

<https://doi.org/10.15407/sofs2023.02.059>
УДК 001.32:004:007

О.А. МЕХ, доктор економічних наук, професор, завідувач відділу
ДУ «Інститут досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки
ім. Г.М. Доброва НАН України»
бульвар Тараса Шевченка, 60, Київ, 01032, Україна
e-mail: oamekh@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0002-8550-8641>

С.Г. БУБЛИК, кандидат технічних наук, заступник завідувача відділу
ДУ «Інститут досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки
ім. Г.М. Доброва НАН України»
бульвар Тараса Шевченка, 60, Київ, 01032, Україна
e-mail: boublyk@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8463-9981>

ГЛОБАЛЬНА ЦИФРОВІЗАЦІЯ ЯК ВИКЛИК СУБ'ЄКТАМ НАУКОВОЇ ТА НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В УКРАЇНІ: КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ І ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

У статті висвітлено концептуальні проблеми вітчизняних суб'єктів наукової та науково-педагогічної діяльності (ННПД) на тлі глобальних цифрових трансформацій, актуалізовано проблему існування цифрового розриву, обумовленого неможливістю їх приєднання до складних цифрових метасистем. У процесі дослідження застосовано загальнонаукові методи абстрагування, аналізу і синтезу, порівняння. Джерельною базою стали звітні документи про виконання наукових проєктів, статистичні дані офіційних і комерційних структур щодо

Цитування: Мех О.А., Бублик С.Г. Глобальна цифровізація як виклик суб'єктам наукової та науково-педагогічної діяльності в Україні: концептуальні проблеми і шляхи їх вирішення. *Наука та наукознавство*. 2023. № 2 (120). С. 59—83. <https://doi.org/10.15407/sofs2023.02.059>

© Видавець ВД «Академперіодика» НАН України, 2022. Стаття опублікована на умовах відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

напрямів і обсягів цифровізації. Дослідження показало, що попередній етап глобальної цифровізації характеризувався її поширенням на всі сфери життєдіяльності, переходом до нової технологічної реальності та загостренням проблем, пов'язаних з адаптацією до неї. Обсяги і різноманітність даних та інформації, зокрема у сфері наукової та науково-освітньої діяльності, зростають величезними темпами, але окремі вітчизняні суб'єкти ННПД не мають можливостей для створення матеріально-технологічної бази, необхідної для їх оброблення, накопичення і зберігання. Усі значимі фундаментальні наукові результати як у природничих, так і в гуманітарних науках зараз отримуються за допомогою великих цифрових систем — суперкомп'ютерів, технологій штучного інтелекту, штучних нейронних мереж. Цифрові технології найбільш ефективно проявили себе через явище науково-технологічної конвергенції, яке характеризується стрімкими темпами зростання наукової складової та її перетворення на науково-технологічну. Планування, організація і проведення наукових досліджень сьогодні неможливі без інтеграції наукових проблем із цифровими технологіями, призначеними для оброблення, зберігання і накопичення наукової інформації, які дедалі більше ускладнюються, подекуди перетворюючись на потужні цифрові метасистеми. Рівень цифровізації більшості вітчизняних суб'єктів ННПД переважно є базовим та обмежується комунікаційною компонентою (доступ до мережі Інтернет, засобів комунікації, електронних баз даних, ЗМІ), що не відповідає світовим тенденціям. Зроблено висновок про актуальність подальших досліджень рівня цифрового розриву у вітчизняних суб'єктів ННПД, спрямованих на пошук можливостей їх приєднання до цифрових метасистем в умовах прискорення цифрових трансформацій.

Ключові слова: суб'єкти наукової та науково-педагогічної діяльності, великі дані, цифровізація, цифрові метасистеми, цифровий розрив, цифрові технології, інформаційно-комунікаційні технології.

Вступ. З другої половини минулого століття технологія оцифрування¹ даних започаткувала еру домінування цифрових інформаційно-комунікаційних технологій, цифрової економіки, цифрової політики, цифрового світогляду. В умовах глобальної перебудови всіх сфер людської життєдіяльності за правилами інформаційної епохи дані, інформація та технології роботи з ними (інформаційні (ІТ) або інформаційно-комунікаційні (ІКТ))² стали головними факторами сучасного та майбутнього

¹ Оцифрування — перетворення інформації в цифровий формат (двійкові дані), які можуть обробляти комп'ютери та інші обчислювальні пристрої. Digitization. URL: <https://www.techtarget.com/whatis/definition/digitization> (дата звернення: 18.08.2022).

² Інформаційні або інформаційно-комунікаційні технології — сукупність методів, програмно-технічних і технологічних засобів, що забезпечують збирання, накопичення, оброблення, зберігання, представлення і розповсюдження інформації, а також автоматизацію керування процесами організацій, проектування, виробництва устаткування. Тарасюк В.В. Інформаційні технології. ЕСУ: електронна версія. URL: https://esu.com.ua/search_articles.php?id=12474 (дата звернення: 18.08.2022).

розвитку цивілізації. В основу найвідоміших національних концепцій і проектів майбутнього, як-от «Стратегія високих технологій Німеччини» («Інновації для Німеччини 2025»), «Четверта промислова революція» («Індустрія 4.0») або «Суспільство 5.0» Японії (*Society 5.0*), покладено досягнення науково-технічного прогресу (НТП) у сфері цифрових технологій (Інтернет речей, Інтернет усього, штучний інтелект, машинне навчання, великі дані), які здатні покращити життя людей і компенсувати наслідки негативних глобальних явищ — зменшення кількості працездатного населення, старіння населення країн, зниження конкурентоспроможності тощо.

Водночас історичною проблемою для цивілізації лишається технологічне безробіття, яке зазвичай виникає внаслідок різниці у сприйнятті, освоєнні та ефективному використанні найбільш радикальних інновацій окремими людьми та групами. І хоча за останні десятиліття ІКТ суттєво зблизили людей, надавши їм безпрецедентні технологічні можливості, однак цей етап породив нові, не бачені раніше проблеми. Однією з них є т. зв. *цифровий розрив* (*digital divide*), який виникає в результаті обмеження доступу людей до цифрової техніки і технологій, а також відсутності в них відповідних навичок. Отже, сьогодні є достатньо ознак, що вказують на завершення певного етапу глобальної *цифровізації* сфер життєдіяльності людини і на перехід до нової технологічної реальності, яка супроводжується загостренням проблеми, пов'язаною з адаптацією до неї.

Утворивши центральний орган виконавчої влади з формування і реалізації державної політики у сфері цифровізації, а також законодавчо закріпивши³ головні напрями цифрового розвитку, Україна у низці напрямів (сфера ІТ, фінансово-банківські послуги, торгівля, державне управління та надання адміністративних послуг тощо) не поступається багатьом країнам, зокрема ЄС, а подекуди перевершує їх. Це стало можливим завдяки впливу «кібернетичного спадку» (наукових шкіл), попри всі складнощі створеного вітчизняною наукою. Відомо, що дослідження широкого профілю, зокрема теоретико-прикладні розробки мов програмування, проектування і створення електронно-обчислю-

³ Про Національну програму інформатизації: Закон України № 2807-IX від 01.12.2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2807-20> (дата звернення: 02.09.2022); Про стимулювання розвитку цифрової економіки в Україні: Закон України № 1667-IX від 01.01.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1667-20#Text> (дата звернення: 02.09.2022); Про електронні довірчі послуги: Закон України № 2155-XIII від 01.01.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2155-19#Text> (дата звернення: 02.09.2022); Про електронні комунікації: Закон України № 1089-IX від 16.12.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/1089-20#Text> (дата звернення: 02.09.2022).

вальних машин (ЕОМ), почалися у 1950-х рр. В.М. Глушковым, Б.В. Гнеденко, О.Г. Івахненко, В.С. Михалевичем, К.Л. Ющенко. З історії діяльності Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України відомо, що від 1956 р. там виконувались теоретичні дослідження в напрямі теорії оптимізації, абстрактної та прикладної теорії автоматів, теорії дискретних перетворювачів, результати яких заклали підвалини вітчизняної економічної, медико-біологічної, технічної кібернетики, а в прикладному аспекті, через конструкторсько-технологічне бюро програмного забезпечення, знайшли впровадження в перших вітчизняних ЕОМ («Промінь», «Мир», «Дніпро», «Київ»). ЕОМ «Київ» у 1956 р. стала першою у Європі машиною з адресною мовою програмування, системою цифрового оброблення зображень і моделювання інтелектуальних процесів (експерименти зі штучним інтелектом), а ідеї Глушкова про об'єднання обчислювальних центрів у великі автоматизовані системи збирання та оброблення інформації знайшли впровадження у 1960-х рр⁴.

Уже з 1960-х рр. розпочала підготовку спеціалістів-кібернетиків і освітня сфера. Кафедра технічної кібернетики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» забезпечила навчальний процес за такими фаховими дисциплінами: «Теорія автоматичного регулювання і управління», «Математичні основи кібернетики», «Основи автоматики», «Технічна кібернетика». У 1970-х рр. під керівництвом В.І. Костюка почала діяти школа моделювання складних систем та адаптивних систем автоматичного управління, результати досліджень якої знайшли впровадження в автоматизації хімічних виробництв, електронно-променевих технологіях, робототехніці автоматизованих виробничих систем тощо. З кінця 1970-х рр. на кафедрі автоматизованих систем управління виробництвом готувались фахівці за такими спеціалізаціями: «АСУ в галузі роботизованого виробництва», «Робототехніка» (1981 р.), «Механіка та управління машинами — роботи і маніпулятори» (1982 р.)⁵. Можемо згадати про діяльність з кінця 1960-х рр. факультету кібернетики Київського національного університету імені Тараса Шевченка, а також інших кібернетичних відділів, факультетів і кафедр, які через «інформаційний бум» 1960—1970 рр. відкривались в академічних установах і вищих навчальних закладах країни.

Однак, попри згадане, науково-технологічні та науково-освітні установи України вже декілька десятиліть мають незадовільний рівень розвитку в «цифровому» напрямі. Тривалий дефіцит фінансування та розрив технологічних ланцюгів і процесів (після 1991 р.) призвели до

⁴ Офіційний сайт Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України. URL: <http://incyb.kiev.ua/institut/about-institute/istoriya> (дата звернення: 21.12.2022).

⁵ Акінін П.Й. Хроніки кафедри технічної кібернетики. URL: <https://kpi.ua/tc-about> (дата звернення: 21.12.2022).

його суттєвої деградації як у матеріально-технічному, так і в кадровому аспекті. Основні проблеми, що мали хронічний характер, сягнули катастрофічного рівня у 2022 р. з початком масштабних військових дій проти України та фізичного знищення значної частини матеріально-технічної та науково-дослідницької бази наукових і науково-освітніх установ країни. Але вітчизняні наука і освіта мають рухатись уперед, зберегти попередній наробок і відшукати шляхи розбудови конкурентоспроможного потенціалу.

Актуалізуючи проблему, зазначимо, що йдеться не про загальні досягнення країни на шляху *цифрової трансформації*, а про стан *цифровізації* вітчизняної науково-дослідницької та науково-освітньої сфери і рівень її інтеграції у складні цифрові структури. Іншими словами, ключовою умовою продуктивної діяльності вітчизняних *суб'єктів наукової*⁶ та *науково-педагогічної*⁷ діяльності (*суб'єкти ННПД*), як і побудови конкурентної науково-дослідницької та науково-освітньої системи країни, вважаємо подолання ними цифрового розриву та перехід до використання сучасних ІКТ з інтеграцією у *цифрові метасистеми*⁸.

Аналіз досліджень і публікацій. Проблеми створення і розвитку цифрових технологій цікавили вітчизняних науковців від початку зародження відповідної тематики, адже вони були її фундаторами. Визначними для вітчизняної кібернетики і розвитку інформаційної галузі стали роботи В.М. Глушкова (алгебраїчні структури, теорії цифрових автоматів, програмування та проектування ЕОМ), К.Л. Ющенко (теорія ймовірностей, теоретичне і практичне програмування), Б.М. Малиновського (цифрові керуючі машини, автоматизація виробництв), О.Г. Івахненка (математичне моделювання), М.М. Амосова (механізми розуму і штучний інтелект, соціальні моделі суспільства), З.Л. Раби-

⁶ *Наукова діяльність* — інтелектуальна творча діяльність, спрямована на одержання нових знань та (або) пошук шляхів їх застосування, основними видами якої є фундаментальні та прикладні наукові дослідження. Про наукову і науково-технічну діяльність: Закон України № 848-VIII від 26.11.2015. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/848-19> (дата звернення: 16.08.2022).

⁷ *Науково-педагогічна діяльність* — діяльність в університетах, академіях, інститутах та закладах післядипломної освіти, що пов'язана з науковою та (або) науково-технічною діяльністю. Про наукову і науково-технічну діяльність: Закон України № 848-VIII від 26.11.2015. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/848-19> (дата звернення: 16.08.2022).

⁸ *Цифрові метасистеми* ми визначаємо як структури, які включають менші цифрові системи, що складаються з інноваційної цифрової техніки і технологій (мережі суперкомп'ютерів зі штучним інтелектом, технології машинного навчання, оброблення великих даних, блокчейну, інтернету тощо), піддаються постійній науково-технологічній конвергенції, здійснюють цілеспрямовану діяльність та складають нову, цифрову соціокультурну реальність.

новича (теорія елементних структур ЕОМ), В.С. Михалевича (теорія оптимальних рішень), О.І. Кухтенка (теорія автоматичного керування), І.В. Сергієнка (математичні методи і системи моделювання об'єктів та процесів), А.О. Морозова (теоретичні основи цифрових систем керування технологічними процесами), В.І. Костюка (моделювання складних систем), Г.М. Доброва (ЕОМ у дослідженнях наукової інформації, науки та її історії, етапів і темпів науково-технічного прогресу) та інших. На шляху розвитку вітчизняної інформатики і наукознавства плідною стала дослідницько-публікаційна співпраця В.М. Глушкова і Г.М. Доброва. У 1965 р. в Інституті кібернетики АН УРСР Г.М. Добров формує відділ машинних методів перероблення історико-наукової інформації та в співпраці з В.М. Глушковим створює «Методику програмного прогнозування розвитку науки і техніки», а також проводить дослідження з прогнозування розвитку обчислювальної техніки на період 1970—1980 рр. [1]. Подальші розробки методологічних та історико-соціальних аспектів становлення інформатики в Україні виконувались у Центрі досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки ім. Г.М. Доброва НАН України.

Згадуючи про внесок науковців у розвиток інформаційної сфери у другій половині ХХ століття, зазначимо, що терміни «цифровий», «цифровізація», попри їхню сучасну «новизну», посідали центральне місце в дослідженнях Г.М. Доброва і В.М. Глушкова. В «Енциклопедії кібернетики»⁹ (1973 р.) за редакцією В.М. Глушкова майже 800 разів згадано про «цифрові обчислювальні машини», «цифрову форму інформації», «цифрове програмне керування».

З погляду на актуальність цифрових технологій, які складають потенціал згаданих цифрових метасистем, зазначимо, що теоретико-прикладні аспекти побудови штучних нейронних мереж і переваги їх застосування розкрито М.А. Новотарським і Б.Б. Нестеренко [2], перспективи використання феномена великих даних як джерела інформації та статистичного інструменту — В.Г. Саріогло [3], методи і моделі автоматичного аналізу даних — Н.С. Лесною і К.К. Дікаревою [4], проблеми наукової інформації та комунікації в епоху інформаційного суспільства, створення і використання електронних ресурсів та інформаційно-аналітичних центрів в університетах України — Т.О. Ярошенко [5] та О.О. Сербіним [6]. Окремо у вітчизняних наукових публікаціях проблема *цифрового розриву* розглядається як у глобальному соціально-політичному контексті [7], так і на рівні проблем державного управління [8]. В інших роботах міститься аналіз світового досвіду подолання цифрового розриву та пропозиції створення цифрових інфраструктур з

⁹ Енциклопедія кібернетики. URL: <https://cyberua.info/novynu/persha-encyklopedija-kibernetyky-2t-ukr-red-vhlushkov-1973/> (дата звернення: 22.12.2022).

тією ж метою [9]. Хоча проблема загального *цифрового розриву* в Україні піднімається як на рівні міжнародних програм, зокрема ПРООН¹⁰, так і громадських організацій, вона не набула пріоритетного значення для вітчизняних *суб'єктів ННПД*, які не займаються її оцінюванням і розробленням шляхів і механізмів подолання.

Новизна постановки проблеми та отриманих результатів полягає в актуалізації питання наростаючого цифрового розриву у вітчизняних суб'єктів ННПД, що унеможливує проведення ними ефективних інтеграційних заходів із метою використання потенціалу регіональних або глобальних *цифрових метасистем* та переходу на новий рівень конкурентоспроможності у науковій та науково-педагогічній діяльності.

Мета статті — висвітити результати аналізу загальних темпів і масштабів світової цифровізації, обґрунтувати актуальність проблеми поглиблення фундаментального цифрового розриву у вітчизняних суб'єктів ННПД та неможливості використання ними потенціалу цифрових метасистем, визначити концептуальні шляхи його подолання на тлі прискорення глобальних цифрових трансформацій.

Методи дослідження та джерельна база. У процесі роботи застосовано загальнонаукові методи абстрагування, аналізу і синтезу, порівняння. Джерельною базою стали звітні документи про виконання наукових проєктів, статистичні джерела офіційних і комерційних структур щодо напрямів і обсягів цифровізації.

Викладення основного матеріалу. Соціально-економічна система постіндустріального типу ґрунтується на явищах, що відображаються поняттями «дані», «великі дані», «інформація» та «інформаційні технології». У науково-дослідницькій та науково-освітній сферах вони складають основу процесу *науково-інформаційної діяльності*¹¹, адже на відміну від багатьох інших видів людської діяльності функціонування суб'єктів ННПД історично пов'язане з різноманітними даними, а в природничих науках, особливо у фізиці, біології, астрономії, завжди аналізуються значні їх обсяги. Проте під впливом цифрової хвилі науково-технічної революції та «інформаційного вибуху» обсяги даних та інформації, зо-

¹⁰ Удовик О., Москаленко О., Килимник Є., Сахарова А. Подолання цифрового розриву в Україні: людиноцентричний підхід. URL: <https://www.undp.org/uk/ukraine/blog/подолання-цифрового-розриву-в-україні-людиноцентричний-підхід> (дата звернення: 27.12.2022).

¹¹ Науково-інформаційна діяльність — сукупність дій, спрямованих на задоволення потреб громадян, юридичних осіб і держави у науково-технічній інформації, що полягає в її збиранні, аналітично-синтетичній обробці, фіксації, зберіганні, пошуку і поширенні. Про науково-технічну інформацію: Закон України від 25.06.1993 № 3322-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/3322-12> (дата звернення: 16.08.2022).

крема наукової, продовжують стрімко зростати та перетворюються на проблему, вирішення якої науковці починаючи з другої половини минулого століття пов'язують винятково з «машинним інтелектом».

Аналіз звітних документів і наукових програм вітчизняних суб'єктів ННПД показує, що в академічному середовищі проводяться науково-прикладні заходи з розбудови власної *цифрової інфраструктури*. В останні роки в НАН України виконано низку заходів за напрямками: 1) підтримка та розвиток інфраструктури інформатизації НАН України; 2) розвиток інтегрованої системи науково-інформаційних ресурсів НАН України; 3) розвиток засобів і технологій підтримки наукових досліджень із застосуванням хмарних та грид-технологій в НАН України; 4) розвиток засобів підтримки науково-організаційної та господарської діяльності НАН України¹². За результатами науково-технічних проєктів комісії НАН прийняли низку робіт, серед яких: розвиток і супроводження Наукової бібліотеки НАН України; розвиток хмарної інфраструктури відкритої науки НАН України і доступу до неї; розвиток сервісів інформаційної підтримки оцінки ефективності діяльності наукових установ НАН України; цифрова система нормативних актів НАН України; розроблення і впровадження комплексу рішень із поліпшення показників доступності хмарних сервісів *nas.gov.ua*; розвиток хмарних сервісів ресурсного центру для вирішення задач на високопродуктивних обчислювальних системах із кластерною архітектурою; забезпечення роботи грид-центру і гридсайтів національної грид-інфраструктури; розвиток е-платформи відкритих даних для центрів колективного користування приладами НАН України¹³.

Поряд із НАН України процесом цифровізації займаються й інші суб'єкти ННПД — установи галузевих академій і заклади вищої освіти. Крім відмінностей у матеріально-технічних і фінансових можливостях, цілком природним є й те, що в більшості цих організацій політика цифровізації ґрунтується передусім на їхніх власних уявленнях про її актуальність та перспективи. Але розбіжності в поглядах та асинхронність у діях скоріше ускладнюють як індивідуальні, так і спільні можливості суб'єктів ННПД. Вирішення проблем шляхом інтеграції або кооперації зусиль передбачає пошук спільних підходів, а ефективне подолання вітчизняними суб'єктами ННПД цифрової нерівності та приєднання до

¹² Концептуальні положення розвитку Програми інформатизації НАН України на 2020—2024 роки. URL: <https://www.nas.gov.ua/legaltexts/DocPublic/P-200212-41-1.pdf> (дата звернення: 15.02.2022).

¹³ Про підготовку та розгляд звітів про виконання проєктів Програми інформатизації НАН України в 2021 році. URL: http://programinform.nas.gov.ua/c/document_library/get_file?uuid=4046ac16-21d5-4ba9-888e-9b4c13abea71&groupId=10185 (дата звернення: 15.02.2022).

цифрових метасистем потребує від них розроблення і впровадження спільних стратегічних планів. Враховуючи це, а також швидкість глобальної цифровізації, набуває актуальності моніторинг процесу корегування вітчизняними суб'єктами ННПД індивідуальних планів і пошук рівня об'єднання стратегічних планів. Тому розглянемо головні тенденції і процеси у світі цифровізації, а також ті явища, які можуть привести до їх змін.

Ключовим цивілізаційним трендом лишається лавиноподібне зростання обсягів даних та інформації, адже з появою та розвитком потужних суперкомп'ютерів і мережі Інтернет процес цифровізації перейшов у нову фазу. Головними факторами сучасного прискорення стали поява і глобальне розповсюдження персональних, бездротових засобів зв'язку, які технологічно досягли рівня *засобів продукування інформації*, а також глобальне використання цифрового формату суб'єктами економічної діяльності, адже тут цифрові технології розкрили власні системні можливості та змінили усі попередні правила та уявлення про віртуальні товари, право власності, додану вартість, прибутки тощо.

Як соціокультурне явище *інформаційне суспільство* зазнало системних проблем, які все складніше описати окремими тезами і цифрами. Статистичні дані про його розвиток, як фіксовані (на певний період), так і ті, що подаються у реальному часі, можна отримати від офіційних і неофіційних структур, зокрема від компаній-розробників і експлуатантів спеціалізованого обладнання. За даними Світового банку, станом на 2020 р.:

- 60 % населення планети користувалось Інтернетом (2000 р. — 7 %, 2010 р. — 29 %) ¹⁴;
- 8,3 млрд були абонентами бездротового зв'язку (2000 р. — 0,7 млрд, 2010 р. — 5,3 млрд) ¹⁵;
- світовий експорт послуг ІКТ сягнув 745 млрд дол. (2010 р. — 320 млрд дол., 2003 р. — 109 млрд дол.), або 15 % від загального світового експорту послуг (2000 р. — 5,2 %, 2010 р. — 8,6 %) ¹⁶.

Що стосується даних від приватних аналітичних компаній, слід звернути увагу на звіти *DataReportal* (бібліотека звітів) компанії «*Keplios*» (Сінгапур), які надають відкриту інформацію про сферу цифрових даних і технологій, тенденції у глобальній цифровій поведінці людей, статистику мереж. Саймон Кемп (*Simon Kemp*), керівник «*Keplios*» і головний аналі-

¹⁴ Individuals using the Internet (% of population). URL: <https://data.worldbank.org/indicator/IT.NET.USER.ZS> (дата звернення: 25.06.2022).

¹⁵ Mobile cellular subscriptions. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/IT.CEL.SETS> (дата звернення: 25.06.2022).

¹⁶ ICT service exports (BoP, current USD). URL: <https://data.worldbank.org/indicator/BX.GSR.CCIS.CD> (дата звернення: 25.06.2022).

тик *DataReportal*, аналізуючи тенденції розвитку цифрового світу у 2020 р. (*Digital 2021: global overview report*), зазначив, що на початок 2021 року:

- один користувач проводив у мережі Інтернет у середньому до 7 годин на день або понад 2 дні на тиждень, або понад 106 днів на рік. Найбільші показники: Філіппіни — 10 год. 56 хв. (10:56); Бразилія — 10:08; Колумбія — 10:07; Аргентина — 09:39. Середні: Гонконг — 07:15; США — 07:11; В'єтнам — 06:47; Польща — 06:44. Найменші: Нідерланди — 05:28; Німеччина — 05:26; Данія — 05:16; Японія — 04:25;

- 2/3 населення планети щодня користувалося цифровим зв'язком, кожен із них використовував мобільний Інтернет упродовж 3 год. 39 хв. на добу;

- власники смартфонів з ОС *Android* користувалися ними понад 4 години щодня, а в сукупності впродовж 12 місяців вони провели в мережі 3,5 трлн годин;

- кількість користувачів соціальних мереж сягнула 4,2 млрд осіб (збільшення на 490 млн осіб за 12 місяців, 53,6 % світового населення);

- найбільші соціальні мережі мали понад 2 млрд користувачів (*Facebook* — 2,7 млрд, *YouTube* — 2,3 млрд, *Whatsapp* — 2,0 млрд);

- один користувач проводив щодня у соцмережах у середньому 2 год. 25 хв. (2:25). Найбільше: Філіппіни — 4:15; Колумбія — 3:45; Бразилія — 3:42; Кенія — 3:42. Середні: Індія — 2:25; Сингапур — 2:17; Румунія — 2:16; США — 2:07. Найменше: Німеччина — 01:24; Нідерланди — 01:24; Австрія — 01:22; Японія — 0:51;

- користувачі соціальних мереж у 2021 р. провели в них у сукупності понад 3,7 трлн год. 98 % користувачів постійно використовують дві мережі;

- один користувач соцмереж без одночасного використання в середньому мав 8 облікових записів: Індія — 11,4; Індонезія — 10,5; Тайланд — 10; Португалія — 8,7; Польща — 8,3; Іспанія — 8,1; Італія — 7,8; Швеція — 7,5; США — 7,1; Канада — 6,8;

- мотивами перебування у соцмережах були: новини — 36 %; розваги — 35 %; проведення вільного часу — 34 %; розповсюдження фото і відео — 28 %; пошук товарів і послуг — 27 %; спілкування — 27 %; знайомства — 21 %; робота — 20 %; благодійність — 12 %;

- середня глобальна швидкість передачі мобільних даних упродовж 2020 р. зростає на 15 мегабіт на секунду (Мб/с) і досягла 47 Мб/с, а 4 з 5 споживачів мобільного зв'язку мали доступ до широкосмугового Інтернету;

- щомісяця (на 3 квартал 2020 р.) у світі споживалось до 55 млрд гігабайт (Гб) мобільних даних; упродовж п'яти років цей показник зріс у понад 10 разів (3 кв. 2019 р. — 36 млрд Гб; 2018 р. — 22 млрд; 2017 р. — 12 млрд; 2016 р. — 7 млрд; 2015 р. — 5 млрд Гб);

- мережі 5G забезпечували до 4 % загального мобільного трафіка; згідно з прогнозом, до 2026 р. ця частка зросте у 10 разів і перевищить 50 %;
- 77 % користувачів Інтернету у віці 16—64 роки здійснювали одну онлайн-купівлю на місяць: Індонезія — 87 %; Велика Британія — 85 %; Німеччина — 82 %; Республіка Корея — 80 %; Італія — 80 %; Іспанія — 79 %; Індія — 77 %; Нідерланди — 76 %; Японія — 74 %;
- доходи від електронної комерції за 2020 р. склали в категорії: «Мода і краса» — 665 млрд дол. (+27 % проти 2019 р.); «Подорожі» — 594 млрд (-51 %); «Іграшки» — 526 млрд (+25 %); «Електроніка» — 502 млрд (+18 %); «Іжа і гігієна» — 414 млрд (+41 %); «Меблі і техніка» — 331 млрд (+20 %); «Відеоігри» — 136 млрд (+23 %); «Музика» — 22 млрд (+26 %), разом — понад 3,2 трлн дол.¹⁷

На ключові напрями глобальної цифровізації впливають *соціально-економічні та технологічні впровадження* представників країн Південної та Південно-Східної Азії (понад 50 % користувачів цифрових технологій), і саме вони домінуватимуть у багатьох сферах і суттєво впливатимуть на економічну поведінку інших суб'єктів, зокрема у країнах Заходу¹⁷.

Для порівняння, в Україні за даними звіту «*Digital 2021: Ukraine*» впродовж 2020 р. кількість користувачів мережі Інтернет зросла на 2,0 млн осіб, або на 7,3 %, і досягла на початок 2021 р. 29,5 млн осіб, або понад 67 % населення. Кількість користувачів соціальних мереж у 2020 р. зросла на 3,5 млн осіб, або на 16 %, і досягла на початок 2021 р. 25,7 млн, або понад 59 % від загальної чисельності населення країни¹⁸.

Також потрібно зазначити, що прискорення глобальних цифрових трансформацій та збільшення масштабів використання усіх ІКТ у 2020—2021 рр. були прямо пов'язані з глобальним поширенням багатьох негативних явищ, зокрема пандемії вірусу COVID-19. І хоча в більшості зазначених або основних напрямів забезпечення життєдіяльності (робота, купівля товарів і послуг, спілкування) пандемія COVID-19 суттєво не змінила потреби, звички та запити основної маси людей, але в процесі їх задоволення та адаптації до пандемії вони фундаментально змінили власну цифрову поведінку. Водночас суб'єкти ІТ-галузі у відповідь на цей глобальний запит вчергове і значно наростили обсяги пропозиції цифрового продукту.

Окрім фіксованих показників важливими для аналізу поточної ситуації є дані онлайн-ресурсів, які подаються у *реальному часі* (щохвилинно). Попри те, що такі дані можуть підлягати певному коригуванню, оскільки вони оприлюднюються одразу після збирання, їхня техноло-

¹⁷ Kemp S. Digital 2021: global overview report. URL: <https://datareportal.com/reports/digital-2021-global-overview-report> (дата звернення: 25.06.2022).

¹⁸ Kemp S. Digital 2021: Ukraine. URL: <https://datareportal.com/reports/digital-2021-ukraine> (дата звернення: 27.06.2022 р.).

гічна важливість є беззаперечною і вони все ширше використовуються у роботі усіх високотехнологічних автоматизованих систем (технологічні процеси, морська і космічна навігація), а їхньою додатковою перевагою є необмежений доступ до них.

Так, дані глобального сайту *Worldometers* у частині «Суспільство та ЗМІ» (*Society & media*) свідчать, що станом на середину 2022 р. кількість користувачів послуг цифрових технологій у світі перевищувала 5 млрд осіб. Дедалі більше людей щоденно залучаються до сфери ІКТ: здобувають нові навички користування, отримують доступ, а також займаються діяльністю, що призводить до збільшення загальних обсягів даних та інформації: 1) вводять в експлуатацію мільйони нових засобів комунікації, від промислового обладнання до індивідуально-приватних пристроїв; 2) пишуть мільйони статей на робочих сайтах або в особистих блогах; 3) роблять сотні мільйонів дописів у соціальних мережах; 4) роблять мільярди запитів у пошукових системах типу *Google*; 5) відправляють сотні мільярдів листів електронною поштою¹⁹.

Для кращого розуміння масштабів щоденної діяльності людини, пов'язаної з розширенням глобальних обсягів даних та інформації, а також коливань її інтенсивності звернемося до даних *Worldometers*. Враховуючи, що це джерело статистичної інформації надає усі дані у *реальному часі*, зафіксуємо кілька значень самостійно (здійснено 08.06.2022 р. о 13:00, 16:00, 19:00, 22:00 та 23 год 59 хв., за другим (UTC+2) часовим поясом (таблиця)).

Кожної доби о 24:00 на *Worldometers* відбувається обнуління добових статистичних показників і все починається спочатку, а підрахунок річних даних здійснюється з наростанням. За даними *Worldometers*, уже за першу хвилину нової доби (у 00 год. 01 хв. 09.06.2022) у світі було розповсюджено понад 300 тис. газет; написано понад 6 тис. нових публікацій в особистих блогах; здійснено понад 600 тис. публікацій у *Twitter*; відправлено понад 200 тис. електронних листів; зроблено понад 6 млн пошукових запитів у *Google*. Відповідно, *щогодини* у світі робилось до 750 млн запитів у *Google* і понад 70 млн записів у *Twitter*; понад 20 млрд листів відправлялись електронною поштою²⁰.

Усі сфери життєдіяльності людини зазнали фундаментальних змін через зростаючі обсяги інформації. На початку 2020-х рр. людство перейшло в еру *зетабайта* (МегаБайт (МБ) — 10^6 ; ТераБайт (ТБ) — 10^{12} ; ЗетаБайт (ЗБ) — 10^{21}), і, за оцінкою фахівців, глобальний обсяг створених, отриманих і спожитих даних у 2025 р. сягне 180 ЗБ (2010 р. —

¹⁹ Там само.

²⁰ Там само.

Суспільство та засоби масової інформації

Предмет обліку	За один день (08.06.2022 р.)		Разом із початку року, (на 23:59 год 08.06.2022 р.)
	Година	Кількість	
Надруковано нових книг	13:00	4 035	1 196 336
	16:00	5 031	
	19:00	6 005	
	22:00	6 908	
	23:59	7 519	
Розповсюджено газет	13:00	250 816 003	74 365 568 558
	16:00	312 736 922	
	19:00	373 263 969	
	22:00	429 435 516	
	23:59	467 394 244	
Продано телевізорів	13:00	360 182	106 793 498
	16:00	449 104	
	19:00	536 026	
	22:00	616 694	
	23:59	671 207	
Продано смартфонів	13:00	3 784 979	1 122 297 163
	16:00	4 719 493	
	19:00	5 633 003	
	22:00	6 480 806	
	23:59	7 053 738	
Відправлено <i>e-mail</i>	13:00	151 945 843 518	45 053 851 971 264
	16:00	189 461 205 688	
	19:00	226 133 339 230	
	22:00	260 167 678 237	
	23:59	283 167 479 414	
Зроблено публікацій у блогах	13:00	4 639 691	1 375 856 384
	16:00	5 785 384	
	19:00	6 905 386	
	22:00	7 944 880	
	23:59	8 647 380	
Зроблено публікацій у <i>Twitter</i>	13:00	465 196 236	137 939 271 203
	16:00	580 056 278	
	19:00	692 335 884	
	22:00	796 540 432	
	23:59	866 960 620	
Зроблено запитів у <i>Google</i>	13:00	4 769 039 663	1 414 199 574 084
	16:00	5 946 656 943	
	19:00	7 097 859 968	
	22:00	8 166 306 541	
	23:55	8 888 370 218	

Джерело: побудовано на основі даних Worldometers. Society & media. URL: <https://www.worldometers.info> (дата звернення: 08.06.2022).

2 ЗБ; 2015 р. — 15 ЗБ; 2020 р. — 64 ЗБ)²¹. Сьогодні все частіше можна зустріти словосполучення «перенасичення інформацією», «інфоксикація», «інформаційне перевантаження», «цифрова поведінка людей», а також повідомлення про те, що міжнародні організації, як-от ООН і Світовий банк, обговорюють проекти побудови *єдиної глобальної інформаційної системи*.

У таких умовах перед суб'єктами ННПД державної та приватної форми власності, які в процесі цифровізації переміщують в онлайн-простір усю професійну діяльність, передусім постає питання про збирання, накопичення, оброблення і зберігання принципово нових обсягів даних. До того ж, усі сучасні наукові проривні досягнення, зокрема у сфері генетичної інженерії (*розшифровка ДНК, маніпуляції з молекулами ДНК*), синтетичної біології (*проекткування і побудова нових біологічних частин або систем, які не мають аналогів у природі*), освоєння космосу тощо, стали можливими лише завдяки цифровим технологіям і обробленню нових обсягів даних. Водночас, попри те, що висновки про необхідність роботи з великими даними або перехід до нових цифрових технологій не є новими, аналіз глобальної цифровізації (масштабів, швидкості, різноманітності) та соціокультурних наслідків показує, що не існує єдиного підходу до її проведення, що шляхи суб'єктів, які беруть в ній участь, є індивідуальними, а спільним для багатьох із них питанням є рівень цифровізації, на який слід орієнтуватись, і рівень «цифрового розриву», який необхідно подолати. Пошук відповідей, у т. ч. вітчизняними суб'єктами ННПД, потрібно починати з усвідомлення горизонтів можливостей, які надають технології, що в сукупності складають цифрові метасистеми (штучний інтелект, машинне навчання, віртуальна, доповнена, змішана реальність, великі дані, добування даних, наука про дані).

Ключовим елементом інформаційної цивілізації, як уже зазначалось, є збирання, зберігання та оброблення нових обсягів даних та інформації, представлених феноменом *великих даних*. Важливим питанням є рівень ознайомлення суб'єктів ННПД України станом на початок 2020-х рр. з проблематикою і технологіями, що дозволяють працювати з великими даними. Для більшого розуміння контексту і природи цього явища зазначимо, що появу проблематики великих даних у тому вигляді, в якому вона існує зараз, частіше за все пов'язують із початком ери великих обчислювальних машин (1960—1980 рр.), побудовою суперкомп'ютерів, виникненням «інформаційного вибуху», еволюцією систем зберігання інформації (цифровий формат), розвитком і впровадженням цифрових технологій великими медійними компаніями.

²¹ Volume of data / information created, captured, copied, and consumed worldwide from 2010 to 2025. URL: <https://www.statista.com/statistics/871513/worldwide-data-created/#statisticContainer> (дата звернення: 06.07.2022).

Якщо йдеться про теоретичні аспекти процесу розроблення проблеми великих даних, найчастіше можна зустріти згадки про роботи Джона Маші²² у 1990-х рр., Пітера Лаймана²³ або Кліффорда Лінча у 2000-х рр. Уже за кілька років після того, як Кліффорд Лінч у 2008 р. зібрав і видав у журналі «*Nature*» власні матеріали про «вибухове зростання обсягів і різноманітності даних», які він також назвав «великі дані» (за аналогією з «великою нафтою», «великою фармацією») [10], цю тему підхопили консалтингові компанії, викликавши значний інтерес до неї з боку великих ІТ-корпорацій та великого бізнесу. Однак уже у 2015 р. компанія «*Garther*» (провідна дослідницько-консалтингова компанія ІТ-галузі) заявила, що цикл надмірних очікувань (*hype cycle*) від великих даних і захоплення ними вже пройшов свій пік і вони перейшли до категорії буденної технології²⁴. Отже, з 2015 р. ця концепція, явище, технологія, попри її масштабність, вважається звичайною для розвинених країн і компаній. Питання про те, чи стали великі дані для вітчизняних суб'єктів ННПД буденними, є риторичним.

Слід зазначити, що феномен великих даних бере початок від 1970-х років минулого століття, і його еволюція поділяється на три періоди: *Big Data 1.0 (1970—2000 pp.)* — збирання і зберігання інформації в системах керування реляційними базами даних (*RDBMS*); *Big Data 2.0 (1970—2000 pp.)* — збирання нових типів даних завдяки появі нових видів технологій, зокрема даних про поведінку людини в мережі Інтернет (вебторгівля, вебпошук, соціальні медіа) з прив'язкою до IP-адрес; *Big Data 3.0 (з 2010 р.)* — збирання нових типів даних з мобільних пристроїв і сенсорів, у т. ч. про рух, місцезнаходження, здоров'я, інформаційні запити та вподобання людини²⁵.

Що стосується самого терміна «великі дані», то попри всю складність явища, яке ним позначається, розбіжності в його тлумаченні фактично відсутні. Глосарій «*Garther*» визначає великі дані як інформаційні активи великого обсягу, високої швидкості та великої різноманітності, які потребують економічно ефективних інноваційних форм їх оброб-

²² Mashey J.R. Big Data and the Next Wave of InfraStress. URL: https://static.usenix.org/event/usenix99/invited_talks/mashey.pdf (дата звернення: 19.07.2022).

²³ Lyman P., Varian H.R., Swearingen K., Charles P. & University of California. How Much Information? 2010. URL: <https://www.loc.gov/item/lcwaN0003790/> (дата звернення: 19.07.2022).

²⁴ White A. The end of Big Data. It's all over now. URL: https://blogs.gartner.com/andrew_white/2015/08/20/the-end-of-big-data-its-all-over-now/?_ga=2.146453044.1091538999.1657109533-1731904925.1654632019 (дата звернення: 06.07.2022).

²⁵ Where does 'Big Data' come from? URL: <https://www.bigdataframework.org/short-history-of-big-data> (дата звернення: 11.07.2022).

лення і забезпечують більш глибоке розуміння об'єкта дослідження, більш ефективно прийняття рішень та автоматизацію процесів²⁶. Згідно з глосарієм «Oracle», великі дані — це дані, що характеризуються більшою різноманітністю, надходять у більших обсягах та з більшою швидкістю; великі та складні сукупності даних із нових джерел, величезний обсяг яких унеможлиблює роботу з ними за допомогою традиційного програмного забезпечення, але вони можуть використовуватися для вирішення тих проблем, які раніше вирішенню не підлягали²⁷. Кембриджський словник визначає великі дані як дуже великі масиви даних, створені людьми в процесі використання Інтернету, які можна зберігати, аналізувати та використовувати лише за допомогою спеціальних інструментів і методів²⁸. Отже, можемо узагальнити, що великі дані — це дані, що постійно зростають і вдосконалюються з точки зору а) обсягів, швидкості та різноманітності; б) технології та методів збирання, оброблення, зберігання і розповсюдження.

Аналіз появи і використання феномена великих даних показує, що вони відіграють ключову роль у сучасних технологічних процесах цифрової цивілізації та, «функціонуючи» у фоновому режимі, перетворюються на елемент зв'язку, інтеграції та ускладнення для інших значимих і взаємопов'язаних соціокультурних явищ. У науковій сфері процес залучення і оброблення великих даних поклав початок ери великомасштабних дослідницьких проєктів і привів до нових проривних досягнень. Однак значимість і ефективність великих даних змогла проявитися лише завдяки розширенню такого явища, як *науково-технологічна конвергенція*. Один із найяскравіших її прикладів — поєднання нанонауки, нанотехнологій, біомедицини, біотехнологій, ІКТ, нейронауки та нейротехнологій, яке М. Роко і У. Бейнбридж описали у 2003 р. і назвали *NBIC-конвергенцією (Nano-Bio-Info-Cogno)* [11] — показує, що і вона відбувається шляхом ускладнення, адже в ній стрімко зростає наукова частка і вона все більше перетворюється з *технологічної* на *науково-технологічну*. Отже, планування, організація і практичне втілення інтеграційних заходів щодо наукових сфер і напрямів (поєднання колись не поєднаних наукових проблем) і потрібних для цього технологій сьогодні можливі лише за участю інших, ще більш

²⁶ Garther glossary. Big Data. URL: <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/big-data> (дата звернення: 06.07.2022).

²⁷ What is Big Data? URL: <https://www.oracle.com/big-data/what-is-big-data/> (дата звернення: 06.07.2022).

²⁸ «Very large sets of data that are produced by people using the internet, and that can only be stored, understood, and used with the help of special tools and methods». URL: <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/big-data> (дата звернення: 11.07.2022).

складних і потужних цифрових систем (суперкомп'ютери, штучний інтелект, нейронні мережі тощо).

Усе більш чіткими стають межі всередині глобальної *цифрової метасистеми*, виокремлюються великі промислові та мобільні кіберфізичні системи, а також інші пов'язані з ними цифрові системи і підсистеми, призначені для масового виробництва побутового, суспільного або професійного цифрового продукту (фундаменту), здатного функціонувати без участі людини (самостійне реагування на зовнішні виклики, впливи, зміни, виконання роботи за людину, підтримка взаємозв'язку) згідно з концепціями Інтернету речей (*Internet of Things*)²⁹ та Інтернету всього (*Internet of Everything*)³⁰.

За даними згаданого вище глосарія «Oracle», до 2025 р. кількість пристроїв, від звичайних побутових до промислового устаткування, підключених в усьому світі до *Інтернету речей*, подвоїться і досягне 22 млрд (10 млрд у 2020 р.). Однак у межах концепції *Інтернету всього* кількість підключених пристроїв і людей зросте багатократно, а головним наслідком такої тенденції стануть ще більші *обсяги даних*, які виробляються кожною системою та її елементами (наприклад, 50 сенсорів і 25 комп'ютерів автомобіля *Ford GT* збирають і обробляють до 100 Гб даних на годину (300 Мб/с))³¹. Найбільші обсяги даних нині збираються «розумними» пристроями, які належать: лікарням (дані з систем усіх клінічних процесів); торговим мережам (дані про купівельні звички, запити, історію покупок індивіда); системам правопорядку і безпеки (контроль вулиць, дані про правопорушення); транспортним системам (рух транспорту, робота інфраструктури); системам екологічного моніторингу (дані регіонального та глобального контролю); людям в особистому користуванні (авто, годинник, холодильник, будинок).

Однак «цифровий» ще не означає «розумний», і тільки у системах, що мають чітке призначення, технологічну концепцію і мету, мобільний чи стаціонарний цифровий пристрій перетворюється на «розумний» зав-

²⁹ Internet of Things (IoT) — мережа фізичних об'єктів (речей), в які вбудовано датчики, програмне забезпечення та інші технології для підключення та обміну даними з іншими пристроями та системами через Інтернет. URL: <https://www.oracle.com/cis/internet-of-things/what-is-iot> (дата звернення: 23.07.2022).

³⁰ Internet of Everything (IoE) — мережа мереж, яка здійснює безперервний взаємозв'язок і автоматичну координацію великої кількості обчислювальних елементів, датчиків, живих і неживих істот, процесів, даних у мережевих з'єднаннях, більш значущих і цінних, ніж будь-коли. URL: <https://encyclopedia.pub/entry/6804> (дата звернення: 23.07.2022).

³¹ Ford-gt. URL: <https://winner.ua/news/ford-gt-neperevershenij-dorozhnijsportkarosnashhenij-50-sensorgami-25-mikroprocesorami-i-dvoma-pidsklyannikami> (дата звернення: 28.07.2022).

дяки процесу генерування, збирання, зберігання та розповсюдження інформації, зокрема в системі, що включає феномен великих даних. І тут цифрові метасистеми виявляють наукові принципи роботи, адже вони збирають усі дані та інформацію без розподілу на абсолютні та відносні, суттєві та несуттєві, першорядні та другорядні. За цих умов збирачі даних — *дата-центри* або *центри оброблення даних* — стають головними елементами цифрових метасистем, які мають певний рівень монополії на інформацію і від яких залежать подальші процеси прийняття рішень.

У світі нараховується до 7 млн *дата-центрів*, які належать глобальним ІТ-компаніям чи операторам інфраструктури цифрового зв'язку (*Oracle, Google, Amazon, IBM, American Tower Corporation*) і невеликим регіональним компаніям. Найпотужніші з наявних на сьогодні *дата-центрів* — це фундаментальні споруди, які за розмірами, інфраструктурою і рівнем споживання електроенергії більше нагадують невеликі міста: *Yotta NM1* (Мумбаї, Індія, 76 тис. м², енергоспоживання 50 МВт (250 МВт у перспективі))³²; *Coresite Reston VA3* (штат Північна Вірджинія, США, 87 тис. м²)³³; *Tulip Data Center* (Бангалор, Індія, 90 тис. м², 100 МВт)³⁴; *QTS Metro Data Center* (місто Атланта, США, 92 тис. м², 80 МВт)³⁵; *Lakeside Technology Center* (місто Чикаго, США, 102 тис. м², 100 МВт)³⁶; *Apple's Mesa Data Center* (штат Аризона, США, 120 тис. м², 50 МВт)³⁷; *Switch reno campus (Citadel)* (штат Невада, США, 720 тис. м²)³⁸.

В Україні *дата-центри*, історія яких не перевищує декількох десятиліть, належать великим провайдерам інформаційних послуг, провайдерам хмарної інфраструктури або ІТ-компаніям, які розбудовують їх на базі як власної інфраструктури (всередині країни), так і іноземної.

³² Yotta NM1 — Panvel. URL: <https://www.yotta.com/data-center/yotta-nm1-datacenter-panvel/nm1-datacenter-mumbai-panvel-india/> (дата звернення: 14.07.2022).

³³ Reston Colocation Data Center (VA3). URL: <https://www.coresite.com/data-center/va3-reston-va> (дата звернення: 14.07.2022).

³⁴ Tulip-data-city-tdc-bangalore. URL: <https://baxtel.com/data-center/tulip-data-city-tdc-bangalore/> (дата звернення: 14.07.2022).

³⁵ QTS Metro Data Center. URL: <https://www.datacenterknowledge.com/special-report-the-worlds-largest-data-centers/largest-data-centers-ngd-terremark-qts/#qts> (дата звернення: 14.07.2022).

³⁶ Lakeside Technology Center. URL: <https://www.datacenterknowledge.com/special-report-the-worlds-largest-data-centers/worlds-largest-data-center-350-e-cermak> (дата звернення: 14.07.2022).

³⁷ Apple's Mesa Data Center. URL: <https://baxtel.com/data-center/apple-mesa> (дата звернення: 14.07.2022).

³⁸ Switch reno campus (The citadel). URL: <https://baxtel.com/data-center/switch-reno-campus-the-citadel> (дата звернення: 14.07.2022).

Вітчизняні дата-центри (*De Novo* (<https://denovo.ua>), *GigaCenter* (<https://gigacenter.ua>), *MiroHost* (<https://mirohost.net>), *United DC* (<https://uniteddc.net.ua>), *Colo Call* (<https://www.colocall.net>), *Cosmonova* (<https://cosmonova.net>)) ні за масштабами, ні за потужністю не можна порівняти з іноземними, однак з технологічного і кадрового боку вони відповідають усім вимогам до таких майданчиків, а їхніми послугами *вже користуються як великі вітчизняні бізнес-структури, так і державні установи.*

Наразі не існує окремих методів оцінювання рівня цифровізації тієї чи іншої сфери діяльності, зокрема науково-освітньої чи науково-технологічної. Однак у соціально-економічному середовищі набуло поширення поняття *цифрової зрілості* (для бізнес-процесів, державного управління), а також оцінювання її етапів або рівнів³⁹. У зв'язку з цим зазначимо, що досягнення вітчизняних суб'єктів ННПД у напрямі їх цифровізації, за винятком одиничних випадків, належать навіть не до базового, а скоріше до *початкового* рівня. Лише доступу і використання текстових процесорів (*Word, Excel, PowerPoint*), комунікаційної складової мережі Інтернет (пошта, платформи відеозв'язку (*Zoom, Meet, Viber*), соціальні мережі), електронних наукових баз даних та ЗМІ не достатньо для проведення сучасних наукових досліджень. Сучасні наукові проекти, як-от «Геном людини» (*Human Genome Project*, 1990—2003) або дослідження у сфері генетичної інженерії (нові принципи і методи маніпуляцій з молекулами ДНК, репрограмування клітин), синтетичної біології (нові біологічні системи, які не мають аналогів у природі) чи дослідження об'єктів Сонячної системи і Всесвіту (комети, екзопланети, чорні діри, темна матерія, реліктове випромінювання), в принципі неможливі без використання потенціалу цифрових метасистем з їхніми дата-центрами, суперкомп'ютерами, штучними нейронними мережами. Однак і значно менші за масштабами наукові проекти, насамперед у суспільних і гуманітарних напрямках, усе частіше потребують залучення цифрової інфраструктури, а в найближчому майбутньому це стане нормою.

Питання цифрової зрілості для вітчизняних суб'єктів ННПД загострюється через наростання науково-технологічної конвергенції, яка стала магістральним напрямом НТП і потребує постійного оновлення

³⁹ Van der Meulen R. 5 Levels of Digital Government Maturity. URL: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/5-levels-of-digital-government-maturity> (дата звернення: 10.01.2023); Murray C. The five stages of digital maturity: How does your organization rank? URL: <https://businesschief.com/leadership-and-strategy/five-stages-digital-maturity-how-does-your-organisation-rank/> (дата звернення: 10.01.2023); Дергачова В.В., Колешня Я.О., Голюк В.Я. Цифрова термінологія у стратегіях. Сутність, місце та роль діджитал менеджменту. URL: <http://ev.fmm.kpi.ua/article/view/260165/256711> (дата звернення: 10.01.2023).

техніко-технологічної компоненти. Однак вітчизняна наукова сфера, яка залежить від бюджетного фінансування, не проводить технологічне переозброєння та перекваліфікацію персоналу. Поряд із об'єктивними причинами такого відставання існують і суб'єктивні, адже частина вітчизняних суб'єктів ННПД вбачає проблему цифровізації лише у насиченні установ ІКТ і комп'ютерною технікою індивідуального користування та підключенні її до мережі, що надає можливість доступу до готових даних та інформації (наукових бібліотек, баз даних тощо), однак унеможлиблює процеси добування (глибокого аналізу) даних.

Отже, проблема оцінювання цифрового розриву в контексті доступу суб'єктів ННПД до *цифрових метасистем* є такою, що тільки актуалізується та потребує подальшого розроблення. В узагальненому вигляді можна виділити такі рівні *цифрового розриву*: 1) *оперативний* (не потребує значних організаційних і фінансових витрат, суттєвої перекваліфікації персоналу); 2) *середній*; 3) *стратегічний* (потребує системних або фундаментальних змін з відповідними фінансовими витратами та перекваліфікацією (навчання «з нуля») тощо). Можна стверджувати, що для основної маси вітчизняних суб'єктів ННПД цей розрив є стратегічним і потребує подальших досліджень.

Разом із оцінкою *цифрового розриву*, яка відображає загальне відставання одних країн, галузей чи суб'єктів від інших, доцільно звернути увагу на такі аспекти проблеми: 1) *темпи цифровізації* або *цифрової трансформації* суб'єктів ННПД у процесі системного переходу (етапів і стану впровадження, насичення) суспільства до використання цифрових технологій; 2) *рівень цифроємності* процесів суб'єктів ННПД (об'єм використання суб'єктом цифрових технологій у його повсякденній діяльності).

Поняття *цифрової трансформації* (*цифровізації*) і *цифроємності* тісно пов'язані одне з одним, однак не тотожні. Якщо *цифровізація* є процесом змін або переходу до цифрових технологій (суб'єкти проводять заміну базового технічного та технологічного обладнання, навчають персонал тощо), то *цифроємність* уже відповідає на запитання про те, яка сукупна кількість цифрових технологій вже використовується суб'єктами у процесі їхньої професійної діяльності. Тому про існування *цифроємної наукової, науково-дослідницької чи науково-освітньої діяльності* суб'єктів ННПД можемо говорити тоді, коли така діяльність значною мірою забезпечена цифровими технологіями або залежить від них, і насамперед від таких, що є складовими цифрових метасистем. Цифроємність ННПД — це наслідок високого ступеня забезпеченості (насичення) і використання суб'єктами передових цифрових технологій, які працюють на основі великих даних, штучного інтелекту, штучних нейромереж. Саме за рівнем цифроємності ННПД (а не загальної

цифровізації) можна більш об'єктивно оцінити рівень конкурентоспроможності суб'єктів ННПД у цифрову епоху.

Загальне рішення таких проблем вітчизняні суб'єкти ННПД мають шукати в інтеграції із суб'єктами вітчизняної ІТ-галузі, зокрема шляхом залучення покоління молодих дослідників, які мають освіту в сфері ІТ-технологій. Цифровізація суб'єктів ННПД та їх перехід до використання потужних цифрових технологій неможливі без структурних змін, передусім у напрямі створення *нового типу* наукових підрозділів із фахівців, що мають поглиблений рівень розуміння функціонування *цифрових систем*. Один із варіантів нового типу дослідницької групи може мати такий склад: 1) керівник наукового підрозділу (групи, проекту) з досвідом роботи як у науковій системі, так і галузі ІТ; 2) дослідники з досвідом оброблення даних електронними засобами, роботи з наявними ІКТ, написання програмного коду; 3) фахівці у галузі ІТ (у кількості, необхідній для функціонування як групи, так і проекту (в т. ч. найняті за схемою аутсорсінгу)), які згідно з науковими планами створюють необхідне програмне забезпечення з метою отримання необхідної інформації і даних, їх оброблення, зберігання, аналізу.

Водночас потрібно вчергове звернути увагу на те, що навіть розуміння вітчизняними суб'єктами ННПД цих проблем не допоможе їм вирішити їх самостійно через значний рівень цифрового розриву. Частина вітчизняного науково-дослідницького і науково-освітнього потенціалу перебуває у державній власності (звичайна світова практика), а тому без реальної, а не декларативної підтримки держави вирішити проблему цифрового розриву та інтеграції суб'єктів ННПД України у цифрові метасистеми неможливо. Історичні аналогії також показують, що ефективне вирішення подібних системних проблем, як і перехід до інтенсивного шляху розвитку країни, потребує активної ролі держави. У 1918 р. Українська Держава взяла на себе відповідальність за створення і розвиток Української Академії наук, на чому свого часу наголошував міністр освіти М.П. Василенко: «Тепер є сприятливі обставини в цьому питанні, і завдання створення в Києві Української академії наук бере на себе Українська Держава. Завдання це — справа державної ваги, і її виконання не по силам приватному товариству. Участь держави в цій справі дасть можливість здійснити думку про створення в Києві Академії наук швидко і найбільш повно і поставити її існування на твердий ґрунт <...> Створення Української академії наук має і велике національне значення, бо до сих пір ще є багато людей, які ставляться скептично і глузливо до українського руху і відродження, не вірять в живі творчі сили українського народу, не допускають можливості розвитку українських мови та науки. Для тих же, хто вірить в життєздатність українського народу, для кого його відродження — це “свята святих”, для тих — створення

Української академії наук має величезне значення, складає національну потребу»⁴⁰. Тому і зараз Україна має повернутись до системного, державного захисту науки аналогічно тому, як це робили свого часу Південна Корея, Японія, Ізраїль, та запровадити довгострокові програми підтримки її цифровізації та приєднання до розвинених цифрових метасистем.

Висновки. Якщо не враховувати фактор війни, який переводить усі проблеми в принципово іншу площину, на підставі проведеного аналізу можемо підсумувати, що вітчизняні суб'єкти ННПД на шляху цифрових трансформацій мали як успіхи, так і проблеми, на вирішення яких їм скоріш за все бракувало ресурсів. Позитивним аспектом є досягнення ними базового рівня цифровізації, який дає їм змогу мати стійкий рівень комунікації та доступ до цифрових наукових баз даних, негативним — той факт, що для багатьох суб'єктів ННПД перехід на цифрові технології *зв'язку і комунікації* є кінцевою метою цифровізації. Рівень їхнього загального цифрового розриву зростає, що унеможливує використання ними потенціалу цифрових метасистем, які постійно ускладнюються з розвитком глобальної науково-технологічної конвергенції. Актуалізуючи цю проблему, зазначимо, що з метою розроблення більш конкретних пропозицій щодо її подолання та досягнення вітчизняними суб'єктами ННПД технологічного паритету надалі мають бути проведені відповідні вимірювання.

Разом із тим, на шляху пошуку засобів вирішення згаданих вище проблем вітчизняні суб'єкти ННПД вже сьогодні мають враховувати, що процес конвергенції наукових проблем і цифрових технологій веде до того, що всі прийдешні «науково-технологічні рубікони» в напрямі розбудови наукоємного, розумного технологічного середовища далі розмиватимуть межі між науковими напрямками і технологіями їх оброблення. За таких умов прогноз науково-технологічного розвитку стає ще більш складним завданням, горизонти нової технологічної реальності — менш окресленими, а технологічні новації — більш радикальними та незрозумілими пересічному індивіду. Водночас межі нового техносвіту вже чітко проявились, а ефективне функціонування в ньому має враховувати аспекти: 1) цифрові технології безповоротно змінили всі сторони всю життєдіяльність людини — від процесів мислення і формування соціокультурних уподобань, цілей, підходів і наслідків діяльності, до процесів *організації та проведення наукових досліджень*; 2) виняткового значення набули технології зі штучним інтелектом, який «прагне» вдосконалюватись до рівня «надпотужності»

⁴⁰ Журнал засідань Комісії для вироблення законопроекту про заснування української Академії наук у Києві (Журнал № 1, 9 липня 1918 р.). Архів Президії НАН України, ф. 251, оп. 1, спр. 1а, арк. 277—279. URL: <http://history.org.ua/LiberUA/978-966-02-6293-5/9.pdf> (дата звернення: 10.01.2023).

та формування загальної системи в межах концепції Інтернету всього; 3) темпи, обсяги і різноманітність даних та інформації досягли рівня, який потребує обладнання і технологій, не зіставних із розмірами та потенціалом окремих інституцій; 4) дані та інформація не підлягають сегрегації (збирається, обробляється, зберігається, використовується все); 5) великі дані перетворились на елементи та інструменти (аргументи, мотиви, зброю) глобальної цифрової соціокультурної системи, а суб'єкти, які ними володіють, — на ключові одиниці у системі прийняття рішень, контролю та впливу як на окремі приватні та державні установи, соціальні фонди, науково-аналітичні центри, так і на цілі галузі (охорону здоров'я, громадську безпеку, державне управління); 6) суспільство переходить на безпрецедентно новий рівень відкритості даних про всіх і кожного (прозорість, відвертість і доступність інформації «всім про всіх»), що загострює багато етичних питань.

Науково-дослідницька і науково-освітня діяльність — це робота з даними, і будь-яке нерозуміння тенденцій навколо них або відставання технологічної бази і навичок їх оброблення робить цю діяльність неконкурентоспроможною. Ігнорування або затягування процесу освоєння необхідних технологій посилює як репутаційні, так і матеріальні втрати, переводить суб'єктів ННПД на другорядні наукові ролі або змушує їх припинити діяльність.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Блажевич Н.О. Г.М. Добров і В.М. Глушков: наукознавство, кібернетика, інформатика. *Наукові праці історичного факультету Запорізького національного університету*. 2017. № 49. С. 260—264.
2. Новотарський М.А., Нестеренко Б.Б. Штучні нейронні мережі: Обчислення. Київ: Інститут математики НАН України, 2004. 408 с.
3. Саріогло В.Г. «Великі дані» як джерело інформації та інструментарій для офіційної статистики: потенціал, проблеми, перспективи. *Статистика України*. 2016. № 4. С. 12—19.
4. Лесна Н.С., Дікарева К.К. Методи і моделі data mining в побудові оціночної моделі переваг користувача. *Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил*. 2013. № 2. С. 102—105.
5. Ярошенко Т.О. Створення та використання електронних ресурсів в університетах України: за результатами дослідження. Київ: НаУКМА, 2012. 64 с.
6. Сербін О., Ярошенко Т. Інформаційно-аналітичні центри університетів та бібліотек: виклики часу. *Український інформаційний простір*. 2022. № 2 (10). С. 293—312. <https://doi.org/10.31866/2616-7948.10.2022.270017>
7. Сіленко А. Цифрова нерівність як глобальна соціально-політична проблема. *Політичний менеджмент*. 2006. № 3. С. 51—61.
8. Гасимов Р. «Цифрова нерівність» в Україні як проблема державного управління. *Публічне урядування*. 2017. № 1(6). С. 43—53.

9. Єршова О.Л., Пітомець Г.І., Уваров Л.М. Шляхи подолання «цифрової нерівності»: світовий досвід та можливості для України. *Науковий вісник Національної академії статистики, обліку та аудиту*. 2016. № 1—2. С. 35—40.
10. Lynch C. How do your data grow? *Nature*. 2008. No. 455. P. 28—29. <https://doi.org/10.1038/455028a>
11. Roco M.C., Bainbridge W.S. *Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science*. Dordrecht: Springer Science+Business Media, 2003. 468 p. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-0359-8>

Одержано 29.12.2022

REFERENCES

1. Blazhevich, N. (2017). G.M. Dobrov and V.M. Glushkov: science of science, cybernetics, computer science. *Scholarly Works of the Faculty of History, Zaporizhzhya National University*, 49, 260—264 [in Ukrainian].
2. Novotarskyi, M.A., Nesterenko, B.B. (2004). *Artificial neural networks: Measuring*. Kyiv: Institute of Mathematics of the NAS of Ukraine [in Ukrainian].
3. Sarioglo, V.H. (2016). «Big Data» as an Information Source and a Toolkit for Official Statistics: Capacities, Problems, Prospects. *Statistics of Ukraine*, 4, 12—19 [in Ukrainian].
4. Liesna, N.S., & Dikarieva, K.K. (2013). Methods and models for data mining in constructing the estimated model of user advantages. *Scientific Works of Kharkiv National Air Force University*, 2 (35), 102—105 [in Ukrainian].
5. Yaroshenko, T. (2012). *Creating and using electronic resources in Ukrainian universities: results of a study*. Kyiv: National University of Kyiv Mohyla Academy [in Ukrainian].
6. Serbin, O., & Yaroshenko, T. (2022). Information and Analytical Centers of Universities and Libraries: Challenges of Time. *Ukrainian Information Space*, 2 (10), 293—312. <https://doi.org/10.31866/2616-7948.10.2022.270017>
7. Silenko, A. (2006). Digital inequality as a global socio-political problem. *Political Management*, 3, 51—61 [in Ukrainian].
8. Hasymov, R. (2017). «Digital divide» in Ukraine as a problem of public administration. *Public Management*, 1 (6), 43—52 [in Ukrainian].
9. Ershova, O.L., Pitomets, G.I., & Uvarov, L.M. (2016). Ways to overcome «digital inequality»: world experience and opportunities for Ukraine. *Scientific Bulletin of the National Academy of Statistics, Accounting and Audit*, 1—2, 35—40 [in Ukrainian].
10. Lynch, C. (2008). How do your data grow? *Nature*, 455, 28—29. <https://doi.org/10.1038/455028a>
11. Roco, M.C., & Bainbridge, W.S. (2003). *Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science*. Dordrecht: Springer Science+Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-0359-8>

Received 29.12.2022

O.A. Mekh, Dsc (Economics), professor, department head
Dobrov Institute for Scientific and Technological Potential
and Science History Studies of the NAS of Ukraine
60, Taras Shevchenko boulevard, Kyiv, 01032, Ukraine
e-mail: oamekh@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8550-8641>

S.H. Boublyk, PhD (Engineering), deputy head of department
Dobrov Institute for Scientific and Technological Potential
and Science History Studies of the NAS of Ukraine
60, Taras Shevchenko boulevard, Kyiv, 01032, Ukraine
e-mail: boublyk@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8463-9981>

GLOBAL DIGITALIZATION AS A CHALLENGE TO RESEARCH ORGANIZATIONS AND RESEARCH UNIVERSITIES IN UKRAINE: CONCEPTUAL PROBLEMS AND THEIR SOLUTIONS

The article highlights the challenges faced by Ukrainian research organizations and research universities (RORUs) amidst global digital transformations, with emphasizing the problem of the existing digital divide caused by impossibility of their connection to complex digital metasystems. The research process involved general scientific methods of abstraction, analysis and synthesis. The information sources for analysis were reporting documents on realization of research projects, statistical data on directions and scopes of digitalization, coming from official and commercial entities. As shown by the study, the previous phase of global digitalization was characterized by its penetration in all the activities of human life, the transition to a new technological reality and aggravation of the problems related with adaptation to it. Given the boosting scopes and diversity of data and information, in particularly ones pertaining to research and education activities, some of the domestic RORUs are incapable to build the material and technical facilities required for their processing, accumulation and storage. All the significant fundamental scientific results in natural sciences and humanities are being produced now by use of large digital systems: supercomputers, artificial intellect technologies, artificial neural networks. Digital technologies could have the most effective manifestation in the phenomenon of science & technology convergence characterized by rapid rates of growth in the scientific component and its transformation into the science & technology one. Planning, organization and performing of scientific research are now impossible without integration of research problems with digital technologies designed for processing, accumulation and storage of scientific information, which are becoming increasingly more sophisticated, sometimes transforming into powerful digital metasystems. The level of digitalization in the majority of domestic RORUs are essentially basic, being confined to the communicational component (access to Internet, communication means, online databases, mass media), which does not conform global tendencies. The conclusion is made about the importance of further studies of the scales of digital divide in domestic RORUs, aiming to find solutions for their connection to digital metasystems in the context of the accelerated digital transformations.

Keywords: *research organizations and research universities, big data, digitalization, digital metasystems, digital divide, digital technologies, information and communication technologies.*