
СУЧАСНІ ІННОВАЦІЇ В ОХОРОНІ ЗДОРОВ'Я: МАЙБУТНЄ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Гущук І. В., Мокієнко А. В., Вівсянник О. М.
DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-637-9-20>

ВСТУП

На сучасному етапі цивілізаційного поступу все більшого розвитку набуває застосування цифрових технологій в суспільному житті країн та в цілому на глобальному рівні. Дані тенденції суттєво впливають, а по деяких аспектах докорінно трансформують систему охорони здоров'я, відкриваючи нові можливості для підвищення ефективності медичного обслуговування, удосконалення профілактичних заходів та зміцнення системи охорони громадського здоров'я. Наразі цифровізація охоплює всі рівні медичної сфери – від використання штучного інтелекту (ШІ) в діагностиці та прогнозуванні ризиків до впровадження телемедицини, мобільних додатків для моніторингу стану здоров'я та інтегрованих електронних систем управління даними.

Такі інновації не лише оптимізують медичне обслуговування населення на різних рівнях управління охороною здоров'я, а й сприяють більшій персоналізації медичної допомоги, підвищенню доступності послуг та залученості населення до збереження власного здоров'я. Важливу роль відіграє й розвиток цифрових навичок фахівців, адже успішне впровадження інновацій залежить від готовності медичної спільноти адаптуватися до нових підходів та викликів сьогодення.

Представлені в даній роботі наукові праці та нормативні документи відображають ключові тенденції та перспективи цифрових трансформацій у сфері громадського здоров'я, використання окреслюють виклики та можливості, що постають перед системою охорони здоров'я в умовах глобальних змін. Маємо надію, що ці матеріали стануть підґрунтям для подальших досліджень, розробок і фахових дискусій, спрямованих на формування інноваційної та стійкої системи охорони здоров'я майбутнього.

1. Аналіз поточного стану проблеми

Технологічні інновації використовують дослідження, що ґрунтуються на фізичних та інформаційних науках, для покращення здоров'я. Вони охоплюють широкий спектр від добре відомих медичних пристроїв (штучні суглоби або пристрої моніторингу) до цифрових технологій охорони здоров'я, таких як платформи для телемедицини або алгоритми машинного навчання, які можуть аналізувати сканування сітківки та виявляти захворювання очей¹.

Динаміка інновацій у секторі медичних виробів досить сильно відрізняється від динаміки фармацевтичного сектору. Сектор медичних виробів також є високоінноваційним, але з більш різноманітними продуктами, які зазвичай мають коротший життєвий цикл, та характеризується зовсім іншим (і набагато більшим) набором учасників та технологій. Як і фармацевтичний сектор, сектор медичних виробів інвестує відносно високу частку своїх витрат у дослідження та розробки (близько 8%), і з великою кількістю патентів – близько 8% від загальної кількості – є одним з найбільш інноваційних секторів у Європі². Однак, на відміну від фармацевтичного сектору, де переважають великі багатонаціональні компанії, медичні технології характеризуються великою кількістю малих фірм. З понад 33 000 компаній, що займаються медичними технологіями в Європі, 95% – це малі або середні компанії, які працюють разом із деякими відомими корпораціями, такими як Philips та Siemens, і підрозділами медичних виробів деяких фармацевтичних компаній, таких як Johnson & Johnson.

Це також відображає різний характер інновацій у самих медичних технологіях. Інновації в лікарських засобах відбуваються протягом дуже тривалих інноваційних циклів – розробка нового фармацевтичного продукту може зайняти десятиліття, а період повернення патенту для цього лікарського засобу також може тривати десятиліттями. Натомість медичні вироби мають набагато коротші інноваційні цикли з типовим життєвим циклом продукту лише 18–24 місяці. Це частково відображає різний характер того, який аспект інновації може бути захищений правами інтелектуальної власності. Для лікарських засобів основні біологічні механізми або знання часто не є патентоспроможними, тому патенти

¹ Fahy N., Mauer N., Panteli D. From ideas to reality: an introduction to generating and implementing innovation in health systems. Copenhagen: European Observatory on Health Systems and Policies, WHO Regional Office for Europe; 2025.

² MedTech Europe. The European Medical Technology Industry in figures 2021. MedTech Europe. <https://www.medtecheurope.org/wp-content/uploads/2021/06/medtech-europe-facts-and-figures-2021.pdf>

зазвичай захищають конкретний лікарський засіб (вироблений конкретною компанією) і роблять це протягом багатьох років. На відміну від цього, для медичних виробів основний принцип роботи пристрою може бути патентованим (наприклад, для пульсоксиметрії), але конкретні пристрої не можуть бути захищені таким самим чином³. Це також надає конкурентам більше можливостей для виробництва пристроїв, які досягають подібного результату іншим способом, що вимагає постійних інновацій та поступових змін для виробника, щоб зберегти відносну перевагу.

Цей постійний стан розвитку навіть після початкового виведення на ринок відображається в регуляторному підході до медичних виробів. Регуляторні вимоги передбачають швидші та простіші варіанти для тих нових технологій, які представляють собою поступові зміни до існуючих варіантів на основі принципу еквівалентності⁴. Масштабні проблеми безпеки за останні 15 років призвели до посилення вимог у ЄС. Однак відсутність механізмів післяринкової оцінки для багатьох пристроїв у багатьох країнах (особливо в лікарнях) та їх швидка еволюція означають, що їх поширення не завжди добре керується доказами або належним чином управляється⁵.

Цифрові технології охорони здоров'я є дедалі важливішим прикладом технологічних інновацій та відображають характеристики сектора медичних виробів, зі швидкими інноваціями та широким розмаїттям компаній та учасників. Водночас, структура інноваційної системи домінує з боку невеликої кількості великих компаній, як універсальних і більш орієнтованих на споживача (Google та Apple), так і спеціалізованих та більш орієнтованих на бізнес (таких як Epic Systems та Cerner для електронних медичних записів). Цифрова охорона здоров'я охоплює електронну охорону здоров'я (медичні послуги, що надаються електронним способом через Інтернет), мобільну охорону здоров'я (медичні послуги, що підтримуються мобільними пристроями) та нові джерела та типи «великих даних» та нових технологій, і може бути визначена як використання цифрових технологій для покращення здоров'я⁶. Розробки в цій галузі спочатку зосереджувалися

³ Kahn A. The Dynamics of Medical Device Innovation: An Innovator's Perspective. In: Gelijns AC, Halm EA, eds. *The Changing Economics of Medical Technology*. Washington (DC): National Academies Press. 1991. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK234310/>

⁴ Miller B.J., Blanks W., Yagi B. The 510(k) Third Party Review Program: Promise and Potential. *Journal of Medical Systems*. 2023. 47, 93. <https://doi.org/10.1007/s10916-023-01986-5>

⁵ Dreger M., Eckhardt H., Felgner S., Ermann H., Lantzsich H., Rombey T. et al. (2022). Implementation of innovative medical technologies in German inpatient care: patterns of utilization and evidence development. *Implementation Science*. 2021. 16(1), 94. <https://doi.org/10.1186/s13012-021-01159-3>.

⁶ Fahy N., Williams G.A. COVID-19 Health System Response Monitor Network. Use of digital health tools in Europe: Before, during and after COVID-19. Copenhagen: European Observatory on Health Systems and Policies (Policy Brief 42). 2021. <https://eurohealthobservatory.who.int/publications/i/use-of-digital-health-tools-in-europe-before-during-and-after-covid-19>

на підходах до електронної охорони здоров'я, які використовували інформаційно-комунікаційні технології для покращення існуючих процесів комунікації, наприклад, через використання електронних медичних записів. Зростаюча потужність та поширеність мобільних пристроїв пізніше відкрили новий потенціал для мобільної охорони здоров'я, яка прагне розширити можливості людей та надає нові послуги, такі як дистанційний моніторинг стану здоров'я та самопочуття. Зовсім недавно спостерігалось суттєве збільшення обсягу, швидкості та різноманітності доступних даних про здоров'я, а також інструментів на основі даних для аналізу «великих даних», зокрема за допомогою машинного навчання.

З точки зору регулювання цифрові технології охорони здоров'я створюють особливі труднощі. Як описано вище, медичні вироби вже зараз складно регулювати, враховуючи швидкість їх розвитку. Однак цифрові технології охорони здоров'я доводять це до крайності, з дуже швидкою ітерацією застосувань, іноді з дня на день. (Ітерація – повторне застосування математичної операції (із зміненими даними) при розв'язанні обчислювальних задач, яке дає можливість поступово наблизитися до потрібного результату). Поява штучного інтелекту, зокрема методів машинного навчання, створює додаткові труднощі для оцінки основи, на якій виробляються результати, та де знаходяться межі їх безпечного використання. З появою цифрових технологій охорони здоров'я та враховуючи їхнє коріння в традиційних медичних пристроях, регуляторна база для медичних виробів використовувалася для цифрових інструментів охорони здоров'я. Це включало цифрові технології охорони здоров'я, які мають суто цифровий характер (тобто не є частиною фізичного медичного пристрою) – «програмне забезпечення як медичний пристрій» або SaMD⁷,⁸. Однак, межа між медичним пристроєм, продаж якого потребує певної форми регуляторного нагляду, та технологіями для здоров'я споживачів, які регулюються набагато менш чітко, залишається невизначеною. Зрештою, на будь-якому сучасному смартфоні доступні всілякі програми, які споживачі можуть вважати пов'язаними зі своїм здоров'ям, навіть якщо вони просто підраховують, скільки кроків вони роблять щодня. Враховуючи набагато вищі вимоги до програмного забезпечення, яке використовується як медичний виріб, новатори можуть навмисно обмежувати його функціональність, щоб зменшити

⁷ Marciniak-Nuqui Z., Fahy N., Marjanovic S. When IT Meets Medical Innovation: Regulatory and Policy Challenges for Software as a Medical Device. Available at: <https://www.rand.org/blog/2022/06/when-it-meets-medical-innovation-regulatory-and-policy.html>, accessed 9 January 2025.

⁸ Ludvigsen K., Nagaraja S., Daly A. When Is Software a Medical Device? Understanding and Determining the “Intention” and Requirements for Software as a Medical Device in European Union Law. *European Journal of Risk Regulation*. 2022. 13(1), 78-93. doi:10.1017/err.2021.45

вимоги до затвердження, але це також зменшує потенційне покращення здоров'я користувачів, а отже, і готовність державних платників відшкодувати витрати на такі продукти. Зі зростаючим впровадженням штучного інтелекту як основної частини інновацій у сфері цифрової охорони здоров'я, регуляторний нагляд набуває нового виміру. У 2021 році Європейська Комісія запропонувала нормативно-правову базу для ШІ (COM/2021/206), яка набула чинності у 2024 році (Artificial Intelligence Act (EU) 2024/1689). Хоча це не стосується лише охорони здоров'я, це, ймовірно, вплине на те, як ШІ використовується для медичного обслуговування, та матиме наслідки для інновацій⁹.

Інновації в цифровій охороні здоров'я є яскравим прикладом складного взаємозв'язку між інноваціями та впровадженням. В принципі, вони мають потенціал для значних покращень ефективності системи охорони здоров'я, як з точки зору надання медичної допомоги, так і з точки зору адміністрування системи в цілому, як це зробили цифрові технології для багатьох секторів суспільства. На практиці реалізація цього потенціалу в охороні здоров'я виявилася тривалим, важким та складним процесом з дуже неоднозначними результатами.

Хоча впровадження цифрових інструментів охорони здоров'я пов'язане з технічними труднощами, багато перешкод для впровадження на практиці насправді не мають технічного характеру. Труднощі у сприянні ширшим індивідуальним, організаційним та системним змінам були критично важливими для обмеження впровадження. Недостатнє інвестування, відсутність підтримуючої та чіткої правової бази, що регулює використання таких інструментів, занепокоєння щодо їх використання з боку медичних працівників, прогалини в плануванні та підтримці впровадження, а також неадекватне лідерство – все це відіграло вирішальну роль у затримці впровадження в деяких країнах. Багато з цих викликів були успішно подолані вперше під час пандемії COVID-19, коли нагальна необхідність стала поштовхом до змін.

Оскільки технологічні інновації дуже різняться за своїм характером та складністю, проблеми їх практичного впровадження також різноманітні. В якості приклада можна розглянути впровадження сканера магнітно-резонансної томографії (МРТ). Він ілюструє типову роль медичних пристроїв у розширенні діагностики. Це робить характер змін, необхідних для їх впровадження, як технологічним, так і організаційним. Більше того, адаптивний характер деяких технологічних інновацій та, як правило,

⁹ Deloitte. A milestone for AI regulation: European Parliament approves new legal framework for artificial intelligence. 2023. <https://www2.deloitte.com/dl/en/pages/legal/articles/ki-verordnung-eu.html>

швидші цикли інновацій та вдосконалень можуть сприяти впровадженню, забезпечуючи швидші можливості для адаптації до місцевих потреб, ніж це зазвичай буває, наприклад, у випадку з ліками.

2. Характеристики цифрових технологій охорони здоров'я

Пандемія коронавірусної хвороби 2019 року (COVID-19) виявилась однією з найсерйозніших криз, з якими стикнулося людство у цьому столітті. Стрімке поширення змусило країни адаптувати свої національні системи охорони здоров'я з безпрецедентною швидкістю. З огляду на те, що віддалена робота, спостереження та надання медичної допомоги стали новими суспільними нормами, постійно привертають увагу цифрові технології охорони здоров'я¹⁰. COVID-19 підкреслив важливість створення ефективних систем спостереження за громадським здоров'ям на всіх рівнях¹¹. Уряди повинні запровадити стратегії цифрового громадського здоров'я (digital public health DPH) у своїй національній політиці охорони здоров'я для координації та управління цими системами¹². Автори роботи¹³, як представники секції цифрового здоров'я Європейської асоціації громадського здоров'я (EUPHA), діляться своїм розумінням DPH на європейському рівні. З цієї точки зору, висловлено думки щодо застосування DPH під час пандемії COVID-19 та в ширшому контексті, а також обговорено можливості, виклики та наслідки зростаючої цифровізації громадського здоров'я в Європі.

Як дисципліна, «громадське здоров'я» сягає корінням у витоки людської цивілізації, коли громади вперше почали сприяти здоров'ю та боротися з хворобами. Сучасна система охорони здоров'я зазнала швидких трансформацій, реагуючи на сучасні загрози та можливості. Серед них – цифрові трансформації сектору охорони здоров'я, які призвели до створення «цифрової охорони здоров'я», що відіграє життєво важливу роль у зміцненні систем охорони здоров'я, підвищенні рівності доступу до медичних послуг та роботі над досягненням універсального медичного охоплення (universal

¹⁰ Peek N., Suján M., Scott P. Digital health and care in pandemic times: impact of COVID-19. *BMJ Health Care Inform.* 2020. 527, e100166.

¹¹ Murray C.J.L., Alamo N.M.S., Hwang H., Lee U. Digital public health and COVID-19. *Lancet Public Health.* 2020. 55, 469-470.

¹² Whitelaw S., Mamas M.A., Topol E., Spall H.G.C. V. Applications of digital technology in COVID-19 pandemic planning and response. *Lancet Digit Health.* 2020. 2, e435-e440.

¹³ Wong B. L. H., Maaß L., Vodden A., van Kessel R., Sorbello S., Buttigieg S., Odone A. The dawn of digital public health in Europe: Implications for public health policy and practice. *The Lancet Regional Health –Europe.* 2022. 14, 100316 <https://doi.org/10.1016/j.lanpep.2022.100316> Get rights and content

health coverage УНС)¹⁴. Зовсім недавно ці цифрові трансформації породили концепцію «цифрової охорони здоров'я»¹⁵. Ця концепція поєднує вже визначені терміни «охорона здоров'я» та «цифрова охорона здоров'я» і не вважається новою галуззю сама по собі, а впровадженням цифрових інструментів для досягнення цілей охорони здоров'я, таких як профілактика захворювань, розширення прав і можливостей громадян, просування ціннісної охорони здоров'я або досягнення УНС^{16, 17, 18}. Центральною метою ДРН є покращення здоров'я населення від окремого індивіда до популяційного рівня за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій (information and communications technologies ICT)¹⁹. Це один із ключових факторів, що відрізняють ДРН від «цифрової охорони здоров'я», остання переважно зосереджена на індивідуальному здоров'ї²⁰. Інклюзивний підхід до проєктування, розробки та впровадження цифрових технологій покращить не лише їх сприйняття, але й їхню ефективність^{21, 22}. Технології ДРН повинні гарантувати, що нерівність не посилюється через різний доступ до цифрового втручання та/або компетентність у ньому серед різних демографічних груп. Втручання в ДРН повинні збирати дані для спостереження за громадським здоров'ям, будь то надзвичайні ситуації у сфері охорони здоров'я чи моніторинг факторів ризику поширених захворювань на рівні населення^{23, 24}.

¹⁴ World Health Organization. Digital health. 2021. <https://www.euro.who.int/en/health-topics/Health-systems/digital-health>. Accessed 14 December 2021.

¹⁵ Odone A., Buttigieg S., Ricciardi W., Azzopardi-Muscat N., Staines A. Public health digitalization in Europe. *Eur J Public Health*. 2019. 29, 28-35.

¹⁶ Wienert J., Jahnel T., Maa L. What are Digital Public Health Interventions? First Steps Towards a Definition and an Intervention Classification Framework. *JMIR*. 2022. 31921.

¹⁷ Rosalia R.A., Wahba K., Milevska-Kostova N. How digital transformation can help achieve value-based healthcare: Balkans as a case in point. *Lancet Reg Health — Eur*. 2021. 54. <https://doi.org/10.1016/j.lanepe.2021.100100>.

¹⁸ Wilson D., Sheikh A., Gorgens M., Ward K. Technology and Universal Health Coverage: Examining the role of digital health. 2021. 11, 12.

¹⁹ Darmann-Finck I., Rothgang H., Zeeb H. Digitalisierung und Gesundheitswissenschaften — White Paper Digital Public Health. *Gesundheitswesen*. 2020. 82, 620-622.

²⁰ Zeeb H., Pigeot I., Schuz B. Leibniz-Wissenschafts Campus Digital Public Health Bremen. Digital Public Health — ein Überblick. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*. 2020. 63, 137-144.

²¹ Jahnel T., Schuz B. Partizipative Entwicklung von Digital-Public-Health-Anwendungen: Spannungsfeld zwischen Nutzerinnenperspektive und Evidenzbasierung. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitschutz*. 2020. 63, 153-159.

²² van Kessel R., Hrzic R., O'Nuallain E. et al. The digital health paradox: international policy perspectives to address the increased health inequalities for people living with disabilities. *J Med Internet Res*. 2022. doi:10.2196/33819.

²³ Aiello A.E., Renson A., Zivich P.N. Social Media- and Internet-Based Disease Surveillance for Public Health. *Annu Rev Public Health*. 2020. 41, 101-118.

²⁴ Shakeri Hossein Abad Z., Kline A., Sultana M. et al. Digital public health surveillance: a systematic scoping review. *Npj Digit Med*. 2021. 4, 1-13.

Відповідні концептуалізації здоров'я, громадського здоров'я та цифрового здоров'я полягають у наступному.

Здоров'я у статуті ВООЗ визначається як «стан повного фізичного, психічного та соціального благополуччя, а не просто відсутність хвороб чи фізичних вад».

Громадське здоров'я концептуалізується Ачесоном у 1988 році як «мистецтво та наука запобігання хворобам, продовження життя та зміцнення здоров'я завдяки організованим зусиллям суспільства»²⁵.

Цифрове здоров'я визначено як «конвергенцію цифрової та геномної революцій зі здоров'ям, охороною здоров'я, способом життя та суспільством» Полем Сонье у його книзі 2017 року «Четверта хвиля: цифрове здоров'я»²⁶. Цифрове здоров'я як концепція може стосуватися технології, користувацького досвіду, послуги, продукту, процесу, самої екологічної системи та частини екологічної системи медичних послуг²⁷.

Сприйняття цифрових інструментів охорони здоров'я швидко змінилося від «можливостей» до «необхідності», що започаткувало низку швидких змін у сферах охорони здоров'я та громадського здоров'я, які все ще зберігали свої доцифрові структури та зазнавали застою та ерозії²⁸: зміни в політиці та регулюванні сприяли швидким змінам у відшкодуванні витрат, навчанні медичних працівників та безпрецедентним інвестиціям у технічну інфраструктуру. Кілька країн та громад ефективно використали цифрові інвестиції в громадське здоров'я до пандемії та застосували їх для управління пандемією. Розробка та впровадження цифрових технологій зробили вирішальний внесок у багато функцій громадського здоров'я: епідеміологічний нагляд, відстеження контактів, виявлення випадків, надання послуг масової імунізації та комунікації з громадськістю.

Існує декілька прикладів використання послуг DPH у Європі.

COVID-19.

HealthBuddy+: чат-бот, створений за спільною ініціативою ВООЗ/Європа та Регіонального відділення Дитячого фонду Організації Об'єднаних Націй у Європі та Центральній Азії (ЮНІСЕФ/ECARO). Він доступний у Європі

²⁵ Rechel B., McKee M. Facets of Public Health in Europe. European Observatory on Health Systems and Policies Series. Maidenhead, UK: Open University Press; 2014.

²⁶ Sonnier P. The fourth wave: Digital health - a new era of human progress. 2017. San Diego, California.

²⁷ Wong B.L.H., Delgrange M., Nathan N.L. et al. The Association of Schools of Public Health in the European Region Statement on the Erosion of Public Health Systems. *Public Health Rev.* 2021. <https://doi.org/10.3389/phrs.2021.1604112>. 0.

²⁸ Fahy N., Williams G.A. COVID-19 Health System Response Monitor Network. Use of digital health tools in Europe: before, during and after COVID-19. Copenhagen: European Observatory on Health Systems and Policies; 2021. <https://eurohealthobservatory.who.int/publications/i/use-of-digital-health-tools-in-europe-before-during-and-after-covid-19>.

та Центральній Азії, а його метою є забезпечення доступу до актуальної та науково обґрунтованої інформації про COVID-19²⁹.

Цифровий епідеміологічний нагляд: загальний термін для так званих «корона-панелей», які створюються європейськими країнами для постійного надання оновленої інформації про стан COVID-19 у відповідній країні³⁰.

Первинна медична допомога.

Моє здоров'я: особистий простір цифрової охорони здоров'я, який дозволяє громадянам Каталонії безконтактно взаємодіяти з системою охорони здоров'я Каталонії. Він дозволяє своїм користувачам ознайомлюватися з клінічними звітами, діагнозами та результатами клінічних аналізів і тестів, що є частиною історії хвороби. Користувачі також можуть отримати доступ до свого поточного плану ліків, щоб звернутися безпосередньо до аптеки, замовити візит до лікаря первинної медичної допомоги або скористатися різними послугами неочікуваної медичної допомоги. Наприклад, eConsult: система, яка дозволяє медичним працівникам ставити запитання, пов'язані зі здоров'ям, проводити процедури та надсилати документи³¹.

AccuRx: Стартап у сфері цифрової охорони здоров'я, що підтримується Innovate UK, який розробив та впровадив програмне забезпечення для відеоконсультацій, що дозволило медичним працівникам Сполученого Королівства (UK) дистанційно спілкуватися зі своїми пацієнтами, тим самим мінімізуючи ризик зараження від прийому пацієнтів з COVID-19. Протягом кількох місяців його було використано для проведення понад мільйона відеоконсультацій та в 6700 практиках сімейних лікарів. Це захистило фахівців та пацієнтів Національної служби охорони здоров'я (NHS) та підвищило ефективність NHS, заощаджуючи кожному користувачеві приблизно 40 хвилин на день^{32, 33}.

Ментальне здоров'я.

Now I Can Do Heights: програмний застосунок від Oxford VR, який має на меті допомогти користувачам з акрофобією подолати страх висоти. Застосунок призначений для дорослих старше 18 років і розроблений для використання без підтримки терапевта. У рандомізованому

²⁹ WHO/Europe. HealthBuddy+. 2020. <https://healthbuddy.plus/index>. Accessed 12 December 2021.

³⁰ Budd J., Miller B.S., Manning E.M. et al. Digital technologies in the public-health response to COVID-19. *Nat Med*. 2020. 26:1183-1192.

³¹ Catalan Department of Health. eConsult. 2020. <https://catsalut.gencat.cat/ca/serveis-sanitaris/la-meva-salut/>. Accessed 12 December 2021.

³² UK Research and Innovation. Over one million GP consultations using new app. 2020; published online Oct 28. <https://www.ukri.org/our-work/tackling-the-impact-of-covid-19/addressing-technological-challenges/over-one-million-gp-consultations-using-new-app/>. Accessed 14 December 2021.

³³ Negreiro M. The rise of digital health technologies during the pandemic. Brussels: European Parliament; 2021.

контрольованому дослідженні (РКД) за участю 100 учасників Now I Can Do Heights продемонстрував здатність досягати значних клінічних ефектів (середня зміна балу за шкалою Heights Interpretation Questionnaire –24,5 [SD 13,1] у групі VR проти –1,2 [7,3] у контрольній групі)³⁴.

GET.ON Mood Enhancer Prevention: веб-орієнтоване втручання самопомогі, засноване на психоосвіті, терапії вирішення проблем та поведінковій активації. У РКД за участю 406 учасників у Німеччині GET.ON показав коефіцієнт ризику 0,59 [95% ДІ: 0,42-0,82] у учасників із субпороговою депресією. GET.ON також потенційно може запобігти одному клінічному випадку великого депресивного розладу протягом 12 місяців після 5-9 сеансів³⁵.

Ожиріння.

Esporti Family: мобільний додаток, метою якого є лікування дитячого ожиріння, що дозволяє обмінюватися інформацією між фахівцями, пацієнтами та сім'ями. Він навчає дітей та їхні сім'ї здоровим звичкам та харчуванню через гейміфікацію та заохочує їх до підвищення рівня фізичної активності. Двомісячне випробування 67 користувачів у Мурсії, Іспанія, показало загальне зниження споживання фастфуду на 44,4%, 38% користувачів збільшили свої щотижневі фізичні вправи, а 27% користувачів збільшили години сну³⁶.

Однією з сфер впливу ДРН є епідеміологічний нагляд. Розробка інструментів для отримання міжнародних даних про громадське здоров'я в режимі реального часу допомогла політикам у плануванні та вдосконаленні стратегій стримування. Ці інструменти дозволили оцінити ефективність втручань у режимі реального часу. Щодо передачі в громаді, можливість збирати дані про місцезнаходження (GPS) та дані про близькість (Bluetooth) з мобільних пристроїв спонукала кілька країн підтримати розробку цифрових програм для відстеження контактів. Ці додатки пришвидшують відстеження контактів та їх карантин^{37,38}.

³⁴ Freeman D., Haselton P., Freeman J. et al. Automated psychological therapy using immersive virtual reality for treatment of fear of heights: a single-blind, parallel-group, randomised controlled trial. *Lancet Psychiatry*. 2018. 5, 625-632.

³⁵ Buntrock C., Ebert D.D., Lehr D. et al. Effect of a Web-Based Guided Self-help Intervention for Prevention of Major Depression in Adults With Subthreshold Depression: a Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2016. 315,1854-1863.

³⁶ inDemand. MENU DO: mobile digital technologies to treat childhood obesity through education, motivation and adherence. 2020 https://www.indemandhealth.eu/wp-content/uploads/2020/11/INDEMANDSTORIES_MENU DO-1.pdf. Accessed 12 December 2021.

³⁷ Ming L.C., Untong N., Aliudin N.A. et al. Mobile health apps on COVID-19 launched in the early days of the pandemic: content analysis and review. *JMIR MHealth UHealth*. 2020. 8, e19796.

³⁸ Jähnel T., Kernebeck S., Bobel S. et al. Contact-Tracing-Apps als unterstützende Maßnahme bei der Kontaktpersonennachverfolgung von COVID-19. *Gesundheitswesen Bundesverb Ärzte Öffentlichen Gesundheitsdienstes Ger.* 2020. 82, 664-669.

Ще однією важливою сферою реагування на пандемію є освіта населення. Цифрові платформи органів охорони здоров'я та національних агентств використовують Інтернет для швидкого залучення та навчання населення шляхом оперативного поширення достовірної та адаптованої інформації про громадське здоров'я³⁹.

3. Готовність системи до цифрової охорони здоров'я: можливості та виклики

Концептуалізація цифрової охорони здоров'я свідчить що це частина загальної екосистеми охорони здоров'я. Протягом пандемії COVID-19 екосистема охорони здоров'я оцифрувалася з потреби вижити, а не з бажання впроваджувати інновації; це підтверджується швидким переходом від традиційної до цифрової парадигми та подальшою серією змін, коли COVID-19 став пандемією. Однак ця широка цифрова трансформація також дозволила безпрецедентним чином відчутти ризики та переваги цифрових медичних послуг та зібрати дані про їх ефективність та результативність. В результаті література з цифрової охорони здоров'я, яка раніше була менш поширеною, поступово збагачується та стає різноманітнішою, оскільки все більше підгалузей охорони здоров'я експериментують з можливостями цифрової охорони здоров'я.

Результати цифрових медичних послуг поступово стають все більш очевидними в різних сферах. Наприклад, у дослідженні, в якому взяли участь 143 особи віком 10-17 років із хронічним болем, люди, які використовували мобільний додаток WebMAP, відчували значні покращення після лікування (d Коена: 0,54; $P < 0,001$) та протягом 3-місячного спостереження (d Коена: 0,44; $P = 0,001$). Також було наголошено на важливості того, щоб пацієнти продовжували бути залученими до процесу лікування. Більша залученість була пов'язана зі значно більшим зниженням болю та інвалідності від періоду до лікування до періоду після лікування та подальшого спостереження⁴⁰. Нерандомізоване контрольоване дослідження за участю 1064 учасників, яке перевіряло ефективність цифрових медичних втручань у запобіганні повторній госпіталізації після гострого інфаркту міокарда, показало, що в групі цифрових медичних втручань було менше повторних госпіталізацій з усіх причин протягом 30 днів порівняно з контрольною групою (6,5% порівняно з 16,8%). Після коригувань було виявлено,

³⁹ Hernandez-Garcia I., Gimenez-Julvez T. Assessment of Health Information About COVID-19 Prevention on the Internet: Infodemiological Study. *JMIR Public Health Surveill.* 2020. 6, e18717.

⁴⁰ Palermo T.M., de la Vega R., Murray C., Law E., Zhou C. A digital health psychological intervention (WebMAP Mobile) for children and adolescents with chronic pain: results of a hybrid effectiveness-implementation stepped-wedge cluster randomized trial. *PAIN.* 2020.161, 2763-2774.

що група втручання в цифрове здоров'я мала на 52% нижчий ризик повторної госпіталізації (коефіцієнт ризику: 0,48; 95% ДІ: 0,26–0,88)⁴¹. Нарешті, багатоцентрове РКД за участю 891 учасника з помірним та високим ризиком серцево-судинних захворювань оцінювало вплив втручання в цифрове здоров'я, орієнтованого на споживача, на дотримання рекомендованих рекомендацій щодо ліків, контроль факторів серцево-судинного ризику та способу життя через один рік. Хоча між групами не спостерігалось різниці у дотриманні режиму прийому ліків (RR: 1,07; 95% ДІ: 0,88-1,20) та спостерігалось незначне покращення у досягненні цільових показників факторів ризику (RR: 1,40; 95% ДІ: 0,97-2,03), фізичні цілі були досягнуті значно частіше (87,0% втручання проти 79,7% контролю, P = 0,02), а також більше розвивалася грамотність у сфері електронної охорони здоров'я (72,6% втручання проти 64,0% контролю, P = 0,02)⁴².

Хоча ці приклади більше відповідають цифровим медичним послугам на індивідуальному рівні, ніж на рівні населення, важливо визнати, що для того, щоб нові або перепрофільовані інструменти ДРН були впроваджені у більших масштабах, система повинна бути готова до засвоєння інновацій, як з точки зору технологічної сумісності, так і реструктуризації робочих процесів та шляхів^{43,44,45,46}. Готовність системи в цьому напрямку міркувань, підкріплюється ознайомленням з успішними інноваціями в тій самій сфері в іншому місці або в іншій сфері в межах тієї ж загальної системи (тобто охорони здоров'я чи громадського здоров'я) та може відбуватися на національному, організаційному, громадському та індивідуальному рівнях.

Ще один момент, який слід врахувати, – це готовність населення до структурного впровадження цифрових медичних послуг. Згідно з нещодавнім аналізом цифрових навичок у Європейському Союзі, існують явні розбіжності в цифрових навичках між європейськими регіонами: більшість людей з високим рівнем цифрових навичок проживають у Північній та Північно-Західній частинах Європи, тоді як у Південно-Східній Європі

⁴¹ Marvel F.A, Spaulding E.M., Lee M.A. Digital Health Intervention in Acute Myocardial Infarction. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*. 2021. 14, e007741.

⁴² Redfern J., Coorey G., Mulley J. et al. A digital health intervention 46 for cardiovascular disease management in primary care (CONNECT) randomized controlled trial. *Npj Digit Med*. 2020. 3, 1-9.

⁴³ Greenhalgh T., Robert G., Macfarlane F., Bate P., Kyriakidou O. Diffusion of innovations in service organizations: systematic review and recommendations. *Milbank Q*. 2004. 82, 581-629.

⁴⁴ Greenhalgh T., Wherton J., Papoutsis C. et al. Beyond adoption: a new framework for theorizing and evaluating nonadoption, abandonment, and challenges to the scale-Up, spread, and sustainability 49 of health and care technologies. *J Med Internet Res*. 2017. 19, e8775.

⁴⁵ Ross J., Stevenson F., Lau R., Murray E. Factors that influence the implementation of e-health: a systematic review of systematic 50 reviews (an update). *Implement Sci*. 2016. 1,146.

⁴⁶ Sbayou M., Zacharewicz G., Bouanan Y., Vallespir B. BPMN coordination and devs network architecture for healthcare organizations. *Int J Priv Health Inf Manag*. 2019. 7, 103-115.

менше 20% людей мають високий рівень цифрових навичок. Певні групи населення також, здається, почуваються більш сприятливо в цифровому світі: люди, які є молодшими, мають вищу освіту, чоловіки, живуть у міських регіонах, є студентами або працевлаштованими постійно повідомляють про вищий доступ до Інтернету та цифрові навички⁴⁷. Ці результати свідчать про те, що – якби цифрові медичні послуги були структурно впроваджені зараз – лише певні групи населення змогли б скористатися цими послугами. За іронією долі, групи населення, які потенційно могли б отримати найбільшу користь від цих інновацій, зіткнулися з найбільшими перешкодами для доступу, що створить парадокс цифрової охорони здоров'я.

Хоча нещодавні події швидко прискорили прогрес у розширенні DPH, залишається значний невикористаний потенціал у використанні та перепрофілюванні цифрових технологій (і даних) для громадського здоров'я. Міжнародні дані реального світу можуть сприяти проведенню масштабних обсерваційних досліджень на європейському рівні, зменшуючи поточні обмеження внаслідок нестачі високоякісних даних щодо цифрового здоров'я та втручань DPH. Це дозволить вирішувати транскордонні епідеміологічні питання та пришвидшувати впровадження спільної європейської політики громадського здоров'я. Однак ефективність впроваджених стратегій залежить від активної участі населення. Тим не менш, для того, щоб населення активно брало участь у DPH та щоб DPH покращив досвід соціального здоров'я⁴⁸, необхідно нормалізувати більш горизонтальну структуру DPH та переглянути шляхи медичного обслуговування з урахуванням існуючих та нових технологій. Наприклад, ініціатива DPH щодо використання технології, яка зараз використовується для виявлення інформації стосовно COVID-19 у публікаціях у соціальних мережах, може використовувати звичку населення шукати інформацію, пов'язану зі здоров'ям, через (соціальні) мережі, щоб надати їм контактну інформацію відповідних медичних працівників⁴⁹. Для розвитку цих технологій державні та приватні суб'єкти повинні не лише забезпечити сумісність своєї технологічної інфраструктури, але й узгодити свої цінності, бачення та ресурси⁵⁰.

⁴⁷ van Kessel R., Wong B.L.H., Rubinic I., O'Nuallain E., Czabanowska K. Is Europe prepared to go digital? Making the case for developing digital capacity: an exploratory analysis of Eurostat survey data. *PLOS Digit Health*. 2022. <https://doi.org/10.1371/journal.pdig.0000013>. published online Forthcoming.

⁴⁸ Lefebvre R.C., Bornkessel A.S. Digital Social Networks and Health. *Circulation*. 2013. 127, 1829-1836.

⁴⁹ Swiatek B. Social Networking: the Future of Digital Healthcare. *Clouds*. 2018. published online April 23; <https://10clouds.com/53/blog/web/digital-healthcare-social-networking/>

⁵⁰ Mazzucato M. *Mission Economy: A Moonshot Guide to Changing Capitalism*. 1st edn Allen Lane; 2021.

Щоб повністю реалізувати потенціал ДРН, також необхідно враховувати соціальні детермінанти, щоб забезпечити доступ до ДРН для всіх верств населення та подолати географічні та соціально-економічні бар'єри для досягнення доброго здоров'я та благополуччя⁵¹. Цифрове підключення є основною передумовою для доступу до ДРН і величезні цифрові розбіжності в європейському регіоні продовжують існувати. Інтеграція ДРН у навчальні програми та навчання залишається надзвичайно важливою для розвитку здатності підтримувати сталий розвиток систем та інфраструктури ДРН. Чи то шляхом включення модулів ДРН до існуючих академічних курсів, чи то шляхом впровадження додаткових освітніх ініціатив, така увага є життєво важливою для визначення потенційних напрямків для майбутнього впровадження цифрової охорони здоров'я та постійного зміцнення її систем⁵².

Молоді фахівці, а саме молодь, є невикористаним ресурсом у кадровому складі охорони здоров'я (PHWF) та надають чудову можливість для зміцнення як потенціалу цифрової охорони здоров'я, так і цифрової готовності (державних) систем охорони здоров'я, в яких вони працюють⁵³. Крім того, залучення та взаємодія молоді через міждисциплінарні державно-приватні партнерства між академічними колами, урядами, громадянським суспільством та іншими відповідними групами зацікавлених сторін може ще більше посилити процеси управління, пов'язані з ДРН. Однак, молодь повинна мати право структурно робити внесок у просування та впровадження технологій ДРН (наприклад, за допомогою ініціатив з цифрової грамотності у сфері охорони здоров'я), щоб не посилювати існуючу нерівність у сфері охорони здоров'я та цифровий розрив⁵⁴. Тільки використовуючи цифровий потенціал поточного та майбутнього покоління Фонду охорони здоров'я, втручання ДРН можуть досягти максимального впровадження та поширення по всій Європі.

Ключовим викликом для ефективної реалізації європейських стратегій ДРН є концепція сумісності⁵⁵. Сумісність вимагає спільної технічної, правової та організаційної бази та є необхідною умовою для повного

⁵¹ Honeyman M., Maguire D., Evans H., Davies A. Digital technology and health inequalities: a scoping review. Cardiff: Public Health Wales NHS Trust; 2020.

⁵² Wong B.L.H., Khurana M.P., Smith R.D. et al. Harnessing the digital potential of the next generation of health professionals. *Hum Resour Health*. 2021. 19, 50.

⁵³ Wong B.L.H., Siepmann I., Chen T.T. et al. Rebuilding to shape a better future: the role of young professionals in the public health 56 workforce. *Hum Resour Health*. 2021. 19, 82.

⁵⁴ Wong B.L.H., Smith R.D., Siepmann I., Hasse A., Tandon S. Youth engagement in digital health: a critical perspective towards mean-57ingful youth agency in governance. *MMS Bull*. 2021. 157. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.17285477.v1>.

⁵⁵ IEEE Standard Computer Dictionary: A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries. *IEEE Std*. 1991. 610, 1-217.

використання цифрових інструментів та технологій, заснованих на даних, у сфері охорони здоров'я⁵⁶. Пандемія COVID-19 підкреслила важливість своєчасного доступу до даних про здоров'я для забезпечення швидкого розвитку цифрових інструментів (наприклад, мобільних додатків для здоров'я, носимих датчиків) для збору великих обсягів даних. Однак через неструктуровані дані та ізольовані інфраструктури даних складно об'єднати набори даних та провести комплексний аналіз, що суттєво обмежує кінцевий потенціал цих технологій з точки зору охорони здоров'я.

Визначення та аспекти сумісності полягають у наступному.

Інтероперабельність стосується здатності двох або більше систем або компонентів обмінюватися інформацією та використовувати обмінювану інформацію. Це складна проблема в кількох вимірах⁵⁷:

- Технічна інтероперабельність: основні можливості обміну даними між системами.

- Структурна або синтаксична інтероперабельність: дві або більше систем мають сумісні формати даних.

- Семантична інтероперабельність: дві або більше систем використовують спільну мову та термінологію і тому можуть розуміти, обробляти та інтерпретувати дані одна одної.

- Організаційна інтероперабельність: правові, політичні та організаційні фактори обміну даними двох або більше систем є сумісними.

Прагнення до сумісності – особливо між країнами – вимагає врахування захисту даних. Загальний регламент про захист даних (GDPR) встановив вимоги, яких повинні дотримуватися оператори даних, які є більш суворими під час роботи з персональними даними⁵⁸. Таким чином, сумісність має відповідати чинній правовій системі, тоді як цифрові системи охорони здоров'я повинні розроблятися з перспективою, щоб гарантувати дотримання законодавства про захист даних⁵⁹. З огляду на це, GDPR створив прецедент для законодавства в галузі медичних даних, що може дозволити їм створити більш цілеспрямоване законодавство, пов'язане із захистом даних та сумісністю. Рекомендація Європейської Комісії прийняти стандартний формат своїх електронних медичних карток є першим кроком у цьому процесі.

⁵⁶ Lehne M., Sass J., Essenwanger A., Schepers J., Thun S. Why digital medicine depends on interoperability. *Npj Digit Med.* 2019. 2,1-5.

⁵⁷ Kolasa K., Kozinski G. How to value digital health interventions? a systematic literature review. *Int J Environ Res Public Health.* 2020. 17, 2119.

⁵⁸ European Commission. General Data Protection Regulation. 2016 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX32016R0679>. Accessed 14 December 2021.

⁵⁹ Bincoletto G. Data protection issues in cross-border interoperability of Electronic Health Record systems within the European Union. *Data Policy.* 2020. 2, e3.

Надзвичайний імпульс та прогрес, що спостерігаються в усьому світі щодо ДРН, спонукали визнати ширші перспективи для політики та практики, що виходять за рамки поточної надзвичайної ситуації в галузі охорони здоров'я.

Пандемія COVID-19 спонукала визнати ключову роль спостереження в поглибленні розуміння передачі інфекції та виявленні факторів ризику захворювання для керівництва ефективними втручаннями. Посилення цифрового епідеміологічного спостереження за допомогою цифрових інструментів для підтримки операцій (наприклад, виявлення випадків, відстеження контактів та інші стратегії контролю пандемії) є, мабуть, найважливішою сферою діяльності ДРН у майбутній готовності до епідемій та в ширшому сенсі. Підвищене визнання ролі немедичних даних у наданні нових знань для громадського здоров'я залишається значним кроком до забезпечення того, щоб втручання ДРН відображали міждисциплінарний характер цієї галузі. Це включає розробку способів систематичної інтеграції джерел даних, включаючи дані соціальних мереж, дані про мобільність та дані опитувань, в інструменти спостереження та моніторингу ДРН.

З точки зору «зверху вниз», ефективність втручань ДРН вирішальною мірою залежить від їхньої здатності бути доведеними до відомих окремих осіб. Спрямовані індивідуальні рішення та поведінки на ефективні практики громадського здоров'я за допомогою своєчасних та цілеспрямованих комунікаційних стратегій залишається ключовою роллю ДРН. Це забезпечить успіх цифрових втручань та в ширшій сфері громадського здоров'я загалом.

Своєчасне втручання обмежить існуючі розбіжності та пришвидшить шлях до двох критичних цілей технологій ДРН: (1) оптимізація надання медичних послуг та доступ пацієнтів до медичних даних (первинне використання медичних даних) та (2) впровадження дослідницької, політичної та регуляторної діяльності (вторинне використання медичних даних). Натомість, втручання ДРН повинні розроблятися з урахуванням потреб окремої людини. Це означає, що слід враховувати комплексний акцент на розумінні факторів, які підтримують людей (фахівців та пацієнтів) у використанні технологій, а також визнавати важливість культурних та організаційних змін⁶⁰.

Молодь є поколінням, яке найбільше виграє від цифрових трансформацій у сфері охорони здоров'я. Вона повинна мати право голосу (наприклад, через ініціативи з цифрової грамотності) робити внесок

⁶⁰ Hutchings R., Scobie S., Edwards N. Fit for the future: what can the NHS learn about digital health care from other European countries? London: Nuffield Trust; 2021. <https://www.nuffieldtrust.org.uk/files/2021-11/international-digital-policy-review-web.pdf>. Accessed 10 December 2021.

у процесі розробки політики. Молодь може одночасно відігравати ключову роль у сприянні та збагаченні політичних ініціатив, допомагаючи збільшити впровадження та поширення цифрових трансформацій у різних демографічних групах. Одним із таких прикладів є робота над нещодавно прийнятим коментарем загального порядку № 25 (2021) до Конвенції Організації Об'єднаних Націй (ООН) про права дитини, що визначає права дітей у цифровому світі, в рамках якого з дітьми та молоддю консультувалися на кожному етапі^{61,62}. Іншим прикладом є робота Комісії The Lancet та Financial Times щодо «Керування майбутнім здоров'я до 2030 року: дорослішання в цифровому світі» (далі – «GHFutures2030»), яка встановила новий орієнтир для змістовного залучення молоді до розробки, впровадження та оцінки політики, програм та послуг цифрової охорони здоров'я^{63,64}.

ВИСНОВКИ

Існує зростаюча потреба в скоординованих, міждисциплінарних підходах та стратегіях регулювання, оцінки та використання цифрових технологій, особливо в контексті надзвичайних ситуацій у сфері охорони здоров'я (30). Крім того, існують ширші наслідки застосування заходів ДРН, які виходять за рамки епідеміологічного управління COVID-19 (наприклад, інші супутні кризи громадського здоров'я, такі як домашнє насильство)⁶⁵. Таке застосування може допомогти підвищити ефективність та результативність профілактики, спостереження та реагування у сфері громадського здоров'я. Щоб захистити здоров'я для майбутніх поколінь, уряди, зацікавлені сторони та експерти повинні докласти спільних зусиль для створення відповідної технічної, правової та управлінської бази, як це запропоновано Комісією GHFutures2030⁶⁶. Це призведе до сумісних систем та доступної медичної інформації завдяки доступу до медичних даних та обміну ними. Тому всі зацікавлені сторони повинні продемонструвати

⁶¹ United nations committee on the rights of the child. General comment on children's rights in relation to the digital environment.2021. <https://www.ohchr.org/EN/HRBodies/CRC/Pages/GCChil>

⁶² Terre des hommes. #CovidUnder19. 2021. <https://www.tdh.ch/en/projects/covidunder19>.

⁶³ Wong B.L.H., Gray W., Holly L. The future of health governance needs youth voices at the forefront. *The Lancet*. 2021. 1-2.

⁶⁴ Wong B.L.H., Gray W., Georges Stevens E.A. et al. The lancet-financial times commission governing health futures 2030: growing up in a digital world youth statement + call for action. Geneva, Switzerland: The Lancet and Financial Times Commission on Governing health futures 2030: Growing up in a digital world; 2021. https://els-jbs-prod-cdn.jbs.elsevierhealth.com/pb-assets/Lancet/stories/commissions/governing-health-futures-2030/GHFutures2030_Youth-Statement-1634917151153.pdf.

⁶⁵ Jeyaraman D., Chandan J.S. Digital public health: a hopeful strategy to tackle the surge in domestic violence. *Lancet Public Health*. 2020, 5:e578.

⁶⁶ Kickbusch I., Piselli D., Agrawal A. et al. The Lancet and Financial Times Commission on governing health futures 2030: growing up in a digital world. *The Lancet*. 2021. 398, 1727-1776.

політичні зобов'язання, створити нормативну та регуляторну базу, що підтримується технічною інфраструктурою та сталими фінансовими інвестиціями. Щоб перетворити цей шлях на стійку та довгострокову реальність, академічні та приватні установи повинні інвестувати в навчання, освіту, дослідження та співпрацю з національними та регіональними органами влади для встановлення надійного моніторингу та оцінки для підтримки зусиль щодо постійного вдосконалення.

АНОТАЦІЯ

В огляді літератури представлено аналіз впровадження іноваційних цифрових технологій в практику охорони здоров'я. Обґрунтовано необхідність в скоординованих, міждисциплінарних підходах та стратегіях регулювання, оцінки та використання цифрових технологій, особливо в контексті надзвичайних ситуацій у сфері охорони здоров'я. Сформульовано основні етапи підвищення ефективності та результативності профілактики, спостереження та реагування у сфері громадського здоров'я на основі впровадження цифрових технологій. Встановлено, що для захисту здоров'я майбутніх поколінь, уряди, зацікавлені сторони та експерти повинні докласти спільних зусиль для створення відповідної технічної, правової та управлінської бази, сумісних систем та доступної медичної інформації завдяки доступу до медичних даних та обміну ними. Обґрунтовано, що всі зацікавлені сторони повинні продемонструвати політичні зобов'язання, створити нормативну та регуляторну базу, що підтримується технічною інфраструктурою та сталими фінансовими інвестиціями.

Література

1. Fahy N., Mauer N., Panteli D. From ideas to reality: an introduction to generating and implementing innovation in health systems. Copenhagen: European Observatory on Health Systems and Policies, WHO Regional Office for Europe; 2025.
2. MedTech Europe. The European Medical Technology Industry in figures 2021. MedTech Europe. <https://www.medtecheurope.org/wp-content/uploads/2021/06/medtech-europe-facts-and-figures-2021.pdf>
3. Kahn A. The Dynamics of Medical Device Innovation: An Innovator's Perspective. In: Gelijns AC, Halm EA, eds. The Changing Economics of Medical Technology. Washington (DC): National Academies Press. 1991. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK234310/>
4. Miller B.J., Blanks W., Yagi B. The 510(k) Third Party Review Program: Promise and Potential. *Journal of Medical Systems*. 2023. 47, 93. <https://doi.org/10.1007/s10916-023-01986-5>

5. Dreger M., Eckhardt H., Felgner S., Ermann H., Lantzsch H., Rombey T. et al. (2022). Implementation of innovative medical technologies in German inpatient care: patterns of utilization and evidence development. *Implementation Science*. 2021. 16(1), 94. <https://doi.org/10.1186/s13012-021-01159-3>.
6. Fahy N., Williams G.A. COVID-19 Health System Response Monitor Network. Use of digital health tools in Europe: Before, during and after COVID-19. Copenhagen: European Observatory on Health Systems and Policies (Policy Brief 42). 2021. <https://eurohealthobservatory.who.int/publications/i/use-of-digital-health-tools-in-europe-before-during-and-after-covid-19>
7. Marciniak-Nuqui Z., Fahy N., Marjanovic S. When IT Meets Medical Innovation: Regulatory and Policy Challenges for Software as a Medical Device. Available at: <https://www.rand.org/blog/2022/06/when-it-meets-medical-innovation-regulatory-and-policy.html>, accessed 9 January 2025.
8. Ludvigsen K., Nagaraja S., Daly A. When Is Software a Medical Device? Understanding and Determining the “Intention” and Requirements for Software as a Medical Device in European Union Law. *European Journal of Risk Regulation*. 2022. 13(1), 78-93. doi:10.1017/err.2021.45
9. Deloitte. A milestone for AI regulation: European Parliament approves new legal framework for artificial intelligence. 2023. <https://www2.deloitte.com/dl/en/pages/legal/articles/ki-verordnung-eu.html>
10. Peek N., Suján M., Scott P. Digital health and care in pandemic times: impact of COVID-19. *BMJ Health Care Inform*. 2020. 527, e100166.
11. Murray C.J.L., Alamro N.M.S., Hwang H., Lee U. Digital public health and COVID-19. *Lancet Public Health*. 2020. 55, 469-470.
12. Whitelaw S., Mamas M.A., Topol E., Spall H.G.C. V. Applications of digital technology in COVID-19 pandemic planning and response. *Lancet Digit Health*. 2020. 2, e435-e440.
13. Wong B. L. H., Maaß L., Vodden A., van Kessel R., Sorbello S., Buttigieg S., Odone A. The dawn of digital public health in Europe: Implications for public health policy and practice. *The Lancet Regional Health –Europe*. 2022. 14, 100316 <https://doi.org/10.1016/j.lanepe.2022.100316> Get rights and content
14. World Health Organization. Digital health. 2021. <https://www.euro.who.int/en/health-topics/Health-systems/digital-health>. Accessed 14 December 2021.
15. Odone A., Buttigieg S., Ricciardi W., Azzopardi-Muscat N., Staines A. Public health digitalization in Europe. *Eur J Public Health*. 2019. 29, 28-35.
16. Wienert J., Jahnel T., Maa L. What are Digital Public Health Interventions? First Steps Towards a Definition and an Intervention Classification Framework. *JMIR*. 2022. 31921.

17. Rosalia R.A., Wahba K., Milevska-Kostova N. How digital transformation can help achieve value-based healthcare: Balkans as a case in point. *Lancet Reg Health – Eur.* 2021. 54. <https://doi.org/10.1016/j.lanep.2021.100100>.
18. Wilson D., Sheikh A., Gorgens M., Ward K. Technology and Universal Health Coverage: Examining the role of digital health. 2021. 11, 12.
19. Darmann-Finck I., Rothgang H., Zeeb H. Digitalisierung und Gesundheitswissenschaften – White Paper Digital Public Health. *Gesundheitswesen.* 2020. 82, 620-622.
20. Zeeb H., Pigeot I., Schuz B. Leibniz-Wissenschafts Campus Digital Public Health Bremen. Digital Public Health – ein Überblick. *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz.* 2020. 63, 137-144.
21. Jahnel T., Schuz B. Partizipative Entwicklung von Digital-Public-Health-Anwendungen: Spannungsfeld zwischen Nutzerinnenperspektive und Evidenzbasierung. *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz.* 2020. 63, 153-159.
22. van Kessel R., Hrzic R., O’Nuallain E. et al. The digital health paradox: international policy perspectives to address the increased health inequalities for people living with disabilities. *J Med Internet Res.* 2022. doi:10.2196/33819.
23. Aiello A.E., Renson A., Zivich P.N. Social Media- and Internet-Based Disease Surveillance for Public Health. *Annu Rev Public Health.* 2020. 41, 101-118.
24. Shakeri Hossein Abad Z., Kline A., Sultana M. et al. Digital public health surveillance: a systematic scoping review. *Npj Digit Med.* 2021. 4, 1-13.
25. Rechel B., McKee M. Facets of Public Health in Europe. European Observatory on Health Systems and Policies Series. Maidenhead, UK: Open University Press; 2014.
26. Sonnier P. The fourth wave: Digital health – a new era of human progress. 2017. San Diego, California.
27. Wong B.L.H., Delgrange M., Nathan N.L. et al. The Association of Schools of Public Health in the European Region Statement on the Erosion of Public Health Systems. *Public Health Rev.* 2021. <https://doi.org/10.3389/phrs.2021.1604112>. 0.
28. Fahy N., Williams G.A. COVID-19 Health System Response Monitor Network. Use of digital health tools in Europe: before, during and after COVID-19. Copenhagen: European Observatory on Health Systems and Policies; 2021. <https://eurohealthobservatory.who.int/publications/i/use-of-digital-health-tools-in-europe-before-during-and-after-covid-19>.
29. WHO/Europe. HealthBuddy+. 2020. <https://healthbuddy.plus/index>. Accessed 12 December 2021.
30. Budd J., Miller B.S., Manning E.M. et al. Digital technologies in the public-health response to COVID-19. *Nat Med.* 2020. 26:1183-1192.

31. Catalan Department of Health. eConsult. 2020. <https://catsalut.gencat.cat/ca/serveis-sanitaris/la-meva-salut/>. Accessed 12 December 2021.
32. UK Research and Innovation. Over one million GP consultations using new app. 2020; published online Oct 28. <https://www.ukri.org/our-work/tackling-the-impact-of-covid-19/addressing-technological-challenges/over-one-million-gp-consultations-using-new-app/>. Accessed 14 December 2021.
33. Negreiro M. The rise of digital health technologies during the pandemic. Brussels: European Parliament; 2021.
34. Freeman D., Haselton P., Freeman J. et al. Automated psychological therapy using immersive virtual reality for treatment of fear of heights: a single-blind, parallel-group, randomised controlled trial. *Lancet Psychiatry*. 2018. 5, 625-632.
35. Buntrock C., Ebert D.D., Lehr D. et al. Effect of a Web-Based Guided Self-help Intervention for Prevention of Major Depression in Adults With Subthreshold Depression: a Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2016. 315,1854-1863.
36. inDemand. MENU DO: mobile digital technologies to treat childhood obesity through education, motivation and adherence. 2020 https://www.indemandhealth.eu/wp-content/uploads/2020/11/INDEMANDSTORIES_MENU DO-1.pdf. Accessed 12 December 2021.
37. Ming L.C., Untong N., Aliudin N.A. et al. Mobile health apps on COVID-19 launched in the early days of the pandemic: content *analysis and review*. *JMIR MHealth UHealth*. 2020. 8, e19796.
38. Jähnel T., Kernebeck S., Bobel S. et al. Contact-Tracing-Apps als unterstützende Maßnahme bei der Kontaktpersonennachverfolgung von COVID-19. *Gesundheitswesen Bundesverb Ärzte Öffentlichen Gesundheitsdienstes Ger*. 2020. 82, 664-669.
39. Hernandez-Garcia I., Gimenez-Julvez T. Assessment of Health Information About COVID-19 Prevention on the Internet: Infodemiological Study. *JMIR Public Health Surveill*. 2020. 6, e18717.
40. Palermo T.M., de la Vega R., Murray C., Law E., Zhou C. A digital health psychological intervention (WebMAP Mobile) for children and adolescents with chronic pain: results of a hybrid effectiveness implementation stepped-wedge cluster randomized trial. *PAIN*. 2020.161, 2763-2774.
41. Marvel F.A, Spaulding E.M., Lee M.A. Digital Health Intervention in Acute Myocardial Infarction. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*. 2021. 14, e007741.
42. Redfern J., Coorey G., Mulley J. et al. A digital health intervention for cardiovascular disease management in primary care (CONNECT) randomized controlled trial. *Npj Digit Med*. 2020. 3, 1-9.

43. Greenhalgh T., Robert G., Macfarlane F., Bate P., Kyriakidou O. Diffusion of innovations in service organizations: systematic review and recommendations. *Milbank Q.* 2004. 82, 581-629.
44. Greenhalgh T., Wherton J., Papoutsis C. et al. Beyond adoption: a new framework for theorizing and evaluating nonadoption, abandonment, and challenges to the scale-Up, spread, and sustainability 49 of health and care technologies. *J Med Internet Res.* 2017. 19, e8775.
45. Ross J., Stevenson F., Lau R., Murray E. Factors that influence the implementation of e-health: a systematic review of systematic 50 reviews (an update). *Implement Sci.* 2016. 1,146.
46. Sbayou M., Zacharewicz G., Bouanan Y., Vallespir B. BPMN coordination and devs network architecture for healthcare organizations. *Int J Priv Health Inf Manag.* 2019. 7, 103-115.
47. van Kessel R., Wong B.L.H., Rubinic I., O’Nuallain E., Czabanowska K. Is Europe prepared to go digital? Making the case for developing digital capacity: an exploratory analysis of Eurostat survey data. *PLOS Digit Health.* 2022. <https://doi.org/10.1371/journal.pdig.0000013>. published online Forthcoming.
48. Lefebvre R.C., Bornkessel A.S. Digital Social Networks and Health. *Circulation.* 2013. 127, 1829-1836.
49. Swiatek B. Social Networking: the Future of Digital Healthcare. *Clouds.* 2018. published online April 23; <https://10clouds.com/53blog/web/digital-healthcare-social-networking/>
50. Mazzucato M. Mission Economy: A Moonshot Guide to Changing Capitalism. 1st edn Allen Lane; 2021.
51. Honeyman M., Maguire D., Evans H., Davies A. Digital technology and health inequalities: a scoping review. Cardiff: Public Health Wales NHS Trust; 2020.
52. Wong B.L.H., Khurana M.P., Smith R.D. et al. Harnessing the digital potential of the next generation of health professionals. *Hum Resour Health.* 2021. 19, 50.
53. Wong B.L.H., Siepmann I., Chen T.T. et al. Rebuilding to shape a better future: the role of young professionals in the public health 56 workforce. *Hum Resour Health.* 2021. 19, 82.
54. Wong B.L.H., Smith R.D., Siepmann I., Hasse A., Tandon S. Youth engagement in digital health: a critical perspective towards meaningful youth agency in governance. *MMS Bull.* 2021. 157. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.17285477.v1>.
55. IEEE Standard Computer Dictionary: A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries. *IEEE Std.* 1991. 610, 1-217.

56. Lehne M., Sass J., Essenwanger A., Schepers J., Thun S. Why digital medicine depends on interoperability. *Npj Digit Med.* 2019. 2,1-5.
57. Kolasa K., Kozinski G. How to value digital health interventions? a systematic literature review. *Int J Environ Res Public Health.* 2020. 17, 2119.
58. European Commission. General Data Protection Regulation. 2016 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32016R0679>. Accessed 14 December 2021.
59. Bincoletto G. Data protection issues in cross-border interoperability of Electronic Health Record systems within the European Union. *Data Policy.* 2020. 2, e3.
60. Hutchings R., Scobie S., Edwards N. Fit for the future: what can the NHS learn about digital health care from other European countries? London: Nuffield Trust; 2021. <https://www.nuffieldtrust.org.uk/files/2021-11/international-digital-policy-review-web.pdf>. Accessed 10 December 2021.
61. United nations committee on the rights of the child. General comment on children's rights in relation to the digital environment.2021. <https://www.ohchr.org/EN/HRBodies/CRC/Pages/GCChil>
62. Terre des hommes. #CovidUnder19. 2021. <https://www.tdh.ch/en/projects/covidunder19>.
63. Wong B.L.H., Gray W., Holly L. The future of health governance needs youth voices at the forefront. *The Lancet.* 2021. 1-2.
64. Wong B.L.H., Gray W., Georges Stevens E.A. et al. The lancet-financial times commission governing health futures 2030: growing up in a digital world youth statement + call for action. Geneva, Switzerland: The Lancet and Financial Times Commission on Governing health futures 2030: Growing up in a digital world; 2021. https://els-jbs-prod-cdn.jbs.elsevierhealth.com/pb-assets/Lancet/stories/commissions/governing-health-futures-2030/GHFutures2030_Youth_Statement-1634917151153.pdf.
65. Jeyaraman D., Chandan J.S. Digital public health: a hopeful strategy to tackle the surge in domestic violence. *Lancet Public Health.* 2020, 5:e578.
66. Kickbusch I., Piselli D., Agrawal A. et al. The Lancet and Financial Times Commission on governing health futures 2030: growing up in a digital world. *The Lancet.* 2021. 398, 1727-1776.

Information about the authors:

Hushchuk Ihor Vitaliiovich,

<https://orcid.org/0000-0002-8075-9388>

Doctor of Medical Sciences, Professor,

Head of the Department of Public Health and Physical Education

The National University of Ostroh Academy

2, Seminarska street, Ostroh, 35800, Ukraine

Mokienko Andriy Viktorovich,

<https://orcid.org/0000-0002-4491-001X>

Doctor of Medical Sciences, Senior Research Fellow,
Associate Professor at the Department of Public Health
and Physical Education

The National University of Ostroh Academy
2, Seminarska street, Ostroh, 35800, Ukraine

Vivsiannyk Oleg Mykhailovich,

<https://orcid.org/0000-0003-2441-9992>

Candidate of Sciences in Public Administration
Director of the Department of Civil Protection and Health Protection
Rivne Regional Administration
38, July 16 street, Rivne, 33028, Ukraine