Кому і на яких умовах буде надаватися ця інформація? Чи можна її збирати без згоди людини? Всі ці питання поки залишаються відкритими.

Також для повноцінного функціонування такої мережі необхідна автономність всіх «речей», тобто датчики повинні навчитися отримувати енергію з навколишнього середовища, а не працювати від батарейок, як це відбувається зараз.

Крім того, з появою Інтернету речей виникне необхідність зміни загальноприйнятих і перевірених бізнес-процесів і стратегій, що може привести до значних фінансових витрат і ризиків.

Основні драйвери і проблеми впровадження Інтернету речей наведені в табл. 7.1.

Таблиця 7.1

Драйвери і бар'єри ринку Інтернету речей

Драйвери	Бар'єри
Стрімкий розвиток інформаційно-комунікаційних технологій	Необхідність прийняття загальних стандартів
Мода на смартфони, планшети та інші мобільні пристрої	Повільний перехід до протоколу IPv 6
Логістика і управління поставками	Ризик закритості приватних мереж

Закінчення табл. 7.1

Драйвери	Бар'єри
Підвищення безпеки та зручності автотранспорту	Несумісність ряду компонентів
Необхідність збереження навколишнього середовища і зниження енерговитрат	Проблема захисту персональних даних і безпеки
Розвиток сфери контролю за контрафактною продукцією і захисту від крадіжок	Порівняно висока вартість впровадження
Підтримка держав і дії інноваторів	

Однак всі перераховані недоліки не істотні в порівнянні з тими, які можливості може дати Інтернет речей для людства. Тому рано чи пізно людство неминуче буде широко використовувати технології IoT. А ось щоб ці технології успішно впроваджувати, необхідно їх знати.

Експерти вважають, що «в даний час безпечної екосистеми Інтернету речей не існує». Через те, що в багатьох пристроях, підключених до Інтернету, не шифрується бездротової трафік, не

передбачені паролі достатньої складності, а також з-за багатьох інших факторів хакери можуть, наприклад, включати і відключати чужі посудомийні та пральні машини, замикати господарів в їх власному будинку або навіть спостерігати за їх сімейним життям за допомогою, наприклад, відеокамери, встановленої на роботі-пилососі. Для підвищення безпеки пропонується введення обов'язкової сертифікації пристроїв, розрахованих на підключення до Інтернету, установка на них спеціальних уніфікованих чіпів та інші заходи.

У віддаленій перспективі «розумними» стануть не тільки будинки, а й міста, і навіть (деякі) держави. Але на даному етапі розвитку технологій і суспільства Інтернет речей активно впроваджується не в глобальних масштабах, а всередині компаній, що займаються виробництвом товарів, енергії, транспортними перевезеннями – там, де за рахунок нових технологій очікується підвищення продуктивності та конкурентоспроможності. Складність масштабування цього досвіду обумовлена тим, що необхідно інтегрувати в єдине ціле багато систем від різних постачальників, а налагодити їх злагоджену роботу – завдання складніше, ніж домогтися гармонійного звучання великого симфонічного оркестру.

Запитання для самоперевірки

1. Що входить в поняття Інтернету речей?
2. Коли виник Інтернет речей і чому?
3. Укажіть базові принципи IoT.
4. Як співвідносяться фізичні та віртуальні речі?
5. Хто займається стандартизацією Інтернету речей?
6. Поясніть призначення функціональних рівнів базової архітектури Інтернету речей.
7. Що спільного і чим відрізняється Інтернет-речей від Веб-речей?
8. З чого складається інтернет нано-речей?
9. Що таке когнітивний Інтернет речей?
10. Поясніть основні способи взаємодії з інтернет-речами.
12. Вкажіть основні характеристики підходу «великі дані».
13. Що таке «хмарні обчислення» і які існують моделі «хмар»?
14. У чому суть ідеї повсюдної комп'ютеризації?
15. Перерахуйте основні напрямки практичного впровадження IoT.
16. Вкажіть основні рушійні сили і бар'єри на шляху впровадження Інтернету речей.

ГЛОСАРІЙ

Бізнес-аналітика (Business Intelligence) – сукупність методологій, процесів, архітектур і технологій, які перетворюють великі обсяги даних в осмислену і корисну інформацію, придатну для бізнес-аналізу та для підтримки прийняття оптимальних тактичних і стратегічних рішень.

Веб-трафік – обсяг даних, що надсилаються та отримуються відвідувачами веб-сайту.

Великі дані (Big Data) – технології збору, обробки та зберігання структурованих і неструктурованих масивів інформації, що характеризуються значним обсягом і швидкістю змін (в тому числі, в режимі реального часу), що вимагає спеціальних інструментів і методів роботи з ними.

Електронна комерція (e-commerce) – торгівля продуктами або послугами за допомогою комп'ютерних мереж, таких як Інтернет.

Електронне управління – застосування інформаційно-комунікаційних технологій для надання державних послуг, обміну інформаційними комунікаційними транзакціями, інтеграції різних автономних систем та послуг між урядом-споживачем (G2C) та урядом-бізнесом (G2B), урядового управління (G2G), а також бек-офісні процеси та взаємодії в рамках усього уряду.

Інтернет речей – концепція зв'язку більшої кількості пристроїв (речей) у загальну мережу за допомогою будь-яких доступних каналів зв'язку, що використовують різні протоколи взаємодії між собою і єдиний протокол доступу до глобальної мережі.

Інформаційні технології – методи і засоби отримання, перетворення, передачі, зберігання і використання інформації.

Інформаційно-комунікаційні технології – сукупність технологій, що забезпечують фіксацію інформації, її обробку та обмін (передачу, поширення, розкриття) інформацією.

Квантові технології – технології створення обчислювальних систем, засновані на нових принципах (квантових ефектах), що дозволяють радикально змінити способи передачі та обробки великих масивів даних.

Колл-центр – централізований офіс, який використовується для прийому або передачі великого обсягу запитів по телефону.

Контакт-центр – місце для централізованої роботи з окремими зв'язками, включаючи листи, факси, програмне забезпечення підтримки в реальному часі, соціальні мережі, миттєві повідомлення та електронну пошту.

Контент-маркетинг – будь-який маркетинг, який передбачає створення та обмін медіа та публікацію контенту з метою залучення та утримання клієнтів.

Лід (Lead) – окремий користувач, який виявляє певну зацікавленість до компанії або її продукції.

Нейротехнології – кіберфізичні системи, частково або повністю заміщають / доповнюють функціонування нервової системи біологічного об'єкта, в тому числі, на основі штучного інтелекту.

Пошукова оптимізація сайту (Search Engine Optimization, SEO) представляє комплекс заходів, орієнтованих на досягнення ефективності пошуку веб-ресурсів компанії впродовж довготривалого періоду часу, оскільки реалізація стратегічних уставок сприяє покращенню конкурентних позицій сайту у мережі Інтернет та зростанню трафіку з природньої видачі.

Промисловий Інтернет – мережі передачі даних, що об'єднують пристрої в виробничому секторі, обладнані датчиками та здатні взаємодіяти між собою і/або зовнішнім середовищем без втручання людини.

Промислові роботи – виробничі системи, що володіють трьома або більше ступенями рухливості (свободи), побудовані на основі сенсорів і штучного інтелекту, здатні сприймати навколишнє середовище, контролювати свої дії і адаптуватися до її змін.

Річ – фізичний об'єкт (фізична річ) або об'єкт віртуального (інформаційного) світу (віртуальна річ, наприклад мультимедійний контент або прикладна програма), які можуть бути ідентифіковані та об'єднані через комунікаційні мережі.

Розподілена система (Distributed System) – безліч комп'ютерів, що взаємодіють по мережі та об'єднаних для вирішення загальної обчислювальної задачі.

Семантичні ядра – повний перелік пошукових запитів, ключових форм та словосполучень, які дають можливість розкрити особливості функціонування суб'єкта підприємницької діяльності, представити актуальний список наявних товарів та послуг з наданням вичерпної інформації про їх характеристики.

Сенсорика – технологія створення пристроїв, які збирають і передають інформацію про стан навколишнього середовища за допомогою мереж передачі даних.

Системи підтримки прийняття рішень (СППР) – інтерактивні автоматизовані системи, які допомагають особі, яка приймає рішення, використовувати дані та моделі для розв'язання слабко-структурованих проблем.

Сховище даних (Data Warehouse) – предметно-орієнтована інформаційна база даних, спеціально розроблена і призначена для підготовки звітів і аналізу даних з метою підтримки прийняття рішень в організації та є однією з основних компонент бізнес-аналізу.

Технології бездротового зв'язку – технології передачі даних за допомогою стандартизованого радіоінтерфейсу без використання дротового підключення до мережі.

Технології розподіленого реєстру (блокчейн) – алгоритми і протоколи децентралізованого зберігання і обробки транзакцій, структурованих у вигляді послідовно пов'язаних блоків без можливості їх подальшої зміни.

Хмарні обчислення (Cloud Computing) – обчислювальна парадигма, в якій високо масштабовані обчислювальні ресурси, конфігуровано у вигляді розподілених систем, надаються в мережах як сервіси.

Цифрова економіка – діяльність зі створення, поширення та використання цифрових технологій і пов'язаних з ними продуктів і послуг.

Цифрова трансформація – максимально повне використання потенціалу цифрових технологій в усіх аспектах бізнесу.

Цифрові технології – технології збору, зберігання, обробки, пошуку, передачі і представлення даних в електронному вигляді.

Четверта промислової революції (Індустрії 4.0) – наскрізна цифровізація всіх фізичних активів та їх інтеграція в цифрову екосистему разом з партнерами, які беруть участь в ланцюжку створення вартості.

Штучний інтелект – система програмних і / або апаратних засобів, яка здатна з певним ступенем автономності сприймати інформацію, навчатися і приймати рішення на основі аналізу великих масивів даних, в тому числі імітуючи людську поведінку.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Australia's Digital Economy: Future Directions, 2009. URL: <http://ict-industry-reports.com.au/wp-content/uploads/sites/4/2012/08/2009-Digital-Economy-Future-Directions-Snapshot-DBCDE-2009.pdf>
2. Конкуренция в цифровую эпоху. Всемирный банк. 2018. URL: <https://roscongress.org/materials/doklad-o-razvitii-tsifrovoy-ekonomiki-v-rossii-konkurentsiya-v-tsifrovuyu-epokhu-strategicheskie-vyz/>
3. Bukht R., Heeks R. Defining, Conceptualising and Measuring the Digital Economy. *Development Informatics Working Paper*. 2017, No. 68. URL: <https://ssrn.com/abstract=3431732>
4. Challenges for Competition Policy in a Digitised Economy. URL: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/542235/IPOL_STU\(2015\)542235_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/542235/IPOL_STU(2015)542235_EN.pdf)
5. Fayyaz S. A review on measuring digital trade & e-commerce as new economic statistics products. The 16th Conference of IAOS, 2018 URL: https://www.oecd.org/iaos2018/programme/IAOS-OECD2018_Fayyaz.pdf
6. Is n't Working. The Economist. Technology 2014 URL: <https://www.economist.com/special-report/2014/10/02/technology-isnt-working>
7. Deloitte. What is Digital Economy? 2019 URL: <https://www2.deloitte.com/mt/en/pages/technology/articles/mt-what-is-digital-economy.html>
8. Expert Group on Taxation of the Digital Economy. *European Commission*, 2014. URL: https://ec.europa.eu/taxation_customs/sites/taxation/files/resources/documents/taxation/gen_info/good_governance_matters/digital/report_digital_economy.pdf
9. Addressing the Tax Challenges of the Digital Economy, Action 1 – 2015 Final Report. Paris: OECD Publishing, 2015 URL: https://read.oecd-ilibrary.org/taxation/addressing-the-tax-challenges-of-the-digital-economy-action-1-2015-final-report_9789264241046-en

10. ICT Innovation Vouchers Scheme for Regions. *European Commission*, 2018 URL: https://ec.europa.eu/information_society/newsroom/image/document/2019-32/member_states_use_of_voucher_schemes_0D31F683-AA92-B7FF-684433BCBD8A4F3A_61225.pdf
11. Цифровые дивиденды. Всесвітній банк, 2016. URL: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/23347/210671RuSum.pdf>
12. New Business Models For A New Global Landscape. *BCG* November, 2017. URL: <https://ru.scribd.com/document/466975922/BCG-New-Business-Models-for-a-New-Global-Landscape>
13. Что такое Open Banking? *Rusbase*, 2017. URL: <https://rb.ru/longread/chto-takoe-open-banking/>
14. The Internet of Things: Mapping the Value Beyond the Hype. *McKinsey*, June 2015. URL: https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Technology%20Media%20and%20Telecommunications/High%20Tech/Our%20Insights/The%20Internet%20of%20Things%20The%20value%20of%20digitizing%20the%20physical%20world/Unlocking_the_potential_of_the_Internet_of_Things_Executive_summary.pdf
15. Immerman D. Digital Twin Predictions: The Future Is Upon Us. *Industrial Internet of Things – PTC*, 2019/ URL: <https://www.ptc.com/en/blogs/corporate/digital-twin-predictions>
16. Hard Drive Cost Per Gigabyte. *Backblaze*, 2017. URL: <https://www.backblaze.com/blog/hard-drive-cost-per-gigabyte/>
17. Шваб К. Четвертая промышленная революция. М.: Издательство «Э», 2018. 208 с.
18. Четверта промислова революція: зміна напрямів міжнародних інвестиційних потоків / за наук. ред. д.е.н., проф. А.І. Крисоватого та д.е.н., проф. О.М. Сохацької. Тернопіль: Осадця Ю.В., 2018. 478 с.
19. «Индустрия 4.0»: создание цифрового предприятия. *PricewaterhouseCoopers*, 2016. [https:// www.pwc.ru/ru/technology/assets/global_industry-2016_rus.pdf](https://www.pwc.ru/ru/technology/assets/global_industry-2016_rus.pdf)
20. Bauer H., Patel M., Veira J. The Internet of Things: sizing up the opportunity. New York (NY): McKinsey & Company. 2016. URL:

<http://www.mckinsey.com/industries/high-tech/ourinsights/the-internet-of-things-sizing-up-the-opportunity/>

21. Gerbert P., Lorenz M., Rüßmann M. Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. *BCG*, 2015. URL: https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.aspx

22. Schlaepfer R.C., Koch M., Merkofer P. Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies. *Deloitte*, 2015. URL: <http://deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en/manufacturingindustry-4-0-24102014.pdf>.

23. The Factory of the Future. Industry 4.0 – The challenges of tomorrow. *KPMG*, 2016. URL: <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/es/pdf/2017/06/the-factory-of-thefuture.pdf>.

24. Industrie 4.0: Smart manufacturing for the future. *Germany Trade&Invest*, 2014. URL: http://www.academia.edu/21125581/SMART_MANUFACTURING_FOR_THE_FUTURE_INDUSTRIE_4.0_Future_Markets.

25. Herter J., Ovtcharova J. A Model based Visualization Framework for Cross Discipline Collaboration in Industry 4.0 Scenarios. *Procedia CIRP*, 2016. Vol. 57. P. 398–403.

26. Geissbauer R., Schrauf S., Koch V. et al. Industry 4.0 – Opportunities and Challenges of the Industrial Internet assessment. *PricewaterhouseCoopers*, 2014. URL: <https://www.pwc.nl/en/assets/documents/pwcindustrie-4-0.pdf>

27. Digital Vortex: How Digital Disruption Is Redefining Industries. URL: <https://www.cisco.com/c/dam/en/us/solutions/collateral/industry-solutions/digital-vortex-report.pdf>

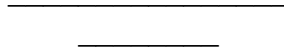
28. Kane G. C., Palmer D., Phillips A. N., Kiron D., Buckley N. Strategy, Not Technology, Drives Digital Transformation. *MIT Sloan Management Review*, July 2015. URL: <https://www2.deloitte.com/cn/en/pages/technology-media-and-telecommunications/articles/strategy-not-technology-drives-digital-transformation.html>

29. Digital Transformation: A Roadmap For Billion-Dollar Organizations. URL: https://www.capgemini.com/wp-content/uploads/2017/07/Digital_Transformation__A_Road-Map_for_Billion-Dollar_Organizations.pdf
30. Reddy S.K., Reinartz W. Digital Transformation and Value Creation: Sea Change Ahead, *GfK Marketing Intelligence Review*, 2017, 9(1), 10-17. URL: <https://doi.org/10.1515/gfkmir-2017-0002>
31. Іванченко Н., Кудрицька Ж., Рекачинська К. Бізнес-моделі в умовах цифрових трансформацій. URL: http://econ.Vernadskyjournals.in.ua/journals/2020/31_70_3/31_70_3_2/33.pdf
32. Hambrick D., Fredrickson J. Are you sure you have a strategy? *Academy of Management Executive*, 2001, Vol. 19, No. 4, pp. 48-59. URL: https://www.academia.edu/35126364/Are_You_Sure_You_Have_a_Strategy
33. Al-Debei M., El-Haddadeh R., Avison D. Defining the Business Model in the New World of Digital Business. *AMCIS 2008*. URL: <https://bura.brunel.ac.uk/bitstream/2438/2887/1/AMCIS2008.pdf>
34. Mustafa R., Werthner H. Business Models and Business Strategy – Phenomenon of Explicitness. *International Journal of Global Business & Competitiveness*, 2011. URL: https://www.researchgate.net/publication/271411870_Business_Models_and_Business_Strategy_-_Phenomenon_of_Explicitness
35. Philip E. Hendrix. How Digital Technologies Are Enabling Consumers and Transforming the Practice of Marketing. *Journal of Marketing Theory and Practice*. 2014, 22(2), pp. 149–150. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.2753/MTP1069-6679220209>
36. International Data Corporation. URL: <https://blogs.idc.com/category/markets-and-trends/>
37. Meissner H., Ilsena R., Auricha J.C. Analysis of Control Architectures in the Context of Industry 4.0. *Procedia CIRP*. 2017, Vol. 62. P. 165–169.
38. Schlaepfer R.C., Koch M., Merkofer P. Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies. *Deloitte*, 2015. URL: <http://deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en/manufacturingindustry-4-0-24102014.pdf>

39. Smart manufacturing for the future industrie 4.0 Future Markets. URL: https://www.academia.edu/21125581/SMART_MANUFACTURING_FOR_THE_FUTURE_INDUSTRIE_4_0_Future_Markets
40. Abell D.F. Defining the Business: The Starting Point of Strategic Planning. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1980.
41. Ляшенко В.І., Вишневський О.С. Цифрова модернізація економіки України як можливість проривного розвитку: монографія / НАН України, Ін-т економіки пром-сті. К.: 2018. 252 с.
42. Черняк Л. Большие Данные – новая теория и практика. *Открытые системы. СУБД*. 2011, № 10. URL: [https:// www.osp.ru/os/2011/10/13010990/](https://www.osp.ru/os/2011/10/13010990/)
43. Laney D. 3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity and Variety. META Group Research Note, 2001, No 6. URL: [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnst1aadkposzje\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1611280](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnst1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1611280)
44. Khan N., Yaqoob I., Hashem I., Zakira I., Alam M., Shiraz M., Gani A. Big Data: Survey, Technologies, Opportunities, and Challenges. *The Scientific World Journal Volume*, 2014, pp 1-18. URL: <https://www.hindawi.com/journals/tswj/2014/712826/>
45. Zikopoulos P., deRoos D., Parasuraman K., Deutsch T., Giles J., Corrigan D. *Harness the Power of Big Data The IBM Big Data Platform*. McGraw-Hill Osborne Media, 2012. URL: ftp://public.dhe.ibm.com/software/pdf/at/SWP10/Harness_the_Power_of_Big_Data.pdf
46. Press G. Cleaning Big Data: Most TimeConsuming, Least Enjoyable Data Science Task, Survey Says. URL: <https://www.forbes.com/sites/gilpress/2016/03/23/data-preparation-most-time-consuming-least-enjoyable-data-science-task-survey-says/?sh=796ffeca6f63>
47. Hinchcliffe D. The enterprise opportunity of Big Data: Closing the "clue gap". *Enterprise Web 2.0*, 2011. URL: <https://www.zdnet.com/article/the-enterprise-opportunity-of-big-data-closing-the-clue-gap/>

48. Big Data от А до Я. Часть 1: Принципы работы с большими данными, парадигма MapReduce. URL: <https://habr.com/ru/post/267361/>
49. Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity. *McKinsey Global Institute*, 2011. URL: https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/Big%20data%20The%20next%20frontier%20for%20innovation/MGI_big_data_full_report.pdf
49. Резниченко В.А. Что такое Big Data. *Проблеми програмування*, 2019. № 3. С. 86-100.
50. Подскребко О.С. Розробка структури системи підтримки прийняття рішень з управління виробничою логістикою промислового підприємства. *Бізнес Інформ*. 2019. № 4. С. 139–146.
51. Artificial Intelligence Innovation Deloitte Report/ URL: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/Innovation/Artificial-Intelligence-Innovation-Report-2018-Deloitte.pdf>
52. Global Artificial Intelligence Industry Whitepaper. URL: <https://www2.deloitte.com/cn/en/pages/technology-media-and-telecommunications/articles/global-ai-development-white-paper.html>
53. Офіційний сайт Oracle Corporation URL: <https://blogs.oracle.com/bigdata/post/whatx27s-the-difference-between-ai-machine-learning-and-deep-learning>
54. Словарь по кибернетике/ Под ред. В. М. Глушкова. К.: Укр. Сов. энцикл., 1979. 623 с.
55. Уинстон П. Искусственный интеллект. М.: Мир, 1980. 530 с.
56. Нильсон Н. Принципы искусственного интеллекта. М.: Радио и связь, 1985. 376 с.
57. Вычислительные машины и мышление. М.: Мир, 1967. 552 с.
58. Цифровая экономика: 2019: краткий статистический сборник. М.: НИУ ВШЭ, 2019. 96 с.
59. Отношение к искусственному интеллекту. *Edelman AI Center of Expertise*. URL: <https://qps.ru/HSqGv>

60. Gartner Identifies Five Emerging Trends That Will Drive Technology Innovation for the Next Decade. URL: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2020-08-18-gartner-identifies-five-emerging-trends-that-will-drive-technology-innovation-for-the-next-decade>



Навчальне видання

ОЛЕШКО Тамара Іванівна
КАСЬЯНОВА Наталія Віталіївна
СМЕРІЧЕВСЬКИЙ Сергій Францевич
ІВАНЧЕНКО Надія Олександрівна
ПОНОМАРЕНКО Ігор Віталійович
КВАШУК Дмитро Михайлович
ПОДСКРЕБКО Олександр Сергійович
ПОПИК Наталія Володимирівна
ГУСТЕРА Олег Михайлович
КРИСАК Яків Васильович

ЦИФРОВА ЕКОНОМІКА

Підручник

В авторській редакції

Технічний редактор *А. І. Лавринович*
Художник обкладинки *О. О. Зайцева*
Комп'ютерна верстка *Н. В. Чорної*

Підп. до друку 19.01.2022. Формат 60х84/16. Папір офс.
Офс. друк. Ум. друк. арк. 11,63. Обл.-вид. арк. 12,5.
Тираж 50 прим. Замовлення № 9-1.

Видавець і виготівник
Національний авіаційний університет
03058. Київ-58, проспект Любомира Гузара, 1.

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 977 від 05.07.2002