

УДК 330:339.9

ТЕХНОЛОГІЧНА РЕВОЛЮЦІЯ 4.0 І НОВІ ГЛОБАЛЬНІ РИНКИ

DOI 10.32782/2224-6282/151-6

JEL: F29, H52, I21, I28

Нямещук Г. В., к.е.н.

Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана

В статті досліджено процес протікання технологічної революції 4.0 як провідного чинника розгортання нової форми глобалізації світової економіки. Виявлено, що саме необхідність роботи з величезними обсягами інформації обумовила перехід до четвертої наукової парадигми – витягування інформації із баз даних з метою відшукування залежностей і закономірностей. Визначено, що в рамках чотирьох етапів ІТ-революції відбулися три переходи, щодо основної технології мереж (від аналогової до цифрової, від фіксованої до мобільної та від вузькосмугової до широкосмугової), і сформувалися три основні тренди глобального технологічного розвитку (інтелектуальні технології, технології мережевої інтеграції та гнучкої автоматизації). Оцінено швидкість розвитку робототехніки і становлення глобального ринку «розумних речей»: якщо у 2008 р. робототехніку розглядали як галузь, що «народжується», то у 2020 р., після десяти років з моменту появи комерційної пропозиції, «розумний дім» можна ототожнювати з поняттям «нормальний дім». Проаналізовано комерційні пропозиції технології цифрового стандарту мобільного зв'язку 5 G як нові глобальні ринки, що виникли у 2019 р.: ринок обладнання та інфраструктури (більше половини ринку – 53,3 % – зайняли такі компанії-виробники, як Huawei і Samsung) і ринок смартфонів з інтегрованою технологією (більшу частину ринку – 72,5 % - зайняли компанії, які є лідерами ринку обладнання та інфраструктури, тобто Huawei і Samsung). Зазначено, що, поперше, лідерство компаній з Азії на глобальних ринках технології цифрового стандарту мобільного зв'язку 5 G може пояснюватися доступністю відповідних радіочастот азійського регіону для використання компаніями-виробниками (тобто виробники можуть постачати технологію, а пересічні користувачі смартфонів – використовувати її у своїх приладах), що у найближчій перспективі може загострити конкурентну боротьбу виробників на ринках країн Азії. А по-друге, активність компаній Huawei і Samsung на обох ринках, де на сьогодні представлена технологія цифрового стандарту мобільного зв'язку 5 G, підкріплює висновки щодо важливості швидкого впровадження «гарячих» технологій для забезпечення максимального економічного результату (зокрема, «піонери» «гарячих» технологій теоретично отримують приріст грошових потоків у розмірі 122,0 %, «переслідуючі» – 10,0 %, а ті, що не засвоять ці технології у 15-річній перспективі, відчують від'ємний приріст грошових потоків на рівні (-23%).

Ключові слова: Industry 4.0; глобалізація світової економіки; інформаційна економіка; технологія мереж; інтелектуальні технології; «гарячі» технології; стандарт мобільного зв'язку 5 G

UDC 330:339.9

THE TECHNOLOGICAL REVOLUTION 4.0 AND THE NEW GLOBAL MARKETS

DOI 10.32782/2224-6282/151-6

JEL: F29, H52, I21, I28

Nyameshchuk A., PhD in Economics

Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

The process of technological revolution 4.0 as a leading factor in the deployment of a new form of globalization of the world economy has been investigated. It has been revealed that the need to work with huge amounts of information led to the transition to the fourth scientific paradigm - extracting information from databases in order to find dependencies and patterns. It has been determined that within the four stages of the IT revolution there have been three transitions regarding the basic technology of networks (from analogue to digital, from fixed to mobile and from broadband to broadband), and three main trends of global technological development (intellectual technologies, technologies of network integ and flexible automation). The rate of development of robotics and the emergence of a global market for "smart things" was estimated: if in 2008 robotics was considered as an emerging industry, then in 2020, after ten years from the date of the commercial offer, "smart house" could be identified with the concept of "normal house". The commercial proposals for digital 5G mobile technology are analyzed as emerging global markets that emerged in 2019: the equipment and infrastructure market (more than half of the market - 53.3% - was occupied by manufacturers such as Huawei and Samsung) and the market for smartphones with integrated technology (the majority of the market - 72.5% - was occupied by companies that are leaders in the market of equipment and infrastructure, ie Huawei and Samsung). It is noted that, firstly, the leadership of Asian companies in the global markets for digital 5G mobile technology may be explained by the availability of relevant radio frequencies in the Asian region for use by the manufacturing companies (ie manufacturers can supply the technology and average smartphone users can use it) in their devices), which in the near future may exacerbate the competition of manufacturers in the markets of Asian countries. And secondly, the activity of Huawei and Samsung in both markets, where digital 5G mobile technology is being introduced today, reinforces the importance of rapidly deploying "hot" technologies to maximize the economic impact (in particular, «hot pioneers». Technologies theoretically receive a cash flow growth of 122.0%, «pursuers»- 10.0%, and those who do not absorb these technologies in the 15-year perspective, feel a negative increase in cash flows at the level (-23%)).

Keywords: Industry 4.0; globalization of the world economy; information economy; network technology; intellectual technologies; «Hot» technologies; 5G mobile standard

Актуальність. Насьогодні людство переживає четвертий етап глобалізації, розгортання якого відбувається з огляду на чинники геополітичного, технологічного і соціально-економічного контекстів. Перехід до інформаційного типу виробництва з домінуванням інтелектуальної (духовної) праці та правами власності на інтелектуальні

продукти змінив усі сфери життєдіяльності людини і вплинув на розвиток глобальної економіки. Тепер в конкурентній боротьбі на глобальних ринках перемагає той, хто швидше оволодіє актуальною, достовірною і найбільш повною інформацією (знаннями), що нерозривно пов'язане з домінуючою технологією – тобто інформаційно-цифровою технологією. Науково-технічний прогрес став як ніколи інформаційно інтенсивним, «проривним», з експонентним трендом, орієнтованим на виникнення нових ринків (ринків «гарячих» технологій [1]), що небезпідставно визнається революційним.

Аналіз останніх наукових досліджень і публікацій. Революційний розвиток технологій на межі тисячоліть позначився на формуванні революційних наукових теорій і гіпотез: «підривних технологій» К. Крістенсена і Дж. Боуера [2], «закону Мура» Г. Мура, «закону Дж. Грея» [3], «експонентних» організацій С. Ісмаїла, «компаній-єдинорогів», платформної бізнес-моделі, «гарячих» технологій [1], підприємств-«маяків» [4].

Дослідженням революційного розвитку технологій і процесів інтелектуалізації на сучасному етапі розвитку глобальної економіки опікуються й такі вчені як Л. Антонюк, О. Білорус, І. Гайдуцький, Д. Лук'яненко, О. Лук'яненко, М. Поляков, Н. Стукало, А. Філіпенко, Л. Цимбал, Н. Черкас і численні інші.

Основними інструментами для відслідковування тенденцій технологічного розвитку глобальної економіки є публікації: «The EU Industrial R&D Investment Scoreboard» від Європейської Комісії, «Derwent Top 100 Global Innovators» від Clarivate Analytics, багатопрофільні дослідження компанії Strategy Analytics, щорічні звітні публікації провідних технологічних компаній світу і спільні публікації таких компаній з науковими центрами, лабораторіями (зокрема з Oxford Economics, Harvard Business School), дослідження глобальній інституцій тощо.

Зважаючи на стрімкість технологічного розвитку на етапі 4.0, на наш погляд, недостатньо вивченими з позицій наукової теорії сьогодні є нові глобальні ринки, тобто ринки продуктів із використанням найновіших цифрових («гарячих») технологій.

Мета статті полягає у визначенні особливостей протікання технологічної революції 4.0 на сучасному етапі розвитку світової економіки та попередній оцінці нових глобальних ринків «гарячих» технологій.

Виклад основних результатів дослідження. Даючи у 2010 р. характеристику обсягів інформації у базах даних, що зберігаються на комп'ютерах в корпорації Microsoft, Т. Хей зазначав: «вони такі величезні, що, коли ми запускаємо програми для аналізу баз даних, в будівлі, де працюють 10 тис. мікропроцесорів, на декілька градусів підвищується температура» [5]. Саме зростання обсягів інформації наштовхнуло Дж. Грей, лауреата премії Тьюрингу, на нове формулювання широкозаного «закону Мура»: обсяг інформаційного трафіку за кожні 18 міс. в сучасному цифровому світі дорівнюватиме загальному обсягу інформації, що його було накопичено за всю попередню історію людства [3, с. 52]. Зважаючи на це твердження, Дж. Грей ставив собі за мету «розмістити всі наукові дані у мережі, а також інструменти для аналізу даних» [6].

Необхідність роботи з величезними обсягами інформації обумовила перехід до четвертої наукової парадигми (табл. 1).

Таблиця 1 – Еволюція наукової парадигми

Назва парадигми, автор	Період	Сутність парадигми
Перша – теорія	Часи Давнього Китаю, Давньої Греції – XVII ст.	Пояснення явищ, які людина може спостерігати, природними причинами, а не надприродними
Друга – експеримент (І. Ньютон)	XVII ст. – перша половина XX ст.	Намагання передбачати природні явища та експериментально перевіряти гіпотези
Третя – обчислення і моделювання (К. Уїлсон)	Друга половина XX ст. – кінець XX ст.	Розв'язання рівнянь з багатьма параметрами для дослідження складних процесів за допомогою високопродуктивних комп'ютерів
Четверта – витягування інформації із бази даних (Дж. Грей)	Початок XXI ст. – наші часи	Надпотужні комп'ютери програмуються на пошук інформації у великих базах даних для відшукування залежностей і закономірностей

Джерело: складено автором на основі [5]

Характерною рисою четвертої наукової парадигми Т. Хей називає швидкий ріст інформації (зокрема у цифровому форматі). Цей ріст спеціалісти у сфері інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) спочатку намагалися опанувувати шляхом мініатюризації мікропроцесорів, а згодом, коли ріст став експонентним, - паралельністю обчислень на багатоядерних чіпах. Програмування надпотужних комп'ютерів на пошук залежностей у величезних базах даних інформації є ефективним способом розв'язання складних проблем сучасності при

мінімізації втрат, але за умови достатніх обсягів різноманітної інформації.

Протягом 1990-2010 рр. відбулися три значних переходи, щодо основної технології мереж: від аналогової до цифрової, від фіксованої до мобільної та від вузькосмугової до широкосмугової [7]. Зважаючи на нетривалий часовий період і чисельність переходів, розвиток комп'ютерних технологій сам по собі є революційним.

Перші комп'ютери 1970-тих рр. (мейнфрейми) були громіздкі, коштовні і виготовлялися декількома вузькоспеціалізованими виробниками для використання у бізнес-діяльності. Через це, доступ до мейнфреймів мали тільки великі компанії, урядові установи, які використовували їх для виконання лише окремих спеціальних операцій. Вдосконаленням мейнфреймів і подальшим розвитком інформаційної ери займалися вчені провідних університетів або промислових лабораторій [8]. Згодом, з'явилися винахідники-«любители», що намагалися відтворити технологію в домашніх умовах. Відсутність єдиних стандартів, незначні приклади практичної реалізації, складність відомих проектів обумовили виникнення т. зв. «нішевих» продуктів. Так відбулася перша ІТ-революція – перехід від мейнфреймів до персональних комп'ютерів [9].

Друга ІТ-революція, на наш погляд, відбулася шляхом переходу від мереж фіксованого зв'язку до мереж мобільного зв'язку, що мало прояв у появі різноманітних «нішевих» продуктів, нині знаних як «гаджети», «розумні речі». Ці продукти почали виводитися на ринок в рамках численних старт-апів і дозволяли підтримувати інформаційний зв'язок «будь-де» «будь-коли», навіть перебуваючи у стані переміщення.

Третім етапом розвитку комп'ютерних технологій їх виробники називають перехід до технологій хмарних обчислень, коли орієнтація змістилася з одного комп'ютера, до комп'ютерної мережі, обладнаної відповідною інфраструктурою, зокрема дата-центрами [9]. «Дата центр» (англ. data center, (DC)) – ядро цифрової інфраструктури, «центр комутації цифрової епохи», тобто місце, де зберігається, обробляється та обмінюється інформація, здійснюється управління наданням цифрових послуг і проведенням транзакцій [3]. Мережі приймають архітектуру, орієнтовану на центр обробки даних, з усіма функціями, послугами та програмами мережі, що базуються в хмарному центрі обробки даних. За прогнозами Huawei, до 2025 року 85% корпоративних додатків будуть хмарними [10].

За результатами досліджень Huawei Investment & Holding Co., Ltd., четверта індустріальна революція вершиться штучним інтелектом [11]. Завдяки цим технологіям людина може відчувати, сенсорно сприймати будь-що і будь-де, всі речі стають розумними і пов'язаними одне з одним. Кожна галузь і кожна національна економіка прагнуть засвоєння і впровадження штучного інтелекту для забезпечення конкурентних переваг на глобальних ринках, а тому потребують відповідних інтелектуальних платформ для підтримки цифрової інфраструктури.

Спільне дослідження Всесвітнього економічного форуму і Глобального інституту McKinsey виявило глобальні тенденції четвертої промислової революції (рис. 1).

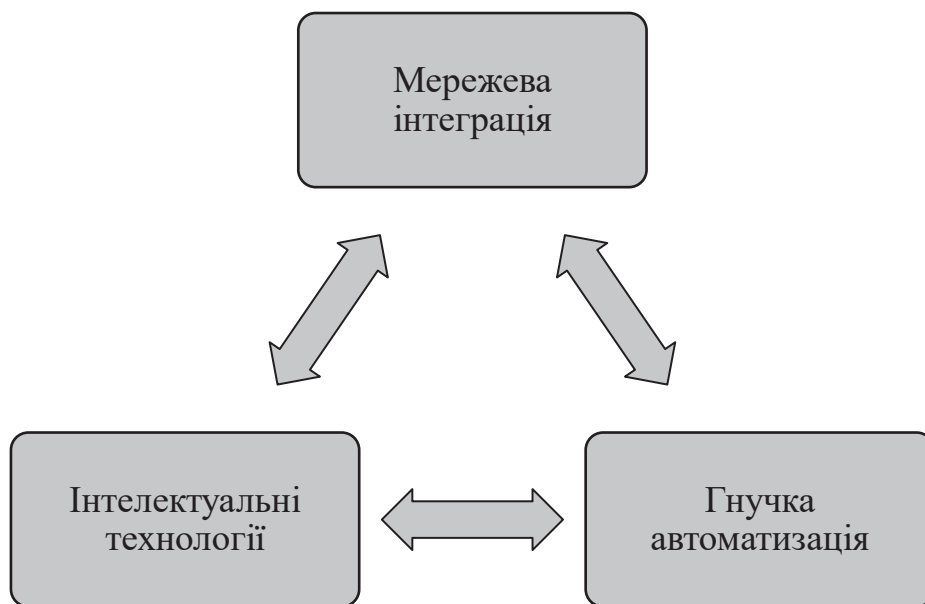


Рис. 1 Глобальні тенденції четвертої промислової революції
Джерело: [4]

Кожна з глобальних технологічних тенденцій, наведених на рис. 1, кардинальним чином змінює діяльність компаній, що опановують її. Інтелектуальні технології автоматично відслідковують настання події і надають інформацію для прийняття рішення. Технологія мережевої інтеграції забезпечує зв'язок між окремими вузлами мережі і покращує доступ до інформації. Технологія гнучкої автоматизації спирається на механізми швидкого реагування, власне автоматизація і дистанційне керування [4].

У першому десятилітті XXI ст. Б. Гейтс передбачав, що «такі технології, як розподілене обчислення, голосове і візуальне розпізнавання, бездротовий ширококутовий зв'язок, відкриють двері до нового покоління автономних пристроїв»; це буде нова ера, коли

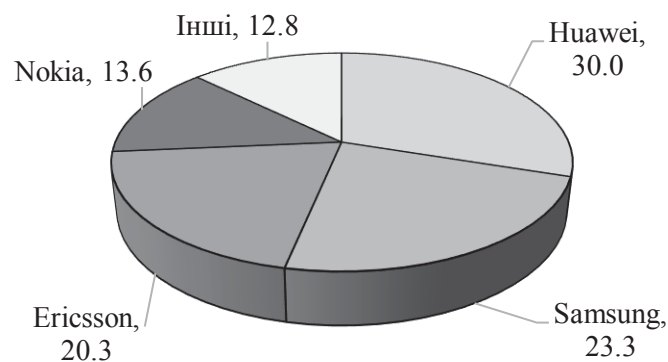
персональний комп'ютер «вийде за рамки свого робочого столу і дозволить нам бачити, чути, торкатися об'єктів і здійснювати маніпуляції з ними в тих місцях, де нас фізично немає» [8].

Якщо у 2008 р. Б. Гейтс говорив про робототехніку, як про галузь, що «народжується», то у 2020 р. експерти зазначають, що після десяти років з моменту появи комерційної пропозиції, «розумний дім» можна ототожнювати з поняттям «нормальний дім» [12]. Станом на кінець 2019 р. «розумні прилади» використовувалися 54,0 % домогосподарств США, представляючи компоненти системи домашніх приладів «розумний дім», що здатні виконувати дії і вирішувати повсякденні «рутинні» завдання без участі людини: «розумний динамік» (28,0 % загальної кількості домогосподарств, що використовують компоненти системи), інтерактивна система охорони (28,0 %), «розумний термостат» (21,0 %), камери відеоспостереження (17,0 %), відеодзвоник (17,0 %), «розумна лампа» (15,0 %) та інші [12]. Ступінь сприйняття системи «розумний дім» на початок 2020 р. в інших країнах становила: у Великій Британії – 50,0 %, Німеччині – 40,0 %, Франції – 38,0 %. Кількість роботів, що використовувалися в світі на підприємствах обробної промисловості, у 2018 р. досягла 103 шт. на 10 тис. зайнятих. За прогнозами, до 2025 р. у 14 % будинків світу використовуватимуться роботи [11].

Розвиток виробництва «розумних речей» відбувається як складова розвитку сектору глобальної економіки «Інтернет речей» (англ. Internet of things), і передбачає створення й підтримку відповідної цифрової інфраструктури. Основними вимогами до цифрової інфраструктури є здатність забезпечувати стабільний і високошвидкісний зв'язок між пристроями і мережею Інтернет. Найбільші перспективи в цьому сенсі має стандарт мобільного зв'язку 5 G.

Говорячи про економіку четвертої технологічної революції слід акцентувати увагу на значному зростанні обсягів інвестицій в науково-дослідні роботи провідних глобальних компаній світу – виробників інноваційної продукції: протягом 2014 – 2019 рр. загальна сума інвестицій топ-50 таких компаній зросла на 113,4 млрд євро (або на 54,8 %) і досягла у 2019 р. сумарного показника у 328,1 млрд євро [13; 14]. При цьому, якщо у 2014 р. показник середнього обсягу інвестицій в науково-дослідні роботи топ-50 виробників інноваційної продукції становив 4,29 млрд євро, то у 2019 р. він досяг суми у 6,56 млрд євро.

Відповідно до оприлюдненого звіту «Derwent Top 100 Global Innovators 18-19» від Clarivate Analytics, технології забезпечення стандарту мобільного зв'язку 5 G і штучного інтелекту віднесено до категорії «гарячих» [1], оскільки саме в цей період вони оформилися як ринкові пропозиції (рис. 2). Більше половини глобального ринку обладнання для цифрового стандарту мобільного зв'язку 5 G (53,3 %) у 2019 р. приходилося на дві компанії-виробника: китайську Huawei і південнокорейську Samsung [15] (рис. 2).



*Рис. 2 Структура глобального ринку обладнання для цифрового стандарту мобільного зв'язку 5 G за виробниками у III кв. 2019 р., %
Джерело: побудовано автором за [15]*

Компанії Nokia та Ericsson, які мають європейське коріння, неодноразово проходили угоди щодо злиття і поглинань з іноземними компаніями. Про швидке зростання китайської Huawei свідчить й той факт, що компанію, яка сьогодні серед виробників має найбільшу частку глобального ринку обладнання для мобільних мереж покоління G 5, працює в більш ніж 170 країнах і регіонах світу й обслуговує понад 3 млрд осіб, було засновано лише у 1987 р. [11].

Майже монополічне становище постачальників обладнання для мобільних мереж з Азії викликає занепокоєння світової спільноти і, перш за все, США. У 2019 р. Міністерство торгівлі США визнало Huawei як таку, що її діяльність загрожує національній безпеці США. Як можливі заходи забезпечення кібер-безпеки спеціалісти називають шифрування інформації, відкриття доступу до певного переліку програмного забезпечення з метою його тестування, та спільна міжнародна політика [15].

Технологію цифрового стандарту мобільного зв'язку 5 G у 2019 р. вперше було використано у виробництві смартфонів, що відразу забезпечило провідні позиції на цьому ринку виробникам-«піонерам» (табл. 2).

Як бачимо з табл. 2, «піонерами» глобального ринку смартфонів з технологією 5 G є компанії виключно з Азії, а на дві з них припадає 72,7 % всього ринку. Серед можливих пояснень цього факту, на наш погляд, може бути й аргумент про доступність відповідних радіочастот азійського регіону для використання компаніями-виробниками. Виробники, таким чином, можуть постачати технологію, а пересічні користувачі смартфонів – використовувати її у своїх приладах. Конкурентна боротьба компаній-виробників на ринках країн азійського регіону, зокрема Китаю та Індії, загострюється [17].

Таблиця 2 – Показники глобального ринку смартфонів, що підтримують цифровий стандарт мобільного зв'язку 5 G (виник у 2019 р.)

Компанія-виробник	Поставлено на ринок, млн. од.	Частка ринку, %	Частка ринку накопичувальним підсумком, %
Huawei	6,9	36,9	36,9
Samsung	6,7	35,8	72,5
Vivo	2,0	10,7	83,4
Xiaomi	1,2	6,4	89,8
LG	0,9	4,8	94,6
Інші	1,0	5,3	100,0
Всього	18,7	100,0	

Джерело: складено автором на основі [16]

Як показують результати досліджень McKinsey&Company, по мірі росту значущості даних і розвитку мережевої інтеграції невідповідним стає очікування, коли технології подешевшають і вдосконаляться: усі економічні переваги дістаються «піонерам». «Піонери», які засвоюють технологію штучного інтелекту у перші 5-7 років після її виведення на ринок (тобто до 2022-2024 рр.), досягнуть приросту грошових потоків близько 122 %. «Переслідуючі», що засвоюватимуть цю технологію до 2030 р., забезпечать приріст власних грошових потоків лише на рівні 10 %, а компанії, що не зможуть засвоїти технологію штучного інтелекту й до 2030 р., відчують від'ємний приріст грошових потоків на рівні (-23%) [4]. Як фактичне підтвердження таких висновків, на наш погляд, можна розглядати динаміку структури глобальному ринку смартфонів у 2018 – 2019 рр. у напрямі збільшення часток компаній-виробників, що пропонували у 2019 р. смартфони з інтегрованою технологією цифрового стандарту мобільного зв'язку 5 G (табл. 3).

Як бачимо з табл. 3, у 2019 р. три компанії-виробники займали вже більше половини глобального ринку смартфонів: 51,9 % проти 48,7 % у 2018 р. Зростання присутності Huawei на глобальному ринку смартфонів у 2019 р. (приріст кількості поставлених смартфонів порівняно із 2018 р.

становив 16,9 %) пояснюється новітніми інноваційними технологіями, доданими у пристрої компанії, зокрема технології 5 G та штучного інтелекту.

Таблиця 3 – Показники глобального ринку смартфонів у 2018 - 2019 р.

Компанія-виробник	Поставлено на ринок, млн. од.		Частка ринку, %		Частка ринку у 2019 р. накопичувальним підсумком, %
	2018 р.	2019 р.	2018 р.	2019 р.	
Samsung	291,3	295,1	20,3	20,9	20,9
Huawei	205,8	240,5	14,4	17,0	37,9
Apple	206,3	197,4	14,4	14,0	51,9
Xiaomi	119,3	124,8	8,3	8,8	60,7
OPPO	116,6	115,1	8,1	8,1	68,8
Інші	492,3	439,7	34,4	31,3	100,0
Всього	1431,6	1412,6	100,0	100,0	

Джерело: складено автором на основі [17]

Завдяки виробництву смартфонів, що підтримують цифровий стандарт мобільного зв'язку 5 G, у 2019 р. зросла загальна частка глобального ринку смартфонів й таких виробників як Samsung і Xiaomi (рис. 3).

Як можна бачити з рис. 3, найбільший приріст загального обсягу поставок на глобальний ринок смартфонів досягли такі виробники пристроїв з підтримкою технології цифрового стандарту мобільного зв'язку 5 G як Huawei і Xiaomi (16,9 % і 4,6 % відповідно).

Приріст загального обсягу поставок смартфонів компанії Samsung є значно меншим (1,3 %), хоча частка смартфонів з технологією цифрового стандарту мобільного зв'язку 5 G становила 2,3 % загального обсягу.

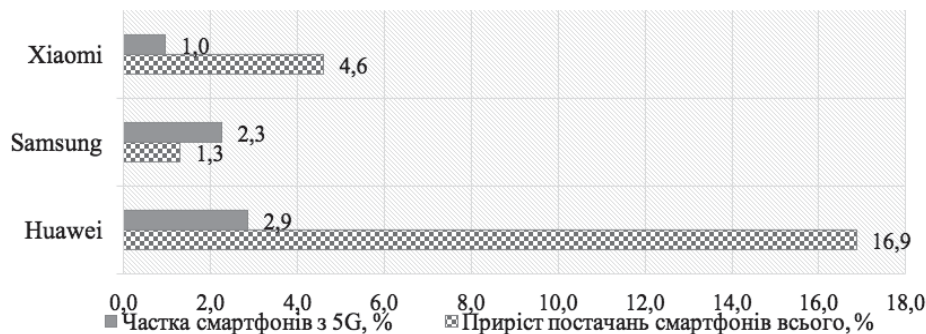


Рис. 3 Показники структури глобального ринку смартфонів за основними виробниками у 2018 - 2019 р., %

Джерело: розраховано автором на основі [15]

Це може бути поясненим більшою орієнтацією продукції компанії Samsung на ринки Європи (28,1 % загальної кількості центрів реалізації продукції) і Латинської Америки (12,3 %) [18].

Висновки. Таким чином, необхідність роботи з величезними обсягами інформації обумовила перехід до четвертої наукової парадигми, сутність якої полягає в програмуванні надпотужних комп'ютерів на віднайдення інформації у великих базах даних для визначення залежностей і закономірностей.

Розвиток комп'ютерних технологій є революційним, оскільки протягом 1990 – 2010 рр. відбулися три значних переходи, щодо основної технології мереж. Ці переходи можна розглядати як інструменти реалізації провідних глобальних технологічних тенденцій промислової революції 4.0: автоматичного відслідковування настання події й надання інформації для прийняття рішення; забезпечення зв'язку між окремими вузлами мережі і покращення доступ до інформації; механізму швидкого реагування, власне автоматизації і дистанційного керування.

Глобальні ринки цифрових технологій характеризуються високою швидкістю протікання життєвого циклу (зокрема сектор «розумний дім» можна ототожнювати з поняттям «нормальний дім» вже через 10 років з моменту появи комерційної пропозиції) і специфічністю розподілу економічних вигід між компаніями, що з різною швидкістю опановують новітні цифрові технології: «піонери» забезпечують приріст грошових потоків понад 100 %, а «переслідуючі» - лише 10,0 % (зокрема розробка технології цифрового стандарту мобільного зв'язку 5 G забезпечила у 2019 р. компаніям Huawei і Samsung частки глобального ринку відповідної цифрової інфраструктури у 30,0 % і 23,3 %, глобального ринку смартфонів з цією технологією – 36,9 % і 35,8 %).

Як напрям подальших наукових пошукувань автор передбачає дослідження феномену «експонентних технологій» та «експонентних організацій».

REFERENCES:

1. Clarivate Analytics (2019). Derwent Top 100 Global Innovators 2018-19. Retrieved from: https://clarivate.com/derwent/wpcontent/uploads/sites/3/dlm_uploads/2019/07/0192_Clarivate_Top100_Final.pdf
2. Christensen C. M., Raynor M. E., McDonald R. (2015). What Is Disruptive Innovation? Harvard Business Review, December. Retrieved from: <https://hbr.org/2015/12/what-is-disruptive-innovation>
3. Huawei Investment & Holding Co., Ltd. (2014) 2013 Annual Report. Retrieved from: https://www.huawei.com/ucmf/groups/public/documents/attachments/hw_u_323372.pdf

4. World Economic Forum & McKinsey&Company (2019). Fourth Industrial Revolution: Beacons of Technology and Innovation in Manufacturing. Retrieved from: http://www3.weforum.org/docs/WEF_4IR_Beacons_of_Technology_and_Innovation_in_Manufacturing_report_2019.pdf
5. Hey T. (2010). The Big Idea: The Next Scientific Revolution. Harvard Business Review. Retrieved from: <https://hbr.org/2010/11/the-big-idea-the-next-scientific-revolution>
6. McJones P. (2012). A.M. Turing Award Laureates - James («Jim») Nicholas Gray. *ACM*. Retrieved from: https://amturing.acm.org/award_winners/gray_3649936.cfm
7. Huawei Investment & Holding Co., Ltd. (2013) 2012 Annual Report. Retrieved from: https://www.huawei.com/ucmf/groups/public/documents/annual_report/hw_u_256032.pdf
8. Gates B. A. (2008). Robot in Every Home. *SA Special Editions*, vol. 18 (1s), pp. 4-11. Retrieved from: <https://www.scientificamerican.com/article/a-robot-in-every-home-2008-02/>
9. Huawei Technologies Co., Ltd. (2011) 2010 Annual Report. Retrieved from: https://www.huawei.com/ucmf/groups/public/documents/annual_report/092576.pdf
10. Huawei Investment & Holding Co., Ltd. (2017) 2016 Annual Report. Retrieved from: https://www-file.huawei.com/-/media/CORPORATE/PDF/annual-report/AnnualReport2016_en.pdf?la=en
11. Huawei Investment & Holding Co., Ltd. (2019) 2018 Annual Report. Retrieved from: <https://www.huawei.com/en/press-events/annual-report>
12. Strategy Analytics (2020). Strategy Analytics at CES: Most Homes Are Now Smart Homes. Retrieved from: <https://news.strategyanalytics.com/press-release/intelligent-home/strategy-analytics-ces-most-homes-are-now-smart-homes>
13. European Commission (2019). The 2019 EU Industrial R&D Investment Scoreboard. Luxembourg, 120 p. Retrieved from: https://www.kowi.de/Portaldata/2/Resources/fp/2019_EU-Industrial-RD-Investment-Scoreboard.pdf doi:10.2760/04570.
14. European Commission (2014). The 2014 EU Industrial R&D Investment Scoreboard. Luxembourg, 96 p. Retrieved from: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC92506> doi:10.2791/13983.
15. The economist (2020). Huawei is a cyber-security risk. *The economist*. Retrieved from: <https://www.economist.com/leaders/2020/01/25/huawei-is-a-cyber-security-risk?cid1=cust/dailypicks1/n/bl/n/20200124n/owned/n/n/dailypicks1/n/n/E/387307/n>
16. Strategy Analytics (2020). Strategy Analytics: Huawei & Samsung Capture 73 Percent Share of Global 5G Smartphone Shipments in 2019. Retrieved from: <https://news.strategyanalytics.com/press-release/devices/strategy-analytics-huawei-samsung-capture-73-percent-share-global-5g>
17. Strategy Analytics (2020). Strategy Analytics: Apple Becomes World's No.1 Smartphone Vendor in Q4 2019. Retrieved from: <https://news.strategyanalytics.com/press-release/devices/strategy-analytics-apple-becomes-worlds-no1-smartphone-vendor-q4-2019>
18. Samsung Electronics (2019). Sustainability Report 2019: A fifty year journey towards a sustainable future. Retrieved from: https://images.samsung.com/is/content/samsung/p5/global/ir/docs/sustainability_report_2019_en_new.pdf