



Co-funded by
the European Union

РОЗВИТОК ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ: ПРАКТИКИ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ

МОНОГРАФІЯ





Co-funded by
the European Union

DIGITAL COMPETENCE DEVELOPMENT: EUROPEAN UNION PRACTICES

MONOGRAPH



Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет

Гриценко К. Г., Яценко В. В., Островський О.О.

РОЗВИТОК ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ: ПРАКТИКИ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ

Монографія

Рекомендовано вченою радою Сумського державного університету

Суми
Сумський державний університет
2026

УДК 330.342.24:004.9:37(4-67ЄС)

Авторський колектив:

К. Г. Гриценко, кандидат технічних наук;

В. В. Яценко, кандидат технічних наук;

О. О. Островський, аспірант кафедри економічної кібернетики

Рецензенти:

О. Ю. Чигрин – докторка економічних наук, професорка, доцентка кафедри маркетингу Сумського державного університету (м. Суми);

С. В. Агаджанова – кандидатка технічних наук, доцентка, доцентка кафедри кібернетики та інформатики Сумського національного аграрного університету (м. Суми)

*Рекомендовано до видання вченою радою
Сумського державного університету як монографія
(протокол № 4 від 12 листопада 2026 року)*

Розвиток цифрової компетентності : практики Європейського Союзу : монографія / К. Г. Гриценко, В. В. Яценко, О. О. Островський. – Суми : Сумський державний університет, 2026. – 232 с.

Монографія присвячена дослідженню практик Європейського Союзу щодо розвитку цифрової компетентності, систематизації відповідних стратегічних, методологічних і нормативно-правових інструментів, визначенню особливостей інтеграції компетенцій у сфері штучного інтелекту до сучасних рамок цифрової компетентності та розробленню методологічних підходів до оцінювання взаємозв'язків між цифровізацією суспільства, освітою, економічною трансформацією та безпекою.

Монографію підготовлено в рамках проєкту Еразмус+ напряду Жан Моне (Модуль 101127435 – EU_DIGIT «Розвиток цифрових компетентностей фахівців цифрової економіки та бізнес-лідерів: кращі європейські практики для України». Фінансується Європейським Союзом. Однак висловлені погляди та думки належать лише авторам і не обов'язково відображають погляди Європейського Союзу чи Європейського виконавчого агентства з освіти та культури (EACEA). Ні Європейський Союз, ні EACEA не можуть нести відповідальність за них.

Монографія призначена для науковців, викладачів, студентів закладів вищої освіти, аспірантів, докторантів, фахівців з питань цифрової трансформації та інших зацікавлених осіб.

УДК 330.342.24:004.9:37(4-67ЄС)

© Сумський державний університет, 2026

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1 ІНСТРУМЕНТИ РОЗВИТКУ ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ В ЄВРОПЕЙСЬКОМУ СОЮЗІ.....	14
1.1 Еволюція політики Європейського Союзу в сфері розвитку цифрової компетентності	14
1.2 Європейська рамка цифрової компетентності громадян DigComp	19
1.3 План дій цифрової освіти в ЄС 2021-2027	22
1.4 Програма Digital Europe як інструмент розвитку цифрової компетентності в Європейському Союзі	25
1.5 Бібліометричний аналіз дослідницького поля цифрової компетентності	28
1.6 Оцінювання розвитку цифрової компетентності в державих-членах ЄС на основі показників DESI.....	53
1.7 Показники вимірювання використання платформ для корпоративної співпраці.....	87
РОЗДІЛ 2 ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК НАСКРІЗНИЙ ВИМІР ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ: УЗГОДЖЕННЯ РАМОК DIGCOMP 3.0, ІІІ-ГРАМОТНОСТІ ТА ЄВРОПЕЙСЬКОГО РЕГУЛЮВАННЯ.....	98
2.1 Поняттєві та методологічні засади ІІІ-виміру цифрової компетентності	101
2.2 Наскрізна інтеграція штучного інтелекту в рамці цифрової компетентності громадян DigComp 3.0	109
2.3 Узгодження рамки DigComp 3.0 і рамки AILit... ..	119
2.4 Європейське регулювання та інституційна відповідальність за ІІІ-грамотність.....	130
2.5 Оцінювання ІІІ-компетентності.....	139
РОЗДІЛ 3 ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ОСВІТИ ТА СУСПІЛЬСТВА НА ЕКОНОМІЧНІ ТРАНСФОРМАЦІЇ Й БЕЗПЕКУ	153

3.1 Концептуалізація взаємозв'язків цифровізації, економічних трансформацій і безпеки.....	153
3.2 Формування системи показників та інтегральне оцінювання складових цифрової трансформації	158
3.3 Оцінювання системної узгодженості та типологізація країн за параметрами цифрової трансформації.....	164
3.4 Моделювання впливу цифровізації освіти та суспільства на економічні трансформації й безпеку	168
3.5 Міжгрупова неоднорідність і часові механізми впливу цифровізації	174
3.6 Формування диференційованих пріоритетів цифрової політики та системи моніторингу.....	177
ВИСНОВКИ	181
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	191
ДОДАТКИ	209

ВСТУП

Цифрова трансформація суспільства та економіки є одним із визначальних чинників сучасного соціально-економічного розвитку. Поширення цифрових технологій, платформних рішень, інструментів штучного інтелекту, автоматизованих систем управління та електронних сервісів змінює способи створення й поширення знань, організацію освітнього процесу, функціонування ринку праці, моделі взаємодії між громадянами, бізнесом і державою. За таких умов цифрова компетентність набуває значення не лише індивідуальної здатності ефективно використовувати інформаційно-комунікаційні технології, а й важливої передумови економічної конкурентоспроможності, соціальної інклюзії, інноваційного розвитку та інформаційної безпеки.

Водночас цифровізація не гарантує автоматичного підвищення добробуту й ефективності суспільних процесів. Результати впровадження цифрових технологій значною мірою залежать від рівня цифрової компетентності населення, якості освіти, готовності організацій до технологічних змін, доступності цифрової інфраструктури та узгодженості державної політики. Недостатній розвиток цифрових навичок, нерівномірність доступу до цифрових ресурсів, обмежені можливості професійного навчання та відмінності між соціальними групами й територіями можуть посилювати цифрову нерівність. Особливої актуальності ці питання набувають у контексті поширення штучного інтелекту, який створює нові можливості для навчання, праці й управління, але водночас актуалізує проблеми достовірності інформації, захисту персональних даних, алгоритмічної упередженості, відповідального використання цифрових технологій і цифрової безпеки.

Європейський Союз сформував комплексний підхід до розвитку цифрової компетентності, який поєднує стратегічні документи, рамки компетентностей, освітні ініціативи, програми фінансування та нормативно-правові механізми. Важливе місце в цій системі посідає Європейська рамка цифрової компетентності громадян DigComp, яка забезпечує спільну концептуальну основу для визначення, оцінювання та розвитку цифрової компетентності. Її доповнюють інструменти підтримки цифрової трансформації освіти, зокрема рамка цифрової компетентності педагогів DigCompEdu та онлайн-інструмент Європейської комісії для самооцінки закладів освіти SELFIE, а також такі стратегічні й програмні ініціативи, як Європейський План дій із цифрової освіти на 2021-2027 роки, програма Digital Europe і політичні орієнтири Цифрового десятиліття Європейського Союзу.

Розвиток цифрової компетентності в Європейському Союзі відбувається в умовах постійного оновлення технологічного середовища. Зокрема, поширення систем штучного інтелекту зумовлює необхідність розширення традиційного розуміння цифрової компетентності та включення до неї здатності критично оцінювати результати роботи таких систем, розуміти їхні можливості та обмеження, відповідально застосовувати інструменти штучного інтелекту й усвідомлювати пов'язані з ними етичні та правові ризики. Це актуалізує питання співвідношення цифрової компетентності та грамотності у сфері штучного інтелекту, узгодження відповідних рамок і визначення методів оцінювання сформованості необхідних знань, умінь і ставлень.

Важливим напрямом дослідження є оцінювання цифрової компетентності на рівні країн і визначення її взаємозв'язків з освітою, економічними трансформаціями та безпекою. Відмінності в освітніх системах, цифровій

інфраструктурі, інституційному середовищі та рівнях технологічної готовності зумовлюють потребу в комплексних підходах до оцінювання, які мають враховувати не лише окремі показники цифровізації, а й взаємодію між суспільними, освітніми, економічними та безпековими чинниками.

Для України вивчення практик Європейського Союзу має особливе значення у зв'язку з європейським вектором розвитку, необхідністю модернізації системи освіти, цифрової трансформації економіки та державного управління, а також посилення стійкості суспільства в умовах безпекових викликів. Адаптація європейського досвіду потребує не механічного перенесення окремих інструментів, а системного аналізу їхніх цілей, методологічних засад, механізмів реалізації та можливостей застосування з урахуванням національного контексту. Важливим є також формування доказової основи для визначення пріоритетів цифрової політики, оцінювання її результативності та узгодження освітніх ініціатив із потребами суспільства й економіки.

Актуальність теми монографії визначається необхідністю комплексного дослідження європейських практик розвитку цифрової компетентності, уточнення методологічних підходів до її оцінювання, аналізу нових вимог, пов'язаних зі штучним інтелектом, а також емпіричного вивчення взаємозв'язків між цифровізацією суспільства, освітою, економічними трансформаціями та безпекою. Такий підхід дає змогу розглядати цифрову компетентність як багатовимірне явище, розвиток якого залежить від узгодженої взаємодії індивідуальних, освітніх, технологічних та інституційних чинників.

Об'єктом дослідження є процеси розвитку цифрової компетентності в умовах цифрової трансформації суспільства, освіти та економіки. Предметом дослідження є

стратегічні, методологічні, освітні, нормативно-правові й аналітичні інструменти розвитку та оцінювання цифрової компетентності в Європейському Союзі, а також методи дослідження її взаємозв'язків із цифровізацією суспільства, економічною трансформацією та безпекою.

Методологічну основу дослідження становлять системний, міждисциплінарний і порівняльний підходи, які забезпечують комплексне вивчення цифрової компетентності як складного соціально-економічного явища. Системний підхід використано для аналізу взаємозв'язків між цифровою компетентністю, освітою, суспільними процесами та економічним розвитком. Історико-логічний метод дав змогу дослідити еволюцію політики Європейського Союзу у відповідній сфері. Порівняльний аналіз застосовано для зіставлення європейських рамок компетентностей, стратегій та інструментів цифрової трансформації. Методи бібліометричного аналізу використано для дослідження динаміки й тематичної структури наукових публікацій. Методи статистичного аналізу, нормалізації показників, інтегрального оцінювання та типологізації країн застосовано для комплексної характеристики цифрового розвитку й особливостей узгодженості його складових. Економетричні методи, зокрема панельне моделювання, використано для дослідження взаємозв'язків між цифровізацією суспільства, освітою, економічними трансформаціями та безпекою. Перевірку чутливості результатів до альтернативних специфікацій моделей спрямовано на оцінювання стійкості отриманих висновків.

Інформаційну основу дослідження становлять стратегічні документи, рамки компетентностей, програмні та нормативно-правові акти Європейського Союзу, наукові публікації, бібліометричні дані, статистичні показники цифрового розвитку та інші аналітичні матеріали.

Застосування різних типів джерел дає змогу поєднати аналіз нормативно-інституційних засад цифрової політики з емпіричним дослідженням її контексту та результатів.

Наукова спрямованість дослідження конкретизується в таких напрямках:

- систематизація еволюції стратегічних і методологічних інструментів Європейського Союзу у сфері розвитку цифрової компетентності;

- формування аналітичного підходу до узгодження компетенцій рамки цифрової компетентності DigComp 3.0 з відповідними елементами грамотності у сфері штучного інтелекту та положеннями нормативно-правового регулювання;

- поєднання інтегрального оцінювання цифрового розвитку країн, аналізу узгодженості його складових і типологізації країн за досліджуваними характеристиками;

- емпіричне дослідження взаємозв'язків між цифровізацією суспільства, освітніми чинниками, економічними трансформаціями та безпекою з урахуванням міжкраїнних відмінностей, часового виміру й чутливості результатів до специфікацій моделей;

- обґрунтування диференційованого підходу до визначення пріоритетів цифрової політики залежно від особливостей цифрового та освітнього розвитку країн.

Практичне значення результатів дослідження полягає в можливості їх використання під час розроблення й удосконалення політики розвитку цифрової компетентності, модернізації освітніх програм, визначення підходів до оцінювання цифрової і пов'язаної зі штучним інтелектом компетентностей, а також формування систем моніторингу цифрової трансформації. Запропоновані підходи можуть бути корисними для закладів вищої освіти, органів державного управління, аналітичних установ і дослідників, які працюють над проблемами цифрової

економіки, освітньої політики та цифрової інклюзії. Матеріали монографії також можуть застосовуватися в освітньому процесі під час викладання дисциплін, пов'язаних із цифровою трансформацією, інформаційними системами, аналітикою даних та європейською інтеграцією.

Особливе практичне значення результати дослідження мають для України, оскільки дають змогу розглядати європейський досвід як основу для обґрунтованого вибору інструментів цифрової політики, а не як набір універсальних рішень, придатних для механічного відтворення. Урахування відмінностей між країнами, взаємозв'язків між освітою та цифровізацією суспільства сприяє формуванню більш зважених рекомендацій щодо розвитку цифрової компетентності в національному контексті.

Структура монографії визначається логікою дослідження й охоплює три розділи, кожен із яких розкриває окремий, взаємопов'язаний аспект проблеми.

У першому розділі досліджено еволюцію європейської політики у сфері розвитку цифрової компетентності, зміст і роль рамки DigComp, освітні ініціативи та програмні інструменти Європейського Союзу. Розглянуто результати бібліометричного аналізу досліджень цифрової компетентності, підходи до оцінювання цифрового розвитку країн, а також показники використання цифрових інструментів у корпоративному середовищі.

Другий розділ присвячено дослідженню взаємозв'язку між цифровою компетентністю та грамотністю у сфері штучного інтелекту. У ньому розглянуто відповідні європейські рамки, можливості їх узгодження, нормативно-правовий контекст і методологічні підходи до оцінювання компетенцій, необхідних для критичного, ефективного та відповідального використання систем штучного інтелекту.

У третьому розділі розглянуто інтегральні показники, узгодженість напрямів цифрового розвитку, типологізацію країн і результати панельного моделювання взаємозв'язків між цифровізацією суспільства, освітою, економічними трансформаціями та безпекою. На цій основі визначено особливості відмінностей між групами країн і можливості диференційованого формування пріоритетів цифрової політики.

Монографія спрямована на формування цілісного уявлення про розвиток цифрової компетентності в Європейському Союзі – від стратегічних і методологічних засад до нових вимог, пов'язаних зі штучним інтелектом, та аналізу зв'язків цифрової компетентності з процесами цифрової трансформації. Поєднання концептуального, порівняльного й емпіричного підходів дає змогу поглибити розуміння чинників цифрового розвитку та сформувати аналітичну основу для обґрунтування рішень у сфері освіти, економіки й державної цифрової політики.

Окремі розділи монографії підготували: розділ 1, вступ та висновки – кандидат технічних наук, доцент Гриценко К.Г.; розділ 2 – кандидат технічних наук, доцент Яценко В.В.; розділ 3 – аспірант кафедри економічної кібернетики Островський О.О.

Монографію підготовлено в рамках проекту Еразмус+ напряму Жан Моне (Модуль) 101127435 – EU_DIGIT «Розвиток цифрових компетентностей фахівців цифрової економіки та бізнес-лідерів: кращі європейські практики для України». Фінансується Європейським Союзом. Однак висловлені погляди та думки належать лише авторам і не обов'язково відображають погляди Європейського Союзу чи Європейського виконавчого агентства з освіти та культури (EACEA). Ні Європейський Союз, ні EACEA не можуть нести відповідальність за них.

РОЗДІЛ 1

ІНСТРУМЕНТИ РОЗВИТКУ ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ В ЄВРОПЕЙСЬКОМУ СОЮЗІ

1.1 Еволюція політики Європейського Союзу в сфері розвитку цифрової компетентності

Формування політики ЄС у сфері розвитку цифрової компетентності має тривалу еволюцію, яка розпочалася наприкінці 1990-х років із заходів щодо поширення комп'ютерної грамотності та доступу до інформаційно-комунікаційних технологій. Надалі політика ЄС поступово трансформувалася від забезпечення технічного доступу до цифрових технологій до комплексного розвитку цифрової компетентності громадян, педагогів, працівників цифрової економіки та ІТ-фахівців. Важливими етапами цього процесу стали такі європейські ініціативи, як eEurope, eLearning Programme, Digital Agenda for Europe, створення DigComp, Digital Skills and Jobs Coalition, Digital Education Action Plan, Digital Decade та Digital Europe Programme. До основних етапів еволюції політики ЄС у сфері розвитку цифрової компетентності відносяться такі.

Комп'ютерна грамотність (1999-2003 рр.) – започаткування політики розвитку цифрової компетентності, забезпечення доступу до комп'ютерів та Інтернет, насамперед у закладах освіти. Відправною точкою сучасної політики ЄС у сфері розвитку цифрової компетентності можна вважати ініціативу eEurope [29], започатковану Європейською Комісією у 1999 році. Комп'ютерна грамотність розглядалася Європейською Комісією як одна з базових навичок молодих європейців, а заклади освіти мали отримати доступ до Інтернет та мультимедійних ресурсів.

Важливим кроком переходу ЄС до масової цифрової грамотності стала ініціатива eLearning [30]. У 2001 році Європейська Комісія визначила розвиток цифрової

грамотності як важливий компонент модернізації освіти. План дій eLearning передбачав не лише підключення закладів освіти до Інтернет, а й підготовку педагогів та інтеграцію ІТ у освітні програми [31]. Зокрема, передбачалося, що до кінця 2003 року всі випускники шкіл повинні мати можливість набути цифрову грамотність, а працівники – отримувати відповідні можливості через систему навчання впродовж життя. Таким чином, на цьому етапі цифрові навички переважно трактувалися як уміння користуватися комп'ютером та Інтернет.

Цифрова грамотність (2004-2009 рр.) – формування спеціальних програм розвитку цифрової грамотності. На цьому етапі особливе значення мала програма eLearning, розрахована на період 2004-2006 років [44]. Вона розглядала цифрову грамотність як одну з основних компетентностей, необхідних для активної участі людини в суспільстві знань. Заходи програми eLearning були спрямовані, зокрема, на поширення передового досвіду, забезпечення доступу до навчальних ресурсів для соціально вразливих груп та подолання цифрового розриву.

Професійні цифрові навички (2010-2015 рр.) – розгляд цифрової компетентності як фактора зайнятості та соціальної інклюзії. У 2010 році Європейською Комісією було представлено Digital Agenda for Europe – один із ключових компонентів стратегії соціально-економічного розвитку Europe 2020 [32]. У ній цифрова грамотність та цифрова інклюзія були виокремлені в самостійний напрям політики ЄС. Європейська Комісія акцентувала увагу не лише на цифрових навичках населення, а й на дефіциті ІТ-фахівців, необхідності розвитку професійних цифрових навичок та подолання нерівності доступу до цифрових можливостей. Таким чином, цифрові навички почали розглядатися не лише як освітня категорія, а й як фактор

зайнятості, конкурентоспроможності та соціальної інтеграції.

У 2013 році Об'єднаний дослідницький центр Європейської Комісії (Joint Research Centre, JRC) представив DigComp – європейську рамку цифрової компетентності громадян (European Digital Competence Framework for Citizens). Цей документ став важливим методологічним переходом від розуміння цифрових навичок як сукупності технічних умінь до комплексного поняття цифрової компетентності. Перша версія рамки DigComp була опублікована у 2013 році. Подальші оновлення відбулися у 2016, 2017, 2022 та 2025 роках. Сьогодні рамка DigComp є базовим європейським орієнтиром для формування, оцінювання та розвитку цифрової компетентності громадян.

Цифровізація освіти (2016-2021 pp.) – формування європейських рамок цифрової компетентності DigComp, DigCompEdu та підтримка цифрової освіти як системний напрям політики ЄС. У 2016 році Європейська Комісія започаткувала коаліцію Digital Skills and Jobs [33], створення якої означало подальший перехід від окремих освітніх проєктів до широкого партнерства держав-членів ЄС, підприємств, соціальних партнерів, громадських організацій та освітніх установ. Коаліція охопила такі основні групи потреб, як: цифрові навички громадян; цифрові навички працівників; поглиблені цифрові навички ІТ-фахівців; цифрові навички в освіті. Оновлення рамки цифрової компетентності громадян DigComp 2.0 у 2016 році визначило п'ять основних сфер та 21 компетенцію [129], а рамка цифрової компетентності громадян DigComp 2.1 у 2017 році додала вісім рівнів володіння цифровими компетенціями [128]. Паралельно у 2017 році було представлено рамку цифрової компетентності DigCompEdu (European Framework for the Digital Competence of

Educators), орієнтовану на цифрову компетентність педагогів [100].

Пандемія COVID-19 значно посилила значення цифрових технологій в освіті та продемонструвала необхідність системного розвитку цифрової компетентності учнів, студентів, педагогів і дорослого населення. У відповідь на ці виклики Європейська Комісія затвердила Digital Education Action Plan 2021-2027, який сформував комплексний підхід до цифрової трансформації освіти, зосереджений на таких стратегічних пріоритетах, як створення високоефективної цифрової освітньої екосистеми та розвиток цифрової компетентності для цифрової трансформації [24]. У цей же період було створено програму Digital Europe 2021-2027, яка передбачає підтримку поглиблених цифрових навичок, зокрема у сферах штучного інтелекту (ШІ), аналізу даних, високопродуктивних обчислень, кібербезпеки та інших передових цифрових технологій [40].

Комплексна цифрова компетентність (2022-2026 рр.) – встановлення цільових показників програми Digital Decade 2030, розвиток поглиблених цифрових навичок, інтеграція ШІ, кібербезпеки, цифрового добробуту та відповідального використання цифрових технологій. Прийняття програми Digital Decade 2030 стало новим етапом розвитку європейської політики в сфері розвитку цифрової компетентності [22]. Цифрові навички були включені до основних напрямів цифрової трансформації ЄС. До 2030 року ЄС поставив амбітну ціль забезпечити щонайменше 80% населення віком 16-74 роки базовим рівнем цифрових навичок, а також збільшити кількість ІТ-фахівців до 20 млн із одночасним забезпеченням гендерного балансу.

У 2023 році Рада ЄС ухвалила рекомендацію щодо покращення стану забезпечення цифровими навичками, яка

спрямована на посилення розвитку цифрових навичок на всіх рівнях освіти та професійної підготовки [17]. Особлива увага приділяється наскрізному формуванню цифрових компетенцій у різних навчальних дисциплінах, оцінюванню цифрових навичок, підготовці педагогів, обчислювальному мисленню, а також розвитку цифрових компетенцій у сферах ІІІ та кібербезпеки.

У 2025 році Європейська Комісія представила п'яту версію рамки цифрової компетентності громадян DigComp 3.0 [16]. У ній збережено загальну структуру рамки цифрової компетентності громадян DigComp, але оновлено формулювання цифрових компетенцій, рівнів володіння ними та результатів навчання. Важливою особливістю рамки цифрової компетентності громадян DigComp 3.0 стала наскрізна інтеграція цифрових компетенцій, пов'язаних з ІІІ, що відображає зміну технологічного середовища та зростання ролі генеративного ІІІ в освіті, праці й повсякденному житті. Таким чином, цифрова компетентність стала не лише інструментом освітньої політики, а одним із вимірюваних показників цифрової трансформації ЄС.

Політика ЄС у сфері розвитку цифрової компетентності пройшла шлях від забезпечення доступу до інформаційно-комунікаційних технологій до формування комплексної системи цифрової компетентності, яка охоплює освіту, зайнятість, соціальну інклюзію, громадянську активність, цифрову безпеку та здатність людини ефективно взаємодіяти з новими технологіями, зокрема ІІІ. Ця еволюція демонструє поступове перетворення цифрової компетентності з допоміжної навички на один із фундаментальних чинників людського капіталу та цифрової трансформації європейської економіки і суспільства.

1.2 Європейська рамка цифрової компетентності громадян DigComp

Цифрові технології є головною рушійною силою зростання продуктивності, конкурентоспроможності та інноваційного потенціалу країни [10]. Цифровізація відкриває великі можливості для економічного зростання країни, а також покращення умов праці її працівників [6]. Водночас вона несе з собою нові виклики, впливаючи як на існуючі, так і на новостворені робочі місця, що передбачають роботу з цифровими технологіями [133]. Розвиток глобального суспільства, заснованого на знаннях, та швидка інтеграція цифрових технологій вимагають набуття нових цифрових навичок, необхідних для здійснення поточної діяльності [81, 123].

У зв'язку зі змінами на ринку праці, цифрові навички розглядаються як важливі навички XXI століття, особливо для пошуку та оцінювання інформації, вирішення проблем та розвитку ідей [123]. Сьогодні людський капітал розглядається як ключ до ефективної цифрової трансформації, оскільки він може стимулювати сталий розвиток, коли люди використовують цифрові технології як у своїй професійній діяльності, так і в особистому житті [133]. Якщо немає рівного доступу до цифрових технологій або рівних можливостей для поглиблення цифрових навичок, цифрова трансформація може поглибити існуючу нерівність на ринку праці [98].

Цифрові навички позитивно корелюють з доходом людини [73]. Щоб полегшити цифровий перехід та скористатися його перевагами, людям потрібний широкий набір цифрових навичок [37]. Щоб повною мірою скористатися перевагами цифрових технологій, людина повинна демонструвати широкий спектр складних когнітивних, моторних, соціологічних та емоційних навичок. Без цих навичок існує ризик виключення [71].

У цьому контексті виникає поняття цифрової грамотності, яка є більшим, ніж просто здатністю ефективно використовувати цифрові ресурси. Зокрема, науковці вважають, що опанування цифрових навичок ХХІ століття вимагає такого [123]:

- опанування програмних застосунків для вирішення когнітивних завдань на роботі;

- навички, що не передбачають використання програмних застосунків;

- навички, що підтримують процеси мислення вищого порядку;

- навички, пов'язані з когнітивними процесами, що підтримують безперервне навчання працівників.

Цифрові навички повинні бути частиною освітньої політики [119]. Студенти усвідомлюють переваги використання цифрових технологій як засобу навчання та пізніше приносять ці позитивні сторони з собою на ринок праці [28]. У майбутньому буде потреба в більшій увазі, рефлексії та інтеграції поняття мереж підтримки та можливості обміну різними знаннями та ресурсами [60]. Навички, що підтримують процеси мислення вищого порядку, необхідно розвивати протягом тривалого періоду часу, і освіта відіграє ключову роль у цьому процесі.

Розвиток цифрової компетентності населення є одним із системних напрямів цифрової політики ЄС. Європейський підхід ґрунтується на розумінні того, що цифрова трансформація економіки та суспільства неможлива без відповідної підготовки громадян, працівників, підприємців, педагогів і чиновників державного управління. Тому цифрова компетентність розглядається ЄС не лише як здатність користуватися інформаційно-комунікаційними технологіями, а як сукупність знань, умінь, ставлень і практик, необхідних для впевненого, критичного, відповідального та безпечного

використання цифрових технологій у навчанні, професійній діяльності та суспільному житті. Саме таке розуміння покладено в основу рамки цифрової компетентності громадян DigComp, що використовується для формування єдиного європейського розуміння цифрової компетентності та створення спільної термінологічної й методичної основи для держав-членів ЄС.

Європейська рамка цифрової компетентності громадян DigComp охоплює такі основні сфери цифрової компетентності [16]:

1) інформаційна та дата-грамотність – пошук, оцінювання, зберігання, організація та управління інформацією і даними;

2) комунікація та співпраця – використання цифрових технологій для взаємодії, участі в суспільстві та спільної діяльності;

3) створення цифрового контенту – розроблення та редагування цифрового контенту, програмування, робота з авторським правом і ліцензіями;

4) безпека – захист пристроїв, персональних даних, приватності, здоров'я та навколишнього середовища;

5) розв'язання проблем – виявлення технологічних проблем, вибір цифрових інструментів, їх адаптація та використання для створення інноваційних рішень.

Важливою особливістю європейського підходу є поєднання розвитку цифрової компетентності з її оцінюванням. ЄС використовує відповідні інструменти для оцінювання цифрових навичок громадян і здобувачів освіти. Це дозволяє визначати цифрові розриви між соціальними групами, поколіннями та країнами.

Використання громадянами цифрових пристроїв не гарантує автоматичного формування у них високого рівня цифрової компетентності. Необхідні систематичне навчання та оцінювання набутих цифрових навичок.

У цьому контексті оцінювання виконує не лише статистичну функцію. Воно використовується як інструмент державної цифрової політики, оскільки результати оцінювання дозволяють визначити дефіцит цифрової компетентності та сформулювати цільову програму навчання.

1.3 План дій цифрової освіти в ЄС 2021-2027

Одним із основних інструментів розвитку цифрової компетентності в ЄС є План дій цифрової освіти 2021-2027 (Digital Education Action Plan, DEAP), що визначає спільне бачення якісної, інклюзивної та доступної цифрової освіти в ЄС й містить два стратегічні пріоритети та 14 конкретних дій [24].

Перший пріоритет стосується створення високоефективної цифрової освітньої екосистеми. Він охоплює розвиток цифрової інфраструктури, підключення закладів освіти до швидкісного Інтернету, цифрове обладнання, цифровий контент, розвиток організаційної спроможності закладів освіти, змішані форми навчання та підтримку цифрової трансформації освітніх установ.

Другий пріоритет безпосередньо спрямований на розвиток цифрової компетентності громадян. Він передбачає розвиток базової цифрової грамотності з раннього віку, удосконалення освіти в сфері інформатики, розвиток поглиблених цифрових навичок, підвищення цифрової компетентності педагогів, формування медіаграмотності та протидію дезінформації.

Особливістю DEAP є його комплексність – цифрова компетентність формується не лише шляхом збільшення кількості цифрових дисциплін у освітніх програмах, а через трансформацію всієї освітньої екосистеми. Окремим напрямом DEAP є розвиток цифрової компетентності педагогів, що передбачає відповідні професійні практики.

Одночасно актуалізуються питання використання ІІТ, захисту даних, цифрової безпеки, етики та відповідального використання цифрових технологій. Цей підхід трансформує роль педагога. Замість традиційного передавача знань педагог поступово стає організатором цифрового навчального середовища, консультантом та фасилітатором цифрової діяльності здобувачів освіти.

Для педагогів ЄС розробив спеціалізовану рамку цифрової компетентності DigCompEdu [38]. Її призначення полягає у визначенні професійних цифрових навичок педагогів і створенні основи для їх професійного розвитку. Цифрова компетентність педагогів охоплює використання цифрових технологій для професійної комунікації, створення цифрового контенту, організації навчання, оцінювання результатів навчання, персоналізації навчання та розвитку цифрової компетентності здобувачів освіти.

ЄС приділяє значну увагу цифровій трансформації системи освіти. Одним із практичних інструментів є SELFIE (Self-reflection on Effective Learning by Fostering the Use of Innovative Educational Technologies) – онлайн-інструмент, призначений для самооцінювання цифрової готовності закладів освіти [114], який допомагає їм аналізувати рівень інтеграції інноваційних технологічних рішень у навчальну діяльність, оцінювати, наскільки ефективно вони використовують цифрові технології в навчанні та професійному розвитку педагогів, визначати напрями подальшої цифрової трансформації закладу освіти.

SELFIE орієнтований не лише на окремого здобувача освіти або педагога, а на організаційну цифрову спроможність закладу освіти. Це важливо, оскільки рівень цифрової компетентності здобувачів освіти залежить не тільки від їх індивідуальних характеристик, а й від цифрової інфраструктури, методики навчання та професійної культури закладу освіти. Важливою особливістю SELFIE є

його спрямованість на внутрішній аналіз, а не на порівняльне оцінювання. Інструмент не призначений для перевірки або зіставлення знань і навичок окремих користувачів, а також не передбачає формування рейтингів закладів освіти. Його основне призначення полягає в оцінюванні стану цифровізації конкретного закладу освіти та визначенні того, наскільки результативно цифрові технології використовуються в освітньому процесі.

SELFIE є ініціативою Європейської комісії. Його розроблення здійснювалося Спільним дослідницьким центром Європейської комісії у співпраці з фахівцями закладів освіти, представниками міністерств освіти та науково-дослідних установ країн Європейського Союзу. До партнерської мережі проєкту також долучилися Європейський фонд освіти (European Training Foundation, ETF), Європейський центр розвитку професійної підготовки та Інститут інформаційних технологій в освіті ЮНЕСКО.

Застосування SELFIE відкриває для закладів освіти низку можливостей, зокрема:

- удосконалення управління закладом освіти шляхом підтримки демократичних принципів управління, розвитку інституційної автономії та реалізації академічної свободи;
- моніторинг цифрової трансформації через систематичний аналіз стану впровадження цифрових технологій та ефективності їх використання в освітній діяльності;
- організацію збору й аналізу інформації про особливості функціонування освітніх і управлінських процесів для визначення актуальних потреб закладу;
- вибір відповідних підходів до контролю й оцінювання з урахуванням особливостей та рівня цифрового розвитку закладу освіти;

– підвищення адаптивності управління завдяки своєчасному виявленню змін, оцінюванню їхнього впливу та розробленню заходів реагування.

Отже, SELFIE є інструментом внутрішньої діагностики цифрового розвитку закладу освіти, який сприяє систематизації інформації про використання цифрових технологій, визначенню проблемних аспектів і формуванню обґрунтованих управлінських рішень щодо вдосконалення освітнього процесу.

1.4 Програма Digital Europe як інструмент розвитку цифрової компетентності в Європейському Союзі

Важливим інструментом реалізації цифрової політики ЄС у 2021-2027 роках є програма Digital Europe. Її формування було започатковано Європейською комісією у 2018 році в процесі підготовки нового багаторічного фінансового плану ЄС, а правові засади програми визначено Регламентом (ЄС) 2021/694 від 29 квітня 2021 року [40].

Програма Digital Europe має принципово важливе значення для розвитку цифрової компетентності, оскільки в ній цифрові навички розглядаються не лише як загальна характеристика населення, а як стратегічна передумова використання передових цифрових технологій, конкурентоспроможності економіки та подолання цифрового розриву. Загальною метою програми Digital Europe є підтримка та прискорення цифрової трансформації європейської економіки, промисловості й суспільства, забезпечення доступу громадян, підприємств і державних адміністрацій до переваг цифрових технологій, а також підвищення конкурентоспроможності ЄС у глобальній цифровій економіці. Окремо наголошується на необхідності скорочення цифрового розриву між державами-членами ЄС.

Програма Digital Europe спочатку була побудована на таких взаємопов'язаних стратегічних цілях:

- високопродуктивні обчислення (High Performance Computing);
- штучний інтелект (Artificial Intelligence);
- кібербезпека та довіра (Cybersecurity and Trust);
- поглиблені цифрові навички (Advanced Digital Skills);
- розгортання та ефективне використання цифрових потужностей і забезпечення інтеоперабельності (Deployment and Best Use of Digital Capacity and Interoperability).

Така структура цілей програми Digital Europe демонструє системний підхід ЄС – розвиток цифрової компетентності не відокремлюється від технологічної інфраструктури, ІІІ та кібербезпеки. Важливою особливістю програми Digital Europe є орієнтація не лише на формальну освіту, а на безперервне формування цифрової компетентності протягом життя. Програма Digital Europe передбачає підтримку довгострокових навчальних курсів, короткострокової спеціалізованої підготовки, змішаного навчання, професійної перепідготовки та навчання безпосередньо на робочому місці. Окрема увага приділяється студентам, працівникам, малим і середнім підприємствам (МСП) та державному сектору.

ЄС виходить із того, що цифрова трансформація економіки сама по собі не гарантує підвищення продуктивності та конкурентоспроможності. Необхідною умовою є наявність людського капіталу, здатного створювати, впроваджувати та ефективно використовувати передові цифрові технології. Тому розвиток цифрової компетентності в межах програми Digital Europe фактично виступає одним із механізмів перетворення технологічних інвестицій на економічний та соціальний ефект. Важливим

інструментом реалізації цього напрямку є Європейські центри цифрових інновацій (European Digital Innovation Hubs, EDIH). У межах програми Digital Europe вони виконують роль посередників між підприємствами, державними установами, освітніми та науковими організаціями, сприяючи доступу до цифрових технологій, тестування інновацій, навчання та підвищення цифрової зрілості компаній. Європейські центри цифрових інновацій EDIH забезпечують доступ до технологічної експертизи, експериментальних потужностей і цифрових технологій, а також сприяють розвитку поглиблених цифрових навичок. Програма Digital Europe передбачає, зокрема, координацію короткострокового навчання працівників і стажування студентів. Таким чином, EDIH реалізує принцип «навчання через практику», коли цифрова компетентність формується не ізольовано від технологічного середовища, а безпосередньо в процесі роботи з реальними цифровими рішеннями.

Особливо важливо, що програма Digital Europe пов'язує розвиток цифрової компетентності з реальними потребами економіки та державного управління. Підготовка фахівців орієнтується на конкретні технологічні напрями – ШІ, кібербезпеку, великі дані, хмарні та високопродуктивні обчислення, блокчейн і квантові технології. Водночас цифрові навички розглядаються як міжсекторальний ресурс, необхідний для модернізації промисловості, МСП, освіти, охорони здоров'я, державних послуг та інших сфер.

Фінансовий масштаб програми Digital Europe також свідчить про стратегічне значення цифровізації для ЄС. Первинний фінансовий пакет програми Digital Europe на 2021-2027 роки становив 7,588 млрд євро у поточних цінах. У межах початкового розподілу на розвиток поглиблених цифрових навичок передбачалося близько 577,3 млн євро. У

подальшому фінансовий масштаб програми був збільшений.

Отже, програма Digital Europe є не просто фінансовою програмою підтримки впровадження цифрових технологій, а комплексним механізмом формування цифрової спроможності ЄС. Її особливість полягає у поєднанні таких взаємопов'язаних компонентів, як розвиток технологічних потужностей, підготовка людського капіталу та практичне впровадження цифрових рішень у бізнесі, державному секторі й суспільстві.

1.5 Бібліометричний аналіз дослідницького поля цифрової компетентності

Науковий інтерес до цифрової компетентності та її формування в різних сферах суспільної діяльності помітно зростає протягом останніх років. Це відображається у динамічному збільшенні кількості наукових публікацій, присвячених даній проблематиці. Бібліометричний аналіз публікацій проводився на основі бази даних Scopus, яка індексує наукові публікації дослідників з усіх країн світу та надає можливість відслідковувати еволюцію та сучасний стан дослідницького поля.

На першому етапі було досліджено динаміку кількості наукових публікацій у 1999-2025 рр., присвячених темі «digital skills». Результати даного дослідження подано на рис.1.1. Було виявлено, що починаючи з 2018 року спостерігається стрімке зростання інтересу дослідників до теми «digital skills» (рис.1.1). Зокрема, у 2025 році було опубліковано 10 658 наукових праць, проіндексованих у базі даних Scopus, у порівнянні з 65 публікаціями 1999 року.

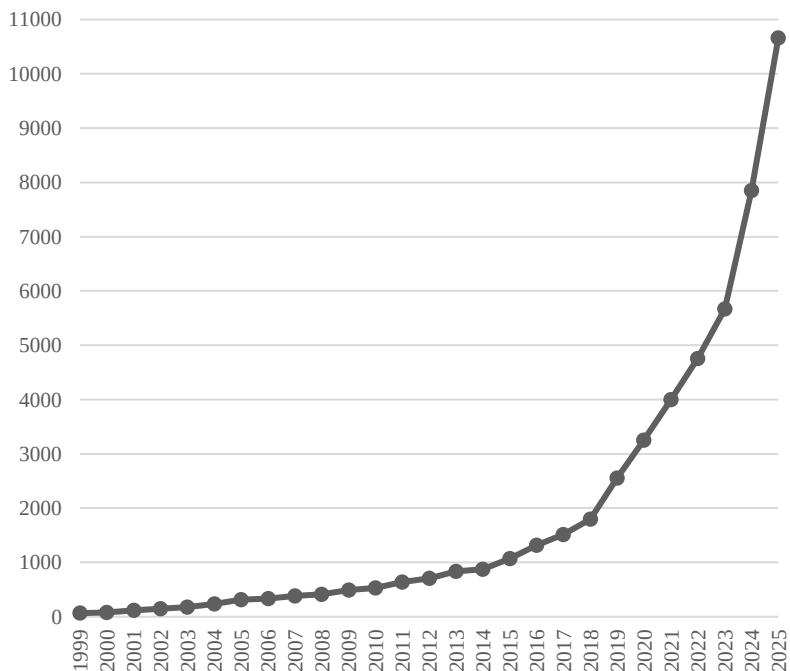


Рисунок 1.1 – Динаміка кількості наукових публікацій, присвячених темі «digital skills» та проіндексованих у базі даних Scopus у 1999-2025 рр.

Аналіз публікацій у базі даних Scopus за пошуковим запитом «digital competence» у 2010-2026 рр. також засвідчує стійку тенденцію до зростання дослідницької активності. Якщо у 2010 році було зафіксовано 145 публікацій, то у 2025 році – 3095 (рис.1.2). У 2026 році кількість публікацій уже становить 3200, хоча цей рік ще не завершений. Загалом результати пошуку охоплюють 18 383 публікації, що свідчить про сформованість значного та динамічного наукового поля досліджень цифрової компетентності.

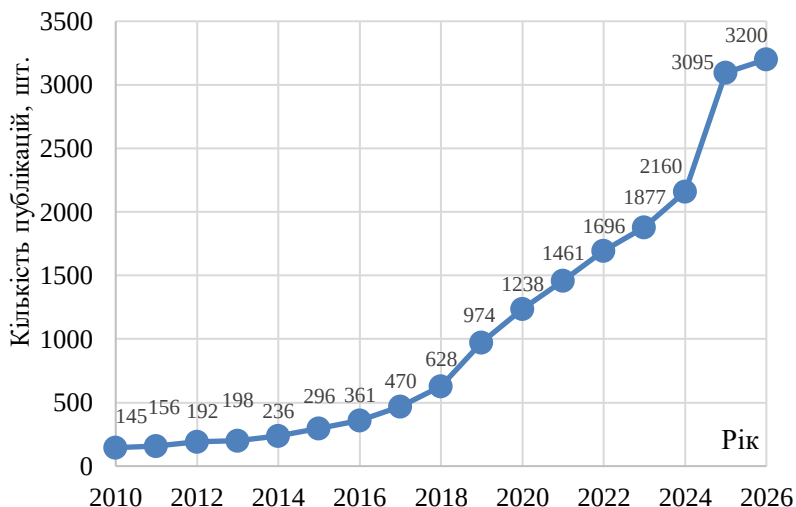


Рисунок 1.2 – Динаміка кількості наукових публікацій, присвячених темі «digital competence» та проіндексованих у базі даних Scopus у 2010-2026 рр.

Дана тенденція зумовлена не лише стрімким поширенням цифрових технологій у світі, а й фундаментальною зміною ролі цифрової компетентності у функціонуванні економіки та суспільства. Цифрові технології перестали бути лише інструментом підтримки окремих професійних операцій і стали інфраструктурою освіти, праці, підприємництва, державного управління та соціальної взаємодії.

Сьогодні розвиток ІІІ, робототехніки, квантових технологій, віртуальних середовищ та інших передових цифрових технологій формує попит на нові покоління цифрових компетенцій. Зростає розрив між швидкістю технологічних змін і темпами формування відповідних навичок населення. За даними Європейської Комісії, у 2025 році лише 55,6 % населення ЄС мали щонайменше базовий рівень цифрових навичок, тоді як ціль програми

Digital Decade передбачає досягнення рівня 80 % до 2030 року [22].

Такий розрив створює масштабний простір для наукових досліджень, пов'язаних із оцінюванням цифрових навичок, визначенням факторів їх формування, оцінюванням цифрової нерівності та розробленням механізмів підвищення цифрової компетентності. У межах програми Digital Decade цифрові навички визначені одним із ключових напрямів цифрової трансформації ЄС. Встановлено конкретні цілі до 2030 року, зокрема збільшення кількості ІТ-фахівців до 20 млн із більш збалансованою участю жінок і чоловіків. Наявність кількісно визначених цілей, показників моніторингу та національних дорожніх карт стимулює дослідницьку активність, оскільки існує потреба в постійному аналізі результатів і факторів досягнення визначених цілей.

Цифрова компетентність поступово перетворилася з додаткової характеристики освітнього процесу на його системну складову. Наукові дослідження охоплюють цифрові навички учнів, студентів, педагогів, працівників професійної освіти та дорослого населення. Одночасно розширюється проблематика досліджень – від базового використання цифрових пристроїв до створення цифрового контенту, кібербезпеки, роботи з даними, ІІІ, цифрового добробуту та критичного оцінювання інформації. Сучасні наукові дослідження дедалі більше зосереджуються на взаємодії людини з ІІІ, критичному використанні ІІІ, перевірці результатів роботи ІІІ, етичних питаннях, захисті даних та адаптації професійних компетенцій. Європейський підхід до цифрових навичок прямо пов'язує передові цифрові технології, зокрема ІІІ, із необхідністю формування нового покоління поглиблених цифрових навичок.

Цифровізація змінює сутність значної кількості професій, підвищує вимоги роботодавців до цифрових компетенцій працівників і водночас посилює дефіцит фахівців із поглибленими цифровими навичками. У 2025 році ІТ-фахівці становили близько 5 % від загальної робочої сили ЄС. Стратегічна ціль ЄС передбачає наявність 20 млн таких фахівців до 2030 року. Тому предметом наукових досліджень стають цифрові навички працівників, цифрова інтенсивність професій, невідповідність між попитом і пропозицією цифрових навичок на ринку праці, перекваліфікація та безперервне навчання. Окремий поштовх до розвитку цього напрямку дала пандемія COVID-19, яка продемонструвала критичне значення цифрових навичок для дистанційної роботи, онлайн-освіти, доступу до державних послуг та соціальної комунікації. Унаслідок цього цифрова компетентність почала розглядатися не лише як освітня або професійна характеристика, а і як фактор соціальної стійкості та інклюзії. Подальше поширення цифрових сервісів закріпило цю тенденцію.

Отже, стрімке зростання наукових публікацій у сфері розвитку цифрової компетентності є проявом зростання суспільного попиту на науково обґрунтовані механізми формування людського капіталу для цифрової економіки. Розвиток цифрових технологій постійно розширює предмет дослідження: від базової цифрової грамотності – до комплексної цифрової компетентності, здатності безпечно й критично використовувати дані та цифрові технології, а також ефективно взаємодіяти з системами ІІІ.

Які ж сфери, де гостро стоїть питання розвитку цифрових навичок, досліджуються вченими? На рис. 1.3 представлена діаграма розподілу наукових публікацій, присвячених темі «digital skills», за предметною областю.

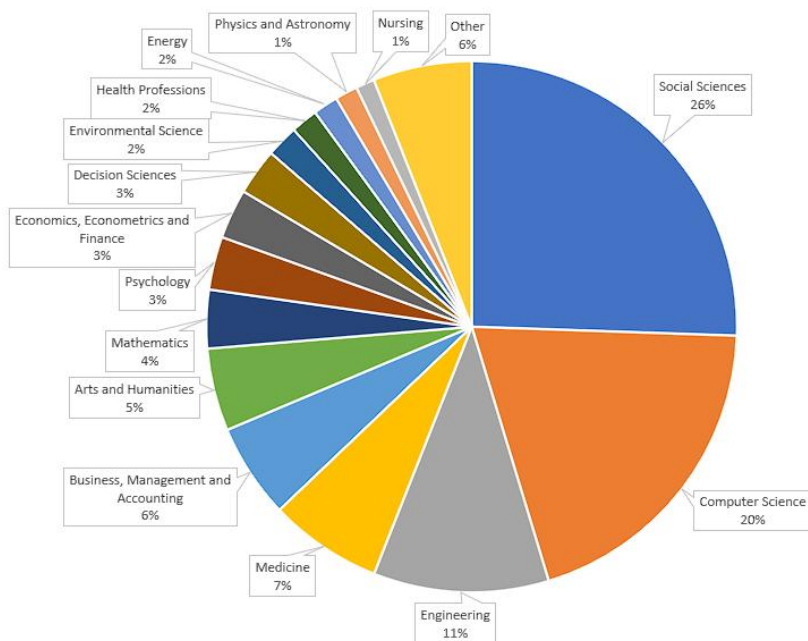


Рисунок 1.3 – Діаграма розподілу наукових публікацій, присвячених темі «digital skills», за предметною областю за період 1999-2025 рр.

26% наукових публікацій досліджують проблематику цифрових навичок у сфері соціальних наук (Social Sciences), тобто вивчаються цифровий розрив і цифрова інклюзія соціально вразливих груп та формування умов, за яких цифровізація не посилює, а зменшує соціальну нерівність. Аналізуються вікові, освітні, гендерні, територіальні та соціально-економічні чинники, які визначають можливості людини ефективно використовувати цифрові технології.

Вивчається взаємозв'язок між рівнем цифрових навичок та освітніми результатами. Досліджуються вимоги роботодавців до цифрових навичок, трансформація професій під впливом автоматизації та ШІ, цифрова зайнятість, віддалена робота, професійна перепідготовка та

навчання протягом життя. Вивчається здатність громадян користуватися електронними державними послугами, цифровими документами, платформами електронної демократії та іншими інструментами взаємодії з державою. Цифрова компетентність досліджується у взаємозв'язку з медіаграмотністю, інформаційною грамотністю та критичним мисленням.

На макрорівні досліджується взаємозв'язок між розвитком цифрових навичок населення та процесами цифровізації економіки й суспільства. Аналізуються державна цифрова політика, програми розвитку цифрових навичок, цифрова інфраструктура та ефективність державних заходів щодо подолання цифрового розриву.

20% наукових публікацій досліджують проблематику цифрових навичок у сфері комп'ютерних наук (Computer Science), тобто досліджується здатність користувачів працювати з комп'ютерами, мобільними пристроями, операційними системами, програмним забезпеченням, хмарними сервісами та цифровими платформами. Вивчаються методики навчання програмуванню, візуальне програмування, інтерактивні середовища навчання, автоматизовані системи перевірки програмного коду та інструменти ШІ для підтримки програмування. Досліджуються процеси формування цифрових компетенцій, необхідних для безпечної роботи в цифровому середовищі (захист облікових записів, управління паролями, шифрування, захист персональних даних, протидія соціальній інженерії та іншим кіберзагрозам). Аналізується, наскільки інтерфейси програмних систем є зрозумілими, доступними та зручними для користувачів із різним рівнем цифрової підготовки. Досліджуються моделі формування навичок роботи з хмарною інфраструктурою, цифровими платформами та розподіленими сервісами.

Також слід відмітити вклад науковців, який стосується дослідження цифрових навичок в інженерії (Engineering) – 11%, медицині (Medicine) – 7% та менеджменті (Business, Management and Accounting) – 6% наукових публікацій.

Було проведено аналіз наукових публікацій за пошуковим запитом:

«*digital skills*» OR «*digital competence*» OR «*digital literacy*», за період з 2020 року (початок пандемії COVID-19, перед стартом програми Digital Europe) по 2025 рік.

У 2025 році кількість публікацій була у 4,68 рази більшою, ніж у 2020 році. Середньорічний темп приросту публікацій (Compound Annual Growth Rate, CAGR) за період 2020-2025 років становить 36,1%, що свідчить про стрімке зростання кількості наукових досліджень в сфері розвитку цифрової компетентності. Найбільш інтенсивне збільшення зафіксовано у 2025 році, коли кількість публікацій зросла на 72,8% порівняно з 2024 роком.

62,2% наукових публікацій становлять статті, 11,4% – розділи монографій, 18,5% – тези доповідей на наукових конференціях, що свідчить про високий рівень апробації наукових досліджень у сфері розвитку цифрової компетентності.

Спонсорами найбільшої кількості проведених досліджень є Європейська комісія (402 публікації), Фундація науки та технологій, Португалія (171 публікація), Європейська рамкова програма «Горизонт 2020» (150 публікацій), Європейський фонд регіонального розвитку (118 публікацій) (рис.1.4), що свідчить про системний підхід ЄС до розвитку цифрової компетентності.

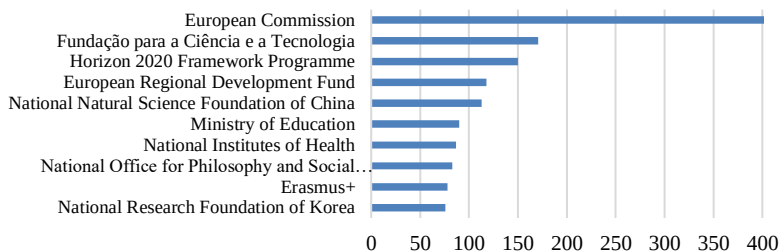


Рисунок 1.4 – ТОП-10 спонсорів наукових досліджень за період 2020-2025 рр.

На рис.1.5 наведено ТОП-10 країн світу, дослідникам яких належить найбільша кількість наукових публікацій у сфері розвитку цифрової компетентності за період 2020-2025 років.

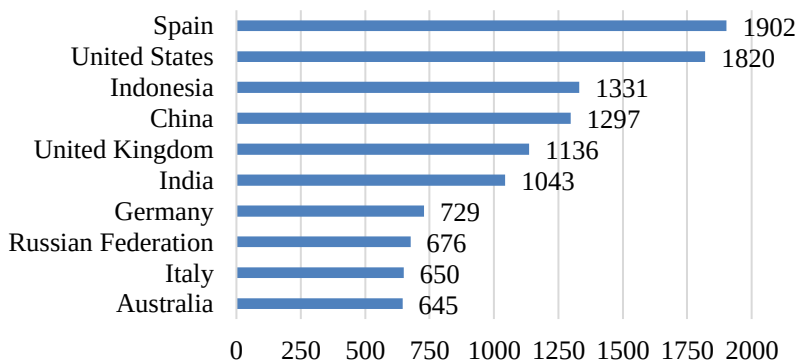


Рисунок 1.5 – Географія наукових досліджень у сфері розвитку цифрової компетентності за період 2020-2025 рр.

Зростання дослідницької уваги до цифрової компетентності супроводжується нерівномірним розподілом наукової активності між державами-членами ЄС. Розподіл публікацій за державами-членами ЄС за період 2010-2026 років демонструє суттєві відмінності у масштабах досліджень цієї проблематики (рис.1.6).

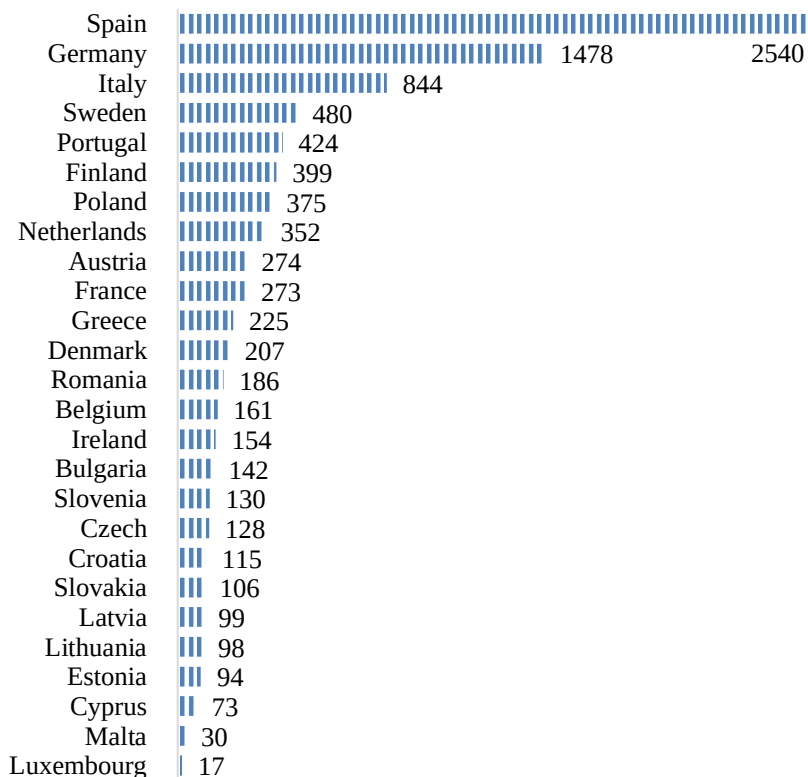


Рисунок 1.6 – Розподіл наукових публікацій з теми «digital competence» за державами-членами ЄС за період 2010-2026 рр.

Найбільшу кількість публікацій зафіксовано в Іспанії, Німеччині та Італії (відповідно 4, 1, та 3 за величиною економіки ЄС), тоді як у країнах з меншим розміром економіки кількість таких праць є значно меншою. Така диференціація відображає не лише різні масштаби наукової активності, а й неоднакову інтенсивність дослідження цифрової компетентності в європейському освітньому, професійному та суспільному контекстах.

Було побудовано рейтинг журналів, у яких вийшла найбільша кількість статей у сфері розвитку цифрової компетентності за період 2020-2025 років (табл.1.1).

Таблиця 1.1 – Рейтинг журналів за кількістю публікацій у сфері розвитку цифрової компетентності

№	Назва журналу	Видавець	SNIP	SJR	Кількість статей	% загальної кількості
1	Lecture Notes in Networks and Systems	Springer Nature	0,206	0,165	286	1,50
2	Sustainability	MDPI	1,31	0,75	274	1,43
3	Communications in Computer and Information Science	Springer Nature	0,224	0,181	194	1,02
4	Education and Information Technologies	Springer Nature	2,703	2,131	190	0,99
5	Education Sciences	MDPI	1,51	0,878	185	0,97
6	Journal of Medical Internet Research	JMIR Publications Inc.	2,36	2,11	133	0,70
7	Lecture Notes in Computer Science	Springer Nature	0,645	0,393	131	0,69
8	Frontiers in Education	Frontiers Media	1,297	0,744	121	0,63

Проблематика цифрової компетентності має міждисциплінарний характер та розвивається одночасно у сфері освіти, інформаційних технологій, менеджменту, соціальних наук, охорони здоров'я та комп'ютерних наук. П'ять журналів мають високий імпакт-фактор – SNIP>1 (загальна кількість публікацій в них становить 4,72%). Ще один журнал має значення SNIP>0,5. Таким чином, у високорейтингових журналах було опубліковано лише 5% статей.

Було визначено ТОП-10 університетів світу, співробітники яких опублікували найбільшу кількість статей за період 2020-2025 років, присвячених проблемі розвитку цифрової компетентності (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Рейтинг університетів за кількістю публікацій за період 2020-2025 рр., присвячених проблемі розвитку цифрової компетентності

№	Назва університету	QS World University Rankings 2027	Країна	Кількість публікацій
1	Севільський університет	485	Іспанія	146
2	Саламанківський університет	560	Іспанія	123
3	Гранадський університет	447	Іспанія	121
4	Університет Біна Нусантара	901-950	Індонезія	120
5	Малазький університет	56	Іспанія	114
6	Мадридський університет Комплутенсе	199	Іспанія	102
7	Університет Кебангсан	130	Малайзія	97
8	Університет Валенсії	449	Іспанія	94
9	Університет Йоханнесбурга	292	ПАР	87
10	Університет Південної Африки	951-1000	ПАР	85

Найбільша кількість наукових публікацій належить університетам Іспанії, що узгоджується з результатами, представленими на рис.1.5 та рис.1.6, щодо провідної ролі Іспанії в світі у наукових дослідженнях, присвячених розвитку цифрової компетентності.

Однією з найбільш цитованих публікацій в цій сфері (966 цитувань) є [47]. У цій роботі представлено концептуальну рамку, що пропонує розширене бачення цифрової компетентності педагога, яке враховує дедалі складніший комплекс знань і вмінь, необхідних молоді для

етичної, безпечної та продуктивної діяльності в різноманітних цифрових середовищах.

Робота [64] має 942 цитування. У ній представлено результати опитування молодих вчителів, які розпочали педагогічну діяльність протягом останніх двох років. Автори вважають ефективність учителів вирішальним ресурсом для тих, хто був змушений адаптуватися до онлайн-навчання під час закриття шкіл в Німеччині через COVID-19.

У федеральній землі Північний Рейн-Вестфалія (NRW) (Німеччина) на основі рамкової моделі цифрової компетентності педагогів DigCompEdu [38] було розроблено рамкову модель медіакомпетентності [82] для використання закладами освіти в навчальних програмах. У роботі [62] було проведено анкетне дослідження того, як майбутні вчителі використовують можливості для розвитку своєї цифрової компетентності під час професійної підготовки. Питання анкети стосувалися рамкової моделі медіакомпетентності NRW і торкалися таких тем:

1) експлуатація та забезпечення (організація, структурування та захист цифрової інформації та даних (навчальних матеріалів, результатів навчання та даних проєктів));

2) інформування та дослідження (проведення цілеспрямованого інформаційного пошуку в Інтернет і цифрових базах даних (документи, інформація, література));

3) спілкування та співпраця (правила належної цифрової комунікації та співпраці, а також стратегії реагування на проблеми поведінки, пов'язані з використанням медіа (кібербулінг, інтернет-залежність));

4) виробництво та презентація (планування, розроблення та презентація медіапродуктів у формі, що

відповідає цільовій аудиторії (учням), а також їх належне забезпечення);

5) аналіз та осмислення (розгляд суб'єктів медіапростору, їхніх позицій та впливу на медіаосвіту (бізнес-структури, групи інтересів, політичні партії, уряди, приватні особи, засоби масової інформації));

6) розв'язування проблем і моделювання (знання алгоритмічних шаблонів і структур для різних контекстів використання (наприклад, пошукові системи, людино-машинні інтерфейси)).

Майбутніх вчителів просили вказати на глибину змісту ІТ у навчальних програмах підготовки вчителів. Як показали результати проведеного дослідження, найчастіше у програмах підготовки вчителів розглядалися теми, пов'язані з отриманням інформації, її використанням і створенням цифрового контенту. Натомість теми вищого рівня складності, такі як розв'язання проблем і моделювання, що передбачають використання алгоритмів, відігравали другорядну роль у процесі підготовки вчителів у Німеччині.

Дослідження показало, що більшість тем рамкової моделі медіакомпетентності NRW було охоплено, проте без належної глибини опрацювання, й порушило питання про те, чи достатньою мірою навчальні програми підготовки вчителів у Німеччині забезпечують готовність молодих фахівців до роботи в умовах онлайн-навчання. Таким чином, цифрова компетентність вчителів відіграє надзвичайно важливу роль у розвитку цифрової компетентності учнів у ЄС та становить перспективний напрям для подальших наукових досліджень.

Робота [49] має 855 цитувань. У ній проаналізовано можливості та виклики дистанційного навчання на основі досвіду, набутого під час надзвичайної ситуації, спричиненої пандемією COVID-19. Результати проведеного

дослідження виявили низку технологічних, педагогічних і соціальних викликів.

Технологічні виклики пов'язані з нестабільністю інтернет-з'єднання та відсутністю в багатьох студентів необхідних цифрових пристроїв.

Педагогічні виклики зумовлені дефіцитом цифрових навичок у викладачів і студентів, дисбалансом між структурованим навчальним контентом і надмірною кількістю онлайн-ресурсів, недостатнім рівнем інтерактивності та мотивації студентів, а також відсутністю соціальної та когнітивної присутності викладачів (здатності формувати розуміння матеріалу через тривалу комунікацію).

Соціальні виклики переважно стосувалися дефіциту безпосереднього спілкування між викладачами та студентами (а також між самими студентами), відсутності вдома належних умов для навчання та нестачі підтримки з боку батьків, які часто працювали дистанційно в тих самих приміщеннях.

Результати проведеного дослідження засвідчили, що інтенсивне використання комп'ютерних мереж під час пандемії COVID-19 призвело до збоїв у з'єднанні в низці країн, навіть у технологічно розвиненій Естонії. Однією з рекомендацій експертів було впровадження технології 5G. Усі учасники навчального процесу повинні мати цифрові пристрої, щоб брати участь у дистанційних уроках. Багато сімей в Італії не мали ноутбуків чи стаціонарних комп'ютерів, попри те, що ця країна посідає провідне місце в світі за рівнем володіння мобільними телефонами.

Проведене дослідження наголосило на необхідності впровадження програми систематичного навчання для вдосконалення цифрових навичок учителів та учнів з огляду на нові підходи, що сприяють ефективному використанню онлайн-навчання. Результати дослідження засвідчили, що в

різних країнах існують проблеми, пов'язані з прогалинами в цифровій грамотності учасників освітнього процесу – вчителів, учнів і батьків. Наприклад, в Італії склалася ситуація, коли, з одного боку, існував широкий вибір технологічних платформ, а з іншого – навчальний контент для онлайн-навчання був погано організованим і не мав належної сертифікації.

Дослідники прийшли до висновку, що технології віртуальної та доповненої реальності потребують вдосконалення, щоб стати загальнодоступними, що сприятиме активнішому залученню студентів та їхній взаємодії. Серед актуальних проблем – рівень мотивації та залученості студентів до онлайн-навчання. Впровадження імерсійних технологій у навчальний процес в онлайн-форматі могло б допомогти вирішити це питання.

Необхідно також посилити використання інтелектуальних технологій (зокрема ШІ) у дистанційному навчанні, щоб сприяти формуванню персоналізованих, інклюзивних та інтерактивних освітніх траєкторій в онлайн-форматі. Це може відкрити нові можливості й підвищити цінність онлайн-навчання за умови його інтеграції з педагогічними методами, які застосовують викладачі.

Кількісні показники публікацій за роками та країнами не розкривають тематичної структури дослідницького поля. Тому наступним кроком є кластерний аналіз наукових праць, який дає змогу виявити основні напрями досліджень цифрової компетентності та їх взаємозв'язки.

Для виявлення тематичної структури досліджень цифрової компетентності та візуалізації взаємозв'язків між поняттям «digital competence» і пов'язаними з ним ключовими словами в наукових працях було застосовано програмне забезпечення VOSviewer. На основі аналізу публікацій сформовано карту взаємозв'язків між найбільш релевантними ключовими словами, що дає змогу

виокремити основні тематичні напрями досліджень. Виявлені тематичні кластери представлено на рис.1.7 різними кольорами, а розмір елементів відображає частоту їхньої появи в наукових публікаціях.

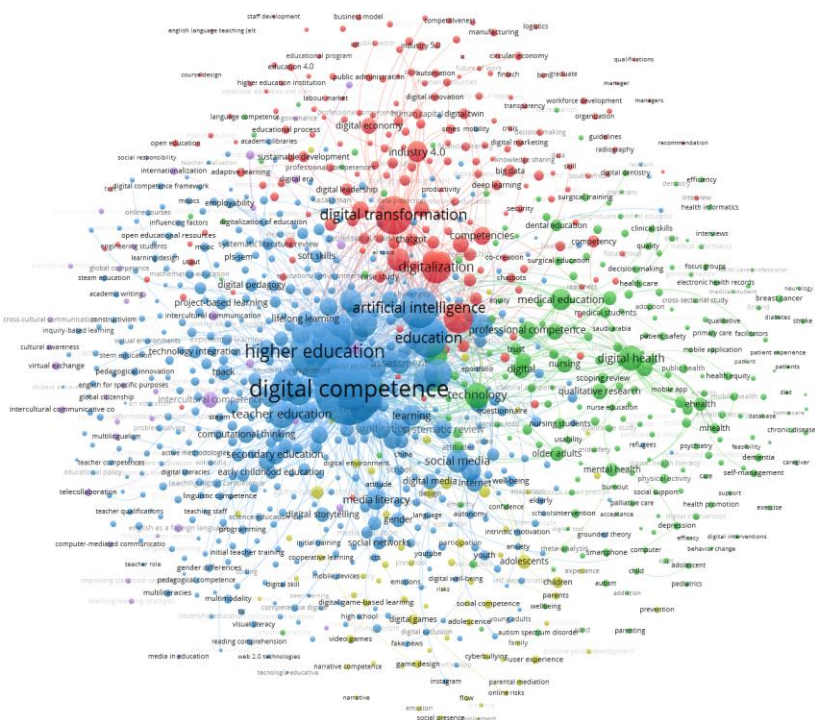


Рисунок 1.7 – Бібліометрична карта взаємозв'язків
ключових слів у дослідженнях цифрової компетентності
(digital competence) у 2010-2026 роках

Карта демонструє кілька взаємопов'язаних тематичних напрямів досліджень цифрової компетентності. Вони охоплюють професійну діяльність і цифрову трансформацію, охорону здоров'я, освіту, молодіжне середовище, а також соціальну та міжкультурну комунікацію.

Червоний кластер пов'язаний із цифровою трансформацією організацій, економіки, промисловості та професійної діяльності. У таких дослідженнях цифрова компетентність постає як одна з умов адаптації працівників до технологічних змін і водночас як складова розвитку людського капіталу. Поряд із цифровізацією бізнесу та управління розглядаються Industry 4.0, цифрові платформи, автоматизація, великі дані та інші цифрові технології, що змінюють зміст і організацію праці. Цифрові навички при цьому розглядаються у зв'язку з набором умінь, необхідних для роботи в технологічно насиченому середовищі.

Окрему групу червоного кластера становлять дослідження, пов'язані зі штучним інтелектом і цифровими інструментами. Поява генеративних систем ШІ, чатботів та інших інструментів ШІ змінює вимоги до професійної діяльності. Йдеться вже не тільки про вміння користуватися певною технологією, а й про розуміння її можливостей та обмежень, оцінювання отриманих результатів і відповідальне прийняття рішень. Така інтерпретація відповідає розумінню цифрової компетентності як комплексної характеристики, що не зводиться до технічного володіння цифровими засобами [59].

Зелений кластер карти на рис.1.7 формує дослідницький напрям, у якому цифрова компетентність розглядається крізь призму охорони здоров'я. Тут зосереджені питання цифрового здоров'я, eHealth, телемедицини, електронних медичних записів, мобільних застосунків і цифрових сервісів для пацієнтів. Особливість цього напрямку полягає в тому, що технологічні вміння безпосередньо поєднуються зі здатністю працювати з інформацією про здоров'я: знаходити її, оцінювати достовірність і використовувати у практичних ситуаціях.

Не менш важливими є доступність цифрових технологій, цифрова нерівність, безпека та цифрове

благополуччя. Останнє розглядається ширше, ніж просто відсутність негативних наслідків використання цифрових технологій, – як динамічна характеристика взаємодії людини з цифровим середовищем [11, 124]. Подальше поширення інтелектуальних систем у медицині посилює значення критичного оцінювання інформації, розуміння обмежень автоматизованих рекомендацій та відповідального використання цифрових сервісів.

Жовтий кластер карти на рис.1.7 зосереджує увагу на дітях, підлітках і молоді та їхній взаємодії з цифровим середовищем. У ньому поєднуються дослідження комп'ютерних ігор, соціальних мереж, мобільних пристроїв, цифрового благополуччя, онлайн-ризиків, кібербулінгу, медіаповедінки та батьківського контролю. Технічна сторона користування цифровими технологіями тут відходить на другий план. Значно більше уваги приділяється критичному мисленню, саморегуляції, безпеці та відповідальній поведінці в цифровому середовищі [54, 67, 96].

Діти та молодь стикаються з генеративними системами ШІ, здатними створювати тексти, зображення та інший контент, тому важливою стає здатність розуміти принципи їх роботи, розпізнавати обмеження та оцінювати результати. Саме ці аспекти входять до проблематики ШІ-грамотності в освіті [12]. У ширшому розумінні йдеться про підготовку молоді до безпечної та відповідальної взаємодії з технологіями ШІ, які дедалі активніше впливають на навчання, спілкування та повсякденне життя.

Фіолетовий кластер карти на рис.1.7 відображає соціокультурний і комунікативний вимір цифрової компетентності. Його формують теми міжкультурної комунікації, багатомовності, соціальної відповідальності та віртуальної взаємодії. Цифрові технології в цьому випадку розглядаються як середовище спілкування між людьми з

різним культурним і мовним досвідом. Тому цифрова компетентність набуває тут дещо іншого змістового акценту. Важливим є не стільки володіння конкретним цифровим інструментом, скільки здатність використовувати цифрові технології для ефективної комунікації, працювати з інформацією різного походження, враховувати культурні відмінності та відповідально діяти в цифровому суспільстві [117]. Поширення генеративного ШІ посилює цей напрям через його використання для перекладу, створення текстів та міжмовної комунікації. Водночас виникають нові вимоги до оцінювання достовірності й доречності контенту, створеного системою ШІ.

Синій кластер карти на рис.1.7 є найбільш масштабним і центральним на карті. Його ядро безпосередньо пов'язане з освітою, а саме: цифровою компетентністю здобувачів освіти та педагогів, цифровою педагогікою, професійним розвитком учителів, цифровим навчанням, медіаграмотністю та використанням цифрових освітніх ресурсів. Значна частина досліджень присвячена оцінюванню цифрової компетентності та визначенню умов її розвитку у вищій і шкільній освіті.

Інший важливий аспект – зміна самої організації освітнього процесу під впливом цифрових технологій. Йдеться про онлайн- та змішане навчання, цифрові педагогічні практики, професійний розвиток учителів, а також формування здатності інтегрувати цифрові засоби у викладання [47]. У цьому середовищі ШІ швидко став окремим предметом дослідницької уваги.

Поява ChatGPT та інших генеративних систем ШІ актуалізувала питання готовності педагогів і здобувачів освіти до їх використання. ШІ-грамотність охоплює розуміння принципів роботи інтелектуальних систем, їхніх можливостей і обмежень, уміння критично оцінювати

результати та усвідомлювати ризики такого використання [12, 70, **Помилка! Джерело посилання не знайдено.**]. У результаті цифрова компетентність в освіті дедалі тісніше пов'язується не просто з використанням цифрових технологій, а зі здатністю усвідомлено взаємодіяти з новим поколінням інтелектуальних інструментів.

У цілому кластерна структура демонструє, наскільки широким стало сучасне поле досліджень цифрової компетентності. Воно вже не обмежується освітою чи опануванням цифрових інструментів. Цифрова компетентність досліджується у професійній діяльності, охороні здоров'я, молодіжному середовищі, комунікації та суспільному житті.

ІІІ у цьому дослідницькому полі поступово набуває наскрізного характеру. Найвиразніше його присутність простежується у кластерах цифрової трансформації та освіти, однак пов'язані з ІІІ питання поступово поширюються на роботу з інформацією, цифрове здоров'я, комунікацію, безпеку та цифрове благополуччя. Така тенденція узгоджується з рамкою цифрової компетентності громадян DigComp 3.0, у якій знання, навички та ставлення, пов'язані зі штучним інтелектом, інтегровані в усі 21 компетенції, а не виділені в окремий спеціалізований блок.

У 2020-2022 роках вийшло 5 576 публікацій, присвячених темі «digital competence», тоді як у 2023-2025 роках – 13 526. Тобто 70,8% усіх публікацій повного періоду 2020-2025 років припадає на 2023-2025 роки. Це свідчить не просто про поступове збільшення уваги науковців до цифрових навичок, а про істотне розширення дослідницького поля. Наприклад, за критерієм наявності термінів ІІІ безпосередньо в назві кількість таких публікацій збільшилася з 9 у 2020 році до 591 у 2025 році, тобто у 65,7 раза. Частка таких публікацій зросла з 0,62% до 8,74% відповідно.

Однією з найбільш цитованих публікацій у цій сфері (850 цитувань) є [131], де запропоновано концепцію цифрової грамотності у сфері ІІІ та розроблено кількісну шкалу для оцінювання рівня цієї грамотності. Основними компонентами цифрової грамотності у сфері ІІІ встановлено такі, як: обізнаність, використання, оцінювання та етичні аспекти. Дослідниками було виявлено статистично значущий зв'язок між цифровою грамотністю у сфері ІІІ та ставленням до роботів, а також повсякденним використанням ІІІ.

Робота [130] має 621 цитування. Дослідники виявили низку суперечностей, загроз, вад і недоліків генеративного ІІІ, зокрема ChatGPT, що були узагальнені ними до таких основних загроз:

- 1) відсутність регулювання ринку ІІІ та нагальна потреба в ньому;
- 2) низька якість, брак контролю якості, дезінформація, дипфейки, алгоритмічна упередженість;
- 3) втрата робочих місць унаслідок автоматизації;
- 4) порушення захисту персональних даних, соціальне стеження та порушення приватності;
- 5) соціальні маніпуляції, послаблення етичних норм і доброчесності;
- 6) поглиблення соціально-економічної нерівності;
- 7) технострес, спричинений ІІІ.

Таким чином, регулювання ринку ІІІ та генеративного ІІІ є важливим завданням сьогодення, що має на меті забезпечення рівних умов діяльності, сприяння чесній конкуренції, захист прав інтелектуальної власності та конфіденційності, а також запобігання потенційним геополітичним ризикам. Зміни на ринку праці вимагають від працівників постійного опанування нових цифрових навичок шляхом навчання та перекваліфікації. Оскільки використання систем ІІІ перетворюється на значущий

напрям професійної діяльності, важливо адаптуватися до цих змін і використовувати нові можливості. Щоб уникнути соціальних маніпуляцій та ерозії етичних норм і доброчесності, необхідно впроваджувати практики відповідального використання ІІІ та дотримуватися етичних принципів: забезпечувати прозорість використання даних, застосовувати методи зменшення упередженості й здійснювати моніторинг згенерованого ІІІ контенту на предмет наявності шкідливої або оманливої інформації.

Робота [15] має 574 цитування. Результати проведеного дослідження засвідчили, що покоління Z загалом оптимістично оцінює потенційні переваги генеративного ІІІ, зокрема підвищення продуктивності, ефективності та можливості персоналізованого навчання. Викладачі, що представляють покоління X та Y, визнають потенційні переваги генеративного ІІІ, проте висловлюють серйозне занепокоєння щодо надмірної залежності від нього, а також етичних і педагогічних наслідків, наголошуючи на необхідності розробки відповідних рекомендацій і політик для забезпечення відповідального використання ІІІ. Дослідження підкреслило важливість поєднання передових цифрових технологій із традиційними методами викладання задля підвищення ефективності навчального процесу, розвитку в студентів критичного мислення та навичок цифрової грамотності, а також у сприянні відповідальному використанню технологій генеративного ІІІ у сфері вищої освіти.

Розвиток цифрових компетенцій є важливим аспектом професійної підготовки майбутніх учителів [4, 120]. Цифрові компетентності є важливими не лише для інтеграції цифрових інструментів у процес викладання та навчання, а й для того, щоб майбутні вчителі могли орієнтуватися в умовах постійних цифрових змін в освіті. Результати багатьох наукових досліджень свідчать про те,

що вчителі почуваються недостатньо підготовленими до ефективного використання цифрових технологій у своїй практиці [8, 58]. Наприклад, у дослідженні [121] розглядаються стратегії підготовки майбутніх учителів до інтеграції цифрових технологій.

Дослідження [106] виявило 4097 публікацій про цифрову компетентність учителів за 2015-2025 роки, серед яких 425 публікацій стосувались ІІІ (10,4% корпусу), причому їх кількість зросла від 2 у 2020 році до 305 у 2025 році. Дослідження цифрової компетентності вчителів більше не обмежуються цифровими навичками окремих педагогів, а охоплюють ширші професійні та педагогічні аспекти. Даний висновок підтверджується результатами проведених досліджень, наведених в роботах [1, 78, 79].

Отримані результати дають підстави розглядати стрімке зростання наукового інтересу до розвитку цифрової компетентності як результат поєднання декількох взаємопов'язаних процесів.

По-перше, пандемія COVID-19 стала потужним каталізатором цифровізації освіти, праці, комунікацій та надання послуг. Перехід до дистанційного та змішаного форматів діяльності актуалізував питання готовності населення, працівників і педагогів до використання цифрових технологій. Відповідно, цифрова компетентність поступово перетворилися з переважно педагогічної проблематики на міждисциплінарний напрям досліджень.

По-друге, після пандемії COVID-19 цифрові навички дедалі більше розглядаються не лише як індивідуальна характеристика користувача цифрових технологій, а як складова людського капіталу, професійної компетентності, конкурентоспроможності працівників та цифрової трансформації бізнесу. Це сприяло поширенню досліджень цифрових навичок у соціальних та комп'ютерних науках, інформаційних системах, економіці та менеджменті.

По-третє, істотно вплинуло на структуру дослідницького поля швидке поширення технологій ІІІ. Протягом досліджуваного періоду 2020-2025 років не тільки збільшилась кількість досліджень цифрової компетентності, а й помітно трансформувався їх зміст.

По-четверте, розвиток наукових досліджень відбувається на тлі інституціоналізації цифрової компетентності у міжнародній та європейській освітній і професійній політиці. Цифрова компетентність дедалі частіше розглядається як комплексна характеристика, що охоплює не тільки технічне володіння цифровими інструментами, а й інформаційну грамотність, комунікацію, створення цифрового контенту, безпеку, розв'язання проблем та відповідальне використання цифрових технологій. Унаслідок цього предмет досліджень розширюється від поняття цифрової грамотності до цифрових навичок, цифрової компетентності та, у новітній період, цифрових компетенцій, необхідних для взаємодії з системами ІІІ.

Важливо також зазначити, що зміст найбільш цитованих публікацій відображає зміну дослідницьких акцентів. До найбільш цитованих робіт належать дослідження цифрової компетентності педагогів, дистанційного навчання та цифрової трансформації, а в останніх високоцитованих роботах широко представлена проблематика ІІІ. Це свідчить про поступове зміщення дослідницького фокуса від питання «як користуватися цифровими технологіями» до ширшого питання – «які компетенції необхідні людині для ефективної, критичної, безпечної та відповідальної діяльності в цифровому середовищі, доповненому системами ІІІ».

Таким чином, стрімке збільшення кількості наукових публікацій у сфері цифрової компетентності має комплексний характер. Воно зумовлене одночасною дією

технологічних змін, цифрової трансформації економіки та суспільства, пандемічного прискорення цифровізації, зростанням значення цифрового людського капіталу, інституціоналізацією цифрової компетентності в освітній політиці та появою генеративного ШІ. Бібліометричні дані Scopus демонструють, що після 2022 року ця галузь досліджень перейшла до фази особливо інтенсивного розширення, а 2025 рік став переломним за масштабами наукової продуктивності.

1.6 Оцінювання розвитку цифрової компетентності в державах-членах ЄС на основі показників DESI

Digital Decade (Цифрове десятиліття) – це комплексна політична програма ЄС, спрямована на прискорення цифрової трансформації до 2030 року [22]. Правову основу програми становить Decision (EU) 2022/2481 щодо старту Digital Decade Policy Programme 2030, прийняте 14 грудня 2022 року [41]. Програма Digital Decade зосереджена на чотирьох основних вимірах: цифрові навички, цифрова інфраструктура, цифровізація бізнесу та цифровізація державних послуг (рис.1.8).

Індекс цифрової економіки та суспільства DESI (Digital Economy and Society Index), який використовує комбінацію кількох показників, згрупованих за кількома основними вимірами, а також підвимірами, був розроблений для вимірювання та прогресу цифрової трансформації ЄС [104]. З 2014 року DESI був одним із ключових інструментів для моніторингу та вимірювання цифрового розвитку європейської економіки та суспільства та публікувався щорічно на основі даних за попередній період.

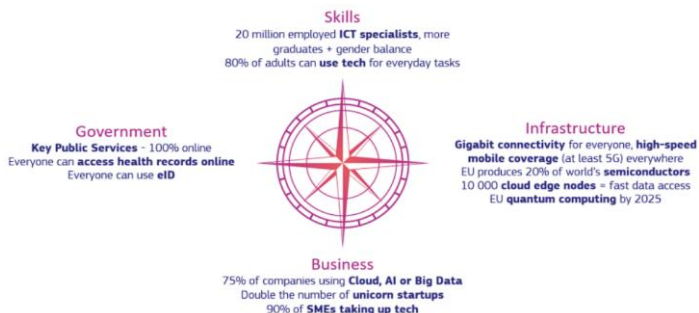


Рисунок 1.8 – Напрями програми Digital Decade [22]

DESI відстежував еволюцію та розвиток показників цифрової трансформації держав-членів ЄС [69]. Практичність цього індексу полягала у відображенні тенденції постійно прогресуючої цифрової трансформації та порівнянні прогресу держав-членів ЄС.

Оскільки у світі постійно відбуваються зміни, Європейська комісія змінила методологію DESI, щоб якомога краще відобразити поточну ситуацію. Протягом останніх десяти років Європейська комісія внесла кілька змін до кількості показників у DESI, а також зменшила кількість вимірів. У 2022 році 33 показники були структуровані за такими основними вимірами: людський капітал (Human Capital), зв'язок (Connectivity), інтеграція цифрових технологій (Integration of digital technologies) та цифрові державні послуги (Digital public services).

На відміну від попереднього підходу DESI, який діяв до 2022 року, програма Digital Decade поєднує цілі програми, систему показників DESI (Digital Economy and Society Indicators), механізми моніторингу, національні дорожні карти та фінансові інструменти. Показники DESI використовуються для моніторингу прогресу ЄС у досягненні цілей програми Digital Decade [23]. У цих рамках Європейська комісія та держави-члени ЄС співпрацюють для оцінювання прогресу та внесення коректив.

У 2023 році назви окремих вимірів DESI були змінені на такі: цифрові навички (Digital skills), цифрова інфраструктура (Digital infrastructure), цифрова трансформація бізнесу (Digital transformation of business) та цифровізація державних послуг (Digitalization of public services). Водночас кількість показників DESI була скорочена до 32, тоді як у наступному 2024 році виміри не змінювалися, а кількість показників була збільшена до 36.

Цифрові навички населення визначені одним із чотирьох вимірів цифрового розвитку ЄС. Таким чином, людський капітал поставлено на один рівень із цифровою інфраструктурою, цифровізацією бізнесу та цифровими державними послугами.

Попередниками Digital Decade Policy Programme 2030 є розглянуті вище Digital Education Action Plan 2021-2027 і програма Digital Europe. Починаючи з 2023 року Європейська комісія інтегрувала показники DESI у систему моніторингу програми Digital Decade та щорічний звіт State of the Digital Decade. Таким чином відбувся перехід від переважно рейтингового підходу DESI до цільового підходу програми Digital Decade, у якому оцінюється не тільки позиція країни порівняно з іншими державами-членами ЄС, а й ступінь наближення до визначених цілей, а також формуються національні дорожні карти.

Однією з цілей програми Digital Decade є забезпечення того, щоб до 2030 року щонайменше 80% населення ЄС віком 16-74 роки мали щонайменше базовий рівень цифрових навичок. Крім того, ЄС поставив за мету досягти 20 млн працюючих ІТ-фахівців, одночасно забезпечуючи гендерне зближення у цій сфері. Ці амбітні цілі мають принципове значення для європейської політики розвитку людського капіталу. ЄС фактично визначає цифрову компетентність як кількісно вимірюваний стратегічний

ресурс, необхідний для забезпечення конкурентоспроможності економіки та соціальної інклюзії.

Досягнення рівня 80% населення з базовим рівнем цифрових навичок означає не просто збільшення кількості людей, які користуються Інтернет. Йдеться про формування цифрової компетентності, яка дозволяє громадянам працювати з цифровою інформацією, здійснювати цифрову комунікацію, створювати цифровий контент, забезпечувати власну кібербезпеку, захищати персональні дані, вирішувати проблеми за допомогою цифрових технологій, використовувати сучасні цифрові сервіси. Дана ціль програми Digital Decade безпосередньо пов'язана з розглянутою вище рамкою цифрової компетентності DigComp, яка визначає структуру цифрової компетентності громадян.

Важливим механізмом реалізації програми Digital Decade є підготовка державами-членами ЄС національних дорожніх карт. У них країни визначають заходи, необхідні для досягнення цілей програми Digital Decade, відповідні інвестиції, реформи та очікувані результати. У контексті розвитку цифрової компетентності це означає, що кожна держава-член ЄС адаптує загальноєвропейські орієнтири з врахуванням власної специфіки: структури населення, системи освіти, ринку праці та рівня цифровізації.

Важливим соціальним аспектом програми Digital Decade є скорочення цифрової нерівності, зокрема:

1) нерівності доступу (відсутність швидкісного Інтернет);

2) нерівності цифрової компетентності (різний рівень цифрових навичок населення);

3) нерівності можливостей використання цифрових технологій (різна здатність громадян і підприємств перетворювати цифрові технології на економічні та соціальні переваги).

Програма Digital Decade спрямована на одночасне подолання зазначених видів цифрової нерівності. У контексті розвитку цифрової компетентності дана програма демонструє перехід ЄС від концепції цифровізації суспільства, що концентрується переважно на поширенні цифрових технологій, до концепції цифрової спроможності суспільства, що концентрується на здатності людей, бізнесу та державних інститутів ефективно використовувати цифрові технології. Це означає, що цифрова компетентність є стратегічною складовою конкурентоспроможності європейської економіки. Людський капітал у програмі Digital Decade виконує такі функції:

- 1) споживача цифрових послуг;
- 2) користувача цифрових технологій у професійній діяльності;
- 3) творця цифрових продуктів і послуг;
- 4) джерела інновацій та технологічного розвитку.

Такий вимір програми Digital Decade, як цифрові навички, характеризує забезпеченість держав-членів ЄС необхідним людським капіталом для цифрової трансформації. Для оцінювання розвитку цифрової компетентності в державах-членах ЄС за період 2020-2025 років було проаналізовано такі показники DESI [23].

Кількість користувачів Інтернет віком 16-74 роки (X1). Значення даного показника у країнах ЄС перед стартом програми Digital Europe наведено на рис. 1.9, у 2025 році (останнє доступне спостереження) – на рис. 1.10.

Найбільше значення даного показника має Ірландія (відповідно, 89,31% у 2020 році та 99,7% у 2025 році). Далі слідує такі країни, як Нідерланди (відповідно, 93,2% у 2020 році та 99,43% у 2025 році), Данія (відповідно, 96,7% у 2020 році та 98,25% у 2025 році), Швеція (відповідно, 95,4% у 2020 році та 97,53% у 2025 році), Фінляндія (відповідно, 95,24% у 2020 році та 96,89% у 2025 році).

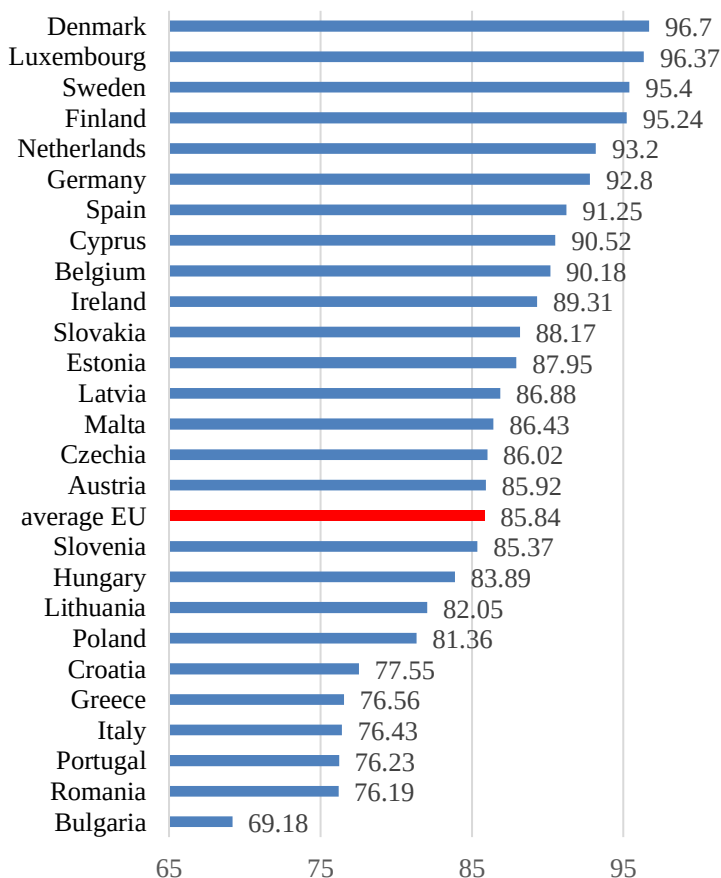


Рисунок 1.9 – Кількість користувачів Інтернет у державах-членах ЄС у 2020 році (% осіб віком 16-74 років)

У 2025 році середній рівень даного показника в державах-членах ЄС становив 92,73%. 12 держав-членів ЄС мають значення показника нижче середнього. Найнижче значення даного показника має Хорватія (85,9% у 2025 році).

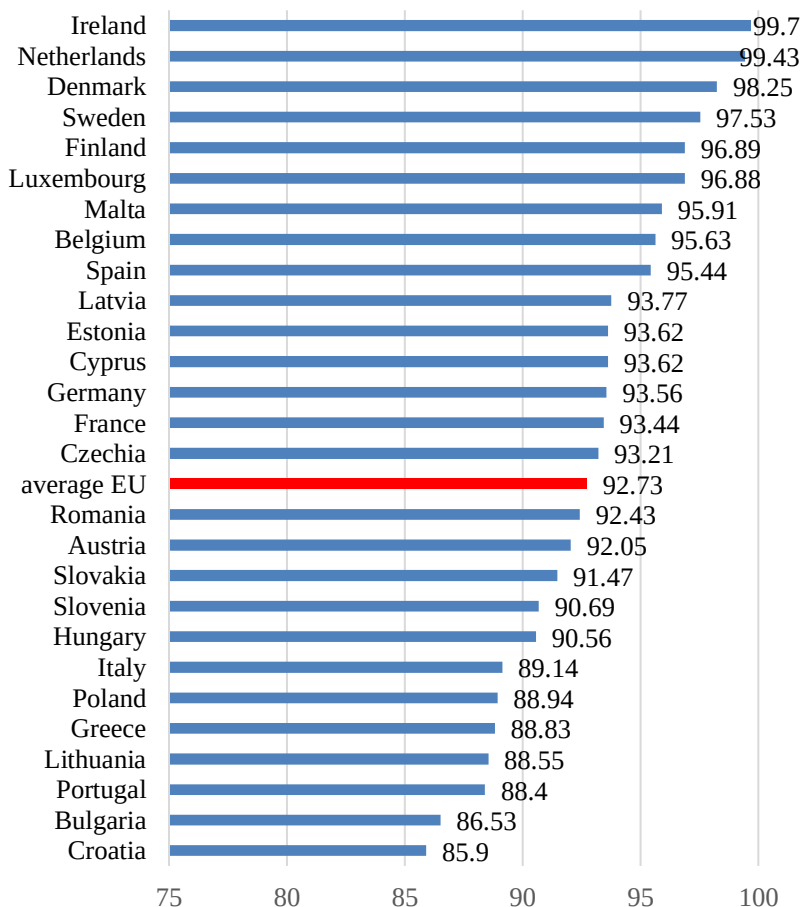


Рисунок 1.10 – Кількість користувачів Інтернет у державах-членах ЄС у 2025 році (% осіб віком 16-74 років)

Рис.1.9 та рис.1.10 демонструють наявність постійного цифрового розриву між країнами ЄС. Наприклад, для Румунії це означає, що незважаючи на значний прогрес у кількості користувачів Інтернет за час дії програми Digital Europe (відповідно, 76,19% у 2020 році та 92,43% у 2025 році) все ще не досягнуто середнього значення ЄС.

Кількість користувачів генеративного ШІ (X2).

Значення даного показника у державах-членах ЄС у 2025 році (єдине доступне спостереження) наведено на рис. 1.11.

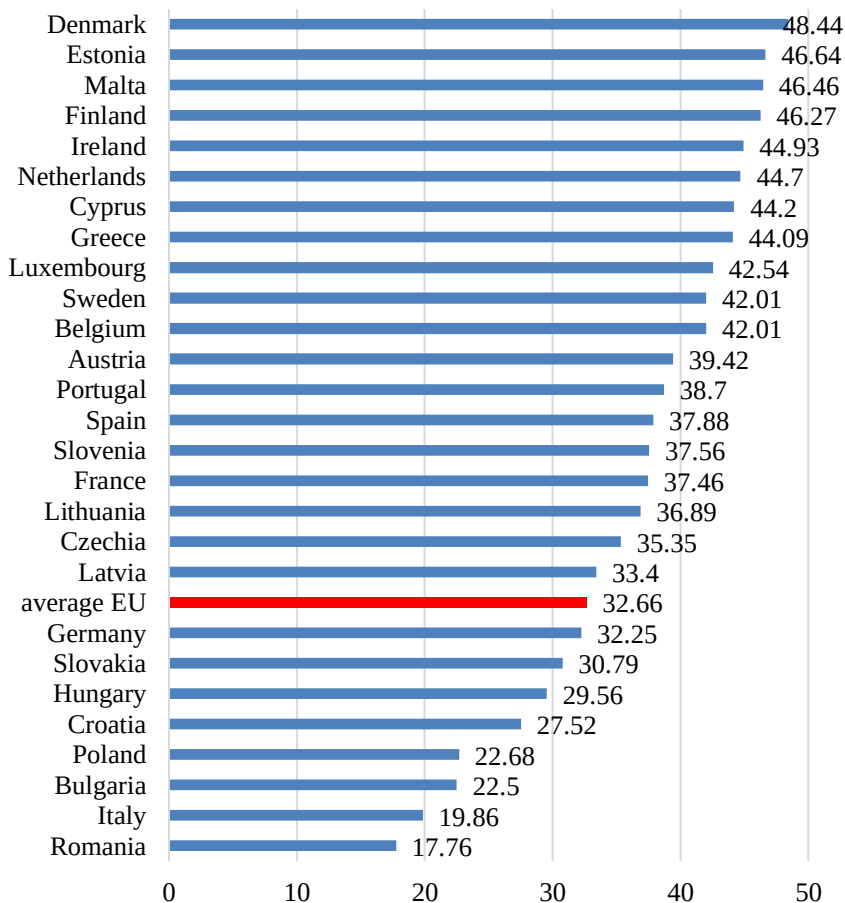


Рисунок 1.11 – Кількість користувачів генеративного штучного інтелекту у державах-членах ЄС у 2025 році (% осіб)

Найбільше значення показника має Данія (48,44%). У 2025 році середній рівень даного показника в державах-

членах ЄС становив 32,66%. 8 країн мають значення показника нижче середнього. Найнижче значення даного показника має Румунія (17,76%).

Кількість ІТ-фахівців (ХЗ). Значення даного показника у державах-членах ЄС у 2020 році (перед стартом програми Digital Europe) наведено на рис. 1.12.

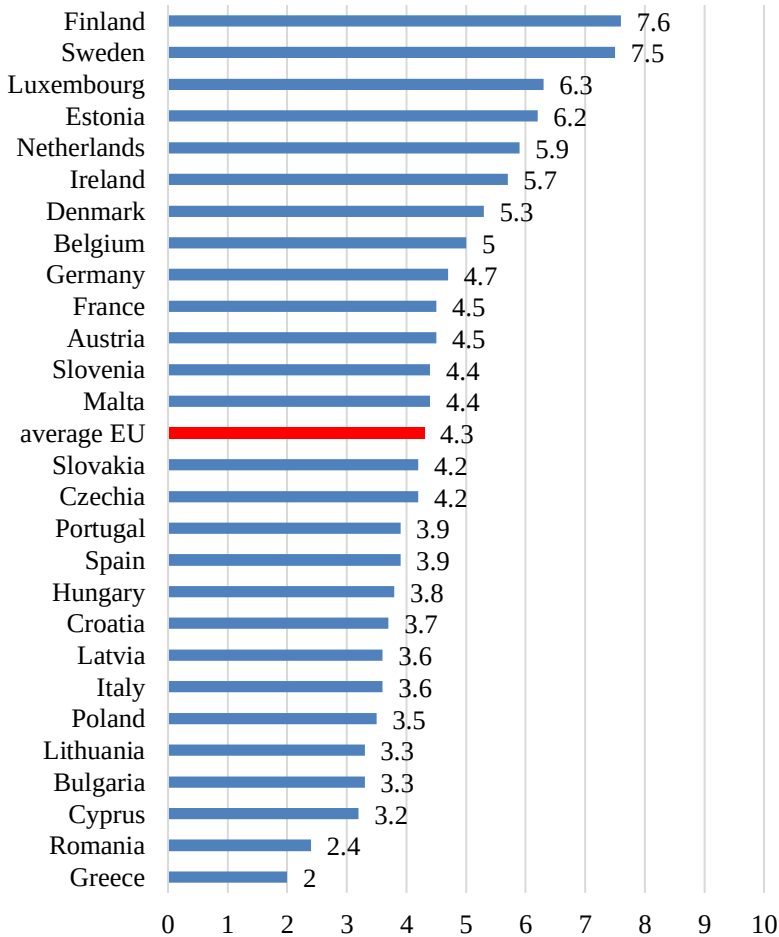


Рисунок 1.12 – Кількість ІТ-фахівців у державах-членах ЄС у 2020 році (% від загальної робочої сили)

Значення даного показника у державах-членах ЄС у 2025 році (останнє доступне спостереження) наведено на рис. 1.13.

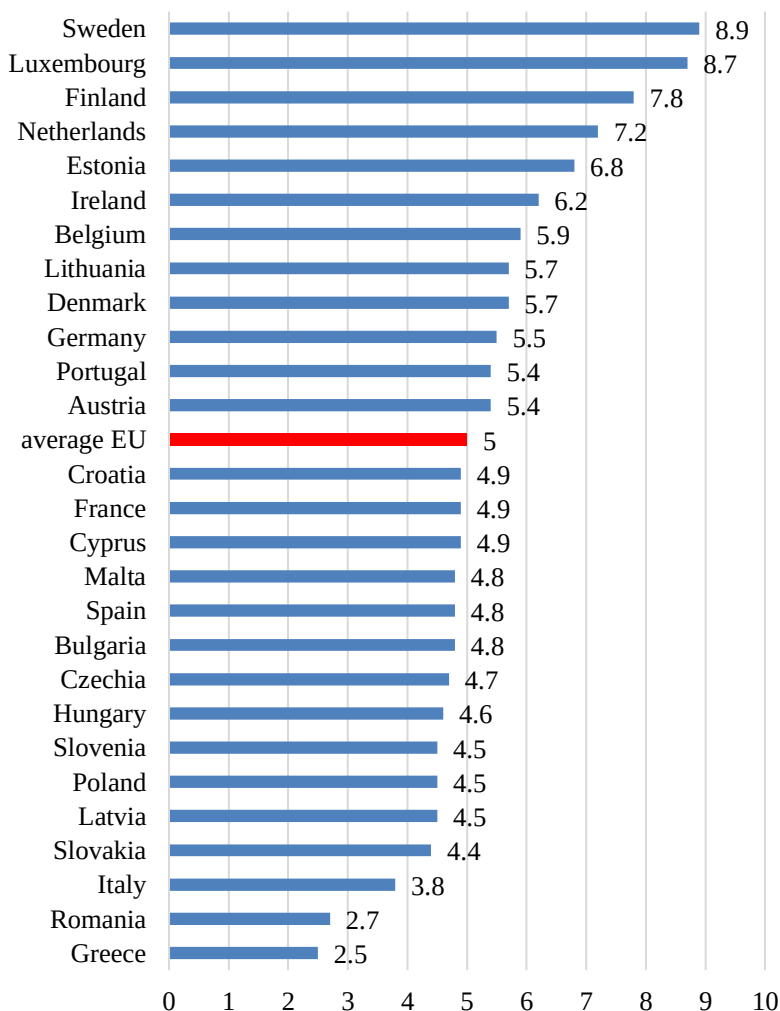


Рисунок 1.13 – Кількість ІТ-фахівців у державах-членах ЄС у 2025 році (% від загальної робочої сили)

Найбільша кількість ІТ-фахівців як % від загальної робочої сили спостерігається в Швеції (відповідно, 7,5% у 2020 році та 8,9% у 2025 році), Люксембурзі (відповідно, 6,3% у 2020 році та 8,7% у 2025 році), Фінляндії (відповідно, 7,6% у 2020 році та 7,8% у 2025 році) та Нідерландах (відповідно, 5,9% у 2020 році та 7,2% у 2025 році). У цих країнах значення даного показника перевищує 7%.

Середнє значення кількості ІТ-фахівців як % від загальної робочої сили у державах-членах ЄС у 2025 році становило 5%. Показник має позитивну динаміку. Його середнє значення зросло з 4,3% у 2020 році до 5% у 2025 році. 15 країн мають значення даного показника нижче середнього. Найгірший стан за період спостереження 2020-2025 років був у Греції та Румунії, де значення показника, зокрема, у 2025 році становило, відповідно, 2,5% і 2,7%.

Кількість ІТ-випускників (Х4). Значення даного показника у державах-членах ЄС у 2020 році (перед стартом програми Digital Europe) наведено на рис. 1.14, у 2024 році (останнє доступне спостереження) – на рис. 1.15.

Найбільша кількість ІТ-випускників спостерігається в Естонії (відповідно, 8,4% у 2020 році та 9,4% у 2024 році), Фінляндії (відповідно, 7,5% у 2020 році та 9,2% у 2024 році), Люксембурзі (відповідно, 6,4% у 2020 році та 8,5% у 2024 році), Ірландії (відповідно, 8,6% у 2020 році та 8,4% у 2024 році) Швеції (відповідно, 4,7% у 2020 році та 7,7% у 2024 році), Румунії (відповідно, 6,7% у 2020 році та 7,1% у 2024 році) та Латвії (відповідно, 4,6% у 2020 році та 7,1% у 2024 році). У цих країнах значення показника перевищує 7%.

Кількість ІТ-випускників у державах-членах ЄС корелює з кількістю ІТ-фахівців (наприклад, в обох випадках значення вище середнього мають Фінляндія, Естонія, Люксембург, Швеція, Нідерланди, Ірландія, Німеччина, Австрія, Данія), що свідчить про прямий вплив ІТ-освіти на розвиток ІТ-галузі у державах-членах ЄС.

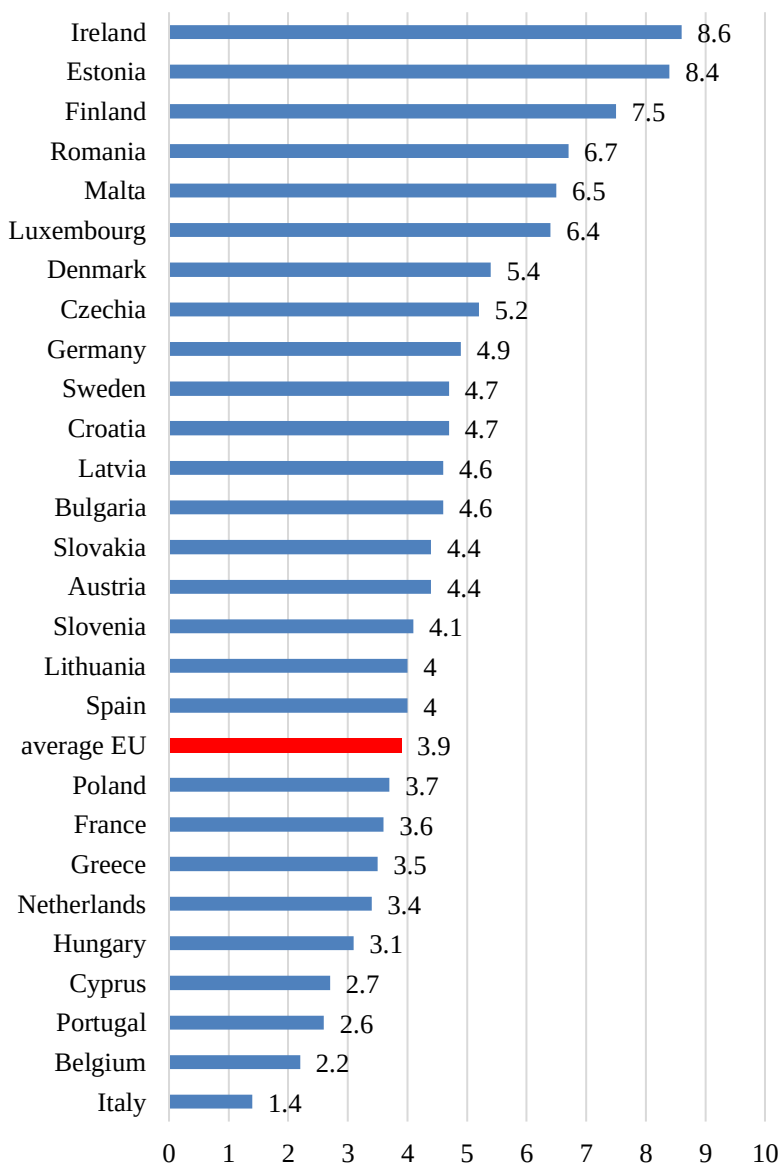


Рисунок 1.14 – Кількість ІТ-випускників у державах-членах ЄС у 2020 році (% випускників)

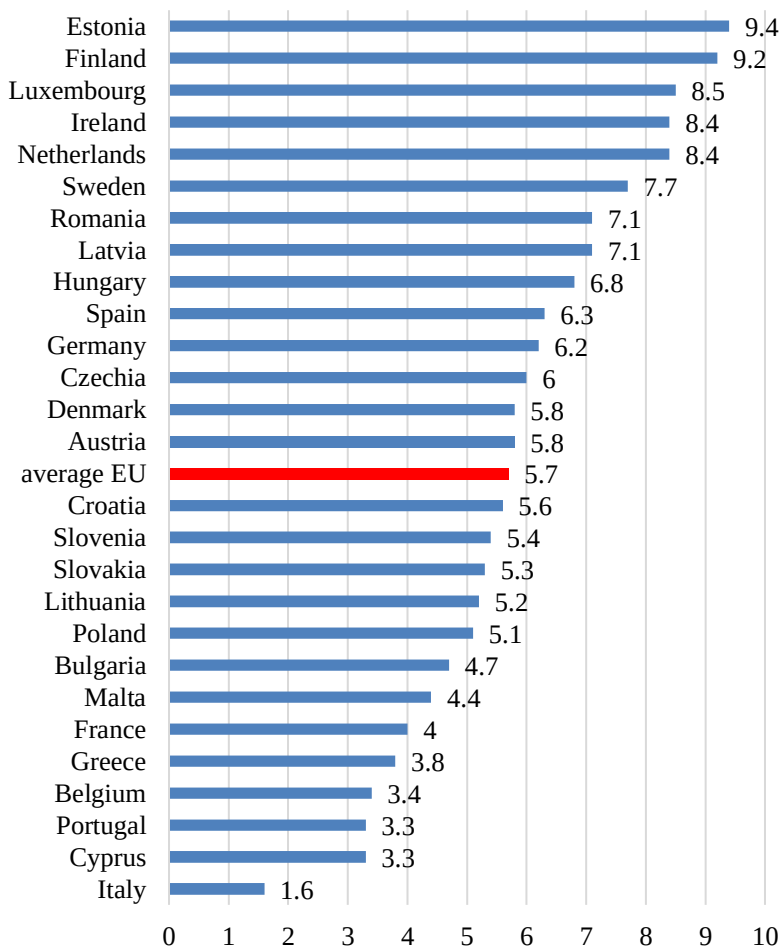


Рисунок 1.15 – Кількість ІТ-випускників у державах-членах ЄС у 2024 році (% випускників)

Середнє значення даного показника у державах-членах ЄС у 2024 році становило 5,7%, і 13 країн мали значення нижче середнього. Найменша кількість ІТ-випускників за період спостереження 2020-2024 років була в Італії.

Кількість населення віком 16-74 роки, що має базовий рівень цифрових навичок (X5). Значення даного показника у державах-членах ЄС у 2021 році (старт програми Digital Europe) наведено на рис. 1.16, у 2025 році (останнє доступне спостереження) – на рис. 1.17.

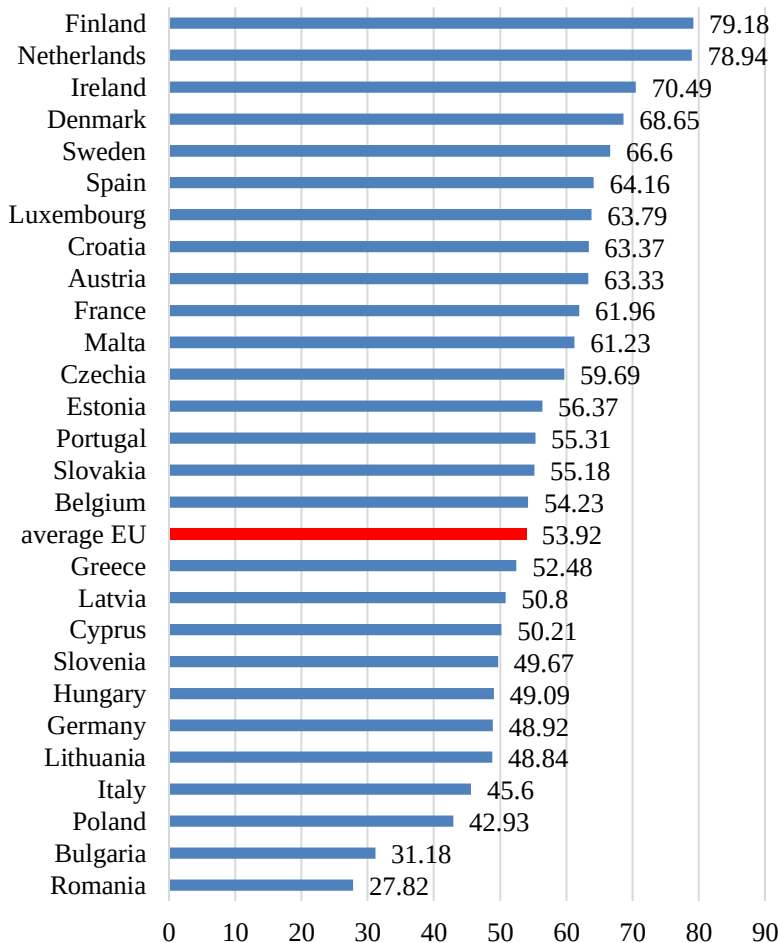


Рисунок 1.16 – Кількість населення, що має базовий рівень цифрових навичок у державах-членах ЄС у 2021 році (% осіб віком 16-74 роки)

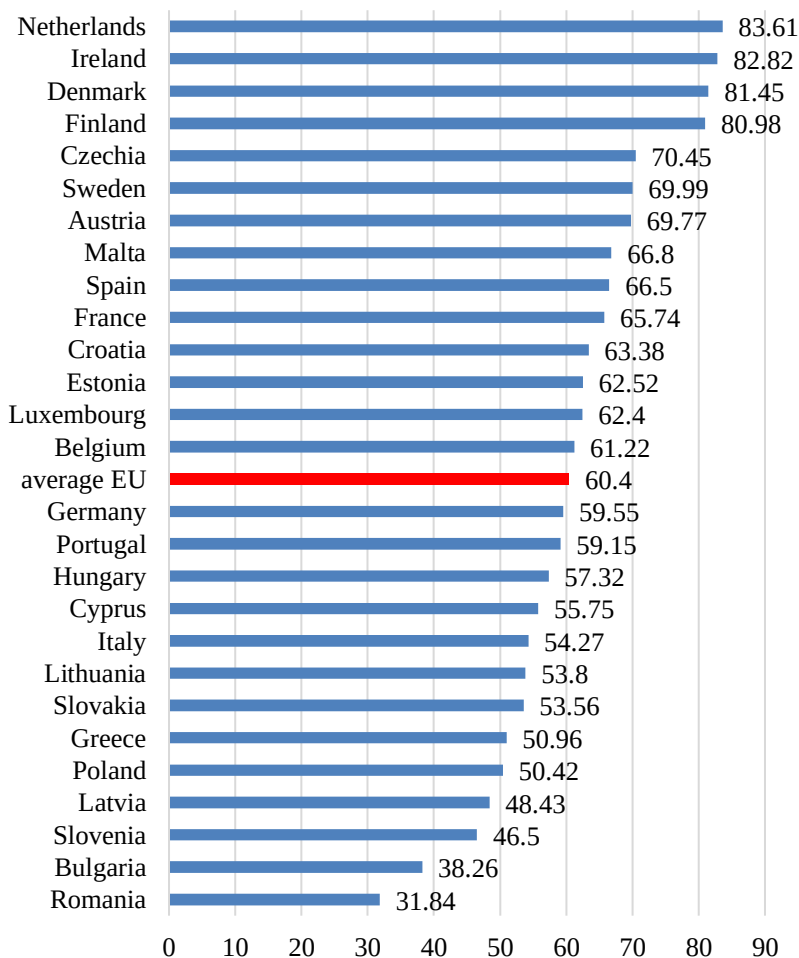


Рисунок 1.17 – Кількість населення, що має базовий рівень цифрових навичок у державах-членах ЄС у 2025 році (% осіб віком 16-74 роки)

Найбільше значення даного показника мають Нідерланди (відповідно, 78,94% у 2021 році та 83,61% у 2025 році). Далі слідують такі країни, як Ірландія

(відповідно, 70,49% у 2021 році та 82,82% у 2025 році), Данія (відповідно, 68,65% у 2021 році та 81,45% у 2025 році), Фінляндія (відповідно, 79,18% у 2021 році та 80,98% у 2025 році).

У 2025 році середнє значення даного показника в ЄС дорівнювало 60,4%. 13 країн мають значення показника нижче середнього. Найнижче значення даного показника має Румунія (31,84% у 2025 році).

Кількість населення віком 16-74 роки, що має рівень цифрових навичок вище базового (Х6). Значення показника у державах-членах ЄС у 2021 році (старт програми Digital Europe) наведено на рис. 1.18, у 2025 році (останнє доступне спостереження) – на рис. 1.19.

Найбільше значення даного показника, як і попереднього, мають Нідерланди (відповідно, 51,77% у 2021 році та 55,61% у 2025 році). Далі слідують такі країни, як Фінляндія (відповідно, 48,13% у 2021 році та 54,91% у 2025 році), Ірландія (відповідно, 39,69% у 2021 році та 54,41% у 2025 році), Данія (відповідно, 37,37% у 2021 році та 53,04% у 2025 році). У 2025 році середнє значення даного показника в державах-членах ЄС дорівнювало 31,43%. 13 країн мають значення показника нижче середнього. Найнижче значення даного показника, як і попереднього, має Румунія (11,13% у 2025 році).

У таблиці 1.3 подано поточне узагальнене ранжування держав-членів ЄС за розглянутими індикаторами DESI програми Digital Decade. Аналізуючи табл. 1.3, можемо зробити висновок, що найвищий рівень розвитку цифрових навичок в ЄС мають Нідерланди. У них перше місце в ЄС за кількістю населення, що має базовий та вище базового рівень цифрових навичок, друге місце в ЄС за кількістю користувачів Інтернет, четверте місце в ЄС за кількістю ІТ-випускників у відсотковому відношенні та кількістю ІТ-фахівців як % від загальної робочої сили.

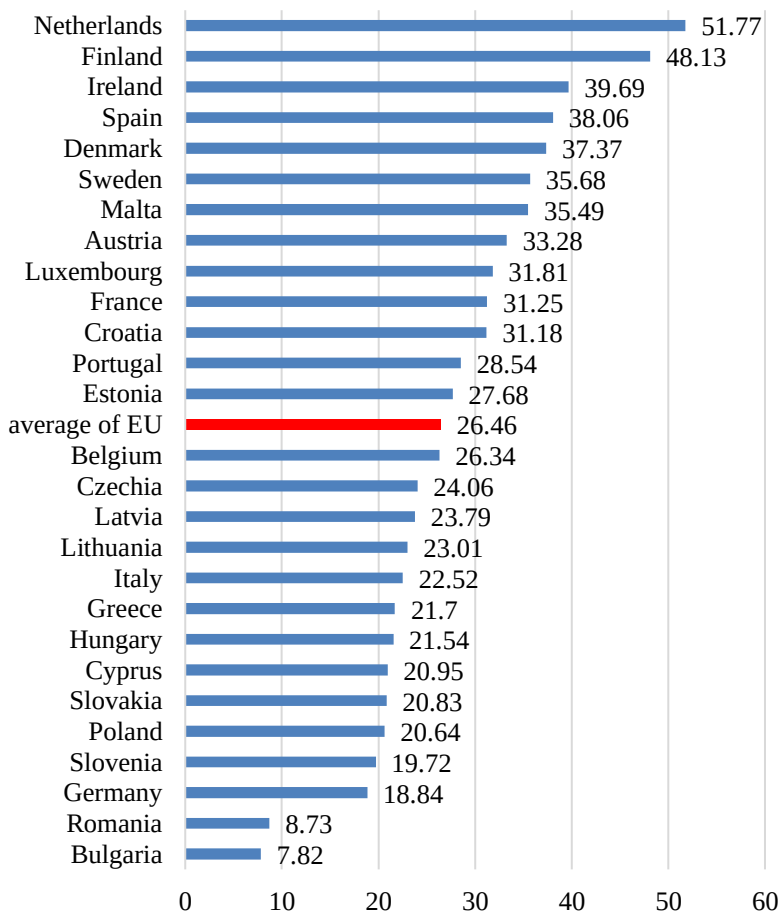


Рисунок 1.18 – Кількість населення, що має рівень цифрових навичок вище базового у державах-членах ЄС у 2021 році (% осіб віком 16-74 роки)

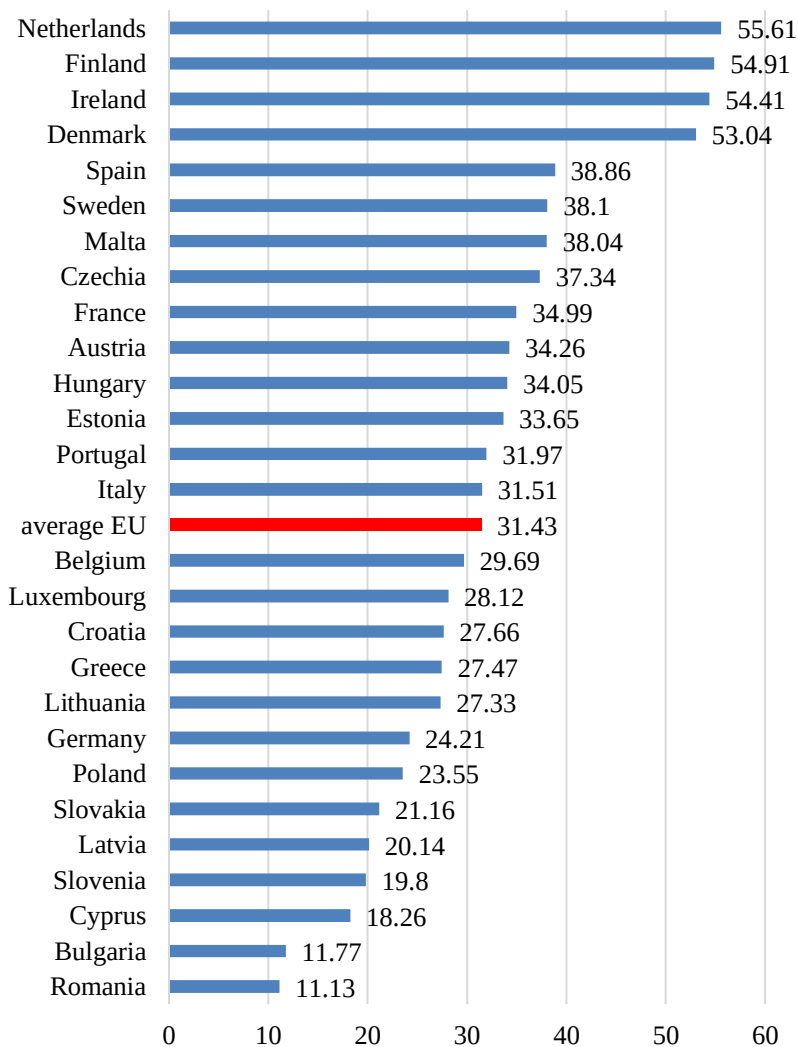


Рисунок 1.19 – Кількість населення, що має рівень цифрових навичок вище базового у державах-членах ЄС у 2025 році (% осіб віком 16-74 роки)

Таблиця 1.3 – Ранжування держав-членів ЄС згідно показників DESI

Країна	Ранг за X1	Ранг за X2	Ранг за X3	Ранг за X4	Ранг за X5	Ранг за X6	Сума рангів	Підсумковий ранг
Нідерланди	2	6	4	4	1	1	18	1
Фінляндія	5	4	3	2	4	2	20	2
Ірландія	1	5	6	5	2	3	22	3
Данія	3	1	8	14	3	4	33	4
Швеція	4	11	1	6	6	6	34	5
Естонія	12	2	5	1	12	12	44	6
Люксембург	6	9	2	3	13	16	49	7
Іспанія	9	14	17	10	9	5	64	8
Мальта	7	3	18	21	8	7	64	9
Австрія	17	12	11	13	7	10	70	10
Чехія	15	18	19	12	5	8	77	11
Бельгія	8	10	7	24	14	15	78	12
Франція	14	16	14	22	10	9	85	13
Німеччина	13	20	10	11	15	20	89	14
Угорщина	20	22	20	9	17	11	99	15
Кіпр	11	7	13	25	18	25	99	16
Латвія	10	19	21	7	24	23	104	17
Португалія	25	13	12	26	16	13	105	18
Литва	24	17	9	18	20	19	107	19
Хорватія	27	23	15	15	11	17	108	20
Греція	23	8	27	23	22	18	121	21
Словенія	19	15	23	16	25	24	122	22
Словакія	18	21	24	17	21	22	123	23
Польща	22	24	22	19	23	21	131	24
Румунія	16	27	26	8	27	27	131	25
Італія	21	26	25	27	19	14	132	26
Болгарія	26	25	16	20	26	26	139	27

Нідерланди є визнаним лідером ЄС у цифровізації, яка підтримується розвиненою цифровою інфраструктурою, потужною дослідницькою базою та сильними сторонами у високотехнологічних секторах (напівпровідниках та квантових технологіях) [20]. Однак МСП у Нідерландах все ще відстають у стратегічному впровадженні передових цифрових технологій, а нестача ІТ-фахівців уповільнює цифрову трансформацію. Сектор технологічних стартапів у країні також демонструє ознаки уповільнення. Нідерланди мають високі показники доступності та використання цифрових державних послуг, але надання цих послуг залишається фрагментованим між державними органами.

Згідно зі спеціальним Євробарометром Digital Decade 2026 [21], 86% нідерландців вважають цифрову політику найвищим пріоритетом ЄС. 97% нідерландців вважають захист конфіденційності та безпеки в Інтернеті головним пріоритетом ЄС на наступне десятиліття, далі йдуть такі пріоритети, як покращення доступу до цифрових інструментів (92%) та використання цифрових технологій для спрощення повсякденного життя (82%). Крім того, 95% нідерландців підтримують посилений онлайн-захист дітей та молоді, а 87% погоджуються, що розробка ШІ повинна ретельно регулюватися для забезпечення безпеки. Щодо генеративних інструментів ШІ, основними занепокоєннями нідерландців є точність інформації (57%), конфіденційність та захист даних (53%), а також етичні проблеми або потенційне неправильне використання ШІ (43%).

У розрізі напрямів програми Digital Decade Нідерланди мають такі поточні значення показників DESI [20].

Цифрова інфраструктура. Базове покриття 5G становить 100%, у тому числі в малонаселених районах. Оптиволоконний зв'язок до приміщення (FTTP) – 91%, що вище середнього значення ЄС (74%). Фіксована мережа дуже високої пропускної здатності (VHCN) – 99%, що вище

середнього значення ЄС (86%). Високі значення показників цифрової інфраструктури можна пояснити такими сприятливими факторами Нідерландів, як географічне розташування та високий рівень цифровізації суспільства.

Цифрова трансформація бізнесу. Цифрова інтенсивність МСП (принаймні базовий рівень) – 89%, що вище середнього значення ЄС (71%). Що стосується МСП з дуже високою цифровою інтенсивністю, то в Нідерландах значення цього показника дорівнює 20%, що більш ніж удвічі перевищує середнє значення ЄС (9%). Таким чином, МСП у Нідерландах мають високий рівень цифровізації, однак перехід від базової до високої цифрової інтенсивності все ще триває. Основною перешкодою, яка обмежує здатність нідерландських МСП реально скористатися перевагами цифровізації є дефіцит висококваліфікованих ІТ-фахівців на ринку праці.

На цьому фоні низка національних ініціатив зміщує акцент з підвищення обізнаності про впровадження цифрових технологій на підтримку МСП у розвитку цифрових навичок для впровадження цифрових технологій. Академія Smart Makers, офіційно заснована у 2026 році, працює на національному рівні через регіональні академії, які надають підтримку на основі попиту, адаптовану до реальних бізнес-потреб МСП [116]. Галузеві фонди навчання та розвитку, такі як A&O Metalelektro [94], відіграють важливу роль у підвищенні кваліфікації робочої сили та навчанні протягом життя, приділяючи дедалі більшу увагу цифровим навичкам, пов'язаним з ІІІ. Ці ініціативи є реакцією на потребу в поєднанні розвитку цифрових навичок із практичною підтримкою на рівні бізнесу.

Нідерланди мають лідируючі позиції в ЄС у впровадженні передових цифрових технологій підприємствами. 33% підприємств впровадили ІІІ, що

вище середнього значення ЄС, яке становить 20%. 56% підприємств впровадили аналітику даних, що вище середнього значення ЄС, яке становить 40%. 66% підприємств впровадили хмарні технології, що вище середнього значення ЄС, яке становить 47%. 80% підприємств впровадили ШІ, хмарні технології або аналітику даних, що вище середнього значення ЄС, яке становить 63%. При цьому у Нідерландах продовжує зберігатися розрив у цифровій зрілості між МСП та великими компаніями, характерний для всіх держав-членів ЄС, але у Нідерландах він менше виражений.

Цифрові державні послуги. Цифрові державні послуги для громадян – 91%, що вище середнього значення ЄС, яке становить 85%. Цифрові державні послуги для бізнесу – 89,44%, що трохи вище середнього значення ЄС, яке становить 88,59%. Доступ до електронних медичних записів – 69%, що менше середнього значення ЄС, яке становить 87%.

Цифрові навички. За даними Європейської комісії, у 2024 році Нідерланди перевищували середні значення ЄС за всіма компонентами цифрової компетентності (рис.1.20). Найкращий результат спостерігається у сфері комунікації та співпраці – 98,86%, тоді як найслабшою сферою є створення цифрового контенту – 86,46%. Це дозволяє зробити важливий висновок – високий загальний рівень цифрової компетентності не означає однаково високого розвитку всіх її компонентів.

31 січня 2025 року Нідерланди представили повністю переглянута національну дорожню карту програми Digital Decade. Країна підвищила свої національні цілі щодо МСП з принаймні базовим рівнем цифрової інтенсивності (до 95%) та щодо впровадження аналітики даних підприємствами (до 75%).

Digital Skills Index components

% of individuals

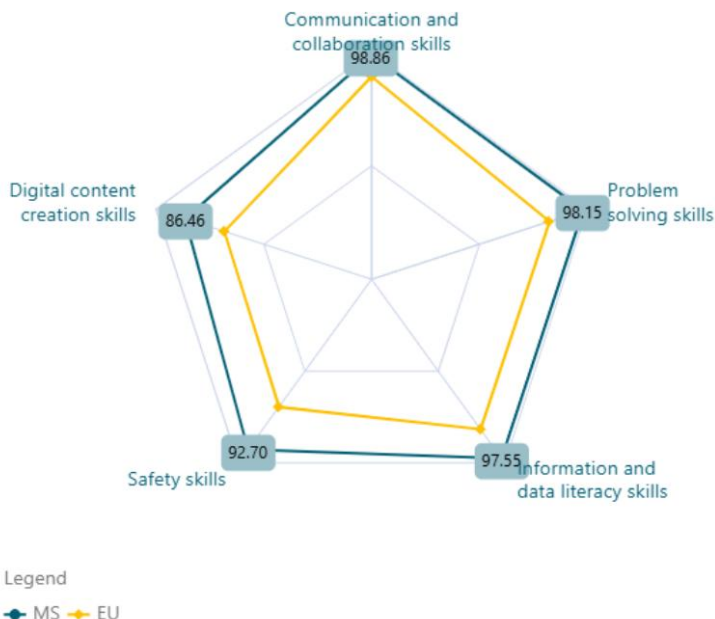


Рисунок 1.20 – Оцінювання компонентів цифрової компетентності Нідерландів у 2024 році [19]

Щодо кількості ІТ-фахівців як % від загальної робочої сили, Нідерланди вирішили зберегти початкову національну ціль на 2030 рік (9,2%), що все ще дуже близько до цілі ЄС у 10%. Заходи щодо підтримки ІТ-фахівців у Нідерландах зосереджені в основному на збільшенні кількості учасників STEM-освіти, наданні регіональної підтримки ІТ-фахівцям у пошуку роботи, а також на зміцненні STEM-освіти та ІТ у початковій школі.

Нідерландська модель розвитку цифрової компетентності характеризується поєднанням високої доступності цифрової інфраструктури, широкого

використання населенням цифрових послуг, інтеграції цифрових технологій в освіту та економіку, а також системної державної політики щодо формування цифрових навичок. Водночас Нідерланди не обмежуються досягнутим рівнем. Країна планує запровадити цифрову грамотність як окремий напрям навчання в початковій та середній освіті.

Новим напрямом розвитку цифрової компетентності є підготовка населення до використання ІІІ. Наразі за цим показником Нідерланди займають 6 місце в ЄС. Необхідними стають розуміння можливостей і обмежень ІІІ, критичне оцінювання результатів генеративного ІІІ, захист персональних даних, розуміння алгоритмічних ризиків, етичне використання ІІІ, уміння формулювати запити та перевіряти отримані результати.

У сучасній політиці розвитку цифрової компетентності в Нідерландах акцент зміщується від базової цифрової грамотності до поглибленої цифрової компетентності, необхідної для роботи з ІІІ, великими даними, кібербезпекою, напівпровідниками, квантовими технологіями та іншими напрямками. Нідерланди демонструють важливу закономірність – висока цифрова грамотність населення не усуває автоматично дефіцит ІТ-фахівців. Ринок праці Нідерландів у галузі ІТ стикається зі значним дисбалансом між попитом і пропозицією через структурні обмеження та нерівномірний доступ до ІТ-фахівців між компаніями та регіонами країни, що обмежує темпи цифрової трансформації. Крім того, спостерігається значний гендерний дисбаланс – жінки становлять менше чверті зайнятих ІТ-фахівців у Нідерландах, що означає втрату частини людського капіталу. Сьогодні перед Нідерландами стоїть завдання збільшити пропозицію висококваліфікованих ІТ-фахівців.

Важливим компонентом нідерландської політики розвитку цифрової компетентності є стимулювання участі

молоді в STEM-освіті. У звіті Digital Decade 2026 Європейська комісія звертає увагу на необхідність посилення участі студентів у STEM-освіті через ранню профорієнтацію, а також залучення й утримання ІТ-фахівців, особливо в секторах з високим цифровим потенціалом [20].

Згідно табл. 1.3 друге місце в ЄС за рівнем розвитку цифрових навичок посідає Фінляндія. Фінська модель розвитку цифрової компетентності базується на принципі, відповідно до якого цифрова компетентність є частиною загальної освіченості людини, а її формування починається з раннього дитинства і продовжується протягом життя. Особливістю фінського підходу є поєднання цифрової освіти дітей та молоді, підвищення цифрової компетентності педагогів, розвитку цифрових навичок дорослих, підтримки навчання протягом життя, підготовки ІТ-фахівців, розвитку цифрової безпеки та медіаграмотності, забезпечення рівних можливостей доступу до цифрових технологій. У результаті цифрові навички розглядаються не як вузька професійна характеристика, а як компонент людського капіталу та соціальної інклюзії.

Фінляндія розробила політику цифровізації освіти та професійної підготовки до 2027 року [95]. Її метою є покращення цифрової компетентності громадян, забезпечення рівних можливостей та системний розвиток цифрових рішень. Важливим інструментом фінської цифрової політики є Національна рамка цифрової компетентності [50], розроблена Фінським національним агентством з питань освіти для підтримки реалізації національних освітніх програм. Дана рамка застосовується у дошкільній, підготовчій та базовій освіті та має забезпечити, щоб діти й молодь отримували цифрові

навички, необхідні для навчання, трудової діяльності та участі в суспільному житті.

Фінський підхід можна представити як поступове ускладнення цифрової компетентності відповідно до віку та освітніх потреб людини. На ранніх етапах увага приділяється безпечному користуванню цифровими пристроями, розумінню цифрового середовища, пошуку та використанню інформації, цифровій комунікації, основам створення цифрового контенту. У старших класах цифрова компетентність набуває більш складного характеру та пов'язується з роботою з інформацією, вирішенням проблем, програмуванням та підготовкою до подальшої освіти і професійної діяльності.

Європейська комісія характеризує Фінляндію як країну з високим рівнем навичок населення щодо виявлення дезінформації [20]. Це має особливе значення в умовах поширення генеративного ШІ, дипфейк-контенту та автоматизованого створення інформації. За показником використання ШІ Фінляндія займає 4 місце в ЄС.

Згідно зі спеціальним Євробарометром Digital Decade 2026, 83% фіннів вважають цифрову політику найвищим пріоритетом ЄС [21]. 98% фіннів вважають захист конфіденційності та безпеки в Інтернеті головним пріоритетом ЄС на наступне десятиліття, далі йдуть такі пріоритети, як покращення доступу до цифрових інструментів (92%) та використання цифрових технологій для спрощення повсякденного життя (90%). Крім того, 96% фіннів підтримують посилений онлайн-захист дітей та молоді. 86% погоджуються, що розробка ШІ повинна ретельно регулюватися для забезпечення безпеки, навіть якщо це може обмежувати розробників. Щодо генеративних інструментів ШІ, основними занепокоєннями фіннів є точність інформації (41%), конфіденційність та

захист даних (36%). Не бачать сенсу у використанні ІІІ 36% фінів [21].

У розрізі ключових напрямів програми Digital Decade Фінляндія має такі поточні значення показників DESI [20].

Цифрова інфраструктура. Базове покриття 5G становить 100%. Оптиволоконний зв'язок до приміщення (FTTP) – 80%, що вище середнього значення ЄС, яке становить 74%. Фіксована мережа дуже високої пропускної здатності (VHCN) – 85%, що трохи нижче середнього значення ЄС, яке становить 86%.

Цифрова трансформація бізнесу. Цифрова інтенсивність МСП (принаймні базовий рівень) – 94%, що вище середнього значення ЄС, яке становить 71%. Що стосується МСП з дуже високою цифровою інтенсивністю, то в Фінляндії цей показник становить 24%, що більш ніж удвічі перевищує середнє значення ЄС, яке дорівнює 9%. 38% підприємств впровадили ІІІ, що вище середнього значення ЄС, яке становить 20%. 45% підприємств впровадили аналітику даних, що вище середнього значення ЄС, яке становить 40%. 73% підприємств впровадили хмарні технології, що вище середнього значення ЄС, яке становить 47%. 81% підприємств впровадили ІІІ, хмарні технології або аналітику даних, що вище середнього значення ЄС, яке становить 63%.

Фінляндія зарекомендувала себе як лідер ЄС у сфері ІІІ та має відповідні інструменти для підтримки цієї тенденції завдяки своїм обчислювальним потужностям, даним та знанням. У 2025 році консорціум LUMI (Large Unified Modern Infrastructure), одна з перших фабрик ІІІ в ЄС, запустив свої перші послуги в Фінляндії [77]. Наразі вони є безкоштовними для МСП, стартапів та науковців і включають консалтинг, ресурси для високопродуктивних обчислень на суперкомп'ютері консорціума LUMI для розроблення систем ІІІ, набори даних, а також навчання та

технічну підтримку. Членами консорціума LUMI є такі держави-члени ЄС, як Фінляндія, Данія, Швеція, Естонія, Нідерланди, Бельгія, Чехія, Польща. Крім того, у Фінляндії у 2024 році була запущена мережа ШІ, метою якої є допомогти Фінляндії стати світовим лідером у сфері застосувань ШІ шляхом прискорення розроблення та впровадження систем ШІ в бізнес-секторах [2].

Цифрові державні послуги. Цифрові державні послуги для громадян – 97%, що вище середнього значення ЄС, яке становить 85%. Цифрові державні послуги для бізнесу – 99%, що вище середнього значення ЄС, яке становить 89%. Доступ до електронних медичних записів – 91%, що вище середнього значення ЄС, яке становить 87%.

Цифрові навички. За даними Європейської комісії, у 2024 році Фінляндія перевищувала середні показники ЄС за всіма компонентами цифрової компетентності (рис.1.21).

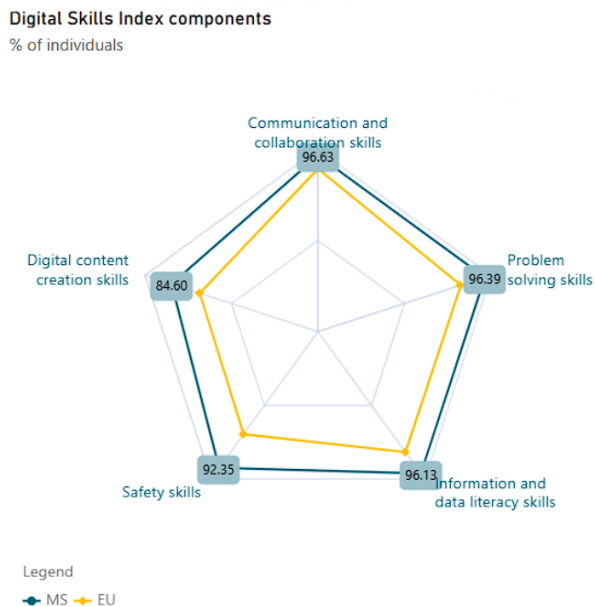


Рисунок 1.21 – Оцінювання компонентів цифрової компетентності Фінляндії у 2024 році [19]

Найкращий результат спостерігається у сфері комунікації та співпраці – 96,63%, тоді як найслабшою сферою є створення цифрового контенту – 84,6%.

Фінляндія посідає друге місце в ЄС за кількістю ІТ-випускників у відсотковому відношенні та третє місце в ЄС за кількістю ІТ-фахівців як % від загальної робочої сили. Частка жінок серед ІТ-фахівців у Фінляндії також є однією з найвищих у ЄС – близько 24,3%. Однак навіть за таких значень показників DESI Європейська комісія у звіті Digital Decade 2026 зазначає, що в сільських і малонаселених районах Фінляндії залишаються проблеми з якісною цифровою інфраструктурою, тоді як впровадження хмарних технологій знаходиться в стагнації, а нестача ІТ-фахівців стримує подальший прогрес країни [20]. Європейська комісія рекомендує Фінляндії посилити підготовку, залучення та утримання ІТ-фахівців, узгоджуючи ці заходи з пріоритетними технологічними напрямками.

Отже, фінський досвід демонструє ту саму закономірність, що й нідерландський – високий рівень базової цифрової грамотності автоматично не усуває потреби у збільшенні кількості висококваліфікованих ІТ-фахівців. Сучасний етап фінської цифрової політики характеризується переходом від забезпечення базової цифрової грамотності до розвитку поглибленої цифрової компетентності. Основними пріоритетами є ІІІ, кібербезпека, аналіз даних, високотехнологічне виробництво та підготовка достатньої кількості ІТ-фахівців.

Згідно табл. 1.3 третє місце в ЄС за рівнем розвитку цифрових навичок посідає Ірландія. Особливе значення для розвитку цифрової компетентності в Ірландії має Стратегія розвитку грамотності, математики та цифрової грамотності Ірландії на 2024-2033 роки [74]. Вона охоплює освітній шлях від раннього навчання та догляду за дітьми до завершення середньої освіти та спрямована на формування

у здобувачів освіти необхідних знань та умінь, які дозволяють ефективно функціонувати в цифровому середовищі, що постійно змінюється. Дана стратегія передбачає такі основні напрями, як: залучення батьків і громад до підтримки цифрової грамотності; професійний розвиток педагогів; розвиток лідерства в освітніх закладах; удосконалення навчальних програм; покращення освітнього досвіду здобувачів освіти.

У 2025 році в Ірландії було опубліковано «Керівництво щодо штучного інтелекту в школах» для надання підтримки вчителям щодо безпечного, відповідального та ефективного використання систем ШІ [55]. Було також створено Зовнішню консультативну робочу групу з питань ШІ в освіті для підтримки розроблення узгодженого національного підходу до безпечного, відповідального та ефективного використання ШІ. Ірландія є однією із п'яти країн-бенефіціарів (Ірландія, Швеція, Бельгія, Німеччина, Люксембург), які беруть участь у проєкті «FutureProof Education: Supporting schools in the AI evolution», що реалізується ЮНЕСКО та забезпечує аналіз поточного використання ШІ в школах та безперервний професійний розвиток для вчителів [51]. Отже, цифрова компетентність в Ірландії формується як системний результат взаємодії учня, педагога, навчального закладу, родини та державної освітньої політики.

Ірландський підхід передбачає формування цифрової грамотності з раннього дитинства. На початкових етапах навчання особливе значення мають:

- безпечне використання цифрових пристроїв;
- розуміння цифрового середовища;
- пошук та оцінювання інформації;
- цифрова комунікація;
- створення цифрового контенту;
- відповідальна поведінка в Інтернет.

На наступних етапах навчання цифрові навички стають дедалі складнішими та інтегруються в предметні галузі. Така модель відповідає сучасній європейській концепції, відповідно до якої цифрова компетентність повинна розвиватися поступово протягом усього освітнього циклу, а не формуватися виключно під час вивчення окремих дисциплін, таких як інформатика.

Важливим компонентом ірландської політики є розвиток цифрової компетентності педагогічних працівників. Від учителя очікується не просто вміння використовувати комп'ютер, цифрову платформу або цифровий ресурс, а вміння інтегрувати цифрові технології в навчальний процес, вибирати потрібні цифрові інструменти, оцінювати цифровий контент і забезпечувати безпечне цифрове середовище.

Згідно зі спеціальним Євробарометром Digital Decade 2026, 84% ірландців вважають цифрову політику найвищим пріоритетом ЄС [21]. 98% ірландців вважають захист конфіденційності та безпеки в Інтернет головним пріоритетом ЄС на наступне десятиліття, далі йде просування програм цифрової освіти та розвитку цифрових навичок (92%).

У розрізі ключових напрямів програми Digital Decade Ірландія має такі поточні значення показників DESI [20].

Цифрова інфраструктура. Базове покриття 5G становить 96,31%, що трохи нижче середнього рівня ЄС, яке дорівнює 96,79%. Оптиволоконний зв'язок до приміщення (FTTP) – 85%, що вище середнього значення ЄС, яке дорівнює 74%. Фіксована мережа дуже високої пропускної здатності (VHCN) – 89%, що вище середнього значення ЄС, яке дорівнює 86%. Згідно з Національною стратегією цифрових технологій та ШІ до 2030 року [25], Ірландія прагне забезпечити високошвидкісне підключення до кожного приміщення, підвищити стійкість цифрової

інфраструктури та зміцнити міжнародне підключення, зокрема за допомогою нових підводних кабельних маршрутів. У сфері фіксованого зв'язку політика в Ірландії останніми роками зосереджувалася на підтримці розгортання оптоволоконного зв'язку та сприянні переходу від традиційних до оптоволоконних мереж.

Цифрова трансформація бізнесу. Цифрова інтенсивність МСП (принаймні базовий рівень) становить 79%, що вище середнього значення ЄС, яке дорівнює 71%. Що стосується МСП з дуже високою цифровою інтенсивністю, то в Ірландії цей показник дорівнює 11%, що трохи вище середнього значення ЄС, яке становить 9%. Таким чином, менш цифрові МСП Ірландії обмежують потенційні переваги продуктивності та інновацій, які країна може отримати від цифровізації.

У 2026 році Ірландія продовжувала підтримувати цифровізацію МСП за допомогою консультаційних і фінансових інструментів, які включають портал Grow Digital [53] та Фонд цифрового переходу [26], що пов'язаний з фінансуванням європейського Фонду відновлення та стійкості (Recovery and Resilience Facility, RRF), яке закінчується у 2026 році.

19,64% підприємств впровадили ШІ, що трохи нижче середнього значення ЄС, яке становить 20%. Державна цифрова політика в Ірландії змістилася в останні роки в бік просування ШІ, а оновлена Національна стратегія в галузі цифрових технологій та ШІ до 2030 року позиціонує Ірландію як місце для створення стартапів у сфері ШІ та глобальний центр прикладних інновацій у сфері ШІ [25]. Ірландський уряд наголошує на необхідності підвищення кваліфікації у сфері ШІ на робочому місці, включаючи курси з основ ШІ та лідерства у сфері ШІ. МСП визначено як цільові користувачі запущеної у 2026 році екосистеми підтримки передових обчислень AI Factory Antenna, яка

надає доступ до обчислювальних ресурсів, створених для використання МСП та наукових досліджень [61].

63% підприємств впровадили хмарні технології, що вище середнього значення ЄС, яке становить 47%. 41% підприємств впровадили аналітику даних, що трохи вище середнього значення ЄС, яке становить 40%. Оскільки аналітика даних є важливим компонентом оптимізації бізнес-процесів і прийняття управлінських рішень, повільне впровадження аналітики даних підприємствами в Ірландії зменшує темп цифрової трансформації. 72% підприємств впровадили ІІІ, хмарні технології або аналітику даних, що вище середнього значення ЄС, яке становить 63%.

Оскільки впровадження передових цифрових технологій сприяє підвищенню продуктивності та інноваційному потенціалу, головною проблемою Ірландії є ризик того, що повільне зростання впровадження ІІІ та аналітики даних підприємствами в Ірландії може з часом зменшити їх конкурентоспроможність.

Цифрові державні послуги. Цифрові державні послуги для громадян – 91%, що вище середнього значення ЄС, яке становить 85%. Цифрові державні послуги для бізнесу – 100%, що вище середнього значення ЄС, яке становить 89%. Доступ до електронних медичних записів – 44%, що значно нижче середнього значення ЄС, яке становить 87%.

Ірландія посідає п'яте місце в ЄС за кількістю ІТ-випускників у відсотковому відношенні та шосте місце в ЄС за кількістю ІТ-фахівців як % від загальної робочої сили. Частка жінок серед ІТ-фахівців у Ірландії також є однією з найвищих у ЄС – близько 24,4%.

Цифрові навички. За даними Європейської комісії, у 2024 році Ірландія перевищувала середні значення ЄС за всіма компонентами цифрової компетентності (рис.1.22).

Digital Skills Index components

% of individuals

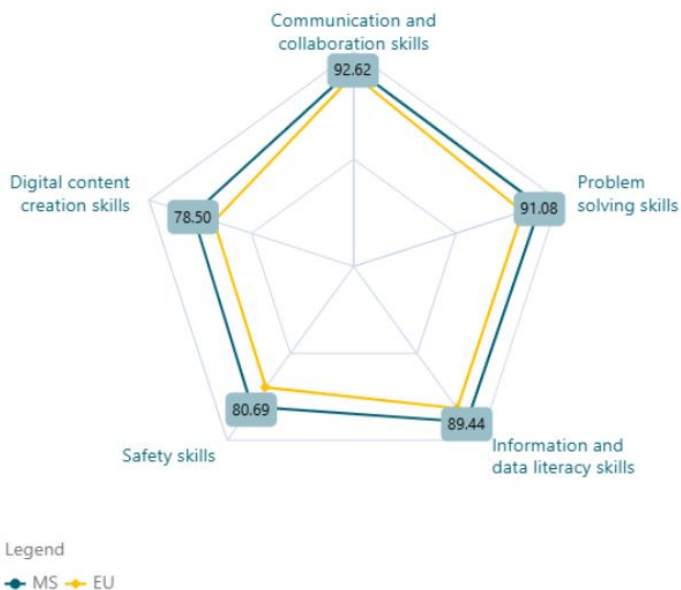


Рисунок 1.22 – Оцінювання компонентів цифрової компетентності Ірландії у 2024 році [19]

Найкращий результат спостерігається у сфері комунікації та співпраці – 92,62%, тоді як найслабшою сферою є створення цифрового контенту – 78,50%.

Підсумовуючи, нерівномірний рівень цифровізації підприємств в Ірландії впливає на їхню ефективність, оскільки підприємства, які є менш цифровими, мають менше можливостей для підвищення продуктивності, впровадження ефективніших бізнес-процесів та масштабування. Збільшення пропозиції ІТ-фахівців може допомогти подолати дефіцит кваліфікованих кадрів в ірландській економіці та підтримати цифрову трансформацію.

1.7 Показники вимірювання використання платформ для корпоративної співпраці

У сучасному швидкоплинному бізнес-світі ефективне використання аналітики даних стало обов'язковою умовою для підприємств, які прагнуть отримати конкурентну перевагу. Аналітика даних, як широка галузь, що об'єднує різне програмне забезпечення (ПЗ), цифрові технології та інструменти, дозволяє особам, що приймають рішення, отримувати практичну інформацію шляхом оброблення даних. Корпоративне соціальне ПЗ (Enterprise Social Software, ESS) є ключовою частиною систем корпоративної співпраці (Enterprise Collaboration Systems, ECS), охоплюючи як «соціальні», так і «робочі» функції на своїх платформах [112]. Сфера комунікації та співпраці є однією з п'яти основних сфер цифрової компетентності [16]. У контексті розвитку цифрової компетентності, дуже важливим є оцінювання показників використання платформ для корпоративної співпраці, які надалі можуть бути використані для розроблення заходів щодо покращення цифрової компетентності співробітників підприємств.

Впровадження ECS є великою інвестицією для підприємства, як з точки зору фінансових ресурсів, так і з точки зору стратегічної спрямованості [52]. Розуміння того, як користувачі взаємодіють з платформою ECS, має вирішальне значення для оптимізації продуктивності, покращення користувацького досвіду та узгодження ініціатив бізнес-аналітики з ключовими бізнес-цілями підприємства. Показники використання платформ ECS допомагають особам, що приймають рішення, оцінювати ефективність своїх стратегій [63].

Платформа ECS – це ПЗ, яке охоплює весь спектр програмних застосунків для корпоративної співпраці, від простого обміну файлами до складних систем, і має на меті підтримку різних вимог до спільної роботи [110]. Отже,

показники для вимірювання використання платформ ECS є незамінним інструментом для підприємств, який дозволяє їм оцінити ефективність своїх інвестицій. Крім того, оскільки підприємства функціонують в умовах постійно зростаючого обсягу даних, потреба в корисній інформації стає дедалі гострішою [86]. Вимірюючи продуктивність ECS, виявляючи закономірності поведінки користувачів та перешкоди, показники використання платформ ECS дозволяють підприємствам покращувати свої стратегії та отримувати максимальну віддачу від своїх даних.

Показники використання платформ ECS розвивалися одночасно зі змінами в пріоритетах підприємств, обумовлених технологічним прогресом [110]. Сьогодні набір цих показників суттєво розширився [63, 111]. ECS генерують безліч показників, що виходять за рамки простих технічних оцінок, надаючи комплексне уявлення про продуктивність бізнес-аналітики, від рівня використання користувачами до якості вихідних даних. Таким чином, важливість показників використання платформ ECS є незаперечною, а самі вони потребують дослідження.

Аналітика соціальної співпраці (Social Collaboration Analytics, SCA) за визначенням [112] є підходом до аналізу та відображення спільної діяльності користувачів у системах соціальної співпраці. SCA включає концепцію вебаналітики, проте в більшій мірі зосереджена на аналізі спільної діяльності користувачів, яка включає внесок, зміни, відповідність, контент, комунікацію, співпрацю, координацію та поєднання, як це визначено в опитуванні соціальної готовності бізнесу [110].

ESS – це тип ПЗ для співпраці, що поєднує функції соціальних мереж та традиційного групового ПЗ. ESS надає користувачам платформи, що містять соціальні профілі, блоги, мікроблоги, вікі, рекомендації, а також класичні електронні листи та групові календарі [112].

ECS – це інформаційна технологія, яка підтримує співпрацю на підприємстві. Вона забезпечує збирання, оброблення, зберігання та обмін інформацією між окремими співробітниками, що дозволяє покращити співпрацю та координацію в межах підприємства. Корпоративна соціальна мережа (Enterprise Social Network, ECN) – це структура, що формується між користувачами ECS та включає «підписку» та «обмін контентом» [112].

ECS відіграють значну роль у ефективності підприємств, оскільки вони забезпечують комунікацію, співпрацю, обмін даними та знаннями між користувачами. Важливість вимірювання показників використання систем співпраці постійно зростає. Огляд літератури, проведений в [113], окреслює такі ключові категорії для аналізу ПЗ для співпраці:

- 1) вимірювання використання систем корпоративної співпраці;
- 2) визначення моделей використання систем корпоративної співпраці;
- 3) визначення типів користувачів;
- 4) аналіз груп;
- 5) визначення експертних знань
- 6) аналіз корпоративної соціальної мережі та впливу на компанію.

Дослідники виділили такі основні типи показників використання ECS, як загальні показники використання та показники діяльності. Загальні показники використання зосереджені на вимірюванні кількості переглядів сторінок, кількості користувачів, кількості входів у систему та публікацій у блогах [57], або ретельному вивченні статистики, кількості гіперпосилань та ступеня перехресного зв'язку [118]. Показники діяльності оцінюють способи використання платформ для корпоративної співпраці.

Дослідники пропонують розділити операції в системі корпоративної співпраці на кілька груп та підраховувати кількість дій користувачів у них. Ці групи включають [5]:

- 1) створення інформації (завантаження документів, створення папок, створення гіперпосилань);
- 2) модифікацію інформації (заміна існуючого документа новим, перейменування об'єктів);
- 3) зчитування інформації про об'єкти;
- 4) персональну інформацію (адреси електронної пошти, номери телефонів) та інше.

Згідно з більш сучасним дослідженням [63], показники найчастіше виконуваної діяльності користувачами платформи ECS включають читання, створення та зміну документів, тоді як соціальні функції, такі як блоги, голосування, пошук використовуються рідко.

У [87] досліджується дві основні дії в платформі для корпоративної співпраці: створення та споживання контенту, які розглядаються як процес співпраці співробітників підприємства. Дослідники пропонують використовувати віддачу від внеску (Return on Contribution, ROC) як показник для вимірювання соціальної цінності ECS. ROC являє собою співвідношення «споживачів» (кількості осіб, які отримують користь від ресурсу), поділене на «ініціаторів» (кількість осіб, які зробили свій внесок у створення ресурсу). ROC можна використовувати для відстеження використання ECN та створення моделей активності користувачів. Однак даний показник не пов'язаний з жодною бізнес-цінністю.

У [103] пропонується вимірювати продуктивність платформ ECS за допомогою таких показників співпраці:

- 1) пошук (кількість заданих питань);
- 2) редагування (кількість оновлених документів);
- 3) швидкість (відсоток корисних відповідей);
- 4) мітки (кількість створених тегів);

- 5) уточнення (відсоток відповідей на питання);
- 6) сповіщення (відсоток оновлення статусу);
- 7) поширення (відсоток користувачів, які публікують повідомлення).

Вимірювання показників використання ECS – це складний та багатогранний процес, призначений для надання розуміння різним групам стейкхолдерів. Цілі проведення такого аналізу відрізняються для керівництва підприємства, системних адміністраторів та звичайних користувачів, що підкреслює необхідність аналізу різних вимірів ECS. Крім того, дослідники пропонують двовимірну структуру для оцінювання використання ECS.

Запропонована у [103] структура включає такі виміри, як «використання» та «цінність для бізнесу». Вимір «використання» забезпечує краще розуміння того, як платформа ECS використовується користувачами, тому для вимірювання інтенсивності її використання та визначення найчастіше використовуваних функцій можна застосовувати такі показники, як кількість спільних повідомлень, пошукових запитів, читачів та авторів у вікі.

Вимір «цінність для бізнесу» демонструє вплив впровадження ESS на підприємство. Ідея цього виміру полягає у вимірюванні таких цілей підприємства, як ефективність комунікації співробітників та передачі знань, ступінь інформаційного перевантаження та прозорість. Однак через труднощі у вимірюванні досягнення цих цілей, у [103] пропонують розглянути додану цінність ECS для підприємства.

Час є невід’ємним аспектом аналізу використання платформ для корпоративної співпраці [56, 87]. У [103] наголошується, що показники виміру «використання» найкраще використовувати для короткострокового аналізу, тоді як показники виміру «цінності для бізнесу» будуть більш інформативними для довгострокового аналізу.

Визначення типів користувачів платформи ECS відіграє вирішальну роль у загальному аналізі ECS. Перший підхід до вирішення цього питання базується на інтенсивності використання ECS [113]. Як зазначалося раніше, користувачів платформи ECS можна розділити на дві категорії, такі як «творці» ресурсів в ECS та «споживачі» цих ресурсів [87], або як «завантажувачі» – користувачі, які завантажили файли, та «учасники» – користувачі, які надали метадані про файли [88]. Однак існує ще один тип користувачів платформи ECS, який слід враховувати – користувачі, які споживають контент, але ніколи не створюють його. Другий підхід до ідентифікації типу користувача платформи ECS базується на характері використання платформи ECS. У [56] пропонуються такі ролі, як «помічник», «той, хто поширює» або «шукач».

Спільнота – це важлива частина ECS, яку необхідно враховувати. Один із підходів до аналізу груп та робочого простору для співпраці представлений у [89]. Дослідники запропонували використовувати індекси співпраці, які визначають ступінь близькості між користувачами в робочому просторі на основі історії їхньої співпраці.

У [63] запропоновано аналізувати системи зі спільним робочим простором за допомогою ключових показників ефективності (KPI), таких як активність, продуктивність та кооперативність. Цей підхід дозволяє класифікувати спільноти за поточним станом співпраці та визначити контрольні показники зрілості співпраці. Для цього автори запропонували спочатку визначити елементарні показники, такі як тривалість діяльності в днях, кількість активних учасників, кількість файлів у робочому просторі та кількість окремих подій. А потім розрахувати KPI таким чином:

$$Activity = \frac{Sum\ of\ events}{Sum\ of\ members * Sum\ of\ days} \quad (1.1)$$

$$Productivity = \frac{Sum\ of\ created\ events}{Sum\ of\ members * Sum\ of\ days} \quad (1.2)$$

$$Cooperativity = \frac{Sum\ of\ edited\ events}{Sum\ of\ members * Sum\ of\ days} \quad (1.3)$$

Activity відображає загальну активність у робочому просторі. *Productivity* описує кількість продуктивних видів діяльності. *Cooperativity* показує ступінь співпраці в системі.

Активність спільнот на платформі – це ще один аспект, що характеризує систему корпоративної співпраці. У [80] окреслено такі категорії показників, як участь, люди та контент. Показники участі охоплюють загальну активність користувачів, публікації, перегляди та тип учасників. Показники людей включають показники зміни членства та показники найкращих учасників. Показники контенту включають популярні теми, цінність публікацій та найцінніші публікації.

Визначення географічної дисперсії та способів, якими ієрархії впливають на використання ECS, є ще одним підходом до вимірювання використання платформи для корпоративної співпраці [99]. Крім того, у [113] підкреслюється необхідність вимірювання успіху спільноти та порівняння ключових характеристик різних спільнот для кращого аналізу спільноти в ECS.

У результаті огляду наукових праць з аналітики соціальної співпраці було визначено 12 категорій показників використання платформ для корпоративної співпраці, наведені у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Показники використання платформ для корпоративної співпраці

Назва	Опис	Розрахунок
Показники активності користувачів		
Активні користувачі	Кількість користувачів, які активно взаємодіють з платформою ECS	Кількість окремих користувачів, які виконали певну дію протягом визначеного періоду часу
Входи користувачів	Частота входів користувачів	Кількість входів користувачів протягом визначеного періоду часу
Тривалість сеансу	Середній час, який користувачі витрачають на сеанс на платформі ECS	Середній час, який користувачі витрачають на сеанс на платформі ECS
Частота взаємодії	Частота взаємодії користувача з платформою ECS	Кількість взаємодій (переглядів, завантажень, коментарів тощо) на користувача за сеанс
Показники контенту		
Завантаження/вивантаження документа	Кількість завантажених або вивантажених документів	Кількість подій завантаження та вивантаження документів
Створення контенту	Кількість нових публікацій і контенту, створеного користувачами	Кількість подій створення нового контенту
Перегляди контенту	Кількість переглядів контенту	Кількість переглядів контенту (документів, файлів, публікацій тощо)

Показники співпраці		
Активність коментарів/відповідей	Кількість коментарів або відповідей до публікацій або документів	Кількість коментарів та відповідей
Згадки та теги	Випадки, коли користувачі згадують інших або позначають контент	Кількість згадок і тегів
Поширення	Кількість поширень контенту	Кількість поширень контенту користувачами в межах платформи ECS або за її межами
Показники залученості користувачів		
Лайки/реакції	Кількість лайків або реакцій, отриманих на публікаціях чи коментарях	Кількість лайків і реакцій
Перегляди	Кількість переглядів поширеного контенту або публікацій	Кількість переглядів контенту
Показники комунікації		
Повідомлення в чаті	Кількість повідомлень, якими обмінялися в чаті або через прямі повідомлення	Кількість повідомлень в чаті
Участь у нарадах	Рівень участі у віртуальних нарадах або сесіях спільної роботи	Кількість користувачів, які беруть участь у нарадах

Показники залученості спільноти		
Зростання спільноти	Темп зростання спільноти	Кількість нових користувачів, які приєднуються до спільноти ECS із плином часу
Внески учасників	Кількість творців контенту відносно загальної кількості користувачів платформи	Співвідношення активних учасників до загальної кількості членів спільноти
Показники впровадження платформи		
Реєстрація нового користувача	Кількість нових користувачів, що реєструються на платформі ECS	Кількість реєстрацій нових користувачів
Завершення адаптації користувача	Відсоток користувачів, які завершили адаптаційні дії	(Кількість користувачів, які пройшли адаптацію / Загальна кількість нових користувачів) * 100
Показники пошуку		
Пошукові запити	Кількість пошукових запитів, виконаних користувачами	Кількість пошукових запитів
Показник клікабельності пошуку	Частка пошукових запитів, що призводять до кліку	(Кількість кліків на результати пошуку / Кількість пошукових запитів) * 100
Показники доступу та дозволів		
Доступ до документів	Кількість звернень до документів	Кількість подій доступу до документа
Зміни дозволів	Випадки зміни прав доступу	Кількість подій зміни прав доступу

Показники стану платформи		
Час роботи/простої	Частка часу, протягом якого платформа працює	(Загальний час безвідмовної роботи / Загальний час) * 100
Рівні помилок	Частота помилок або проблем, з якими стикаються користувачі	(Кількість помилок / Загальна кількість взаємодій) * 100
Показники продуктивності системи		
Час роботи платформи	Відсоток часу, протягом якого платформа ECS доступна для користувачів	(Загальний час безвідмовної роботи / Загальний час) * 100
Час відгуку	Середній час, необхідний платформі ECS для відповіді на запити користувачів	Момент завершення — момент початку
Показники використання мобільних пристроїв		
Залучення користувачів мобільних пристроїв	Кількість користувачів, що отримують доступ до платформи ECS через мобільні пристрої	Кількість входів у мобільний застосунок
Мобільні перегляди контенту	Кількість переглядів контенту на мобільних пристроях	Кількість переглядів контенту на мобільних пристроях

РОЗДІЛ 2

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК НАСКРІЗНИЙ ВИМІР ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ: УЗГОДЖЕННЯ РАМОК DIGCOMP 3.0, ШІ-ГРАМОТНОСТІ ТА ЄВРОПЕЙСЬКОГО РЕГУЛЮВАННЯ

ШІ дедалі тісніше входить у повсякденну цифрову діяльність і часто залишається непомітним для користувача. Пошукова система формує відповідь за допомогою генеративної моделі, офісний застосунок пропонує резюме наради, освітня платформа прогнозує труднощі учня, а система добору персоналу ранжує кандидатів. Людина може взаємодіяти з таким функціоналом, не маючи окремого наміру «користуватися ШІ». Тому цифрова підготовка має охоплювати не тільки роботу з цифровими пристроями, файлами та програмами, а й розуміння даних та імовірнісної природи результатів, уміння перевіряти машинні відповіді, бачити межі автоматизації та брати відповідальність за рішення, ухвалене за підтримки цифрової системи.

П'ята редакція Європейської рамки цифрової компетентності громадян DigComp 3.0, оприлюднена Спільним дослідницьким центром Європейської комісії 27 листопада 2025 року, відповідає на цю зміну через наскрізну інтеграцію компетентності у сфері ШІ. Структура з п'яти областей і 21 компетенції збережена, проте оновлено їх формулювання, запроваджено чотири укрупнені рівні та систематизовано очікувані результати навчання. Рамка містить 522 результати (після вилучення дубльованого результату LO2.5.09 відповідно до офіційного переліку виправлень). ШІ не утворив шостої області – його включено до пошуку й оцінювання інформації, комунікації, створення контенту, безпеки, добробуту, управління даними та розв'язання проблем [16, 132].

Такий вибір має сильну сторону – рамка DigComp залишається технологічно нейтральною й не прив'язує цифрову компетентність до конкретної моделі або програмного продукту. Водночас виникає методична складність. Наскрізний компонент легко втратити під час розроблення навчальної програми, якщо його не зробити видимим у завданнях, критеріях оцінювання і результатах. Зворотний ризик з'являється тоді, коли ІІІ-грамотність викладають як окремий курс про формулювання запитів до генеративної системи ІІІ. У цьому разі поза увагою залишаються інформаційна надійність, приватність, інтелектуальна власність, цифровий добробут, громадянські права та перенесення набутої здатності в нові ситуації.

У 2026 році Європейська комісія та ОЕСР опублікували для початкової та середньої освіти рамку ІІІ-грамотності Empowering Learners for the Age of AI (AI Literacy Framework, AILit). Вона структурує ІІІ-грамотність через чотири сфери – взаємодія із ІІІ, створення контенту за допомогою ІІІ, управління використанням ІІІ та проєктування й удосконалення систем ІІІ – і містить 19 компетенцій, пов'язаних зі знаннями, навичками й ставленнями [91]. Ця рамка конкретизує предметний зміст, але не замінює рамку DigComp 3.0 – її цільова група, освітня функція та система рівнів відрізняються.

Третю складову становить регулятивний контекст. Початкова редакція статті 4 Регламенту (ЄС) 2024/1689 покладала на постачальників систем ІІІ (providers) і суб'єктів їх розгортання (deployers) обов'язок уживати заходів для забезпечення, наскільки це можливо, достатнього рівня ІІІ-грамотності персоналу та інших осіб, які працюють із системами від їхнього імені [42]. Регламент (ЄС) 2026/1744, чинний із 27 липня 2026 року, змінив цю конструкцію вимогою підтримувати розвиток ІІІ-

грамотності з урахуванням технічних знань, досвіду, освіти, підготовки, контексту використання та груп, на яких система ІІІ впливає. Нова норма не вимагає гарантувати конкретний рівень ІІІ-грамотності кожної особи [43].

ІІІ-грамотність повинна мати подвійне закріплення. По-перше, робота із системами ІІІ має бути інтегрована в усі релевантні складники цифрової компетентності. По-друге, специфічні знання про моделі ІІІ, дані, упередженість, перевірку, розподіл відповідальності та людський нагляд потребують явного представлення у навчальних модулях і контекстних профілях. Правовий та організаційний рівень доповнює цю конструкцію. Навіть добре підготовлена людина не зможе діяти відповідально без доступу до надійних даних, зрозумілих правил, дозволених інструментів, часу на перевірку та процедури оскарження.

Методологічну основу дослідження становлять концептуальне зіставлення рамок цифрової компетентності, аналіз нормативних актів і цільовий тематичний синтез досліджень з оцінювання. Процедуру добору джерел, одиниці кодування, кодову книгу, матрицю відповідності DigComp 3.0, AILit і регулятивних положень подано в підрозділах 2.1 та 2.3. DigComp 3.0 описується як референсна рамка, а не як юридично обов'язковий стандарт або готова навчальна програма, спеціалізована рамка ІІІ-грамотності – як освітній орієнтир. Матриця відповідності є результатом концептуального аналізу, а цикл відповідального застосування і доказовий ланцюг є авторськими моделями, що потребують подальшої апробації.

2.1 Поняттєві та методологічні засади ШІ-виміру цифрової компетентності

Понятійно-термінологічні засади дослідження ШІ-виміру цифрової компетентності

Європейська дискусія про цифрову підготовленість тривалий час розвивалася на перетині комп'ютерної, інформаційної, медійної та інтернет-грамотності. Відмінності між цими традиціями не зводилися до назв. Комп'ютерна грамотність зосереджувалася на операціях із пристроями та програмами, інформаційна – на пошуку, доборі й оцінюванні відомостей, медійна – на повідомленнях, жанрах, аудиторіях і впливі, а критична цифрова грамотність додавала питання влади, проєктування, нерівності та можливості змінювати цифрове середовище. Поява узагальнювального поняття цифрової компетентності дала політиці й освіті спільну мову, але не скасувала цих інтелектуальних традицій.

У роботі [59] автори назвали цифрову компетентність новим граничним поняттям, здатним поєднувати дослідників, управлінців і практиків, хоча різні автори по-різному визначали її зміст і структуру. Така гнучкість сприяє поширенню терміна, однак водночас створює небезпеку концептуального розмивання. Якщо до цифрової компетентності віднести все, що людина робить за допомогою цифрових технологій, конструкт стане майже невимірюваним. Систематичний огляд [117] показав непослідовне використання понять цифрової грамотності й цифрової компетентності в дослідженнях вищої освіти. В одних працях вони взаємозамінні, в інших грамотність тлумачиться як початковий рівень, а компетентність – як ширша здатність. У цьому дослідженні таке розмежування дає змогу чітко визначити зміст понять і спосіб оцінювання результату.

Цифрові навички (digital skills) означають такі спостережувані дії та процедури, як: налаштувати доступ, застосувати фільтр, створити файл, змінити параметри приватності, сформулювати пошуковий запит. Вони можуть бути складними, але залишаються компонентами ширшої здатності.

Цифрова грамотність (digital literacy) охоплює розуміння й критичне тлумачення цифрових текстів, даних, медіа та систем у соціокультурному контексті.

Цифрова компетентність (digital competence) позначає інтегровану здатність мобілізувати знання, навички й ставлення для впевненого, критичного та відповідального виконання завдання. Її не можна встановити лише за декларацією людини про власну впевненість.

Окремого пояснення потребує співвідношення компетентності й компетенцій. Компетенції задають нормативно описані сфери діяльності та очікування: що саме має бути опановано, у якому контексті й за яких умов. Цифрова компетентність стосується сформованої здатності суб'єкта діяти. Тому перелік із 21 компетенції DigComp структурує зміст рамки, але сам собою не доводить, що людина досягла відповідного рівня цифрової компетентності. У тексті рамки англійське слово competences стосується її структурних одиниць, тому українською їх доцільно послідовно називати компетенціями рамки DigComp, не змішуючи їх з інтегральною цифровою компетентністю особи.

Порівняння основних понять наведено в додатку А. Воно допомагає розмежувати їх за тим, що саме вони описують і як це можна оцінити. Навичку можна спостерігати в окремій операції, компетенцію – прочитати в рамці або стандарті, тоді як компетентність потребує виконання осмисленого завдання, де людина обирає спосіб дії й відповідає за наслідки. III-грамотність додає

предметну специфіку, а цифрова суб'єктність розкриває здатність впливати на умови технологічної взаємодії (додаток А).

Термінологічне розрізнення має практичний наслідок. Людина може вміти створити текст за допомогою генеративної системи ШІ, але не перевіряти наведених джерел, не розуміти правил використання персональних даних і не бачити потреби повідомити про участь ШІ. Окрема операційна навичка в неї сформована, а інтегрована компетентність – ні. Можлива й протилежна ситуація, коли особа не користується певним продуктом, проте здатна оцінити доцільність автоматизації, обрати інший засіб, пояснити ризики та організувати перевірку. За технологічно нейтральною логікою рамки DigComp така поведінка свідчить про компетентність краще, ніж швидкість роботи з певним інтерфейсом.

ШІ-грамотність також не слід ототожнювати з програмуванням або підготовкою фахівців з машинного навчання. У роботі [76] до ШІ-грамотності включено розпізнавання ШІ, розуміння його сильних і слабких сторін, критичне оцінювання, комунікацію та співпрацю із системами ШІ. У роботі [90] зміст ШІ-грамотності згруповано навколо розуміння, застосування, оцінювання, створення та етики ШІ. Огляди освіти дорослих і шкільної практики засвідчили ранню стадію дослідницького поля, неоднакові визначення та дефіцит валідованих засобів оцінювання [12, 70].

Отже, ШІ-грамотність позначає спеціалізований зміст – знання, навички, ставлення й розуміння, потрібні для осмисленої та відповідальної взаємодії із системами ШІ. ШІ-компетентність означає продемонстровану інтегровану здатність мобілізувати цей зміст у конкретному завданні. Перше поняття задає предметну область навчання, друге

стосується досягнутої здатності, висновок про яку потребує спостережуваних доказів.

Предметна специфіка ІІІ виникає щонайменше в чотирьох місцях. Перше – імовірнісний характер багатьох моделей ІІІ – правдоподібна відповідь не дорівнює достовірній. Друге – залежність від даних, їх походження, репрезентативності та прихованих виключень. Третє – розподіл дії між людиною і системою ІІІ (хтось визначає мету, подає вхідні дані, перевіряє результат і приймає остаточне рішення). Четверте – масштаб впливу. Помилка у приватній чернетці та помилка в автоматизованому рішенні щодо працевлаштування мають різні наслідки, а отже, потребують різного рівня підготовки й контролю.

Ці особливості не руйнують загальну модель цифрової компетентності. Навпаки, вони виявляють її інтегративну природу. Перевірка відповіді генеративної моделі ІІІ спирається на інформаційну грамотність, захист запиту – на розуміння приватності, відповідальне поширення – на комунікацію та авторське право, вибір між автоматизацією і людською роботою – на розв’язання проблем. Тому створення окремої шостої області цифрової компетентності могло б штучно відокремити ІІІ від тих практик, у яких він фактично працює.

Разом із тим наскрізність не означає розчинення. Коли освітня програма лише додає словосполучення «з використанням ІІІ» до вже наявних завдань, зміст не обов’язково змінюється. Для реального оновлення потрібно відповісти принаймні на три питання:

- 1) Яке додаткове знання зумовлює застосування ІІІ?
- 2) Який ризик змінює спосіб виконання?
- 3) Який доказ покаже, що результат належить людині як суб’єкту рішення?

Без цих уточнень рамка перетворюється на словник актуальних термінів.

До поняттєвої моделі ІІІ варто включити цифрову суб'єктність. Вона охоплює здатність обирати умови взаємодії, захищати права, користуватися передбаченим законом правом на людське втручання, звертатися до організаційного механізму перегляду чи оскарження та брати участь у формуванні правил.

Юридичне право на людське втручання не виникає в кожній взаємодії із ІІІ – стаття 22 Загального регламенту про захист даних (General Data Protection Regulation, GDPR) [39] пов'язує його з визначеними випадками рішень, заснованих виключно на автоматизованому опрацюванні, які мають юридичні або подібно значущі наслідки. Ширші процедури перегляду можуть установлюватися організаційною політикою або педагогічним дизайном. Відмова передати конфіденційний документ зовнішній моделі ІІІ чи рішення виконати частину завдання без автоматизації можуть свідчити про сформовану компетентність, хоча зовні виглядають як невикористання технології.

Методологічні засади аналізу ІІІ-виміру цифрової компетентності

Даний аналіз охоплює такі дослідницькі питання:

1) Як ІІІ інтегровано в усі області рамки цифрової компетентності громадян DigComp 3.0?

2) Які відповідності можна встановити між 21 компетенцією рамки DigComp, 19 компетенціями рамки AILit і регулятивними положеннями ЄС?

3) Які докази дають підстави говорити про досягнуту ІІІ-компетентність?

До аналізу залучено рамку цифрової компетентності громадян DigComp 3.0, офіційний перелік виправлень і набір даних Об'єднаного дослідницького центру Європейської Комісії, консолідований текст Акта про ІІІ та

Регламенту (ЄС) 2026/1744 (Digital Omnibus on AI), етичні настанови Європейської комісії для освіти, рамки UNESCO для учнів і педагогів 2024 року, матеріали Cedefop (Європейського центру з розвитку професійної освіти) про результати навчання, концептуальні, систематичні та психометричні праці, пов'язані з термінами й оцінюванням. Для зіставлення також використано компетентнісну модель оцінювання [3] та рольову організаційну модель [125].

У дослідженні ці матеріали розглядаються як взаємопов'язані рівні аналізу. Рамки компетентностей визначають зміст очікуваних знань, умінь і ставлень. Нормативні документи визначають правові та етичні вимоги. Наукові праці з оцінювання визначають підходи до встановлення й обґрунтування досягнутих результатів. Це дає змогу перейти від опису III-виміру цифрової компетентності до визначення його змісту, зв'язків між різними рамками та вимог до доказовості результатів.

Процедура аналізу складалася з трьох етапів. Під час першого етапу було перевірено формальну структуру рамки DigComp. Усі 362 дескриптори та 522 очікувані результати навчання після вилучення результату навчання LO2.5.09 було згруповано за 21 компетенцією і офіційною позначкою зв'язку із III. Другий етап мав рівень компетенції. Для кожної одиниці аналізу 1.1-5.4 було зіставлено основну дію, об'єкт, умову виконання й очікуваний результат навчання з усіма 19 компетенціями AILit. Третій етап додав правовий код за наявності конкретної статті та визначеної умови її застосування.

Одиницями аналізу слугували дескриптор компетенції (CS), очікуваний результат навчання (LO), компетенція AILit і правова норма. Одиницею підсумкової матриці відповідності стала компетенція рамки DigComp.

21 рядок утворює повний масив авторських рішень. Для кожного рядка наведено опорні ідентифікатори CS і LO,

встановлені коди AILit, правові коди, тип зв'язку та межу інтерпретації. Пряму відповідність фіксували, коли збігалися основна дія та її об'єкт. Додаткову – коли один елемент конкретизував передумову, ризик або очікуваний результат навчання іншого. Контекстну правову прив'язку встановлювали за наявності належного адресата, виду системи III, опрацювання персональних даних або значущого наслідку рішення. Багаторазове кодування дозволене, тому один елемент рамки DigComp може відповідати кільком компетенціям рамки AILit.

Термін «узгодження» надалі означає концептуальне зіставлення та проєктувальну інтеграцію різнорідних джерел. Правовий аналіз ґрунтується на текстуальному й контекстуальному читанні матеріалів EUR-Lex (офіційного онлайн-порталу ЄС для доступу до законодавства та інших правових документів ЄС). Запитання й відповіді Європейської Комісії та галузеві настанови використовуються як необов'язкові роз'яснення, а не як норми Регламенту ЄС. Результати кодування представлені в кодовій книзі, словниках кодів, повній матриці відповідності та журналі граничних рішень (додатки Б - Е).

Кодова книга встановлює однакові поля й правила для всіх рядків та забезпечує послідовне представлення результатів зіставлення (додаток Б).

Запропонована модель розглядає цифрову компетентність через взаємодію трьох складових. Рамка DigComp 3.0 описує загальну цифрову компетентність громадянина. III-грамотність конкретизує спеціалізований зміст – знання, навички та ставлення, потрібні для взаємодії із системами III. Інституційні умови охоплюють право, освіту, організаційні правила, інфраструктуру та оцінювання.

На рис. 2.1 ці складові не утворюють рівнів або ієрархії: вони сходяться у вузлі «узгодження», де зіставляються

зміст цифрової компетентності, ІШ-грамотності та умови їх практичного застосування. Результатом узгодження є обґрунтована, перевірювана й відповідальна дія людини у цифровому середовищі.

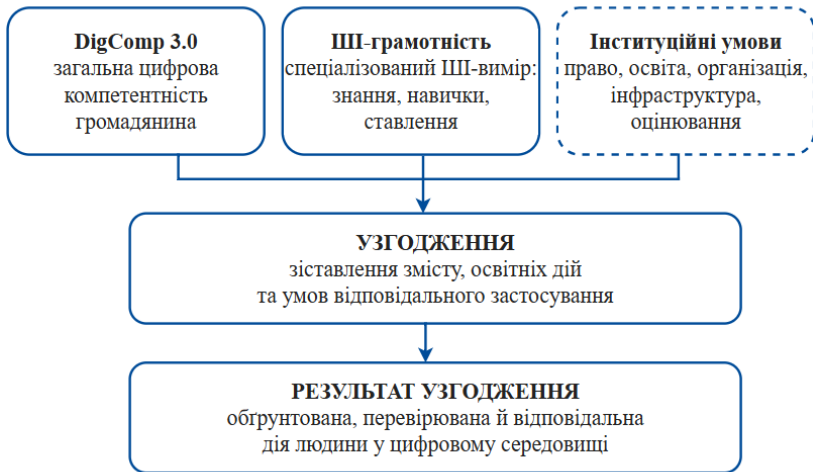


Рисунок 2.1 – Функціональна модель узгодження DigComp 3.0, ІШ-грамотності та інституційних умов

Ці складові не мають однакової нормативної сили. DigComp 3.0 – це адаптивна референсна рамка для громадян, а не обов’язковий навчальний стандарт. Рамка ІШ-грамотності ЄС має рекомендаційний характер і спрямована передусім на початкову та середню освіту. Акт про ІШ створює юридичні обов’язки для визначених суб’єктів, але не встановлює універсальної програми навчання. Різниця функцій виключає механічне злиття документів – зіставлення встановлює зв’язки між їхніми одиницями, зберігаючи межі між описом компетентності, освітнім змістом і нормою права.

Для подальшого аналізу встановлено три методологічні обмеження. По-перше, окремо розглядаються твердження

наукової літератури, офіційних документів та правових актів. Висновки одного типу джерел не приписуються іншому. По-друге, очікувані результати навчання не ототожнюються з фактично досягнутими результатами. По-третє, встановлені в матриці відповідності зв'язки трактуються як логічна відповідність змісту, а не як доказ причинного впливу навчання на сформованість компетентності. Це дає змогу перейти від загального поняттєвого зіставлення до послідовного аналізу того, як ІІІ-зміст інтегрується у структуру рамки цифрової компетентності громадян DigComp 3.0.

2.2 Наскрізна інтеграція штучного інтелекту в рамці цифрової компетентності громадян DigComp 3.0

Рамка цифрової компетентності громадян DigComp розвивається через оновлення функцій рамки, а не через постійне розширення переліку областей. DigComp 1.0 у 2013 році сформуvala концептуальну карту з п'яти областей і 21 компетенції [48]. DigComp 2.0 оновила модель і закріпила технологічно нейтральну термінологію [129]. DigComp 2.1 деталізувала розвиток цифрової компетентності через вісім рівнів володіння [129]. DigComp 2.2 збагатила незмінну структуру новими прикладами знань, навичок та ставлень, серед яких уже були ІІІ, перетворення діяльності на дані, дезінформація та Інтернет речей [127].

Рамка DigComp 3.0 перенесла центр ваги від прикладів до систематизованих результатів навчання й позначила прямий або опосередкований зв'язок із ІІІ. У DigComp 3.0 залишилися п'ять областей: пошук, оцінювання та управління інформацією; комунікація і співпраця; створення контенту; безпека, добробут і відповідальне використання; виявлення та розв'язання проблем. Вони охоплюють 21 компетенцію. Рівень опанування

компетенціями визначають через поєднання складності завдання, пізнавальних вимог та автономності. Попередні вісім рівнів об'єднано в чотири: базовий, середній, просунутий і високопросунутий. Це не рівні професійної кваліфікації та не прямі еквіваленти Європейської рамки кваліфікацій. Людина може мати різний рівень у різних компетенціях залежно від досвіду та контексту [16].

Рамка Digcomp містить 362 дескриптори компетенцій. В офіційному наборі даних був дубльований очікуваний результат навчання LO2.5.09, який перелік виправлень Об'єднаного дослідницького центру Європейської Комісії вимагає вилучити. Виправлений набір дає 522 результати: 151 базового, 169 середнього, 119 просунутого і 83 високопросунутого рівня. За компонентами – 216 результатів щодо знань, 199 щодо навичок і 107 щодо ставлень. Даний розподіл засвідчує, що рамка DigComp не трактує компетентність як суму операцій. Понад п'ята частина результатів стосується ставлень – відповідальності, критичності, відкритості до навчання, уваги до наслідків і потреб інших людей [65, 66].

Офіційне маркування розрізняє прямий зв'язок із ШІ, коли ШІ названо в самому формулюванні, та опосередкований, коли компетенція поширюється на ШІ як на одну з цифрових технологій або стосується середовища з вбудованою автоматизованою функцією. Після виправлення серед 362 дескрипторів 49 прямо згадують ШІ, 246 мають опосередкований зв'язок, а 67 не позначені як пов'язані з ним. Для 522 результатів навчання авторський перерахунок дає відповідно 69, 329 і 124 елементи. Прямі згадки утворюють меншу частину, проте прямий або опосередкований зв'язок присутній у кожній із 21 компетенції [16, 65, 66].

Співвідношення категорій показано на рис.2.2.



Рисунок 2.2 – Розподіл маркування зв'язку з ІІІ в рамці цифрової компетентності громадян DigComp 3.0

Верхня смуга відображає 362 дескриптори, нижня – 522 очікувані результати навчання після вилучення дубля LO2.5.09. Найбільший сегмент в обох випадках припадає на опосередковану релевантність ІІІ. Це не статистика поширеності конкретних інструментів, а характеристика архітектури рамки DigComp – більшість цифрових дій може включати ІІІ, навіть якщо назва технології не потрібна у формулюванні. У очікуваних результатах навчання частка непозначених елементів більша, оскільки частина дій стосується людського вибору, доступності, ситуаційного судження або інших цифрових технологій.

Рис.2.1 застерігає і від твердження, ніби вся рамка DigComp стосується лише ІІІ, і від спроби звести ІІІ-компонент до 69 прямо маркованих результатів навчання.

Наскрізна інтеграція виконує щонайменше чотири функції. Вона враховує системи, у яких ІІІ працює у фоновому режимі, переносить загальні вимоги щодо безпеки та відповідальності на нові цифрові технології, пов'язує створення контенту з його пошуком, перевіркою і поширенням та зберігає здатність рамки DigComp діяти після зміни конкретних продуктів. Разом з перевагами

з'являється потреба в уважному читанні кожної області. Використання ІІІ змінює зміст компетенції по-різному: у пошуку – спосіб отримання відповіді, у комунікації – статус співрозмовника, у створенні – розподіл авторства, у безпеці – профіль ризику, у розв'язанні проблем – межу доречної автоматизації.

Перша область рамки DigComp охоплює перегляд, пошук і фільтрування інформації, її оцінювання, управління інформацією та даними. Поява генеративної відповіді в пошуковому інтерфейсі змінює саму одиницю оцінювання. Користувач бачить не лише список джерел, а синтезований текст, у якому походження окремих тверджень може бути непрозорим. Тому сформулювати інформаційну потребу недостатньо. Потрібно вирішити, чи доцільна генеративна відповідь, відокремити первинне джерело від машинного переказу, зіставити факти з незалежними матеріалами й зафіксувати невизначеність.

Розрізнення релевантності та достовірності набуває тут принципового значення. Модель ІІІ здатна створити відповідь, яка точно відповідає формі запиту, але містить вигадані посилання або змішує різні події. Висока мовна якість посилює ризик, бо полегшує некритичне прийняття. Компетентна поведінка включає перевірку автора, дати, контексту публікації та способу отримання даних. Якщо твердження стосується права, медицини, фінансового рішення або безпеки, поріг доказовості має бути вищим, ніж для попереднього генерування ідей.

Управління інформацією й даними охоплює не тільки збереження та впорядкування файлів. У роботі із ІІІ важливі походження даних, правова підстава їх використання, репрезентативність і можливість вилучення. Додавання документа до зовнішнього сервісу створює іншу ситуацію, ніж локальне опрацювання в контрольованому середовищі. Працівник повинен розуміти, які категорії

даних можна передавати, чи використовуються запити для подальшого вдосконалення системи ІІІ, як довго вони зберігаються та хто отримує доступ. Ці питання поєднують першу область рамки DigComp із захистом приватності в четвертій області.

Друга область рамки DigComp – комунікація та співпраця – містить шість компетенцій: взаємодію за допомогою та із цифровими технологіями, поширення інформації, громадянську участь, співпрацю, цифрову поведінку й управління цифровою ідентичністю. Формулювання «з цифровими технологіями» розширює попередню модель комунікації між людьми. Система ІІІ може підтримувати діалог, узагальнювати повідомлення, перекладати, рекомендувати відповідь або непомітно визначати видимість контенту.

У співпраці головним стає домовленість про роль помічника. Автоматичний протокол наради може зекономити час, однак запис голосу й передавання змісту зовнішньому постачальнику потребують належної правової підстави, прозорого інформування, мінімізації даних і договірних гарантій щодо обробника та третіх сторін. Згода потрібна лише тоді, коли саме вона є доречною і дійсною підставою. У трудових або освітніх відносинах дисбаланс сторін може поставити її добровільність під сумнів, а національне право здатне встановлювати додаткові правила запису комунікації. Машинне резюме не повинно замінювати перевірку рішень, строків і відповідальних осіб. Якщо система ІІІ створює проєкт документа для групи, команда узгоджує перевірку фактів, остаточну редакцію та спосіб повідомлення про істотну участь ІІІ.

Громадянська участь виводить аналіз за межі офісних процесів. Рекомендаційні системи ІІІ впливають на видимість політичних повідомлень, персоналізація здатна звужувати спектр поглядів, а синтетичний контент

ускладнює встановлення походження. Цифрова компетентність тут включає не тільки розпізнавання неправдивого повідомлення, а розуміння того, як платформа ранжує матеріали, які комерційні стимули впливають на показ і якими засобами користувач може змінити налаштування або оскаржити рішення. Дослідження медійної грамотності свідчать, що загальна впевненість у власній здатності орієнтуватися в медіа не гарантує точного розпізнавання дезінформації. Кращі результати пов'язані з конкретними стратегіями перевірки джерел і розумінням інформаційної інфраструктури [54, 67].

Цифрова поведінка й ідентичність також змінюються. Генеративні системи ШІ можуть імітувати стиль, голос або зображення людини, а діалогові агенти – створювати враження соціальної взаємності. Як етичний принцип, прозорість передбачає повідомлення про синтетичний характер матеріалу тоді, коли машинне походження впливає на його тлумачення, довіру або оцінку авторського внеску. Це ширше за юридичні обов'язки статті 50 Акта про ШІ, які мають визначених адресатів, сфери застосування та винятки. Управління ідентичністю охоплює захист від підміни, контроль цифрового сліду та усвідомлення того, що введені під час діалогу відомості можуть формувати профіль користувача.

Третя область рамки DigComp присвячена створенню цифрового контенту, його інтегруванню та переробленню, авторському праву й ліцензіям, а також обчислювальному мисленню та програмуванню. Саме тут генеративний ШІ найпомітніший. Запит до моделі ШІ – лише один елемент циклу. Перед ним людина визначає мету, аудиторію, жанр і критерії якості, а після отримання результату перевіряє факти, редагує, документує внесок системи ШІ й оцінює правомірність використаних матеріалів.

Авторство в такому процесі не вимірюється кількістю самостійно набраних слів. Значення мають інтелектуальна ініціатива, добір джерел, аргументація, критичне редагування та відповідальність за оприлюднення. Якщо людина приймає перший результат без перевірки, машинна швидкість послаблює її суб'єктність. Коли ж модель ІІІ використано для пошуку альтернатив, критики чернетки або тестування контраргументів, а остаточна логіка залишається під людським контролем, цифрова технологія може підтримати пізнавальну роботу людини. Освітнє завдання має робити цей процес видимим – вимагати початкового задуму, журналу змін, пояснення відхилених пропозицій і переліку перевірених джерел.

Авторське право й ліцензування не мають одного універсального правила для всіх моделей, юрисдикцій і типів контенту. Компетентна особа повинна відрізнити правовий статус вхідного матеріалу, умови сервісу, можливі обмеження щодо конфіденційності й права на кінцевий результат. Для наукової та освітньої доброчесності окремо постає питання прозорості – повідомлення про використання системи ІІІ не усуває потреби перевіряти текст і не перетворює машинну відповідь на надійне джерело. Навпаки, прозорість показує межі авторського внеску й дає читачеві змогу оцінити спосіб підготовки матеріалу.

Обчислювальне мислення розширює цю дискусію. Воно передбачає декомпозицію проблеми, визначення послідовності дій та умов, за яких система ІІІ виконує завдання. У роботі з ІІІ людина вирішує, які частини процесу варто автоматизувати, де потрібна перевірка, які вхідні дані припустимі та який результат вважається прийнятним. Це ближче до проєктування робочого процесу, ніж до пошуку «ідеальної команди». На просунутому рівні

важливо вміти порівнювати кілька технологічних підходів і пояснювати, чому неавтоматизований спосіб іноді кращий.

Четверта область рамки DigComp об'єднує захист пристроїв, персональних даних і приватності, підтримку добробуту та оцінювання екологічних наслідків цифрових технологій. ІІІ посилює вже відомі загрози й створює нові комбінації ризиків. ІІІ може робити фішингові повідомлення переконливішими, розширювати масштаби автоматизованого профілювання. Взаємодія з системами ІІІ, що імітують людське спілкування, може впливати на сприйняття та поведінку людини. Окреме питання становлять ресурси, потрібні для навчання й роботи великих моделей ІІІ: енергія, вода, обчислювальна інфраструктура та обладнання.

Кібербезпека у рамці DigComp не тотожна професійній компетентності фахівця із захисту комп'ютерних систем. Від пересічного користувача не очікують проєктування архітектури безпеки, але він має розпізнати підозрілий запит, захистити облікові дані, не вводити конфіденційну інформацію до невідповідного сервісу та повідомити про інцидент. Метааналіз навчання з кібербезпеки виявив сильніші зміни знань та ставлень, ніж поведінки. Тому тестування після лекції не замінює сценарного або поведінкового оцінювання [97].

Цифровий добробут не вичерпується часом, проведеним перед екраном. У роботі [124] він розглядається як динамічний результат взаємодії людини, цифрового пристрою та контексту, а в роботі [11] етичний аналіз цифрового добробуту пов'язується з автономністю та якістю життя. У випадку ІІІ доцільно оцінювати ризики залежності від автоматичної поради, зниження когнітивного зусилля, нав'язливої персоналізації та емоційного прив'язування до діалогового агента. Та сама функція може підтримати участь людини з особливими

освітніми потребами або створити новий бар'єр. Тому оцінювання має з'ясовувати, як цифрова технологія вплинула на автономність, якість рішення, стосунки й можливість відновлення.

Екологічний компонент вимагає уникати як технооптимізму, так і спрощеної заборонної логіки. Генеративна система ІІІ може допомогти оптимізувати процес або зменшити витрати, але її інфраструктура також має матеріальний слід. Компетентність полягає у здатності порівняти повний цикл альтернатив: виробництво обладнання, енергоспоживання, зберігання даних, тривалість використання, ремонт. Для індивідуального користувача це насамперед усвідомлений вибір, а для організації – аналіз масштабу й закупівельної політики.

П'ята область рамки DigComp охоплює технічні проблеми, оцінювання потреб і добір технологічних відповідей, пошук творчих рішень та розвиток власної цифрової компетентності. Вона надає наскрізній інтеграції ІІІ практичний центр – перед використанням ІІІ потрібно визначити, чи відповідає він завданню. Система ІІІ, придатна для чернетки неформального повідомлення, може бути неприйнятною для рішення з серйозними наслідками. Доречність залежить не від популярності цифрового продукту, а від мети, даних, ціни помилки, можливості перевірки та наявності людської відповідальності.

Технічне усунення несправностей у середовищі ІІІ теж має межі. Користувач може змінити формат вхідних даних, перевірити налаштування, повторити запит або обрати інший інструмент. Проте він повинен розпізнати ситуацію, коли проблема пов'язана не з формулюванням команди, а з обмеженням моделі ІІІ, відсутністю даних або непридатністю автоматизації. Нескінченне переписування запиту не виправить систематичну упередженість і не створить джерело, якого модель ІІІ не має.

Розвиток власної компетентності ускладнюється швидкістю змін. Навчання конкретному інтерфейсу швидко застаріває. Довше зберігаються принципи перевірки, оцінювання ризику, захисту даних і документування рішень. Високий рівень у рамці DigComp не означає, що людина стає інженером ІІІ. Він передбачає здатність підтримувати інших, розв'язувати складні або нові завдання, сприяти вдосконаленню практик і діяти з високою автономністю. Професійна спеціалізація потребує додаткових галузевих знань і стандартів.

Огляд 21 компетенції рамки DigComp показує, що наскрізність ІІІ не означає рівномірності. Прямий зміст ІІІ концентрується навколо оцінювання результатів, створення контенту, добору технологічної відповіді, даних і наслідків автоматизації. Для 1.3, 2.5, 5.1 і 5.4 опорні дескриптори мають опосередковану позначку, перетворювати її на пряму авторським рішенням було б методично неправильно. Інші компетенції забезпечують умови відповідальної дії: комунікацію, приватність, добробут, права, цифрову ідентичність. Повний результат зіставлення з рамкою AILit і правом наведено після опису 19 спеціалізованих компетенцій у підрозділі 2.3.

Звідси випливає принцип інтегрованого проєктування. Кожне завдання із ІІІ має містити предметну мету, критерії якості, правило роботи з даними, спосіб перевірки та визначену межу людського рішення. Не всі ці елементи повинні бути однаково розгорнуті, проте жоден не варто залишати неявним у ситуаціях із суттєвим ризиком. Цей принцип переводить рамку DigComp з рівня переліку до рівня навчального дизайну й готує основу для порівняння зі спеціалізованою рамкою ІІІ-грамотності.

2.3 Узгодження рамки DigComp 3.0 і рамки AILit

Рамка цифрової компетентності громадян DigComp 3.0 відповідає на питання, як громадянин діє в цифровому середовищі, де ІІІ став однією з базових цифрових технологій. Рамка AILit ставить вужче питання: що саме повинен знати, вміти й бути готовим робити учень, щоб взаємодіяти з системами ІІІ осмислено та відповідально. Відмінність масштабу пояснює, чому рамки перетинаються, але не дублюють одна одну. Перша забезпечує загальну архітектуру цифрової компетентності впродовж життя, а друга докладніше описує специфіку ІІІ для початкової та середньої освіти [91].

Назва спеціалізованої рамки AILit (Empowering learners for the age of AI) акцентує увагу не на володінні цифровим продуктом, а на спроможності учня. Її автори визначають ІІІ-грамотність через знання, навички та ставлення, потрібні для ефективної, етичної та відповідальної взаємодії із ІІІ у навчанні й повсякденному житті. До структури рамки AILit входять чотири сфери та 19 компетенцій. Для кожної передбачено приклади практик, знань, умінь, ставлень і сценаріїв. Таке подання наближає рамку AILit до навчального проєктування, однак не перетворює її на готову програму. Послідовність тем, тривалість модулів, вікову адаптацію та засоби оцінювання визначає заклад освіти або розробник курсу.

Перша сфера «Взаємодія із ІІІ» (Engage with AI) містить сім компетенцій. Учень має:

- 1) розпізнавати роль і вплив ІІІ;
- 2) пояснювати, як система ІІІ виконує завдання, і виправляти помилкові уявлення;
- 3) оцінювати результат, щоб прийняти, змінити або відхилити його;

4) аналізувати прогностичні рекомендації, які інформують людину або звужують її перспективу;

5) порівнювати споживання енергії та природних ресурсів;

6) пояснювати, як ШІ може посилювати суспільні упередження;

7) визначати, чи узгоджене застосування ШІ з етичними принципами та людськими цінностями.

У цій послідовності помітний перехід від розпізнавання цифрової технології до оцінювання її суспільного ефекту. Отже, взаємодія не закінчується на правильному користуванні інтерфейсом.

Для рамки DigComp цей блок найближчий до першої та четвертої областей. Перевірка відповіді пов'язана з оцінюванням інформації, аналіз рекомендацій – із громадянською участю та розв'язанням проблем, природні ресурси – з екологічною відповідальністю, а упередженість і людські цінності – з безпекою, добробутом та етичною поведінкою. Відповідність не є однозначною – одна компетенція рамки ШІ-грамотності може спиратися на кілька елементів рамки DigComp. Саме тому механічна таблиця «один до одного» спотворила б зміст.

Друга сфера «Створення за допомогою ШІ» (Create with AI) охоплює чотири компетенції:

1) учні досліджують нові перспективи, розвиваючи власні ідеї;

2) учні візуалізують, створюють прототипи та комбінують задуми;

3) учні спрямовують генеративну систему ШІ, щоб отримати зворотний зв'язок, уточнити продукт і осмислити процес;

4) учні аналізують автентичність та інтелектуальну власність.

Тут легко помилково зробити центральною техніку формулювання запиту. Насправді рамка AILit ставить її всередину авторського циклу. Первинний задум походить від учня, система ІІІ допомагає дослідити варіанти, а людина відбирає, переробляє та обґрунтовує результат.

Таке трактування змінює дизайн освітнього завдання. Якщо оцінюється лише завершений текст або зображення, викладач не бачить, чи мав учень власну ідею, чи перевіряв результат і що саме змінив. Процесуальний доказ – початковий варіант, перелік критеріїв, історія версій, коментар до відхилених пропозицій – не менш важливий, ніж кінцевий результат. Він також зменшує спокусу вгадувати машинне походження за стилістичними ознаками. Педагог оцінює доступні сліди діяльності, а не намагається приписати авторство за ненадійною автоматичною класифікацією.

Третя сфера «Управління використанням ІІІ» (Manage AI) охоплює чотири питання:

- 1) чи варто застосовувати систему ІІІ для конкретного завдання;
- 2) який технологічний підхід доречніший;
- 3) як поділити складну проблему на частини для автоматизації або підтримки людини;
- 4) як контролювати та оцінювати використання ІІІ протягом усього процесу.

Ця сфера особливо близька до п'ятої області рамки DigComp, проте додає явну модель розподілу функцій між людиною і системою ІІІ. Висока якість тут може виявитися у свідомій відмові від ІІІ. Наприклад, учень не вводить персональні дані співрозмовника у відкритий сервіс, хоча інструмент міг би швидко скласти резюме інтерв'ю.

Критерій доречності залежить від ціни помилки. Для чернетки переліку ідей допустимий ширший діапазон невизначеності, ніж для поради щодо здоров'я або

правового статусу. У навчанні цю різницю можна відтворити через парні сценарії, коли одна й та сама функція пропонується в низькоризиковому та високоризиковому контекстах. Учень має не просто вибрати варіант, а пояснити, які дані потрібні, хто постраждає від помилки, чи доступна незалежна перевірка й хто ухвалює остаточне рішення. Так оцінюється судження, а не знайомство з назвою сервісу.

Четверта сфера «Проектування й удосконалення систем ШІ» (Shape AI) охоплює чотири компетенції. Учні:

- 1) досліджують, як система ШІ має працювати, для кого вона призначена та які має обмеження;

- 2) оцінюють систему ШІ за визначеними критеріями, очікуваними результатами, тестовими випадками та відгуками користувачів;

- 3) проєктують системи ШІ з урахуванням того, як джерела даних, їх добір і потоки інформації впливають на поведінку та результати системи ШІ;

- 4) удосконалюють системи ШІ з урахуванням добробуту людей і суспільної користі.

Йдеться не обов'язково про створення моделі машинного навчання з нуля. Проектування та вдосконалення можуть охоплювати визначення правил використання, добір прикладів, тестування прототипу, виявлення категорій користувачів і ситуацій використання, які не були враховані.

Ця сфера розширює цифрову суб'єктність, оскільки учень переходить від ролі споживача до активної участі у визначенні умов використання цифрової технології. Наприклад, учень може дослідити систему автоматичного перекладу, сформувати набір тестових речень для різних мовних ситуацій, порівняти помилки, опитати носіїв мови й запропонувати правила безпечного використання. Навіть без доступу до програмного коду учасники можуть

впливати на критерії, межі та спосіб оцінювання системи ІІІ. Для громадянської освіти такий перехід дає змогу розглядати ІІІ не лише як інструмент, а й як цифрову технологію, умови використання якої можна аналізувати та вдосконалювати.

Щоб уникнути довільного скорочення назв, усі 19 компетенцій рамки AILit подано в окремому словнику кодів (додаток В). Коди не змінюють структуру рамки AILit й не встановлюють нової класифікації. Вони лише дають змогу показати в наступній матриці багато-до-багатьох: одна компетенція рамки DigComp може відповідати кільком компетенціям рамки AILit, а одна компетенція рамки AILit – конкретизувати кілька цифрових практик. Українські формулювання є робочим перекладом. Для незалежної перевірки в таблиці зазначено сторінки англomовного оригіналу.

Правові коди мають іншу функцію. Вони не додають до рамки AILit ще один перелік компетенцій, а вказують, за яких умов дія потрапляє до сфери конкретної норми. Наприклад, ЗД-22 не можна приєднати до будь-якого алгоритмічного впливу – потрібне рішення, яке ґрунтується виключно на автоматизованому опрацюванні та має юридичні або подібно значущі наслідки. Аналогічно ІІІ-14 стосується систем ІІІ високого ризику, а ІІІ-50 – визначених інтерактивних систем ІІІ і видів синтетичного контенту з передбаченими винятками. Така умовність відображена в додатку Г.

Центральний результат аналізу наведено в додатку Д. Кожен із 21 рядка матриці відповідності містить компетенцію рамки DigComp, опорні ідентифікатори Об'єднаного дослідницького центру Європейської Комісії, конкретні коди рамки AILit, правову прив'язку, тип відповідності та пояснення межі. Зіставлення не примушує рамки DigComp і AILit до симетрії.

Для 1.2 «Оцінювання інформації» встановлено широку пряму відповідність із перевіркою результатів, поясненням обмежень і тестуванням. Для 4.4 «Довкілля» прямий збіг вузький і стосується B5, суспільна користь Ф4 лише розширює перспективу. Для 5.4 «Розвиток власної компетентності» прямого аналога серед 19 компетенцій рамки AILit немає, що зафіксовано як результат, а не заповнено припущенням (додаток Д).

Отримана матриця відповідності показує й іншу закономірність. Найщільніші правові зв'язки виникають у компетенціях щодо персональних даних, цифрової ідентичності, громадянської участі, авторського права й значущих рішень. Для пошуку, творчого дослідження або усунення технічної проблеми стаття 4 Акта про ІІІ переважно формує організаційний контекст підготовки, але не приписує конкретну поведінку громадянина. Тому позначення «умовно» не є слабкою версією прямого обов'язку. Воно попереджає, що спочатку потрібно встановити адресата, систему ІІІ, дані та наслідок.

Граничні рішення винесено в окремий журнал (додаток Е). Він охоплює всі випадки, де офіційна позначка ІІІ, рівень CS/LO або сфера правової норми могли спричинити альтернативне кодування. Даний журнал пояснює, чому очікуваний результат навчання LO2.5.09 вилучено, чому прямі ІІІ-результати 3.2 не перетворюють усі дескриптори компетенції на прямі та чому стаття 53 Акта про ІІІ не створює автоматичного обов'язку для кінцевого користувача. Завдяки цьому читач бачить не лише остаточний код, а й обґрунтування рішень у випадках, де можливе альтернативне кодування.

Функціональне порівняння трьох складових наведено в додатку Є. Рамка DigComp 3.0 задає широкий зміст цифрової компетентності громадян. Рамка AILit конкретизує освітні дії із системами ІІІ. Стаття 4 Акта про

III визначає організаційний обов'язок підтримувати розвиток відповідної грамотності.

Відмінні також одиниці опису. У рамці DigComp це області, компетенції, дескриптори та очікувані результати. У рамці AILit це сфери, компетенції й практики учня. У праві це заходи постачальника або суб'єкта розгортання, співмірні з контекстом. Жоден із документів не дає готової універсальної шкали досягнутого рівня (додаток Є).

Повна матриця відповідності підтверджує, чому просте об'єднання переліків не працює. Воно створило б повторювані результати й приховало різницю між нормативним, педагогічним та організаційним рівнями. Обґрунтованішою є логіка подвійного закріплення. Наскрізний рівень інтегрує III до предметних і життєвих цифрових практик. Явний рівень забезпечує системне опанування понять, які легко пропустити – імовірного результату, тренувальних даних, посилення упереджень, ролей людини й системи III, тестування, простежуваності та оскарження.

Окремий модуль потрібен там, де базові поняття не можна надійно сформувати випадковими згадками в різних дисциплінах. Наприклад, розрізнення між статистичним прогнозом і фактом, тренуванням та використанням моделі III, даними й обґрунтованим висновком потребує послідовного пояснення та спільного словника. Натомість уміння перевірити історичне твердження або не передавати дані клієнта доречніше оцінювати в предметному чи професійному контексті. Тому подвійне закріплення не проголошує, що будь-який зміст треба викладати двічі. Воно розподіляє базові III-поняття й контекстну практику між різними частинами навчальної програми.

У навчальній програмі подвійне закріплення можна реалізувати без створення окремого курсу. Короткий базовий модуль формує спільний словник і правила

безпеки. Далі ІІІ-компоненти з'являються в інформаційних, комунікаційних, творчих і проблемних завданнях. Періодичні інтегровані проєкти дають змогу перевірити перенесення здатності в різні контексти. Завершує цикл рефлексія. Учень пояснює, де система ІІІ допомогла, а де створила додаткову роботу, що залишилося неперевіреною і за яких умов він змінив би рішення.

Така організація навчання не повинна починатися з абстрактної будови нейронної мережі або, навпаки, обмежуватися правилами безпеки. Молодшим учням доступні конкретні контрасти, такі як людина й автоматична система, факт і припущення, власне зображення й синтетичне, приватні та публічні дані. У старших класах додаються тренувальні дані, невизначеність, систематична помилка, авторство, енергетичні витрати, автоматизоване рішення та права особи. Складність зростає разом із автономністю. Спочатку вчитель задає інструмент і критерії, пізніше учень сам порівнює способи, планує перевірку та відповідає за вибір.

Предметна інтеграція має враховувати епістемічні норми дисципліни. У природничих науках машинна відповідь перевіряється за даними, відтворюваністю та узгодженістю з моделлю ІІІ. В історії машинна відповідь перевіряється за походженням джерела, контекстом і множинністю перспектив. У мові та літературі машинна відповідь перевіряється за авторським задумом, стилістичним вибором і культурним контекстом. У математиці машинна відповідь перевіряється за ходом міркування, а не лише відповіддю. Загальна настанова «перевіряйте результат ІІІ» без дисциплінарного критерію залишає учня сам на сам із завданням, для виконання якого він ще не має необхідних способів перевірки.

Для професійної освіти та навчання дорослих рамку ІІІ-грамотності потрібно адаптувати, а не переносити

дослівно. Її шкільна орієнтація корисна для педагогічної ясності, проте робочі ролі включають інші обмеження, такі як конфіденційність клієнта, службова таємниця, галузеві стандарти, колективна відповідальність, нерівність повноважень і вплив автоматизації на зайнятість. Бухгалтер, соціальний працівник, редактор і фахівець із закупівель взаємодіють із різними даними та мають різну ціну помилки. Загальна основа залишається, але профіль результатів і доказів має бути рольовим.

Педагог також потребує окремого професійного орієнтира. Рамка DigCompEdu описує компетентності педагогів щодо цифрових ресурсів, викладання, оцінювання, розширення можливостей учнів та розвитку їхньої цифрової компетентності [100]. Рамка UNESCO для педагогів деталізує п'ять взаємопов'язаних вимірів: людиноцентричне мислення, етику ШІ, його основи й застосування, педагогіку та професійний розвиток [83]. Рамка UNESCO для учнів структурує 12 компетенцій за чотирма вимірами й трьома рівнями – розуміти, застосовувати, створювати. У ній уже присутні людська суб'єктність, відповідальність, етика за задумом та спільне формування технологічного середовища [84]. Це означає, що сама ідея суб'єктності або відмови від недоречного ШІ не є новою.

Оновлені настанови Європейської комісії 2026 року поєднують етичні, правові й педагогічні питання використання ШІ та даних у навчанні. Вони розглядають вибір засобу ШІ, захист даних, добробут, справедливість, академічну доброчесність і професійне судження педагога в одному практичному поєднанні [36]. У цьому розділі ці положення пов'язуються з 21 компетенцією рамки DigComp і допустимими доказами досягнутої здатності.

Викладачеві важливо розрізняти використання ШІ як засобу підтримки навчальної діяльності та використання

його замість самостійної роботи учня. Якщо метою є вироблення аргументу, система ІІІ може запропонувати контраргументи після того, як учень подав власну позицію. Якщо вона одразу створює готовий текст, педагог отримує слабкий доказ сформованості відповідної здатності.

Для розвитку мовлення доречно порівнювати версії, пояснювати редакторські рішення та виявляти неточності, тоді як для оцінювання самостійної письмової компетентності умови можуть передбачати обмеження використання ІІІ. Обидва підходи – використання ІІІ для підтримки навчання та його обмеження під час окремих видів оцінювання – сумісні з ІІІ-грамотністю, якщо мета й критерії їх застосування є прозорими.

Інклюзивність змінює спосіб подання матеріалу й критерії оцінювання цифрової технології. Автоматичні субтитри, спрощення тексту, синтез мовлення або адаптивна підтримка можуть розширити участь. Водночас розпізнавання мовлення для певних груп, упереджене прогнозування чи недоступний інтерфейс треба перевіряти як можливі джерела бар'єрів, а не припускати нейтральність системи ІІІ. Учня не можна карати за помилки засобу ІІІ, який заклад освіти обрав без належного тестування. Відповідальність за доступність розподіляється між розробником, організацією та педагогом. Користувач з інвалідністю не може компенсувати недоліки проектування засобу ІІІ [36, 83].

Цифрова нерівність також має якісний вимір. Доступ до платної моделі ІІІ, швидкого інтернет-з'єднання або цифрового пристрою впливає на можливість повноцінно користуватися ІІІ, але сам по собі не пояснює всіх відмінностей. Дослідження цифрової нерівності показують, що відмінності в доступі, цифрових уміннях і способах використання цифрових технологій пов'язані з результатами їх застосування. Соціально-економічний

статус також пов'язаний із цифровою грамотністю учнів [107, 108, 122]. У цьому контексті однакове домашнє завдання, виконання якого потребує доступу до зовнішнього ІІІ-сервісу, може відтворювати або поглиблювати наявні відмінності, хоча це припущення потребує перевірки в конкретному закладі освіти. Практичними заходами можуть бути використання ІІІ в умовах закладу освіти, альтернативний спосіб виконання завдання без такого сервісу, надання спільних вихідних матеріалів і додаткового часу для навчання.

На рівні освітньої політики узгодження рамок не потребує створення нового рейтингу або інтегрального показника. Показники DESI та інші індикатори цифровізації дають контекст для оцінювання доступу до цифрових технологій, навичок і умов цифрового середовища, але не вимірюють здатність перевірити машинну пораду, захистити дані або оскаржити рішення. Рамки компетентностей і системи моніторингу відповідають на різні питання. Перші описують, що має бути опановано, другі показують умови та тенденції. Змішування цих функцій породжує хибний висновок, ніби розширення доступу автоматично формує ІІІ-грамотність.

Водночас концептуальне узгодження має важливе обмеження – логічна відповідність не доводить емпіричної еквівалентності. Якщо компетенцію рамки ІІІ-грамотності співвіднесено з двома компетенціями рамки DigComp, це означає спільність змісту, а не однакову складність або вимірювальну шкалу. Для твердження про досягнутий рівень потрібні завдання, вибірки та дані про валідність.

Практичне значення узгодження полягає у переході від навчання користуванню цифровими технологіями до навчання обґрунтованому рішенням. Учень не лише створює або аналізує цифровий продукт, а визначає, яку роль може виконувати система ІІІ, які дані допустимо

використовувати, за якими критеріями оцінювати результат і як забезпечувати людський контроль. Така дія одночасно реалізує загальну цифрову компетентність і предметну ІІІ-грамотність. Проте її стійкість залежить від організаційного середовища та правових вимог, які розглянуто далі.

2.4 Європейське регулювання та інституційна відповідальність за ІІІ-грамотність

Правові вимоги та офіційні роз'яснення щодо ІІІ-грамотності

Акт про ІІІ не перетворює рамку цифрової компетентності громадян DigComp 3.0 або освітню рамку ІІІ-грамотності AILit на юридично обов'язкову програму. Він працює з іншою одиницею відповідальності – встановлює вимоги до учасників життєвого циклу системи ІІІ та її використання, але не описує повний портрет ІІІ-компетентного громадянина. Стаття 3(56) Акту про ІІІ визначає ІІІ-грамотність як навички, знання й розуміння, що дають постачальникам, суб'єктам розгортання та особам, яких стосується застосування систем ІІІ, змогу – з урахуванням їхніх прав і обов'язків – здійснювати поінформоване розгортання систем ІІІ та усвідомлювати можливості, ризики та можливу шкоду [42].

Первинна редакція статті 4 Акту про ІІІ вимагала від постачальників і суб'єктів розгортання систем ІІІ вживати заходів, щоб, наскільки це можливо, забезпечити достатній рівень ІІІ-грамотності персоналу та інших осіб, які працюють із системами ІІІ від їхнього імені. Під час добору цих заходів потрібно було враховувати технічні знання, досвід, освіту, підготовку, контекст використання та осіб або групи, на яких система ІІІ впливатиме. Формула поєднувала організаційну обачність з орієнтацією на

результат, але залишала відкритим питання про зміст «достатнього рівня».

Регламент (ЄС) 2026/1744, чинний із 27 липня 2026 року, змінив статтю 4. Постачальники й суб'єкти розгортання тепер повинні вживати заходів для підтримки розвитку ІІІ-грамотності персоналу та інших осіб, які від їхнього імені займаються функціонуванням і використанням систем ІІІ. Під час добору заходів вони повинні враховувати технічні знання, досвід, освіту й підготовку цих осіб, контекст використання та групи, на яких система ІІІ впливає. Норма прямо уточнює, що обов'язок не охоплює гарантування конкретного рівня ІІІ-грамотності кожної особи. Європейська комісія та держави-члени ЄС повинні підтримувати й полегшувати відповідні зусилля, особливо МСП. Європейська комісія має публікувати практичні приклади на єдиній інформаційній платформі. Європейська рада зі штучного інтелекту повинна ухвалити рекомендації, зокрема щодо спільних цілей, з урахуванням відповідних європейських рамок компетентності [43].

Порівняння двох редакцій Акту про ІІІ наведено в додатку Ж. Незмінними залишилися адресати, контекстний принцип і потреба враховувати людей, яких зачіпає система ІІІ. Характер очікування змінився. Формулу «забезпечити достатній рівень, наскільки це можливо» було замінено підтримкою розвитку без гарантії індивідуального рівня. Таблиця відтворює нормативні елементи. Авторські пропозиції щодо доказів виконання розглянуто окремо (додаток Ж).

Офіційні запитання й відповіді Європейської комісії щодо ІІІ-грамотності пояснюють практичне застосування статті 4 Акту про ІІІ, але мають інформаційний, а не нормативний статус. Нагляд за виконанням статті 4 Акту про ІІІ з 2 серпня 2026 року здійснюють національні органи

ринкового нагляду. Для установ, органів і агентств ЄС відповідні функції виконує Європейський інспектор із захисту даних. Європейський офіс зі штучного інтелекту підтримує узгоджене застосування Акта про ШІ разом із Радою зі ШІ, проте не підміняє національних органів як основних наглядачів за статтею 4 Акту про ШІ. Санкції та інші заходи застосовуються за національним правом із дотриманням принципу пропорційності [34, 35].

Організаційні засади розвитку ШІ-грамотності

Стаття 4 Акту про ШІ не встановлює вичерпного переліку доказів або обов'язкової періодичності навчання. З принципу контекстності впливає проєктувальна логіка – організація може пов'язати заходи щодо розвитку ШІ-грамотності з ролями, системами ШІ, даними й можливими наслідками, а їх придатність оцінювати на практиці. Потенційний набір доказів може містити аналіз потреб, програму й матеріали, практичні завдання, рольові інструкції, канал підтримки, спостереження за використанням та перегляд після істотної зміни системи ШІ або інциденту.

Визначення адресатів починається з карти взаємодій. Один працівник вводить дані, інший переглядає рекомендацію, третій ухвалює рішення, четвертий відповідає на звернення людини, якої воно стосується. Підрядник може виконувати критичну частину процесу, хоча формально не належати до персоналу організації. Люди, на яких впливає система ШІ, не зобов'язані ставати її операторами, але організація має передбачити зрозуміле пояснення, можливість виправлення даних і шлях оскарження там, де це доречно.

Профіль підготовки доцільно будувати навколо ролі, системи ШІ, даних і наслідків. Роль визначає доступ та повноваження людини під час використання системи ШІ.

Остання, в свою чергу, задає функціональні можливості й обмеження. Дані визначають вимоги до якості, конфіденційності та репрезентативності, а наслідки можливої помилки – інтенсивність перевірки й рівень ескалації. Таке поєднання чинників дає змогу пов'язати зміст підготовки з реальною ситуацією використання ІІІ.

Наприклад, працівнику, який використовує генеративний засіб ІІІ для внутрішньої чернетки, потрібні правила щодо даних, перевірки результату та авторства. Якщо ж прогноз системи ІІІ використовується для прийняття рішення, яке безпосередньо стосується іншої людини, працівник додатково має розуміти можливі систематичні помилки, забезпечувати належний людський контроль, уміти обґрунтувати прийняте рішення та враховувати права особи, якої воно стосується.

Для розвитку ІІІ-грамотності було сформульовано семикрокову організаційну послідовність. Її виконання передбачає участь визначених організацією відповідальних осіб, а за потреби – представників різних підрозділів і груп користувачів. На першому кроці відповідальні особи інвентаризують системи ІІІ та фактичні сценарії їх використання, включно з неофіційними. На другому кроці визначають ролі користувачів і групи, на яких впливають результати роботи систем ІІІ. На третьому кроці аналізують потреби (не лише рівень знань, а й типові помилки, невизначені правила та розриви в підтримці). На четвертому кроці організують навчання на основі рольових сценаріїв. На п'ятому кроці створюють робочі умови (визначають дозволені засоби, правила роботи з даними, контрольні переліки, час для перевірки та відповідальних осіб). На шостому кроці збирають докази поведінки та відомості про інциденти. На сьомому кроці переглядають організацію використання систем ІІІ після їх оновлення, зміни процесу або появи нового ризику.

Ця послідовність циклічна. Новий інструмент ШІ або зміна функції повертає організацію до інвентаризації. Повторювана помилка може вказати не на неуважність працівника, а на незрозуміле правило, невдалий інтерфейс або суперечливий показник ефективності. Якщо система ШІ винагороджує швидкість, але навчання вимагає ретельної перевірки без виділеного часу, то організаційний дизайн підриває зміст підготовки. Тому ШІ-грамотність не можна трактувати як спосіб перенести ризик на кінцевого користувача.

На рис.2.2 показано життєвий цикл відповідального застосування ШІ в окремому завданні.



Рисунок 2.2 – Життєвий цикл відповідального застосування штучного інтелекту

Входом слугує не запит до моделі ШІ, а сформульована проблема разом із контекстом і ціною помилки. Після цього

оцінюють доцільність автоматизації, дані та права, розподіляють функції між людиною і системою ІІІ, отримують або використовують результат, перевіряють його за визначеними критеріями, ухвалюють людське рішення та документують суттєві підстави. Завершальний блок охоплює моніторинг наслідків і можливість оскарження. Зворотні стрілки мають різні функції. Помилка перевірки повертає процес до даних або способу використання, а негативний наслідок – до самої постановки задачі й рішення про доречність системи ІІІ.

Життєвий цикл на рис.2.2 робить видимою межу між допомогою та відповідальністю. Система ІІІ може створити прогноз, резюме або пропозицію, проте не визначає легітимну мету, не має власного професійного обов'язку перед постраждалою особою й не несе інституційної відповідальності. Людський контроль не зводиться до натискання кнопки підтвердження. Він потребує повноваження змінити або зупинити рішення, доступу до достатньої інформації, часу на аналіз і захисту від організаційного тиску бездумно погоджуватися з рекомендацією ІІІ.

Розподіл відповідальності має щонайменше чотири рівні. Особа відповідає за дії в межах своєї ролі та відомих правил. Команда узгоджує критерії, подвійний контроль і передачу складних випадків. Організація обирає системи ІІІ, забезпечує підготовку, доступність, нагляд і процедури реагування. Інституційний та суспільний рівень задає право, стандарти, незалежний контроль і механізми захисту. Коли аналіз обмежується індивідуальною грамотністю, невдале проєктне або управлінське рішення помилково подається як дефіцит навичок користувача.

Заклад освіти має особливу відповідальність, оскільки учень не лише користується системою ІІІ, а й засвоює практики її використання. Якщо система ІІІ непрозоро

збирає дані, то автоматично сформований показник може сприйматися як об'єктивна оцінка, а неможливість учителя виправити помилку суперечить навчанню критичного ставлення до цифрових технологій. Тому політика закладу освіти має визначати дозволені й заборонені сценарії, пояснювати підстави обмежень, встановлювати правила повідомлення про використання ШІ, визначати порядок роботи з персональними даними та спосіб звернення в разі заподіяної шкоди.

Заборона використання ШІ іноді виправдана. Наприклад, коли сервіс ШІ не відповідає вимогам до захисту даних або може порушити валідність конкретного оцінювання. Проте загальна заборона використання ШІ без освітньої альтернативи залишає учнів без керованої практики та може переносити використання ШІ в неконтрольоване приватне середовище. Гнучкіша політика розрізняє такі ситуації: навчальне дослідження, підтримку під час підготовки чернетки, спільне редагування, підсумкове оцінювання та роботу з чутливими даними. У цих випадках рівень дозволеного використання ШІ визначається метою, умовами та вимогами до результату, а не лише переліком дозволених або заборонених продуктів.

Той самий принцип діє й у сфері праці, де вимоги до ШІ-грамотності мають бути пов'язані з організацією самого процесу використання цифрових технологій. Працівник не повинен самостійно з'ясовувати, чи можна вводити дані клієнта в систему ШІ, хто перевіряє автоматично отриманий результат і кому повідомляти про інцидент. Ці питання мають бути визначені заздалегідь правилами роботи з даними, внутрішніми процедурами, розподілом повноважень і відповідальності. Навчання пояснює ці правила та дає змогу відпрацювати їх застосування в практичних ситуаціях. Якщо організація не визначила необхідних правил і процедур, то вимога до особистої ШІ-

грамотності працівника не може компенсувати цю прогалину.

Захист даних проходить через увесь цикл, а не додається в кінці. До початку введення інформації потрібно визначити її категорію, мету та мінімально необхідний обсяг. Під час її опрацювання – доступ, збереження й можливе вторинне використання. Після отримання результату – правила зберігання, поширення та вилучення.

Інтелектуальна власність та академічна доброчесність потребують окремих процедур. Універсальна позначка «створено з використанням ШІ» занадто груба – вона нічого не говорить про роль системи ШІ, перевірку й авторський внесок. Як педагогічну та етичну норму доцільно вимагати короткого опису, коли машинна участь істотно вплинула на зміст або доказ самостійної роботи: для якої дії застосовано систему ШІ, які частини результату використано, що перевірено, які джерела залучено незалежно.

Юридичний обов'язок прозорості за статтею 50 Акта про ШІ, що застосовується з 2 серпня 2026 року, має вужчу сферу. Постачальники інтерактивних систем ШІ повинні повідомляти людині про взаємодію із ШІ, якщо це не очевидно з обставин. Постачальники систем ШІ, що генерують синтетичний аудіо-, відео-, графічний або текстовий контент, мають забезпечувати машинозчитуване маркування результатів. Суб'єкти розгортання розкривають штучне створення або маніпулювання глибокими підробками. Для оприлюдненого тексту з питань суспільного інтересу обов'язок діє за встановлених умов і не застосовується, коли проведено людський перегляд або редакційний контроль та визначена відповідальна особа. Регламент ЄС містить окремі винятки й адаптації, зокрема для художніх творів. Отже, етична прозорість може бути ширшою, але її не слід подавати як універсальний правовий обов'язок [42].

Алгоритмічна упередженість часто подається як технічний дефект даних. Цього недостатньо. Нерівний результат може виникнути через формулювання мети, добір змінних, історичну нерівність, спосіб встановлення порога, нерівну якість даних для груп або контекст упровадження. Користувачеві не обов'язково знати всі методи машинного навчання, але він має вміти поставити питання: для кого система працює гірше, який тип помилки прийнятніший, чи перевірено її на нашій групі, хто може оскаржити рішення. Організація повинна забезпечити дані й повноваження, без яких ці питання залишаться риторичними.

Людське втручання, людський нагляд і організаційний перегляд мають різні правові підстави. Стаття 22 Регламенту GDPR обмежує право на людське втручання рішеннями, що ґрунтуються виключно на автоматизованому опрацюванні та мають юридичні або подібно значущі наслідки. Відповідні гарантії діють у передбачених цією статтею випадках [39]. Стаття 14 Акта про ШІ встановлює вимоги до людського нагляду за системами ШІ високого ризику, зокрема здатність розуміти їхні можливості й обмеження, протидіяти автоматизаційному упередженню та ігнорувати, змінювати або зупиняти результат у належних умовах [42].

Для інших сценаріїв організація може запровадити ширший механізм перегляду чи оскарження як правило відповідальної практики, а освіта – як педагогічну норму цифрової суб'єктності. У підготовці корисні сценарії, де машинна відповідь суперечить даним або професійному правилу – оцінюється виявлення помилки, її документування та належне передавання, а не припущення про універсальне юридичне право.

Оскарження завершує цикл, але одночасно перевіряє якість попередніх етапів. Якщо організація не може пояснити, які дані та критерії вплинули на рішення, то вона

не здатна змістовно відповісти на звернення. Якщо працівник не знає, хто розглядає скаргу, людський контроль залишається декларативним. Зворотний зв'язок від осіб, яких зачіпає система ІІІ, потрібно використовувати не лише для виправлення окремого випадку, а й для перегляду даних, інструкцій, критеріїв та рішення про подальше застосування.

Документування має бути пропорційним. Для низькоризикової чернетки достатньо дотримання правила щодо даних і звичайного редакторського контролю. Для рішення з істотним впливом потрібні версія системи ІІІ, джерела даних, ключові параметри, результат перевірки, підстава людського рішення й запис про відхилення. Надмірна документація може перетворитися на формальність, якщо її ніхто не використовує. Недостатня документація позбавляє організацію можливості вчитися на помилках і захищати права.

ІІІ-грамотність у правовому контексті слід розуміти як властивість організованої практики, а не тільки як індивідуальний ресурс. Людина мобілізує знання й навички, команда забезпечує взаємну перевірку, організація створює правила та інфраструктуру, право визначає межі й засоби захисту. Рамка цифрової компетентності громадян DigComp 3.0 допомагає описати широкий зміст такої здатності. Рамка ІІІ-грамотності AILit деталізує предметне навчання. Стаття 4 Акту про ІІІ робить підтримку розвитку цифрової компетентності частиною відповідальної експлуатації систем ІІІ. Наступне питання – як відрізнити намір навчити від підтвердженого результату.

2.5 Оцінювання ІІІ-компетентності

У рамці цифрової компетентності громадян DigComp 3.0 результати навчання мають статус очікуваних. Вони описують, що людина повинна знати, вміти або

виявляти після навчання, але не підтверджують фактичного досягнення. У термінах Європейського центру розвитку професійної освіти Cedefop варто розрізняти заплановані результати, фактично реалізований зміст навчання, те, що охопило оцінювання, та результати, яких досяг учасник. Ці множини можуть не збігатися. Наявність результату в навчальній програмі показує намір, проведений курс – освітній вплив, а правильна відповідь у тесті – засвоєння окремого знання. Сформована компетентність потребує іншого висновку, оскільки людина самостійно мобілізує потрібні ресурси в осмисленій ситуації та може пояснити наслідки свого вибору [13, 14].

Оцінювання ІІІ-грамотності перебуває на ранньому етапі розвитку. Дослідження у цій сфері пропонують шкали для самооцінювання, тести понять, сценарні завдання, аналіз продуктів ІІІ та спостереження за взаємодією. У роботі [72] проаналізовано 22 дослідження, у яких валідизували 16 шкал, з яких 13 ґрунтувалися на самозвіті й лише три – на виконанні. Структурну валідність і внутрішню узгодженість часто перевіряли належно, але змістову валідність, надійність і чутливість до змін досліджували значно рідше. Кроскультурну валідність та похибку вимірювання не перевіряла жодна з охоплених наукових праць. Інтерпретованість результатів і повнота звітності також залишалися слабкими. Тому високий бал за однією шкалою не можна переносити на інший інструмент або трактувати як повний доказ ІІІ-компетентності [70, 72].

Самооцінка корисна для виявлення впевненості, ставлення й суб'єктивної потреби в навчанні. Але людина може переоцінити власну здатність через відсутність досвіду або, навпаки, оцінити себе стримано. Порівняння задекларованих і продемонстрованих цифрових умінь неодноразово показувало їх неповну відповідність [96, 115]. Для ІІІ ризик зростає, оскільки зручний інтерфейс і мовна

переконливість створюють відчуття майстерності раніше, ніж формується критична перевірка здатності.

Тест знань дає точніший доказ для окремих понять. Він дозволяє перевірити, чи розрізняє учень тренування й використання моделі ІІІ, прогноз і факт, персональні та публічні дані, кореляцію й причинність. Однак правильне визначення упередженості не гарантує, що людина побачить її в реальному наборі отриманих результатів. Тест доцільно включати до ширшої системи, де поняття підтримують рішення, а не замінюють його.

Сценарне завдання наближає оцінювання до контексту. Учасник отримує опис ситуації, приклади даних, машинний результат і кілька можливих дій. Якісне завдання вимагає не лише вибору, а також його обґрунтування: які факти перевірено, який ризик визначено, кому належить рішення, за якої умови процес потрібно зупинити. Сценарій дає змогу варіювати ціну помилки, повноту інформації та групу впливу. Його слабкістю є залежність від читання й письма.

Завдання на виконання показує, як людина діє. Наприклад, учень отримує три суперечливі відповіді, згенеровані системою ІІІ, та має встановити, які твердження підтверджені першоджерелами, позначити невизначеність, відредагувати текст і описати внесок системи ІІІ. Працівник може проаналізувати автоматичне резюме справи, виявити пропущену умову, вилучити зайві персональні дані та передати випадок відповідальній особі. Таке завдання наближене до реальної діяльності, оскільки дає змогу оцінити не лише знання, а й практичне застосування компетентності. Водночас його оцінювання потребує чітких критеріїв, підготовлених оцінювачів і врахування відмінностей між інструментами ІІІ, які використовує учасник.

Сам результат без опису процесу не дає змоги в повній мірі оцінити сформовану компетентність. Добре

відредагований звіт може бути результатом глибокої перевірки або вдалого машинного генерування. Опис розв'язання задачі має містити початкову постановку задачі, критерії, використані джерела, суттєві версії, пояснення змін і коротку рефлексію. Зберігати кожне натискання клавіші не потрібно, бо доказовий слід фіксує рішення, які безпосередньо стосуються авторства, надійності, даних і відповідальності.

Чотири рівні рамки цифрової компетентності громадян DigComp дають корисну, хоча й не готову для вимірювання, основу для опису поступового розвитку цифрової компетентності. Її потрібно читати через автономність, складність задачі та пізнавальну вимогу. Базовий рівень передбачає знайомі завдання з підтримкою. Середній рівень передбачає самостійні дії в звичних ситуаціях. Просунутий рівень передбачає розв'язання складних проблем і обґрунтований вибір. Високопросунутий рівень передбачає роботу в нових умовах, підтримку інших і внесок у вдосконалення практики. Зростання рівня виявляється у якості судження та відповідальності, а не в кількості відомих функцій.

Проектування оцінювання доцільно будувати як ланцюг «твердження – доказ – завдання», запропонований у доказово орієнтованому дизайні оцінювання. Спочатку формують обмежене твердження про здатність особи, далі визначають спостережувані ознаки, які можуть його підтримати, і лише потім створюють ситуацію, здатну викликати відповідну поведінку. Якщо порядок змінити, навіть добре сформульоване завдання може дати результат, який не відображає заявлену здатність і тому не забезпечує належного доказу її сформованості [85].

Проектні відповідності рівнів, типів завдань і можливих доказів подано в додатку 3. На базовому рівні достатнім може бути розпізнавання машинної відповіді та виконання

заданого правила перевірки. На середньому рівні учасник самостійно порівнює джерела й обирає дозволений засіб ІІІ. Просунутий рівень потребує плану контролю для неоднозначної ситуації та пояснення компромісів. Високопросунутий рівень виявляється у здатності проєктувати практику, тестувати її на нетипових випадках, підтримувати інших і переглядати правила за новими даними.

Критерії оцінювання практичного завдання можуть охоплювати такі позиції:

- 1) постановка завдання (визначено мету, адресата й ціну помилки);
- 2) вибір способу (обґрунтовано використання або невикористання ІІІ);
- 3) робота з даними та правами;
- 4) перевірка результату за зовнішніми критеріями;
- 5) людський контроль, прозорість і відповідальність;
- 6) перенесення в іншу ситуацію (можливість пояснити, як зміниться рішення за інших умов).

Вага критеріїв залежить від контексту. Для медичної чи кадрової задачі захист прав і перевірка повинні мати більше значення, ніж швидкість або стилістична якість. Межу досягнення не можна встановити універсально, її обґрунтовують для конкретного рішення й цільової групи.

Потрібно уникати прихованого оцінювання технічного досвіду замість заявленої компетентності. Якщо завдання переважане незнайомим інтерфейсом користувача, то низький результат може свідчити про бар'єр доступу. Якщо оцінюється довге письмове пояснення, бал частково відображає мовну підготовку. Робота з продуктом ІІІ також залежить від платного доступу. Валідний дизайн забезпечує тренувальне ознайомлення, альтернативні формати, однакові вихідні матеріали й фіксує, які допоміжні засоби дозволені.

Надійність оцінювання не означає, що всі учасники мають отримувати однакові результати. У відкритому завданні кілька рішень можуть бути обґрунтованими, якщо вони відповідають встановленим критеріям. Підвищити узгодженість оцінювання допомагають еталонні приклади різної якості, чіткі описи рівнів, навчання оцінювачів і подвійне оцінювання частини робіт. Водночас висока узгодженість між оцінювачами сама по собі не підтверджує валідності оцінювання. Оцінювачі можуть однаково застосовувати критерії, які не повною мірою відповідають тому, що має бути виміряно. Стандарти освітнього й психологічного тестування передбачають сукупність взаємопов'язаних свідчень щодо змісту завдань, процесів відповіді, внутрішньої структури, зв'язків з іншими змінними та наслідків використання результатів.

Валідність стосується не інструмента «самого по собі», а запропонованої інтерпретації результату та способу його використання. У логіці, наведений в роботі [68], потрібно обґрунтувати, як виконання завдання перетворюється на результат оцінювання, наскільки цей результат дає підстави зробити висновки про виконання інших подібних завдань і, за потреби, перенести такий висновок на реальну діяльність і відповідне рішення. Тому результат виконання окремого сценарного завдання може бути достатнім для зворотного зв'язку, але сам по собі не дає підстав для сертифікації, кадрового рішення або висновку про стійку поведінку в реальних ситуаціях. Межі такого використання визначаються тим, які саме висновки передбачається зробити за результатами оцінювання та які докази їх підтримують.

Справедливість оцінювання охоплює доступність, культурний і мовний контекст та відсутність зайвих перешкод. Приклад або ситуація, зрозумілі представникам одного сектору економіки, можуть бути менш зрозумілими

або незвичними для іншої групи. Уявлення про прийнятний ризик також залежать від ролі. Перед широким застосуванням завдання доцільно апробувати. Учасники пояснюють, як вони зрозуміли умову, які знання мобілізували та що завадило виконанню завдання. Якщо групи з однаковою цільовою здатністю систематично отримують різні бали через форму завдання, то інструмент потребує перегляду.

Окремої уваги потребує оцінювання ставлень. Відповідальність, допитливість, готовність перевіряти та повагу до інших не варто вимірювати запитанням, у якому очевидна соціально бажана відповідь. Краще спостерігати вибір у ситуації, коли потрібно збалансувати суперечливі вимоги – швидкість і надійність, персоналізацію і приватність, автоматизацію і доступність, зручність і можливість пояснення. Після вибору учасник обґрунтовує рішення. Так ставлення проявляється як схильність до певної дії.

Поведінковий доказ сильніший, коли умова має реалістичні наслідки. Тренування з кібербезпеки показує, що засвоєне правило не завжди переноситься в робочу діяльність. Подібний розрив очікуваний для ІІІ. Працівник правильно відповідає на тестове питання, але пропускає перевірку, якщо автоматичний результат економить час. Тому організаційна оцінка включає контрольовані симуляції, вибіркового аудиту реальних процесів, аналіз інцидентів і спостереження після навчання. Мета аудиту – не приховане покарання, а виявлення системної причини та коригування підтримки.

Перенесення – це основний критерій технологічно нейтральної рамки. Учасник, який вивчив конкретну послідовність натискань кнопок, може втратити результат після оновлення інтерфейсу. Людина, яка розуміє критерії даних, доказу й контролю, адаптується до нового засобу ІІІ.

Перевірити перенесення можна через незнайому систему, інший жанр або змінену ціну помилки. Завдання не повинно перетворюватися на тест інтуїції щодо інтерфейсу. Потрібна коротка орієнтація, після якої оцінюється застосування загальних принципів.

Для перевірки стійкості результату необхідне відкладене вимірювання. Тестування одразу після проходження курсу часто фіксує короточасне запам'ятовування. Тому через кілька тижнів доцільно запропонувати новий сценарій або проаналізувати дані про застосування набутих умінь на практиці. Якщо здатність не проявляється в новій ситуації або на практиці, то причина може бути не лише в учаснику – зміст навчання міг бути недостатньо пов'язаний із робочими завданнями, встановлені правила не узгоджуватися з робочими процесами, а керівництво не створювало умов для застосування нової практики. Такий зворотний зв'язок має враховуватися під час удосконалення програми та організаційних умов.

Рисунок 2.3 узагальнює послідовність переходів від визначеної потреби до перевірки того, чи дає сформована ІІІ-компетентність стійкий практичний результат. Ланцюг починається з визначення потреби та її переведення у вимогу до компетентності й очікуваний результат навчання. Далі показано створення навчального досвіду, практичне виконання завдання та збирання доказів, на підставі яких оцінюється досягнення результату. Наступні етапи перевіряють, чи переноситься результат в інші умови та чи зберігається з часом. Завершальна ланка пов'язує ці перевірки з оцінюванням практичних і суспільних наслідків. Зворотний зв'язок від наслідків до початкової потреби означає, що небажаний ефект або відсутність очікуваного результату має спонукати до перегляду змісту навчання, завдань або теорії навчання.

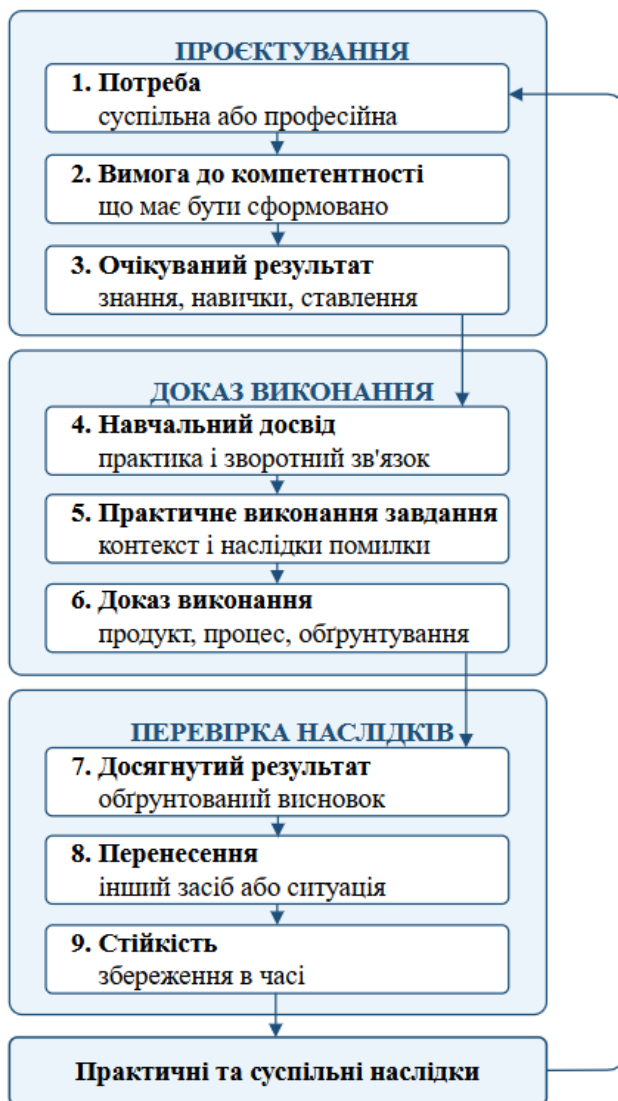


Рисунок 2.3 – Доказовий ланцюг розвитку III-компетентності

Наведена схема підкреслює, що кожен перехід між ланками потребує окремого емпіричного обґрунтування. Наявність очікуваного результату в навчальній програмі не гарантує його досягнення, а виконання завдання в контрольованому середовищі не доводить успішного перенесення результату на іншу ситуацію. Так само короточасний успіх не підтверджує його збереження в часі, а підвищення бала саме по собі не доводить позитивних практичних або суспільних наслідків. Виявлення небажаних ефектів є підставою для перегляду потреби, змісту навчання або способу оцінювання.

Для базового рівня доречне завдання з видимими опорами. Учасник отримує коротку машинну відповідь, надані джерела й контрольний перелік. Він позначає твердження, які потребують перевірки, знаходить підтвердження, вилучає персональні дані та пояснює, кому передасть складний випадок. Оцінюється правильне застосування правила, а не самостійне конструювання методики. Підказка не знижує рівень штучно – вона відповідає ступеню, передбаченому для базового рівня.

На середньому рівні опори зменшуються. Учасник обирає між генеративним пошуком, традиційним пошуком і роботою без автоматизації, сам визначає надійні джерела, редагує результат і коротко описує роль системи ШІ. Ситуація знайома, критерії відомі, але послідовність дій не задана. Помилка у виборі інструмента ШІ не обов'язково знижує бал, якщо людина вчасно її розпізнає, переходить до іншого способу й пояснює корекцію.

Просунутий рівень передбачає неоднозначність. Наприклад, група отримує автоматично сформовані рекомендації для розподілу обмеженого освітнього ресурсу, неповний опис даних та скаргу одного з учасників. Потрібно виявити відсутню інформацію, запропонувати тестові випадки, розподілити людську перевірку,

сформувати повідомлення для зацікавлених осіб і вирішити, чи можна продовжувати використання ІІІ. Критичним доказом стає не «правильна» відповідь, а узгодженість рішення з даними, правами та наслідками.

Високопросунутий рівень доцільно оцінювати через проєкт удосконалення практики. Учасник аналізує процес організації, залучає кілька груп користувачів, визначає типові відмови, проєктує набір тестів, навчає колег і визначає критерії оцінювання результату. Після апробації він може змінити початкове рішення, якщо докази цього вимагають. Здатність відмовитися від власного задуму тут є ознакою зрілості, а не невдачі.

Для дітей ті самі принципи реалізуються в безпечнішому масштабі. Учень може порівняти два описи тварини, знайти підтвердження в дитячій енциклопедії, позначити, що було створено системою ІІІ, і пояснити, чому не варто вводити домашню адресу. Старший учень аналізує рекомендаційну стрічку, різні перспективи та енергетичний слід. Послідовність розвитку ІІІ-компетентності зберігає спільний змістовий напрям, але змінює рівень абстракції, складність ситуації та необхідну самостійність.

У закладі освіти збирання доказів має служити навчанню, а не перетворюватися на тотальний нагляд. Доказами можуть бути виконана робота, пояснення учня щодо прийнятих рішень, результати перевірки та інші матеріали, безпосередньо пов'язані з критеріями оцінювання. Збереження повних журналів запитів до системи ІІІ саме по собі не є необхідним і може створювати додаткові ризики для приватності та стримувати експериментування. Тому доцільно зберігати лише ті матеріали, які потрібні для обґрунтування результату оцінювання, заздалегідь пояснювати мету та строк їх зберігання і передбачати альтернативний спосіб виконання

завдання, якщо воно стосується персональних, конфіденційних або інших чутливих даних. Пояснення учня щодо способу розв'язання завдання має бути частиною його навчальної рефлексії, а не лише матеріалом для контролю з боку закладу освіти.

Автоматичне оцінювання відповідей потребує підвищеної обережності. Модель ІІІ може допомогти групувати типові помилки, запропонувати чернетку зворотного зв'язку або перевірити формальні ознаки. Остаточна інтерпретація складного судження має залишатися за педагогом, особливо коли результат впливає на подальше навчання учня. Учасника потрібно прозоро поінформувати про використання автоматизованого оцінювання та надати зрозумілий спосіб поставити запитання або звернутися з проханням про перегляд результату за правилами закладу освіти. У випадках, визначених законодавством, особа також може мати право вимагати перегляду рішення людиною. Незалежно від наявності такого юридичного права, заклад освіти може передбачити ширший педагогічний механізм перегляду як гарантію справедливості оцінювання.

На рівні організації корисно розрізняти показники охоплення, навчальних результатів, поведінки та наслідків. Частка персоналу, який пройшов навчальний модуль, характеризує охоплення. Бал за сценарним завданням показує навчальний результат. Частота правильного передавання складного випадку характеризує поведінку на практиці. Кількість і тяжкість інцидентів, доступність послуги та обґрунтовані скарги відображають наслідки. Один показник не можна використовувати як заміну іншому. Стовідсоткове охоплення не доводить безпечної практики, а відсутність повідомлених інцидентів може свідчити про слабкий механізм їх виявлення та повідомлення.

Подальше дослідження запропонованої моделі ІІІ може поєднувати кількісні та якісні методи. Спочатку формулюють передбачувану інтерпретацію результату та допустиме рішення, після чого експерти й представники цільових груп перевіряють зміст і зрозумілість завдань. Апробація дає дані про складність завдань, розподіл відповідей, внутрішню структуру та роботу критеріїв оцінювання, а подвійне оцінювання частини робіт дає змогу оцінити надійність суджень. Інтерв'ю після виконання завдань показують, чи мобілізували учасники цільові знання, а не сторонні стратегії. Для порівняння груп потрібні аналіз справедливості та вимірювальної інваріантності, а зв'язки з іншими показниками мають відповідати заздалегідь сформульованим гіпотезам. Повторне вимірювання через певний проміжок часу дає змогу перевірити перенесення набутих умінь у нові ситуації, збереження результату та наслідки рішень, прийнятих на підставі результатів оцінювання.

Квazіексперимент або рандомізоване контрольоване дослідження може оцінити вплив конкретної навчальної програми, але потребує чіткого визначення умов порівняння. Порівняння з групою, яка не проходила навчання, дає змогу оцінити ефект навчальної програми порівняно з відсутністю навчання. Порівняння з якісним курсом інформаційної грамотності дає змогу з'ясувати, чи пов'язаний результат саме з особливостями програми, спрямованої на формування ІІІ-грамотності. Важливо також фіксувати версію системи ІІІ, доступні функції та правила її використання, оскільки технологічне середовище може змінюватися протягом дослідження. Без такого контролю складно відокремити ефект конкретної навчальної програми або інструмента ІІІ від впливу змін у технологічному середовищі та загального рівня ІІІ-грамотності учасників.

Якісні дослідження конкретних ситуацій і практик допомагають виявити процеси та причини, які не можна встановити лише за результатом оцінювання. Вони показують, як команда домовляється про відповідальність, чому працівники обходять правило, як учитель змінює завдання після появи нового засобу ІІІ, як учень з особливими освітніми потребами сприймає підтримку або стикається з бар'єрами. Поєднання журналів рішень, спостереження, інтерв'ю та аналізу продуктів діяльності дає змогу відтворити контекст, але потребує мінімізації даних і дотримання чітких етичних вимог.

У роботі [3] запропоновано компетентнісну систему оцінювання етичної та критичної ІІІ-грамотності для початкової і середньої освіти. Вона спирається на пов'язані з ІІІ елементи рамки цифрової компетентності громадян DigComp 2.2 і 3.0, поєднує знання, навички й ставлення з етапами навчання на основі викликів, а також містить рівні, спостережувані індикатори й приклади практичних доказів.

У роботі [125] запропоновано модель, яка поділяє працівників на три кумулятивні рівні за характером і наслідками взаємодії із ІІІ: базовий, операційний і наглядний. Для кожного рівня визначено цільову групу, зміст підготовки та форму підтвердження. Основу моделі становлять стаття 4 Акта про ІІІ, рамки DigComp 3.0 і AILit. У цій моделі також представлені рольовий принцип, документування обґрунтування та оцінювання дієвості заходів у робочому середовищі.

У цьому контексті наведена семикрокова послідовність організаційних дій доповнює розглянуті підходи та запропоновану систему, у якій педагогічне оцінювання, організаційні механізми, результати навчання й правові вимоги поєднано з повною матрицею відповідностей рамки DigComp 3.0, AILit і європейського регулювання.

РОЗДІЛ 3

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ОСВІТИ ТА СУСПІЛЬСТВА НА ЕКОНОМІЧНІ ТРАНСФОРМАЦІЇ Й БЕЗПЕКУ

3.1 Концептуалізація взаємозв'язків цифровізації, економічних трансформацій і безпеки

Цифровізація більше не є окремим напрямом технологічної модернізації, вона стала системним чинником зміни способів виробництва, торгівлі, навчання, комунікації та державного управління. Економічний зміст процесу більше не обмежується зростанням кількості користувачів Інтернет або розширенням цифрової інфраструктури. На сьогодні мова йде про перебудову процесів створення вартості на основі мережевої взаємодії, даних, цифрових платформ і автоматизованих рішень. За такого підходу цифрова трансформація охоплює не лише впровадження технологій, а й пов'язані з цим зміни бізнес-моделей, інституційних механізмів, організаційних структур та компетентностей [92, 126].

Актуальність дослідження даного процесу визначається тим, що цифрові технології дедалі більшою мірою впливають на конкурентоспроможність, продуктивність, доступність суспільних послуг і стійкість національних економік. Однак саме по собі поширення цифрових технологій не гарантує отримання однакових економічних та соціальних результатів усіма країнами рівномірно. Відмінності в ступені розвитку цифрової компетентності, інституційній спроможності, інфраструктурі та практиках управління ризиками роблять цифрову трансформацію нерівномірною і можуть посилювати наявні соціально-економічні розриви. Тому для планування та реалізації державних управлінських політик важливо визначати не лише досягнутий рівень цифровізації,

а й здатність країни конвертувати цифровий потенціал у економічні результати з урахуванням потенційного сплеску безпекових вразливостей [92, 93].

Необхідність комплексного дослідження також обумовлюється обмеженістю підходів, переважна частина яких зводять аналіз цифрового розвитку до одного узагальненого рейтингу (наприклад, DESI) або окремого інфраструктурного показника. Високе середнє значення може приховувати відставання ключових складових, зокрема цифровізації освіти, недостатню цифровізацію підприємств або слабку готовність до кіберзагроз. Крім того, країни з високим рівнем інтеграції цифрових технологій можуть істотно відрізнятися за продуктивністю їх використання та стійкістю цифрового середовища. Це вказує на необхідність переходу від фрагментарного вимірювання до системного аналізу, який одночасно врахує рівень розвитку взаємопов'язаних складових, збалансованість їхньої динаміки та характер впливу цифровізації на економіку й безпеку [9, 105].

Такого роду емпіричне дослідження потребує розмежування чотирьох взаємопов'язаних підсистем: цифровізації освіти, цифровізації суспільства, економічних трансформацій і цифрової безпеки. Дане розмежування є суто аналітичним, оскільки в реальній економіці обрані складові розвиваються одночасно та можуть мати дуже тісні взаємозв'язки. Однак воно дає змогу відокремити передумови цифрових змін від їхніх економічних і безпекових результатів, а також перевірити, чи перетворюється накопичений цифровий потенціал на структурні результати.

Цифровізація суспільства утворює інфраструктурно-поведінкову основу цифрової трансформації. Доступ до широкосмугового зв'язку, використання мережі Інтернет, електронних послуг і цифрових каналів взаємодії з

державою прискорюють обмін знаннями, знижують інформаційні та трансакційні витрати, розширюють ринки та створюють попит на цифрові продукти. Дослідження регіонів європейських держав підтверджують зв'язок доступності широкосмугового інтернету з економічним зростанням, однак одночасно вказують на територіальну неоднорідність отримуваних ефектів [18]. Отже, наявність цифрової інфраструктури є необхідною, але недостатньою умовою результативної цифрової трансформації.

Цифровізація освіти виконує функцію формування людського капіталу, завдяки якому технологічна доступність перетворюється на продуктивне використання цифрових технологій. Вона включає в себе не тільки впровадження цифрових платформ у навчальний процес, а й розвиток та безперервне оновлення базових та поглиблених цифрових навичок, підготовку ІТ-фахівців, здатність населення працювати з інформацією. Ефективне використання цифрових технологій, згідно звітів OECD, потребує поєднання базових і поглиблених цифрових навичок із комунікацією, критичним мисленням, здатністю розв'язувати проблеми та навчатися впродовж життя [93]. Тому освітня підсистема розглядається не як допоміжний компонент цифровізації, а як механізм її економічної конверсії.

Важливе значення має взаємодоповнюваність освітньої та суспільної складових. Розвинена цифрова інфраструктура без достатнього рівня цифрової компетентності може досить довго залишатись на рівні суто споживчого використання цифрових технологій, не забезпечуючи відповідного приросту продуктивності та інноваційної активності. В той же час, високий рівень цифрових навичок за недостатньої доступності цифрової інфраструктури, технологічних рішень і цифровізованого бізнес-середовища обмежує можливості реалізації

людського капіталу. Тому вплив цифровізації освіти та суспільства доцільно досліджувати не лише як суму двох незалежних ефектів, а й через їхню взаємодію.

Економічні трансформації у запропонованій концепції є результативною підсистемою, яка відображає перехід від базової цифровізації до фактичної зміни структури економічної діяльності. Такий перехід проявляється у розвитку ІТ-сектору, цифрово-інтенсивних видів діяльності, електронної комерції, експорту ІТ-послуг та цифровізації операційної діяльності підприємств. Дослідження регіонів ЄС за 2006-2020 роки засвідчило позитивний і статистично значущий вплив цифрової економіки, вимірної через електронне урядування, електронну торгівлю та використання Інтернет домогосподарствами, на сукупну продуктивність. Автори дослідження наголошують на необхідності інвестицій у цифрову інфраструктуру та освітні компетенції регіонів ЄС, що відстають [101]. Порівняльний аналіз країн ЄС додатково показує, що економічні результати цифровізації різняться залежно від початкового рівня розвитку та структури використання цифрових технологій [9].

У системі досліджуваних взаємозв'язків безпека займає подвійне положення. З одного боку, вона є результатом цифрової трансформації, оскільки поширення цифрових технологій змінює масштаби й види кіберзагроз, вимоги до корпоративних політик безпеки, захисту персональних даних та інформаційної грамотності населення. З іншого боку, безпека виступає необхідною умовою подальшої цифровізації. Низький рівень довіри, часті інциденти та недостатня захищеність інформаційних систем стримують від використання цифрових послуг і платформ, цифрових платежів. Систематичний перегляд взаємозв'язку цифрової трансформації, кібербезпеки та стійкості бізнесу підтверджує необхідність інтегрувати стратегії управління

кіберзагрозами у політики функціонування підприємств [105]. Отже, цифрова безпека не може трактуватися винятково як обмеження. Вона підтримує стійкість цифрових процесів і зменшує очікувані втрати від технологічних ризиків.

Взаємозв'язки між підсистемами не є миттєвими та лінійно однорідними. Інвестиції в інфраструктуру або цифрові навички можуть впливати на економічні результати із затримкою у часі, оскільки підприємствам потрібен час для реорганізації процесів, а працівникам – для накопичення та практичного застосування цифрових компетенцій. Крім того, однакове збільшення цифрового потенціалу може давати різні результати залежно від інституційної спроможності, структури економіки та початкового рівня розвитку країни. Дослідження наслідків цифрової трансформації для зайнятості у країнах ЄС виявляють неоднорідність ефектів залежно від рівня освіти, початкового статусу зайнятості та здатності працівників оновлювати навички [102].

Загальну концептуальну залежність можна подати так:

$$\begin{cases} Eco_{it} = F(S_{it}, E_{it}, S_{it}E_{it}, S_{i,t-l}, E_{i,t-l}, Z_{it}, \mu_i, \lambda_t), \\ Sec_{it} = G(S_{it}, E_{it}, S_{it}E_{it}, S_{i,t-l}, E_{i,t-l}, Z_{it}, \mu_i, \lambda_t), \end{cases} \quad (3.1)$$

де: F і G – функціональні залежності формування економічних трансформацій та безпеки; S_{it} та E_{it} характеризують рівень цифровізації суспільства та освіти країни i у період t ; Eco_{it} та Sec_{it} – рівні економічних трансформацій та безпеки відповідно; $S_{it}E_{it}$ відображає компліментарність суспільної й освітньої складових; l – часовий лаг; Z_{it} – сукупність контекстних чинників; μ_i – неспостережувані сталі характеристики країни; λ_t – спільні часові шоки.

Представлена формула (3.1) формалізує архітектуру подальшого дослідження та передбачає перевірку таких положень: наявності прямих ефектів цифровізації освіти та суспільства, їхньої взаємодоповнюваності, відкладеності часових результатів, неоднорідності параметрів між групами країн, відмінності механізмів формування економічних і безпекових результатів. Статистичний зв'язок між підсистемами не можна інтерпретувати як односторонню причинність. Економічний розвиток розширює можливості фінансування цифрової інфраструктури й освіти, а посилення безпеки стимулює довіру до цифрових сервісів. Тому між змінними можливі спільні часові шоки, зворотна причинність та вплив неврахованих інституційних факторів. Це зумовлює необхідність послідовного переходу від вимірювання рівня кожної підсистеми до оцінювання їхньої системної координації, типологізації країн і панельного моделювання з урахуванням індивідуальних та часових ефектів.

Отже, концепція даного дослідження ґрунтується на розумінні цифрової трансформації як багатокомпонентного процесу, результативність якого визначається не максимізацією окремого фактору, а спроможністю суспільної, освітньої, економічної та безпекової підсистем вдосконалюватись взаємопов'язано. Наступним етапом є перетворення концептуальної конструкції на систему вимірюваних показників та інтегральних індексів, придатних для економетричного аналізу та міжкраїнового порівняння.

3.2 Формування системи показників та інтегральне оцінювання складових цифрової трансформації

Перехід від концептуальної моделі до кількісного оцінювання передбачає визначення сукупності спостережуваних показників для кожної підсистеми, які

відображають її основний економічний зміст, адже окремий статистичний показник не може повністю характеризувати досліджувані багатовимірні явища. Вимірювальна конструкція має поєднувати достатню змістову повноту з відтворюваністю, міжкраїновою порівняльністю та можливістю простежувати зміни в часі.

Для демонстрації практичної реалізації запропонованої методології обрано емпіричний кейс 20 європейських країн (Австрія, Бельгія, Болгарія, Боснія та Герцеговина, Чехія, Естонія, Фінляндія, Франція, Німеччина, Угорщина, Литва, Нідерланди, Північна Македонія, Польща, Румунія, Словенія, Іспанія, Швеція, Туреччина, Україна) за 2010-2024 роки. Інформаційну основу дослідження становить збалансована панель, яка містить 300 спостережень типу «країна-рік». Первинні дані отримано з офіційних статистичних ресурсів Eurostat і World Bank [46, 132].

Система охоплює 20 первинних показників, розподілених порівну між чотирма доменами (табл. 3.1) та зумовлюється наявністю країн із різними рівнями економічного, інституційного та цифрового розвитку, що забезпечує необхідну варіативність для подальшої типологізації і оцінювання неоднорідності ефектів, що забезпечить апробацію всіх етапів методології. Добір показників здійснено за критеріями змістової відповідності, доступності порівнюваних часових рядів за єдиним набором показників, відсутності дублювання економічного змісту та придатності до кількісної інтерпретації. Домени освіти та суспільства містять факторні показники, а домени економічних трансформацій та безпеки – результуючі. Часовий горизонт дає змогу аналізувати довгострокові зміни та враховувати спільні зовнішні шоки.

Таблиця 3.1 – Структура системи показників

Домен	Показники
Цифровізація суспільства (S)	Частка користувачів Інтернету; кількість мобільних підписок на 100 осіб; кількість підписок на фіксований широкосмуговий доступ на 100 осіб; індекс розвитку електронного урядування; частка осіб, які використовують Інтернет для взаємодії з державними органами.
Цифровізація освіти (E)	Частка осіб із навичками програмування; відсоток участі громадян в онлайн-навчанні; частка випускників вищої освіти у сфері ІТ; частка підприємств, що проводять навчання з ІТ; рівень цифрових навичок населення.
Економічні трансформації (Eco)	Частка ІТ-послуг в експорті послуг; частка секторів з високою цифровою інтенсивністю у загальній зайнятості; частка ІТ-сектору у валовій доданій вартості; частка підприємств з наявністю електронних продажів; частка населення, що здійснює покупки через Інтернет.
Безпека (Sec)	Частка підприємств із наявною політикою ІТ-безпеки; частка громадян із навичками керування доступом до персональних даних; інциденти ІТ-безпеки на підприємствах; частка громадян яким проблеми безпеки обмежували або заважали здійснювати базові онлайн-активності; частка громадян, що мають навички валідації інформації та цифрового контенту.

Зазначена вибірка не розглядається як вичерпне представлення всіх європейських держав, її призначення полягає в перевірці операційної придатності запропонованого підходу на цілісному й порівнюваному масиві даних.

До агрегування первинних даних необхідно забезпечити їхню статистичну сумісність. Показники мають різні одиниці вимірювання. Частина з них подана у відсотках, показники проникнення зв'язку – у кількості підписок на 100 осіб, окремі індекси – у безрозмірній шкалі. Безпосереднє порівняння таких величин надало б

непропорційно великий вплив змінним із ширшим числовим діапазоном. Крім того, показники відрізняються напрямом впливу. Для більшості з них зростання означає поліпшення стану відповідного домену, тоді як збільшення кількості інцидентів ІТ-безпеки або загроз безпеці користувачів свідчить про його погіршення. Для приведення даних до порівнюваної шкали [0; 1] пропонується застосовувати мінімаксу нормалізацію.

Для показників-стимуляторів нормалізоване значення визначається як:

$$z_{itk} = \frac{x_{itk} - \min(x_k)}{\max(x_k) - \min(x_k)}. \quad (3.2)$$

Для показників-дестимуляторів напрям є інвертованим:

$$z_{itk} = \frac{\max(x_k) - x_{itk}}{\max(x_k) - \min(x_k)}, \quad (3.3)$$

де: z_{itk} – нормалізоване значення показника k для країни i у році t ; x_{itk} – його фактичне значення; $\min(x_k)$ та $\max(x_k)$ – відповідно мінімальне та максимальне значення показника k у всій панелі.

Використання спільних параметрів x_j^{min} і x_j^{max} для всього періоду є необхідним для збереження часової порівнюваності. Нормування окремо за кожним роком відображало б лише відносну позицію країни всередині конкретного року та могло б приховувати загальне зростання або зниження показника. Глобальна нормалізація, навпаки, розміщує всі країни й роки на єдиній шкалі. Перед її проведенням перевіряються унікальність панельного ключа, повнота спостережень, допустимі діапазони, одиниці вимірювання та відсутність аномальних значень.

Наступним кроком є визначення ваг первинних показників, оскільки використання однакових ваг передбачало б, що всі показники мають однакову здатність розрізняти країни та часові періоди. Проте показник із майже незмінними значеннями містить менше інформації для порівняльного аналізу, ніж показник із вираженою, але не аномальною варіативністю. Для врахування фактичної інформаційної диференціації застосовано ентропійний метод, який широко використовується в сучасних дослідженнях для побудови багатовимірних індексів і подальшого аналізу координації складних систем [75].

Для кожного нормалізованого показника k спочатку визначено частку окремого спостереження в його загальній панельній сумі:

$$p_{itk} = \frac{z_{itk}}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T z_{itk}}. \quad (3.4)$$

Ентропія показника розраховується за формулою:

$$e_k = -\frac{1}{\ln(NT)} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T p_{itk} \ln(p_{itk}). \quad (3.5)$$

Коефіцієнт інформаційної диференціації:

$$d_k = 1 - e_k. \quad (3.6)$$

Підсумкова вага показника в межах домену:

$$\omega_k = \frac{d_k}{\sum_{j \in K_d} d_j}, \quad (3.7)$$

де: p_{itk} – частка нормалізованого значення показника k для країни i у році t у загальній сумі цього показника; N – кількість країн; T – кількість часових періодів; z_{itk} – нормалізоване значення показника; e_k – ентропія показника k ; d_k – коефіцієнт його інформаційної диференціації; ω_k – глобальна ентропійна вага показника k у межах домену; K_d – множина показників, що належать до домену d ; j – порядковий номер показника в межах відповідного домену.

Більшої ваги набувають показники, які містять більше інформації про відмінності між країнами та роками. Варто зауважити що ентропійна вага не є оцінкою впливу показника, а виконує вимірювальну функцію, визначаючи його внесок у формування цілісної характеристики домену. Після нормалізації та визначення ваг формується інтегральний індекс домену:

$$I_{dit} = \sum_{k \in K_d} \omega_k z_{itk}. \quad (3.8)$$

У результаті для кожної країни та року отримується вектор $(S_{it}, E_{it}, Eco_{it}, Sec_{it})$, складові якого лежать в межах інтервалу $[0; 1]$ і мають однаковий напрям інтерпретації. Значення, наближене до одиниці, характеризує відносно високий рівень відповідної складової в межах сформованої панелі, тоді як значення, наближене до нуля, вказує на відставання. Така шкала є порівняльною. Її межі визначаються фактичним розподілом даних і мають переглядатися у разі зміни вибірки або часового горизонту.

Надійність інтегрального оцінювання потребує перевірки чутливості до методичних рішень. Для цього має сенс порівняння базових індексів з результатами після вінзоризації крайніх значень, аналіз стабільності ентропійних ваг у часі та застосовування методу головних компонент як альтернативного способу згортки.

В наведеній апробації коефіцієнти кореляції Пірсона між ентропійними індексами та оцінками, отриманими методом головних компонент, становлять 0,986 для суспільства, 0,997 для освіти, 0,983 для економіки та 0,899 для безпеки. Кореляції базових індексів з оцінками після вінзоризації перебували в межах 0,9995-0,9999. Отже, міжкрайові відмінності не є штучним наслідком одного способу нормалізації, зважування або впливу крайніх значень. Ентропійні індекси зберігаються як базові завдяки їхній прозорій декомпозиції, єдиній шкалі та можливості безпосередньо визначати внесок кожного первинного показника.

В результаті маємо систему чотирьох взаємопов'язаних індексів, яка розмежовує цифрові передумови та результативні складові трансформації, створює основу для оцінювання узгодженості розвитку підсистем, виявлення структурних типів країн і подальшого панельного моделювання впливу цифровізації освіти та суспільства на економічні трансформації й безпеку.

3.3 Оцінювання системної узгодженості та типологізація країн за параметрами цифрової трансформації

Доменні індекси характеризують рівень розвитку окремих складових, але не показують, наскільки узгоджено вони змінюються. Країна може мати розвинену цифрову інфраструктуру за одночасного відставання освіти, безпеки або економічної реалізації цифрових технологій. За таких умов середнє значення індексів може маскувати внутрішні диспропорції. У запропонованій методології застосовано метод ступеня координації взаємопов'язаних систем (coupling coordination degree, CCD) для розмежування загального рівня та збалансованості розвитку, який дає

зможу оцінювати взаємну узгодженість складних підсистем [75]. У межах емпіричної апробації показники T , C , D утворюють сполучну ланку між доменним індексуванням і подальшою типологізацією країн.

Загальний рівень цифрового розвитку визначається як середнє арифметичне чотирьох доменних індексів:

$$T_{it} = \frac{S_{it} + E_{it} + Eco_{it} + Sec_{it}}{4}. \quad (3.9)$$

Показник взаємної узгодженості підсистем має вигляд:

$$C_{it} = \left[\frac{S_{it}E_{it}Eco_{it}Sec_{it}}{\left(\frac{S_{it}+E_{it}+Eco_{it}+Sec_{it}}{4}\right)^4} \right]^{1/4}, \quad (3.10)$$

а інтегральний ступінь координованого розвитку обчислюється як:

$$D_{it} = \sqrt{C_{it}T_{it}}. \quad (3.11)$$

Показник C_{it} наближається до одиниці, коли рівні чотирьох підсистем є співмірними, і зменшується в разі посилення дисбалансу. Водночас висока узгодженість можлива навіть за однаково низьких значень усіх індексів. Саме тому C_{it} поєднується з рівнем T_{it} у показнику D_{it} : високий ступінь координованого розвитку потребує одночасно достатнього рівня цифровізації та внутрішньої збалансованості її складових.

CCD-оцінювання виконує діагностичну функцію. Зростання T_{it} за стабільного або зростаючого C_{it} означає збалансоване підвищення цифрового розвитку. Зростання T_{it} за одночасного зниження C_{it} сигналізує, що прогрес концентрується лише в окремих доменах і формує

структурні розриви. Низьке значення T_{it} за відносно високого C_{it} характеризує узгодженість на недостатньому рівні та вимагає комплексного нарощування цифрового потенціалу. Отже, поєднання T , C і D дає змогу відрізнити проблему загального відставання від проблеми диспропорційного розвитку.

Наступним етапом є типологізація країн за спільним поєднанням рівня доменів і системної координації. Для цього пропонується формувати усереднений за досліджуваний період профіль кожної країни:

$$x_i = (\bar{S}_i, \bar{E}_i, \overline{Eco}_i, \overline{Sec}_i, \bar{D}_i). \quad (3.12)$$

Перед кластеризацією ознаки доцільно стандартизувати, щоб відмінності у варіативності окремих індексів не визначали результат групування. Кількість кластерів пропонується обґрунтувати сукупно за середньою шириною силуету та критерієм «ліктя» для внутрішньокластерної суми квадратів, а стійкість поділу перевіряти ієрархічною кластеризацією. Емпірична діагностика засвідчила можливість як базового поділу на дві групи, так і детальнішої трирівневої стратифікації. Для подальшого порівняння параметрів панельних моделей обрано $k = 2$. Ця схема формує достатні за розміром групи та дає змогу інтерпретувати їх як країни з вищим «developed» і нижчим «developing» цифровим профілем. Варіант $k = 3$ зберігається як перевірка стійкості, оскільки саме він забезпечує детальніше геометричне розділення.

Розділ на кластери здійснюється після групування за сукупним рівнем їхніх центрів (табл.3.2), а не на основі формального макроекономічного статусу.

Таблиця 3.2 – Середні профілі кластерів за 2010-2024 роки

Інтегральний показник	Група «developed»	Група «developing»	Міжгруповий розрив
S	0,577	0,380	0,197
E	0,476	0,235	0,241
Eco	0,487	0,297	0,190
Sec	0,486	0,369	0,117
D	0,704	0,546	0,158

У межах апробації типологія об'єднала 11 країн у групі «developed» (Нідерланди – 1 місце в табл.1.3, Фінляндія – 2 місце в табл.1.3, Швеція – 5 місце в табл.1.3, Естонія – 6 місце в табл.1.3, Іспанія – 8 місце в табл.1.3, Австрія – 10 місце в табл.1.3, Чехія – 11 місце в табл.1.3, Бельгія – 12 місце в табл.1.3, Франція – 13 місце в табл.1.3, Німеччина – 14 місце в табл.1.3, Словенія – 22 місце в табл.1.3).

Типологія також об'єднала 9 країн у групі «developing» (Угорщина – 15 місце в табл.1.3, Литва – 19 місце в табл.1.3, Польща – 24 місце в табл.1.3, Румунія – 25 місце в табл.1.3, Болгарія – 27 місце в табл.1.3, Туреччина – офіційний кандидат на членство в ЄС з 1999 року, Північна Македонія – офіційний кандидат на членство в ЄС з 2005 року, Боснія і Герцеговина – офіційний кандидат на членство в ЄС з 2022 року, Україна – офіційний кандидат на членство в ЄС з 2022 року).

Для перевірки змістової відмінності отриманих типів зіставлено усереднені значення доменних індексів і показника *D* (табл.3.2). Це дає змогу обґрунтувати використання кластерної належності як ознаки структурної неоднорідності у подальшому панельному моделюванні та встановити, за якими складовими формуються основні міжгрупові розриви. Усереднені профілі підтверджують системний характер таких розривів: група «developed» має

вищі значення за всіма доменами та показником D , а найбільші відмінності формуються в освіті й економіці.

Для цілей дослідження важливо, що отримана типологія створює основу для перевірки неоднорідності економетричних зв'язків та відображає емпірично виявлені типи в цифровізації освіти, суспільства, безпеки, економічних трансформаціях та координації розвитку. Її призначенням є формування однорідних груп для подальшого порівняння параметрів моделей, що дає змогу перевірити, чи відрізняються сила, часові лаги та компліментарність впливу цифровізації освіти та суспільства залежно від сформованого профілю країни.

3.4 Моделювання впливу цифровізації освіти та суспільства на економічні трансформації й безпеку

Побудова доменних індексів і типологізація країн забезпечують порівнянність складових цифрової трансформації, однак самі по собі не дають змоги відокремити зв'язок цифровізації з результативними доменами від впливу сталих особливостей окремих країн і спільних часових шоків. Наприклад, відмінності в інституційній якості, структурі економіки, історично сформованій системі освіти або регуляторному середовищі можуть одночасно визначати рівні S_{it} , E_{it} , Eco_{it} і Sec_{it} . Ігнорування таких чинників у звичайній міжкраїновій регресії створює ризик долучити ефекти цифровізації, які насправді зумовлені неспостережуваною гетерогенністю. Тому наступним елементом методології є панельне моделювання, що використовує одночасно міжкраїнову та часову варіацію показників і дає змогу контролювати незмінні у часі характеристики країн [7].

Для кожного результативного домену пропонується окреме базове рівняння:

$$Eco_{it} = \beta_1 S_{it} + \beta_2 E_{it} + \mu_i + \lambda_t + u_{it}, \quad (3.13)$$

$$Sec_{it} = \gamma_1 S_{it} + \gamma_2 E_{it} + \eta_i + \tau_t + v_{it}, \quad (3.14)$$

де: β_1 , β_2 , γ_1 і γ_2 характеризують поточні зв'язки цифровізації суспільства та освіти з відповідним результативним індексом; μ_i і η_i – країнові ефекти; λ_t і τ_t – часові ефекти; u_{it} і v_{it} – ідіосинкратичні похибки.

Розділення системи на два окремих рівняння є змістовно важливим: економічні трансформації та безпека можуть мати різну часову динаміку, чутливість до загальних шоків або механізми взаємодії із цифровим людським капіталом. Коефіцієнти моделі з фіксованими ефектами (Fixed Effects Model, FE) інтерпретуються через зміни всередині країни в часі. Наприклад, β_1 показує, як у середньому змінюється Eco_{it} у разі підвищення S_{it} за незмінного E_{it} після вилучення стійких країнових відмінностей і, за наявності двосторонніх фіксованих ефектів, спільної для всіх країн часової динаміки. Оскільки всі доменні індекси належать шкалі $[0; 1]$, для прикладної інтерпретації доцільно подавати ефект зміни пояснювального індексу на 0,1 пункту, тобто $0,1\hat{\beta}_j$ або $0,1\hat{\gamma}_j$. Однак навіть після введення фіксованих ефектів, оцінки слід трактувати як умовні структурні зв'язки. Потенційними обмеженнями залишаються зворотній вплив результативних доменів, змінні в часі невраховані чинники та похибки вимірювання інтегральних індексів.

Вибір між об'єднаною моделлю найменших квадратів (Pooled OLS), моделлю з випадковими ефектами (RE) та моделлю з фіксованими ефектами (FE) не повинен здійснюватися апіорно. Запропонований протокол передбачає послідовне вирішення таких чотирьох питань:

1. F-тест Pooled OLS проти FE перевіряє наявність статистично значущих індивідуальних ефектів.

2. LM-тест Бройша-Пагана визначає, чи має модель з випадковими ефектами (RE) перевагу над Pooled OLS.

3. Тест Хаусмана перевіряє сумісність припущення про некорельованість індивідуальних ефектів із регресорами.

4. Після вибору FE-моделі окремий F-тест визначає, чи потрібні поряд із країновими також часові фіксовані ефекти.

Апробація запропонованого протоколу на сформованій панелі підтвердила необхідність урахування гетерогенності за країною в обох рівняннях. F- і LM-тести відхилили Pooled OLS на користь панельних специфікацій, а тест Хаусмана відхилив припущення Random Effects для економічного рівняння ($p = 0,00064$) і рівняння безпеки ($p < 0,001$). Водночас структура часових ефектів виявилася неоднаковою: для Eco_{it} їх включення є статистично обґрунтованим ($p < 0,001$), тому базовою обрано двосторонню FE-модель «країна-рік», а для Sec_{it} тест не підтвердив обов'язковості часових ефектів ($p = 0,358$), унаслідок чого базовою є модель з країновими FE, а двостороння специфікація використовується як перевірка чутливості. Такий результат підтверджує доцільність окремого специфікаційного вибору для кожного результативного домену замість застосування однакової моделі до всієї системи.

Після визначення базової структури ефектів необхідно врахувати властивості залишків. Оцінки емпіричного кейсу виявили гетероскедастичність і серійну кореляцію в обох рівняннях. За таких умов звичайні стандартні похибки FE-моделі можуть давати некоректні висновки щодо статистичної значущості параметрів. Тому основну інференцію доцільно будувати на стандартних похибках, кластеризованих за країнами. Як альтернативна перевірка використовується матриця коваріацій Дрісколла-Края, стійка до широкого класу часових і міжоб'єктних залежностей [27]. Порівняння знаків, величин і довірчих

інтервалів за різних способів інференції дає змогу відокремити стійкі змістові результати від висновків, чутливих до способу оцінювання невизначеності.

Базові рівняння окремо відображають внески S_{it} і E_{it} , але не перевіряють припущення про їхню компліментарність. Для цього індекси доцільно попередньо центрувати відносно панельних середніх і включити інтеракційний термін:

$$Y_{it} = \alpha_1 S_{it}^c + \alpha_2 E_{it}^c + \alpha_3 (S_{it}^c E_{it}^c) + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it},$$

$$Y_{it} \in \{Eco_{it}, Sec_{it}\}, \quad (3.15)$$

де: Y_{it} послідовно набуває значення індексу економічних трансформацій або безпеки; $S_{it}^c = S_{it} - \bar{S}$ і $E_{it}^c = E_{it} - \bar{E}$ – індекси цифровізації суспільства та освіти, центровані відносно відповідних середніх значень у панелі; α_1 характеризує зв'язок цифровізації суспільства з результативним доменом за середнього рівня цифровізації освіти; α_2 – зв'язок цифровізації освіти з результативним доменом за середнього рівня цифровізації суспільства; α_3 є параметром взаємодії та показує, як зміна одного цифрового домену модифікує граничний ефект іншого.

Центрування не змінює прогнозів моделі, а забезпечує змістовну інтерпретацію α_1 і α_2 за середнього рівня іншого домену. Коефіцієнт α_3 не є повною характеристикою взаємодії, тому висновки мають ґрунтуватися також на граничних ефектах.

Граничні ефекти варто оцінювати для нижнього, медіанного та верхнього рівнів індексу-модифікатора разом із довірчими інтервалами. Це дає змогу перевірити за яких рівнів розвитку освіти посилюється та послаблюється зв'язок цифровізації суспільства з економікою чи безпекою, і навпаки.

$$\frac{\partial Y_{it}}{\partial S_{it}^c} = \alpha_1 + \alpha_3 E_{it}^c, \quad (3.16)$$

$$\frac{\partial Y_{it}}{\partial E_{it}^c} = \alpha_2 + \alpha_3 S_{it}^c, \quad (3.17)$$

де $\partial Y_{it}/\partial S_{it}^c$ є граничним ефектом цифровізації суспільства за заданого рівня цифровізації освіти, а $\partial Y_{it}/\partial E_{it}^c$ – граничним ефектом цифровізації освіти за заданого рівня цифровізації суспільства.

Окремим кроком є перевірка часової відкладеності впливу. Перебудова організаційних процесів, засвоєння цифрових компетенцій і розвиток інфраструктури потребують часу, тому коефіцієнти, оцінені без урахування часових лагів, можуть неповно відображати механізм цифрової трансформації. Лагова специфікація має вигляд:

$$Y_{it} = \theta_1 S_{i,t-1} + \theta_2 E_{i,t-1} + \mu_i + \lambda_t + \xi_{it}, \\ Y_{it} \in \{Eco_{it}, Sec_{it}\}, \quad (3.18)$$

де: $t - 1$ вказує на лаг тривалістю один рік; θ_1 і θ_2 – параметри відкладеного зв'язку відповідно цифровізації суспільства та освіти з результативним показником Y_{it} .

Порівняння лагової моделі та моделі без урахування часових лагів дає змогу розрізнити швидший інфраструктурно-поведінковий канал і повільніший канал накопичення цифрового людського капіталу. При цьому лагування пояснювальних змінних зменшує ризик одночасності, але саме по собі не усуває всі джерела ендогенності, тому його слід розглядати виключно як перевірку часової структури.

Загальну послідовність панельного оцінювання узагальнено на рис.3.1.

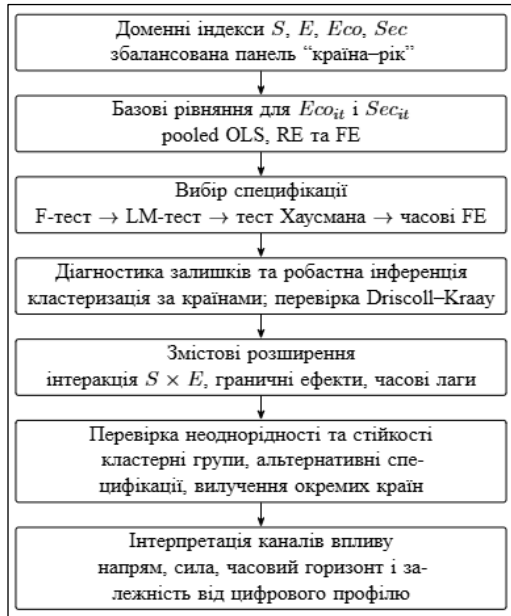


Рисунок 3.1 – Послідовність панельного оцінювання впливу цифровізації

На відміну від лінійного вибору регресії, запропонована схема поєднує специфікаційний вибір, діагностику похибок, змістові розширення та перевірки стійкості. Надійність підсумкових висновків визначається не максимальною статистичною значущістю в окремій моделі, а їх відтворюваністю в системі перевірок. Результат можна вважати стійким, якщо за альтернативних специфікацій матриці коваріацій, часових інтервалів і складу вибірки зберігаються економічно обґрунтований знак коефіцієнта, близька за величиною оцінка та прийнятна статистична значущість. Також може бути застосоване послідовне вилучення по одній країні, що дає змогу з'ясувати, чи не формується висновок одним нетиповим спостереженням, а також порівняння з PCSE (Panel-Corrected Standard Errors) і бутстреп-оцінюванням на рівні кластерів.

Отже, запропонована панельна конструкція переводить аналіз від описового зіставлення індексів до оцінювання параметрів їхнього взаємозв'язку. Її визначальними рисами є окремий вибір специфікації для економічного та безпекового рівнянь, розмежування одночасних і лагових ефектів, перевірка взаємодії цифровізації освіти та цифровізації суспільства, а також робастна інференція. Наступний етап полягає у встановленні того, наскільки отримані зв'язки є однорідними для країн із різними цифровими профілями та як змінюється їхня сила в часі.

3.5 Міжгрупова неоднорідність і часові механізми впливу цифровізації

Середня оцінка для всієї панелі може приховувати різні механізми цифрової трансформації. Країни з кращим цифровим профілем мають стійко сформовані цифрову інфраструктуру, компетентності та інституції, тому швидше перетворюють цифровий потенціал на результати. За гіршого цифрового профілю цьому перешкоджають доменні розриви й слабша спроможність практичного використання цифрових технологій. Кластерна належність розглядається як характеристика структурного середовища, здатного змінювати параметри панельної моделі.

Для перевірки міжгрупових відмінностей базову FE-специфікацію доцільно розширити взаємодіями цифрових індексів із груповою змінною:

$$Y_{it} = \delta_1 S_{it} + \delta_2 E_{it} + \delta_3 (S_{it} Dev_i) + \delta_4 (E_{it} Dev_i) + \mu_i + \lambda_t + \omega_{it}, \quad (3.19)$$

де: Dev_i – бінарна змінна, що дорівнює одиниці для країн групи «developed» і нулю для країн групи «developing»; δ_1 і δ_2 характеризують зв'язки S_{it} та E_{it} із результативним показником у групі «developing»; δ_3 і δ_4 показують,

наскільки відповідні коефіцієнти змінюються в групі «developed»; ω_{it} – ідіосинкратична похибка моделі з груповими взаємодіями.

Окремий рівневий ефект Dev_i до рівняння (3.19) не включається, оскільки незмінна в часі групова належність поглинається країно-специфічними фіксованими ефектами μ_i . Для групи «developed» сукупні коефіцієнти становлять $\delta_1 + \delta_3$ для суспільного та $\delta_2 + \delta_4$ для освітнього каналу.

Групову неоднорідність доцільно оцінювати за об'єднаною моделлю (3.19), яка формально перевіряє різницю коефіцієнтів, та окремими FE-моделями для кожного кластера. Апробація показує, що для країн групи «developed» суспільний та освітній канали економічної трансформації мають додатний і стійкіший характер, тоді як у країнах групи «developing» вони слабші й більш чутливі до специфікації. Для безпеки суспільний канал є стійким в обох групах, а освітній – менш визначеним. Це показує, що ізольоване підвищення індексу не гарантує економічної реалізації без узгодженості цифрової інфраструктури, компетентностей та інституційних умов.

На рис.3.2 зіставлено точкові оцінки стратифікованих моделей і 95%-ві довірчі інтервали, визначені методом повторних вибірок на рівні країн. Перетин інтервалом нульової лінії означає, що знак зв'язку не встановлено стійко, однак графіки не можуть трактуватись як доведена різниця всіх коефіцієнтів: частина параметрів залежить від способу оцінювання невизначеності. Сукупна структура зв'язків відрізняється: для економіки обидва канали стійкіші у країнах групи «developed», а для безпеки суспільний канал є більш вагомим.

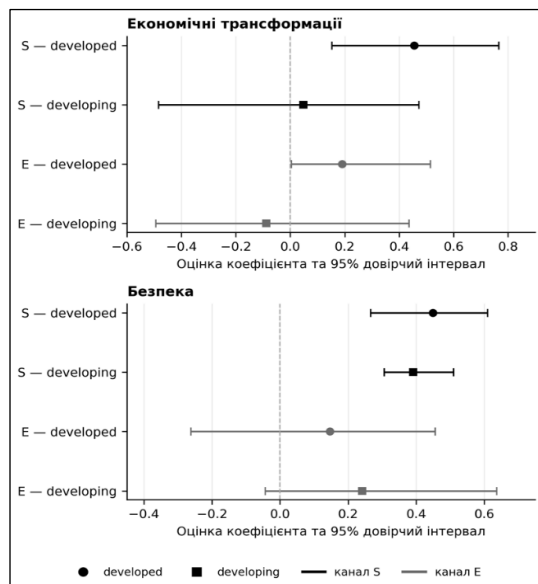


Рисунок 3.2 – Графіки ефектів цифровізації поточного періоду за групами країн: точкові оцінки та 95%-ві довірчі інтервали за методом повторних вибірок

Лагові моделі підтверджують наявність у країнах групи «developed» відкладеного зв'язку обох цифрових доменів з економічними трансформаціями: оцінки для попередніх значень цифровізації суспільства та освіти становили відповідно 0,457 і 0,186, тоді як у країнах групи «developing» часовий лаг не усуває нестабільності.

Перевірка потрійної взаємодії не виявила сталої міжгрупової відмінності компліментарності для економіки, але для безпеки оцінка її посилення в країнах групи «developed» становила 1,655, а довірчий інтервал за методом повторних вибірок не охоплював нуль. Послідовне вилучення країн і повторне формування вибірок підтвердили загальну тенденцію. Отже, цифрова трансформація не має єдиного механізму, її економічна реалізація залежить від зрілості середовища.

3.6 Формування диференційованих пріоритетів цифрової політики та системи моніторингу

Практичне призначення запропонованої методології полягає у перетворенні отриманих оцінок на обґрунтовану послідовність управлінських рішень. Простого ранжування країн недостатньо, оскільки подібний загальний рівень може поєднуватися як із рівномірним відставанням усіх доменів, так і з явним дефіцитом якості освіти, економічної реалізації або безпеки. Тому рекомендації мають одночасно враховувати середній рівень T_{it} , координацію C_{it} , інтегральний ступінь узгодженого розвитку D_{it} і підтверджені панельними моделями канали впливу. Низьке значення T_{it} вказує на потребу нарощення загальної спроможності, тоді як низьке значення C_{it} за відносно високого значення T_{it} – на необхідність усунення доменного розриву.

Для ідентифікації потенційного системного обмеження порівнюються значення S_{it} , E_{it} , Eco_{it} і Sec_{it} та визначається домен із найнижчим рівнем. Він розглядається як можливе вузьке місце цифрової трансформації, проте це не означає автоматичного спрямування всіх ресурсів на найнижчий показник: остаточний пріоритет має враховувати причини відставання, зв'язок домену з результативними показниками та стійкість відповідних економетричних оцінок. Структурний діагноз зіставляється з картою емпіричних механізмів і груповим профілем. Стійко підтверджений канал може розглядатися як потенційний важіль політики, а чутливий до специфікації результат потребує обмеженого впровадження та проміжного оцінювання.

Поєднання загального рівня та координації утворює чотири базові режими цифрової політики (рис.3.3). Наведена матриця не є класифікацією країн, а виконує роль правила вибору напряму втручання.

	Низька координація <i>C</i>	Висока координація <i>C</i>
Високий рівень <i>T</i>	Високий <i>T</i> , низький <i>C</i> усунення доменного дисбалансу; підтримка найслабшої складової; узгодження темпів розвитку	Високий <i>T</i> , високий <i>C</i> продуктивність, інновації та складні цифрові компетентності; випереджальне управління ризиками
Низький рівень <i>T</i>	Низький <i>T</i> , низький <i>C</i> синхронізоване нарощування інфраструктури, навичок, цифровізації бізнесу та безпеки	Низький <i>T</i> , високий <i>C</i> пропорційне підвищення всіх доменів зі збереженням досягнутої координації

Рисунок 3.3 – Матриця вибору базового режиму цифрової політики за рівнем і координацією розвитку

Положення країни має переглядатися в динаміці, оскільки підвищення окремих доменів може змінювати як рівень, так і внутрішню збалансованість системи. Практичне застосування матриці до даних за 2024 рік дало розподіл, наведений у табл.3.3.

Таблиця 3.3 – Розподіл країн за рівнем і координацією цифрового розвитку у 2024 році

Режим	Країни
Високий рівень (<i>T</i>), висока координація (<i>C</i>)	Нідерланди, Фінляндія, Швеція, Іспанія, Австрія, Чехія, Бельгія, Німеччина
Високий рівень (<i>T</i>), низька координація (<i>C</i>)	Естонія, Україна
Низький рівень (<i>T</i>), висока координація (<i>C</i>)	Угорщина, Словенія
Низький рівень (<i>T</i>), низька координація (<i>C</i>)	Франція, Литва, Польща, Румунія, Болгарія, Туреччина, Північна Македонія, Боснія і Герцеговина

Межі високого й низького рівнів визначено відносно центральних значень T_{it} і C_{it} у досліджуваній вибірці. Належність до квадранта відображає порівняльне положення країни серед обраних країн, а не абсолютну оцінку якості її цифрового розвитку.

Угорщина й Словенія мають порівняно узгоджену структуру за нижчого загального рівня, що обґрунтовує паралельне масштабування доменів зі збереженням їх пропорційності. У четвертому квадранті поєднуються загальне відставання та внутрішні розриви; для більшості його країн повторюваним обмеженням є недостатній розвиток цифрової освітньої складової, хоча конкретне вузьке місце має визначатися окремо. Присутність Франції у цьому квадранті також показує, що загальноекономічний статус не гарантує збалансованого цифрового профілю в межах обраної системи показників. Таким чином, емпіричний кейс підтверджує практичну цінність спільного аналізу рівня та координатії: країни з подібним T_{it} можуть потребувати різних управлінських рішень залежно від структури доменних диспропорцій.

Зв'язок між результатом оцінювання, управлінським важелем і моніторингом має залишатися прозорим. Відставання S наголошує звернути увагу на доступність цифрової інфраструктури, цифрову інклюзію та використання цифрових послуг; низьке E – на наявність базових й поглиблених цифрових навичок, перепідготовку та зв'язок освіти з потребами бізнесу; відставання E_{so} закликає оцінити цифровізацію підприємств, електронну торгівлю та ІТ-послуги; низьке Sec вказує на слабкі місця у захисті даних, безпекових практиках й реагуванні на інциденти. Зниження C потребує узгодження темпів і послідовності програм між доменами.

Моніторинг доцільно вести на трьох рівнях: ресурси характеризують масштаб заходів, безпосередні результати –

зміни доступу, навичок і цифрового використання, а структурні ефекти – динаміку Eco_{it} , Sec_{it} і D_{it} . Часовий горизонт має відповідати механізму впливу, оскільки освітні заходи проявляються повільніше за інфраструктурні. Одночасне підвищення T_{it} , C_{it} і D_{it} свідчить про системно узгоджений розвиток, тоді як зростання окремого домену за зниження координації сигналізує про посилення дисбалансу.

Отже, методологічний перехід від оцінювання до рекомендацій складається з таких взаємопов'язаних дій: визначення рівня та координації цифрового розвитку; ідентифікації найслабшого домену; зіставлення проблеми з надійними каналами впливу; вибору режиму політики з урахуванням цифрового профілю; формування системи показників і горизонту моніторингу. Така послідовність забезпечує доказовий і адаптивний характер цифрової політики та дає змогу коригувати її відповідно до зміни структури цифрової трансформації.

ВИСНОВКИ

У монографії здійснено комплексне дослідження теоретичних, методологічних та практичних засад розвитку цифрової компетентності в Європейському Союзі, розглянуто еволюцію європейської політики у цій сфері, інструменти формування та оцінювання цифрової компетентності, особливості інтеграції штучного інтелекту до системи цифрової компетентності, а також методичні підходи до оцінювання взаємозв'язків цифровізації освіти й суспільства з економічними трансформаціями та безпекою. Отримані результати дають змогу сформулювати такі основні висновки.

Встановлено системний характер еволюції політики Європейського Союзу у сфері розвитку цифрової компетентності. Аналіз європейських ініціатив засвідчив поступовий перехід від забезпечення доступу до комп'ютерів та Інтернет до комплексного формування цифрових знань, умінь і ставлень, необхідних для навчання, професійної діяльності, підприємництва та повноцінної участі в житті суспільства. Важливими етапами цього процесу стали ініціативи eEurope та eLearning, Digital Agenda for Europe, формування рамок цифрової компетентності DigComp і DigCompEdu, реалізація Digital Education Action Plan 2021-2027 та програми Digital Europe, а також визначення стратегічних цілей Цифрового десятиліття Європейського Союзу. Узагальнення цих етапів дає підстави розглядати цифрову компетентність як один із ключових компонентів людського капіталу, конкурентоспроможності економіки та інклюзивного розвитку суспільства.

Обґрунтовано значення європейської рамки цифрової компетентності громадян DigComp як методологічної основи формування, розвитку й оцінювання цифрових

компетенцій. Її структура охоплює інформаційну та дата-грамотність, комунікацію і співпрацю, створення цифрового контенту, безпеку та розв'язання проблем. Такий підхід передбачає вихід за межі суто технічного використання цифрових пристроїв і програмного забезпечення та акцентує увагу на критичності, відповідальності, безпеці й самостійності цифрової діяльності. Важливим положенням є необхідність узгодження змісту навчання з рівнями володіння цифровою компетентністю, очікуваними результатами та способами їх оцінювання. Використання цифрових технологій саме по собі не гарантує сформованості відповідних компетенцій, що зумовлює потребу в цілеспрямованому навчанні та діагностиці його результатів.

Систематизовано основні інструменти Європейського Союзу щодо розвитку цифрової компетентності та визначено їхню взаємодоповнюваність. Європейський План дій цифрової освіти на 2021-2027 роки спрямований на створення високоефективної цифрової освітньої екосистеми та розвиток цифрової компетентності громадян. Рамка DigCompEdu конкретизує вимоги до цифрової компетентності педагогів, тоді як інструмент SELFIE дає змогу оцінювати цифрову готовність закладів освіти та визначати напрями вдосконалення організаційних практик. Програма Digital Europe пов'язує розвиток поглиблених цифрових навичок із використанням високопродуктивних обчислень, штучного інтелекту, кібербезпеки та інших передових технологій. Отже, результативність європейського підходу визначається не окремим інструментом, а узгодженістю стратегічних цілей, нормативних рамок, освітніх практик, технологічної інфраструктури та механізмів фінансової підтримки.

За результатами бібліометричного аналізу встановлено суттєве розширення дослідницького поля цифрової

компетентності. Аналіз публікацій, проіндексованих у базі Scopus, засвідчив зростання кількості праць за тематикою «digital skills» з 65 у 1999 році до 10658 у 2025 році. За запитом «digital competence» кількість публікацій збільшилася зі 145 у 2010 році до 3095 у 2025 році. Дослідження цифрових навичок охоплюють соціальні науки, комп'ютерні науки, інженерію, медицину, менеджмент та інші предметні галузі. Найбільша частка публікацій за тематикою «digital skills» у проаналізованих даних припадає на соціальні науки (26%) і комп'ютерні науки (20%), що відображає міждисциплінарний характер проблематики. Отримані результати свідчать про зростання наукової уваги до цифрової інклюзії, трансформації професій, цифрової освіти, кібербезпеки, роботи з даними та використання штучного інтелекту. Бібліометричні показники характеризують динаміку й структуру публікацій, але самі по собі не є безпосереднім доказом ефективності політичних або освітніх заходів.

Використання показників DESI та пов'язаних із цифровими навичками індикаторів створює можливості для порівняння держав-членів Європейського Союзу, визначення напрямів відставання й аналізу структурних відмінностей цифрового розвитку. Разом із тим агреговані показники необхідно інтерпретувати з урахуванням їхнього змісту, методики розрахунку та охоплення окремих складових цифровізації. Високий рівень розвитку одних компонентів не обов'язково означає пропорційно високі результати в інших. Тому оцінювання цифрової компетентності доцільно поєднувати з аналізом освітніх, економічних, соціальних та інституційних передумов її формування.

Обґрунтовано доцільність застосування показників використання платформ корпоративної співпраці для аналізу цифрових практик у професійному середовищі.

Узагальнення наукових підходів дало змогу систематизувати показники, які характеризують загальну активність користувачів, створення та споживання контенту, комунікацію, спільну роботу, структуру участі й результати використання корпоративних цифрових систем. Важливим є розмежування інтенсивності використання платформи корпоративної співпраці та її цінності для підприємства. Кількість входів, повідомлень або переглядів відображає окремі аспекти активності, але не дає вичерпного уявлення про продуктивність співпраці, якість обміну знаннями чи досягнення бізнес-цілей. Тому оцінювання доцільно здійснювати за сукупністю кількісних і якісних показників, співвідносячи їх із завданнями підприємства та очікуваними результатами цифрової взаємодії.

Визначено методологічні засади інтеграції штучного інтелекту до системи цифрової компетентності. Аналіз рамки цифрової компетентності громадян DigComp 3.0 засвідчив, що компетенції, пов'язані зі штучним інтелектом, доцільно розглядати як наскрізний вимір цифрової діяльності, а не лише як ізольований набір технічних умінь. Штучний інтелект впливає на пошук та оцінювання інформації, комунікацію, створення контенту, захист даних, цифровий добробут і розв'язання проблем. Відповідно, формування III-компетентності передбачає не тільки вміння користуватися відповідними інструментами, а й розуміння їхніх можливостей та обмежень, перевірку результатів, критичне оцінювання інформації, дотримання етичних принципів і відповідальне прийняття рішень. Наскрізна інтеграція III потребує чіткого відображення цих вимог у навчальних цілях, практичних завданнях і критеріях оцінювання.

Розроблено матрицю відповідностей між 21 компетенцією рамки DigComp 3.0, релевантними

компетенціями рамки AILit, опорними елементами Об'єднаного дослідницького центру Європейської Комісії та відповідними положеннями європейського регулювання. Матриця відповідності дає змогу систематизувати прямі, додаткові й контекстні зв'язки між цифровою компетентністю, ІІІ-грамотністю та правовими вимогами. Її методологічна цінність полягає в тому, що вона не ототожнює зміст різних рамок, а визначає характер і межі їхньої відповідності. Рамка DigComp 3.0 забезпечує основу цифрової компетентності. Рамка AILit конкретизує знання, уміння та ставлення, пов'язані з взаємодією зі штучним інтелектом. Правове регулювання встановлює обов'язки та гарантії за наявності визначених умов застосування ІІІ. Запропонована матриця відповідності може використовуватися під час проєктування навчальних програм, формулювання результатів навчання, розроблення практичних завдань і визначення організаційних заходів із розвитку ІІІ-грамотності.

Систематизовано підходи до оцінювання ІІІ-компетентності та визначено вимоги до доказовості результатів такого оцінювання. Обґрунтовано доцільність поєднання оцінювання знань, практичних умінь, способів прийняття рішень і відповідального ставлення до використання штучного інтелекту. Для цього можуть застосовуватися ситуаційні завдання, спостереження за виконанням практичних дій, аналіз створених продуктів, документування рішень і якісне дослідження конкретних випадків. Запропонована семикрокова організаційна послідовність пов'язує визначення потреби, формулювання навчального результату, практичне виконання, збирання доказів, перенесення сформованої здатності в нові ситуації та оцінювання наслідків застосування. При цьому результати окремого завдання не слід автоматично трактувати як доказ стійкої компетентності в усіх

професійних або життєвих ситуаціях. Валідність, справедливість, доступність і відповідність оцінювання його меті залишаються необхідними умовами достовірної інтерпретації отриманих результатів.

Сформовано цілісну методологічну конструкцію оцінювання взаємозв'язків цифровізації освіти й суспільства з економічними трансформаціями та безпекою. Запропонований підхід ґрунтується на розмежуванні чотирьох взаємопов'язаних доменів: суспільного, освітнього, економічного та безпекового. Така структура дає змогу враховувати не лише рівень розвитку окремих складових, а й характер їхньої взаємодії. Для комплексного оцінювання запропоновано систему показників та інтегральних індексів, що забезпечує порівнянність країн і створює основу для подальшого економетричного аналізу. Принциповим положенням є розмежування загального рівня цифрового розвитку та його внутрішньої збалансованості, оскільки високі значення окремих показників не виключають наявності структурних диспропорцій, які обмежують практичну реалізацію цифрового потенціалу.

Обґрунтовано необхідність спільного застосування інтегрального оцінювання, аналізу системної координації, типологізації країн і панельного моделювання. Запропонований алгоритм передбачає послідовне формування та нормалізацію показників, розрахунок доменних індексів, оцінювання загального рівня й координації цифрового розвитку, визначення структурних типів країн і дослідження взаємозв'язків між цифровими передумовами та результативними доменами. Використання показників загального рівня, координації та інтегрального ступеня узгодженого розвитку дає змогу розмежувати ситуації загального відставання й внутрішньої незбалансованості. Панельне моделювання доповнює цей

аналіз, оскільки дає можливість враховувати сталі особливості країн, спільні часові зміни та можливі відкладені зв'язки. Водночас статистичні залежності не слід автоматично трактувати як доведені причинно-наслідкові відносини.

Виявлено неоднорідність механізмів цифрової трансформації європейських країн. Емпірична апробація запропонованої методології засвідчила, що країни можуть мати різні поєднання загального рівня цифрового розвитку та координації його складових. За результатами оцінювання за 2024 рік Нідерланди, Фінляндія, Швеція, Іспанія, Австрія, Чехія, Бельгія та Німеччина належали до групи з відносно високими рівнем і координацією. Естонія й Україна характеризувалися високим загальним рівнем за нижчої координації, тоді як Угорщина та Словенія поєднували нижчий загальний рівень із відносно узгодженою структурою розвитку. Для групи країн із нижчими рівнем і координацією було виявлено структурні розриви, серед яких повторюваним обмеженням виступала освітня складова. Ця типологізація має порівняльний характер і відображає положення країн у межах досліджуваної вибірки, а не абсолютну оцінку якості їхнього цифрового розвитку.

Встановлено, що зв'язки цифровізації з економічними трансформаціями та безпекою залежать від структурних і часових умов. Результати панельного моделювання показали, що суспільний канал цифровізації має стійкіший зв'язок із результативними доменами, тоді як зв'язок освітньої складової більшою мірою залежить від часового горизонту, цифрового профілю країни та її взаємодії з іншими компонентами трансформації. У країнах групи з більш розвиненим цифровим профілем суспільний та освітній канали економічної трансформації характеризувалися додатнішими й стійкішими оцінками,

ніж у країнах групи з менш розвиненим цифровим профілем. Лагові моделі також вказали на наявність відкладених зв'язків цифровізації суспільства й освіти з економічними трансформаціями в першій групі, тоді як у другій групі результати залишалися чутливішими до специфікації. Отже, ефективність цифровізації залежить не тільки від рівня розвитку окремих компонентів, а й від зрілості середовища, інституційних умов і часових механізмів реалізації цифрового потенціалу.

Запропоновано підхід до формування диференційованих пріоритетів цифрової політики та системи моніторингу. Його сутність полягає в переході від простого ранжування країн до визначення структурних обмежень, вибору відповідних управлінських заходів і подальшого оцінювання їх результативності. Пріоритети мають визначатися з урахуванням загального рівня цифрового розвитку, ступеня координації між його складовими, найслабшого домену та стійкості виявлених емпіричних зв'язків. Для країн із низьким загальним рівнем першочерговим завданням є нарощення цифрової спроможності, тоді як за відносно високого рівня, але недостатньої координації, необхідно усувати структурні диспропорції. Запропонована система моніторингу передбачає відстеження ресурсів, безпосередніх результатів і структурних ефектів цифрової трансформації. Такий підхід створює основу для адаптивного коригування цифрової політики відповідно до змін цифрового профілю країни та результатів реалізованих заходів.

Визначено практичну значущість результатів дослідження для розвитку цифрової компетентності в Україні. Досвід Європейського Союзу свідчить про доцільність поєднання рамкових моделей компетентностей, навчальних програм, оцінювання цифрових навичок, технологічної інфраструктури, нормативного регулювання

та механізмів підтримки цифрової трансформації. Для України важливим напрямом є адаптація відповідних практик до національного освітнього, економічного та інституційного середовища. Це передбачає інтеграцію цифрової та ІІІ-грамотності в навчальні програми, розвиток компетентностей педагогів і працівників, формування навичок критичного оцінювання інформації, захисту персональних даних і відповідального використання ІІІ. Водночас запровадження європейських інструментів має супроводжуватися оцінюванням їх відповідності національним потребам, визначенням вимірюваних результатів і регулярним моніторингом ефективності.

Таким чином, результати дослідження підтверджують, що розвиток цифрової компетентності є багатовимірним процесом, який поєднує освітні, технологічні, економічні, соціальні та правові компоненти. Європейський досвід демонструє важливість системного підходу, за якого формування цифрової компетентності супроводжується створенням належної інфраструктури, визначенням очікуваних результатів, розробленням інструментів оцінювання та забезпеченням відповідального використання цифрових технологій.

Наукове значення проведеного дослідження полягає в систематизації інструментів Європейського Союзу з розвитку цифрової компетентності, узагальненні дослідницького поля цієї проблематики, розробленні матриці відповідностей рамок DigComp 3.0, AILit і європейського регулювання, а також формуванні комплексної методології оцінювання взаємозв'язків цифровізації освіти й суспільства з економічними трансформаціями та безпекою. Практична значущість отриманих результатів визначається можливістю їх використання під час розроблення навчальних програм,

удосконалення систем оцінювання цифрової та ІІІ-компетентності, формування цифрових стратегій та обґрунтування пріоритетів цифрової політики.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з емпіричною апробацією запропонованих підходів у різних освітніх і професійних середовищах, удосконаленням інструментів оцінювання цифрової та ІІІ-компетентності, дослідженням перенесення набутих умінь у реальну діяльність, розширенням системи показників цифрової трансформації та перевіркою стійкості виявлених взаємозв'язків на довших часових інтервалах. Окремого значення набуває подальше вивчення умов, за яких розвиток цифрової компетентності забезпечує не лише розширення використання цифрових технологій, а й відчутні економічні, освітні та суспільні результати.

Узагальнюючи результати монографії, можна стверджувати, що цифрова компетентність має розглядатися як стратегічний ресурс людського капіталу, необхідна умова інклюзивної цифрової трансформації та важливий чинник конкурентоспроможності економіки. Послідовне використання європейських практик, їх критичне осмислення й адаптація до українських умов створюють методологічне підґрунтя для формування цифрового середовища, у якому технологічний розвиток супроводжується підвищенням компетентності людей, посиленням безпеки та розширенням можливостей економічного й суспільного розвитку.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Abdul Jalil, T.N.A., Zainol Abidin, M.A., & Abdul Hamid, R. (2026). The Rise of Digital Skills Research in the Fourth Industrial Revolution: A Bibliometric Analysis (2015-2025). *International Review of Management and Marketing*, 16(3), 52-64, <https://doi.org/10.32479/irmm.21513>.
2. AI Finland. URL: <https://aifinland.fi/en/about-us>.
3. Alioto, B.P., & Lazzari, A. (2026). Towards an integrated pedagogical framework of assessment for ethical and critical artificial intelligence literacy in K-12 education. *INTED2026 Proceedings*, Article 1559, IATED, <https://doi.org/10.21125/inted.2026.1559>.
4. Andreasen, J.K., Tømte, C.E., Bergan, I., & Kovac, V.B. (2022). Professional digital competence in initial teacher education: An examination of differences in two cohorts of pre-service teachers. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 17(1), 61-74, <https://doi.org/10.18261/njdl.17.1.5>.
5. Appelt, W. (2001). What groupware functionality do users really use? Analysis of the usage of the BSCW system, in: *Proceedings – 9th Euromicro Workshop on Parallel and Distributed Processing*, PDP 2001, <https://doi.org/10.1109/EMPDP.2001.905060>.
6. Bacho, R., Pukala, R., Hlibko, S., Vnukova, N., & Pola, P. (2019). Information management: The key driver of the economic system's development. *Marketing and Management of Innovations*, 3, 297-307, <https://doi.org/10.21272/mmi.2019.3-23>.
7. Baltagi B.H. (2021). Econometric analysis of panel data. Cham: Springer International Publishing, <https://doi.org/10.1007/978-3-030-53953-5>.
8. Basilotta-Gómez-Pablos, V., Matarranz, M., Casado-Aranda, L.A. et al. (2022). Teachers' digital competencies in higher education: a systematic literature review. *International*

Journal of Educational Technology in High Education, 19, 8, <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00312-8>.

9. Bocean C.G., Vărzaru A.A. (2023). EU countries' digital transformation, economic performance, and sustainability analysis. *Humanities and social sciences communications*, vol. 10, no. 1, <https://doi.org/10.1057/s41599-023-02415-1>.

10. Brolpito, A. (2018). Digital skills and competence, and digital and online learning. *European Training Foundation*. URL: https://www.etf.europa.eu/sites/default/files/2018-10/DSC%20and%20DOL_0.pdf.

11. Burr, C., Taddeo, M., & Floridi, L. (2020). The ethics of digital well-being: A thematic review. *Science and Engineering Ethics*, 26, 2313-2343, <https://doi.org/10.1007/s11948-020-00175-8>.

12. Casal-Otero, L., Catala, A., Fernández-Morante, C., Taboada, M., Cebreiro, B., & Barro, S. (2023). AI literacy in K-12: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 10, 29, <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00418-7>.

13. Cedefop (2022). Defining, writing and applying learning outcomes: A European handbook (2nd ed.). Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2801/703079>.

14. Cedefop (2025). The influence of learning outcomes-based curricula on teaching practices. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2801/0800596>.

15. Chan, C.K.Y., Lee, K.K.W. (2023). The AI generation gap: Are Gen Z students more interested in adopting generative AI such as ChatGPT in teaching and learning than their Gen X and millennial generation teachers? *Smart Learning Environments*, 10, 60, <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00269-3>.

16. Cosgrove, J., & Cachia, R. (2025). *DigComp 3.0: European Digital Competence Framework – Fifth edition*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/0001149>.
17. Council of the European Union (2023). Council Recommendation on improving the provision of digital skills and competences in education and training. *Official Journal of the European Union*, C/2024/1030. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/C/2024/1030/oj/eng>.
18. de Clercq M., D’Haese M., & Buysse J. (2023). Economic growth and broadband access: The European urban-rural digital divide. *Telecommunications policy*, p.102579, <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2023.102579>.
19. Digital Decade 2025: Country reports. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/digital-decade-2025-country-reports>.
20. Digital Decade 2026: Country reports. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/digital-decade-2026-country-reports>.
21. Digital Decade 2026: Special Eurobarometer. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/digital-decade-2026-special-eurobarometer>.
22. Digital Decade Policy Programme. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/digital-decade-policy-programme>.
23. Digital Economy and Society Indicators. URL: <https://digital-decade-desi.digital-strategy.ec.europa.eu/datasets/desi/indicators>.
24. Digital Education Action Plan 2021-2027. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0624>.
25. Digital Ireland. National Digital & AI Strategy 2030. URL:

https://assets.gov.ie/static/documents/5e511b3a/National_Digital_and_AI_Strategy_2030.pdf.

26. Digital Transition Fund. URL: <https://enterprise.gov.ie/en/what-we-do/supports-for-smes/digital-transformation/digital-transition-fund>.

27. Driscoll J.C., Kraay A.C. (1998). Consistent covariance matrix estimation with spatially dependent panel data. *Review of economics and statistics*, vol. 80, no. 4, p.549-560, <https://doi.org/10.1162/003465398557825>.

28. Edwards, L. (2016). Education, technology and higher order thinking skills. *Australian Association for Research in Education (AARE)*. URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED591857.pdf>.

29. European Commission (1999). eEurope – An Information Society for All. Communication on a Commission Initiative for the Special European Council of Lisbon, 23 and 24 March 2000. COM(1999) 687 final. Brussels, 8 December 1999. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?frontOfficeSuffix=%2F&uri=LEGISSUM:l24221>.

30. European Commission (2000). eLearning: Designing tomorrow's education. COM(2000) 318 final, 24 May 2000. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52001DC0172>.

31. European Commission (2001). eLearning Action Plan – COM(2001) 172 final. Communication from the Commission to the Council and the European Parliament The eLearning Action Plan – Designing tomorrow's education. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52001DC0172>.

32. European Commission (2010). A Digital Agenda for Europe. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. COM(2010) 245

final. Brussels, 19 May 2010. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1779136686938&uri=CELEX:52010DC0245>.

33. European Commission (2016). A New Skills Agenda for Europe: Working together to strengthen human capital, employability and competitiveness. COM(2016) 381 final. Brussels, 10 June 2016. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52016DC0381>.

34. European Commission (2026). AI Act governance and enforcement. Shaping Europe's Digital Future. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/ai-act-governance-and-enforcement>.

35. European Commission (2026). AI literacy: Questions & answers. Shaping Europe's Digital Future. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/faqs/ai-literacy-questions-answers>.

36. European Commission (2026). Guidelines on the ethical use of artificial intelligence and data in teaching and learning for educators. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2766/7967834>.

37. European Commission: Directorate-General for Economic and Financial Affairs, Morandini, M. C., Thum-Thysen, A. and Vandeplas, A. (2020). *Facing the digital transformation – Are digital skills enough?* Publications Office. URL: <https://data.europa.eu/doi/10.2765/846577>.

38. European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. URL: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC107466>.

39. European Parliament & Council of the European Union (2016). Regulation (EU) 2016/679 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data (General Data Protection

Regulation). URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj>.

40. European Parliament & Council of the European Union (2021). Regulation (EU) 2021/694 establishing the Digital Europe Programme. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2021/694/oj>.

41. European Parliament & Council of the European Union (2022). Decision (EU) 2022/2481 establishing the Digital Decade Policy Programme 2030. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dec/2022/2481/oj/eng>.

42. European Parliament & Council of the European Union (2024). Regulation (EU) 2024/1689 laying down harmonised rules on artificial intelligence. Official Journal of the European Union, L, 2024/1689. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1689>.

43. European Parliament & Council of the European Union (2026). Regulation (EU) 2026/1744 of 8 July 2026 amending Regulations (EU) 2024/1689, (EU) 2018/1139 and (EU) 2023/1230 as regards the simplification of the implementation of harmonised rules on artificial intelligence (Digital Omnibus on AI). Official Journal of the European Union, L, 2026/1744, 24.07.202. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2026/1744/oj>.

44. European Parliament and Council (2003). Decision No 2318/2003/EC adopting a multiannual programme (2004 to 2006) for the effective integration of information and communication technologies (ICT) in education and training systems in Europe (eLearning Programme). Official Journal of the European Union, L 345, 31 December 2003, pp. 9-16. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32003D2318>.

45. European Union (2012). Charter of Fundamental Rights of the European Union. Official Journal of the European Union, C 326, 391-407. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:12012P/TXT>.

46. Eurostat. *Database*. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>.

47. Falloon, G. (2020). From digital literacy to digital competence: the teacher digital competency (TDC) framework. *Education Tech Research Dev* 68, 2449–2472, <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09767-4>.

48. Ferrari, A. (2013). DIGCOMP: A framework for developing and understanding digital competence in Europe. Publications Office of the European Union, <https://doi.org/10.2788/52966>.

49. Ferri, F., Grifoni, P., & Guzzo, T. (2020). Online Learning and Emergency Remote Teaching: Opportunities and Challenges in Emergency Situations. *Societies*, 10(4), 86, <https://doi.org/10.3390/soc10040086>.

50. Finnish National Agency for Education. The Framework for Digital Competence. URL: <https://www.oph.fi/en/education-and-qualifications/support-digital-competence>.

51. FutureProof Education: Supporting schools in the AI evolution. URL: <https://www.unesco.org/en/digital-education/future-proof>.

52. Greeven, C.S., Williams, S.P. (2022). Enterprise collaboration systems: addressing adoption challenges and the shaping of sociotechnical systems. (2022). *International Journal of Information Systems and Project Management*, 5(1), 5-23, <https://doi.org/10.12821/ijispm050101>.

53. Grow Digital. URL: <https://www.growdigital.gov.ie>.

54. Guess, A.M., Lerner, M., Lyons, B., Montgomery, J.M., Nyhan, B., Reifler, J., & Sircar, N. (2020). A digital media literacy intervention increases discernment between mainstream and false news in the United States and India. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(27), 15536-15545, <https://doi.org/10.1073/pnas.1920498117>.

55. Guidance on Artificial Intelligence in Schools. URL: <https://www.oidetechnologyineducation.ie/ai-hub/guidance-on-artificial-intelligence-in-schools>.

56. Hacker, J., Bodendorf, F., & Lorenz, P. (2017). Helper, Sharer or Seeker? – A Concept to Determine Knowledge Worker Roles in Enterprise Social Networks, in *Leimeister, J.M., Brenner, W. (Hrsg.): Proceedings der 13. Internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik (WI 2017), St. Gallen*, S.668-682. URL: <https://wi2017.ch/images/wi2017-0224.pdf>.

57. Herzog, C., Richter, A., Steinhüser, M., Hoppe, U., & Koch, M. (2013). Methods and metrics for measuring the success of enterprise social software - what we can learn from practice and vice versa. *The 21st European Conference on Information Systems (ECIS) 2013*, Utrecht, <https://doi.org/10.5167/uzh-89258>.

58. İlknur Reisoğlu, Ayça Çebi (2020). How can the digital competences of pre-service teachers be developed? Examining a case study through the lens of DigComp and DigCompEdu, *Computers & Education*, 156, 103940, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103940>.

59. Ilomäki, L., Paavola, S., Lakkala, M., & Kantosalo, A. (2016). Digital competence – An emergent boundary concept for policy and educational research. *Education and Information Technologies*, 21, 655-679, <https://doi.org/10.1007/s10639-014-9346-4>.

60. Iordache, C., Mariën, I., & Baelden, D. (2017). Developing digital skills and competences: A quick-scan analysis of 13 digital literacy models. *Italian Journal of Sociology of Education*, 9(1), 6-30, doi: 10.14658/PUPJ-IJSE-2017-1-2.

61. Ireland's AI Factory Antenna. URL: <https://aifactory.ie>.

62. Jäger-Biela, D., Kaspar, K., & König, J. (2020). Lerngelegenheiten Zum Erwerb Von Digitalisierungsbezogenen

Medienkompetenzen [Opportunities to Learn Digital Media Competences]. In *Bildung, Schule, Digitalisierung [Education, School, Digitalisation]*, edited by K. Kaspar, M. Becker-Mrotzek, S. Hofhues, J. König, and D. Schmeinck, 66-72. Münster: Waxmann.

63. Jeners, N., Prinz, W. (2014). Metrics for Cooperative Systems, in: *GROUPE'14 18th International Conference on Supporting Group Work*, ACM, pp. 91-99, <https://doi.org/10.1145/2660398.2660407>.

64. Johannes König, Daniela J. Jäger-Biela & Nina Glutsch (2020). Adapting to online teaching during COVID-19 school closure: teacher education and teacher competence effects among early career teachers in Germany. *European Journal of Teacher Education*, 43:4, 608-622, doi: 10.1080/02619768.2020.1809650.

65. Joint Research Centre (2026). DigComp 3.0 errata. European Commission. URL: https://joint-research-centre.ec.europa.eu/scientific-activities/key-competences-lifelong-learning/digital-competence-framework-digcomp/digcomp-30-resources/digcomp-30-errata_en

66. Joint Research Centre (2026). DigComp 3.0 framework data supplement [Data set]. European Commission. <https://doi.org/10.2905/JRC.FR75K8R>.

67. Jones-Jang, S.M., Mortensen, T., & Liu, J. (2021). Does media literacy help identification of fake news? Information literacy helps, but other literacies don't. *American Behavioral Scientist*, 65(2), 371-388, <https://doi.org/10.1177/0002764219869406>.

68. Kane, M.T. (2013). Validating the interpretations and uses of test scores. *Journal of Educational Measurement*, 50(1), 1-73, <https://doi.org/10.1111/jedm.12000>.

69. Kovács, T. Z., Bittner, B., Nagy, A. S., & Nábrádi, A. (2022). Digital transformation of human capital in the EU

according to the DESI index. *Issues in Information Systems*, 23(4), 293-311, https://doi.org/10.48009/4_iis_2022_125.

70. Laupichler, M.C., Aster, A., Schirch, J., & Raupach, T. (2022). Artificial intelligence literacy in higher and adult education: A scoping literature review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100101, <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100101>.

71. Leahy, D., Wilson, D. (2014). Digital Skills for Employment. In: Passey, D., Tatnall, A. (eds). *Key Competencies in ICT and Informatics. Implications and Issues for Educational Professionals and Management. ITEM 2014. IFIP Advances in Information and Communication Technology*, vol. 444. Springer, Berlin, Heidelberg, https://doi.org/10.1007/978-3-662-45770-2_16.

72. Lintner, T. (2024). A systematic review of AI literacy scales. *Science of Learning*, 9, 50, <https://doi.org/10.1038/s41539-024-00264-4>.

73. Lissitsa, S., Chachashvili-Bolotin, S., & Bokek-Cohen, Y.A. (2017). Digital skills and extrinsic rewards in late career. *Technology in Society*, 51, 46-55, <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2017.07.006>.

74. Literacy, Numeracy and Digital literacy Strategy. URL: <https://www.gov.ie/en/departments-of-education/publications/literacy-numeracy-and-digital-literacy-strategy>.

75. Liu L., Gu T., & Wang H. (2022). The coupling coordination between digital economy and industrial green high-quality development: spatio-temporal characteristics, differences and convergence. *Sustainability*, vol.14, no.23, p.16260, <https://doi.org/10.3390/su142316260>.

76. Long, D., & Magerko, B. (2020). What is AI literacy? Competencies and design considerations. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, <https://doi.org/10.1145/3313831.3376727>.

77. LUMI. URL: <https://lumi-supercomputer.eu/about-lumi>.

78. Ma, H., Ismail, L. (2025). Bibliometric analysis and systematic review of digital competence in education. *Humanities&Social Sciences Communications*, 12, 185 (2025), <https://doi.org/10.1057/s41599-025-04401-1>.

79. Marina Fernández Recí, Andrea Cívico Ariza, Inmaculada Martínez-García (2025). Artificial Intelligence and digital competence: A bibliometric study of scientific production. *Educação E Pesquisa*, 51(00), e294659, <https://doi.org/10.1590/S1678-4634202551294659es>.

80. Matthews, T., Whittaker, S., Badenes, H., Smith, B.A., Muller, M., Ehrlich, K., Zhou, M.X., & Lau, T. (2013). Community insights: Helping community leaders enhance the value of enterprise online communities, in: *Conference on Human Factors in Computing Systems – Proceedings*, <https://doi.org/10.1145/2470654.2470728>.

81. Mazorodze, B. T. (2025). The impact of trade openness and ICT on technical efficiency of township economies in South Africa. *Economies*, 13(5), 125, <https://doi.org/10.3390/economies13050125>.

82. Medienberatung, N.R.W. (2019). *Broschüre Medienkompetenzrahmen NRW [Leaflet Media Competence Framework North-Rhine Westphalia]*. Münster: Medienberatung NRW. URL: https://medienkompetenzrahmen.nrw/fileadmin/pdf/LVR_ZM_B_MKR_Broschuere_2019_06_Final.pdf.

83. Miao, F., & Cukurova, M. (2024). AI competency framework for teachers. UNESCO. <https://doi.org/10.54675/ZJTE2084>.

84. Miao, F., Shiohira, K., & Lao, N. (2024). AI competency framework for students. UNESCO. <https://doi.org/10.54675/JKJB9835>.

85. Mislevy, R.J., & Riconscente, M.M. (2005). Evidence-centered assessment design: Layers, structures, and terminology (PADI Technical Report 9). SRI International. URL: <https://www.sri.com/publication/education-learning-pubs/evidence-centered-assessment-design-layers-structures-and-terminology-padi-technical-report-9>.

86. Moniruzzaman, M., Kurnia, S., Parkes, A., & Maynard, S.B. (2015). Business intelligence and Supply Chain agility, in: *ACIS 2015 Proceedings – 26th Australasian Conference on Information Systems*, <https://doi.org/10.48550/arXiv.1606.03511>.

87. Muller, M.J., Freyne, J., Dugan, C., Millen, D.R., & Thom-Santelli, J. (2009). Return on Contribution (ROC): A metric for enterprise social software, in: *ECSCW 2009 – Proceedings of the 11th European Conference on Computer Supported Cooperative Work*, https://doi.org/10.1007/978-1-84882-854-4_8.

88. Muller, M.J., Shami, N.S., Millen, D.R., Feinberg, J. (2010). We are all lurkers: Consuming behaviors among authors and readers in an enterprise file-sharing service, in: *Proceedings of the 16th ACM International Conference on Supporting Group Work, GROUP'10*, <https://doi.org/10.1145/1880071.1880106>.

89. Nasirifard, P., Peristeras, V., Hayes, C., & Decker, S. (2009). Extracting and utilizing social networks from log files of shared workspaces, in: *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, https://doi.org/10.1007/978-3-642-04568-4_66.

90. Ng, D.T.K., Leung, J.K.L., Chu, S.K.W., & Qiao, M.S. (2021). Conceptualizing AI literacy: An exploratory review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100041, <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100041>.

91. OECD & European Union (2026). Empowering learners for the age of AI: An AI literacy framework for primary

and secondary education. OECD Publishing, <https://doi.org/10.1787/65cd27d4-en>.

92. OECD (2024). *OECD Digital Economy Outlook 2024. Volume 1: Embracing the Technology Frontier*. Paris: OECD Publishing, 2024, <https://doi.org/10.1787/a1689dc5-en>.

93. OECD (2024). *OECD Digital Economy Outlook 2024. Volume 2: Strengthening Connectivity, Innovation and Trust*. Paris: OECD Publishing, 2024, <https://doi.org/10.1787/3adf705b-en>.

94. Pantamedia. URL: <https://pantamedia.nl/en-GB/welcome>.

95. Policies for the digitalisation of education and training until 2027. URL: <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/server/api/core/bitstreams/80510ae6-c5fb-4ba5-ae37-ce218864e8b8/content>.

96. Porat, E., Blau, I., & Barak, A. (2018). Measuring digital literacies: Junior high-school students' perceived competencies versus actual performance. *Computers & Education*, 126, 23-36, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.030>.

97. Prümmer, J., van Steen, T., & van den Berg, B. (2025). Assessing the effect of cybersecurity training on end-users: A meta-analysis. *Computers & Security*, 150, 104206, <https://doi.org/10.1016/j.cose.2024.104206>.

98. Qureshi, S. (2023). Digital transformation for development: A human capital key or system of oppression. *Information Technology for Development*, 29(4), 423-434, <https://doi.org/10.1080/02681102.2023.2282269>.

99. Recker, J., Lekse, D. (2016). A field study of spatial preferences in enterprise microblogging. *Journal of Information Technology*, 31, <https://doi.org/10.1057/jit.2015.27>.

100. Redecker, C. (2017). *European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu*. Luxembourg:

Publications Office of the European Union, EUR 28775 EN, doi: 10.2760/159770. JRC107466.

101. Rehman N.U., Nunziante G. (2023). The effect of the digital economy on total factor productivity in European regions. *Telecommunications policy*, p.102650, <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2023.102650>.

102. Richiardi, M.G., Westhoff, L., Astarita, C., Ernst, E., Fenwick, C., Khabirpour, N., & Pelizzari, L. (2025). The impact of a decade of digital transformation on employment, wages, and inequality in the EU: a “conveyor belt” hypothesis. *Socio-Economic Review*, volume 23, issue 3, pages 1225-1251, <https://doi.org/10.1093/ser/mwaf011>.

103. Richter, A., Heidemann, J., Klier, M., & Behrendt, S. (2013). Success Measurement of Enterprise Social Networks, in: *11th International Conference on Wirtschaftsinformatik*, <https://doi.org/10.5167/uzh-89260>.

104. Russo, V. (2020). Digital Economy and Society Index (DESI). European Guidelines and Empirical Applications on the Territory. In: *Sarasola Sánchez-Serrano, J., Maturo, F., Hošková-Mayerová, Š. (eds). Qualitative and Quantitative Models in Socio-Economic Systems and Social Work. Studies in Systems, Decision and Control*, vol 208, Springer, Cham, https://doi.org/10.1007/978-3-030-18593-0_31.

105. Saeed, S., Altamimi, S.A., Alkayyal, N.A., Alshehri, E., & Alabbad, D.A. (2023). Digital Transformation and Cybersecurity Challenges for Businesses Resilience: Issues and Recommendations. *Sensors*, 23(15), 6666, <https://doi.org/10.3390/s23156666>.

106. Sauanova, K., Bidakhmet, Z., Omarova, G., Sagyndykova, S., & Vorogushina, M. (2026). Conceptual Boundaries and Terminological Variability in Scopus-Indexed Teacher Digital Competence Research: A Bibliometric Analysis. *Encyclopedia*, 6(9), 185, <https://doi.org/10.3390/encyclopedia6090185>.

107. Scheerder, A., van Deursen, A., & van Dijk, J. (2017). Determinants of Internet skills, uses and outcomes: A systematic review of the second- and third-level digital divide. *Telematics and Informatics*, 34(8), 1607-1624, <https://doi.org/10.1016/j.tele.2017.07.007>.
108. Scherer, R., & Siddiq, F. (2019). The relation between students' socioeconomic status and ICT literacy: Findings from a meta-analysis. *Computers & Education*, 138, 13-32, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.011>.
109. Schubert, P., Williams, S.P. (2015). Social Business Readiness Survey 2014, <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1850.9923>.
110. Schubert, P., Williams, S.P. (2022). Enterprise Collaboration Platform Configurations: an Empirical Study, in: *European Conference on Computer-Supported Cooperative Work*. Coimbra, Portugal, pp. 1-17, https://doi.org/10.48340/ecscw2022_n01.
111. Schwade, F. (2021). Social Collaboration Analytics Framework: A framework for providing business intelligence on collaboration in the digital workplace. *Decision Support Systems*, 148, 1-14, <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.dss.2021.113587>.
112. Schwade, F., Schubert, P. (2017). Social collaboration analytics for enterprise collaboration systems: Providing business intelligence on collaboration activities, in: *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, <https://doi.org/10.24251/hicss.2017.048>.
113. Schwade, F., Schubert, P. (2018). Social collaboration analytics for enterprise social software: A literature review, in: *MKWI 2018 – Multikonferenz Wirtschaftsinformatik*. URL: https://www.researchgate.net/publication/323639521_Social_Collaboration_Analytics_for_Enterprise_Social_Software_A_Literature_Review.

114. SELFIE. URL:

<https://education.ec.europa.eu/selfie/home>.

115. Siddiq, F., Hatlevik, O.E., Olsen, R.V., Throndsen, I., & Scherer, R. (2016). Taking a future perspective by learning from the past – A systematic review of assessment instruments that aim to measure primary and secondary school students' ICT literacy. *Educational Research Review*, 19, 58-84, <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.05.002>.

116. Smart Makers Academy. URL: <https://www.smartmakersacademy.nl>.

117. Spante, M., Hashemi, S. S., Lundin, M., & Algers, A. (2018). Digital competence and digital literacy in higher education research: Systematic review of concept use. *Cogent Education*, 5(1), 1519143, <https://doi.org/10.1080/2331186X.2018.1519143>.

118. Steinhueser, M., Herzog, C., Richter, A., & Hoppe, U. (2015). A Process Perspective on the Evaluation of Enterprise Social Software, in: *2nd European Conference on Social Media*. URL:

https://www.researchgate.net/publication/280001389_A_Process_Perspective_on_the_Evaluation_of_Enterprise_Social_Software.

119. Stofkova, J., Poliakova, A., Stofkova, K. R., Malega, P., Krejnus, M., Binasova, V., & Daneshjo, N. (2022). Digital skills as a significant factor of human resources development. *Sustainability*, 14(20), 13117, <https://doi.org/10.3390/su142013117>.

120. Tondeur J., Sarah K. Howard, Jie Yang (2021). One-size does not fit all: Towards an adaptive model to develop preservice teachers' digital competencies, *Computers in Human Behavior*, 116, 106659, <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106659>.

121. Tondeur, J., Trevisan, O., Howard, S.K., & van Braak, J. (2025). Preparing preservice teachers to teach with digital

technologies: An update of effective SQD-strategies. *Computers & Education*, 232, 105262, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2025.105262>.

122. van Deursen, A.J.A.M., & van Dijk, J.A.G.M. (2019). The first-level digital divide shifts from inequalities in physical access to inequalities in material access. *New Media & Society*, 21(2), 354-375, <https://doi.org/10.1177/1461444818797082>.

123. Van Laar, E., Van Deursen, A. J., Van Dijk, J. A., & De Haan, J. (2017). The relation between 21st-century skills and digital skills: A systematic literature review. *Computers in Human Behavior*, 72, 577-588, <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.03.010>.

124. Vanden Abeele, M.M.P. (2021). Digital wellbeing as a dynamic construct. *Communication Theory*, 31(4), 932-955, <https://doi.org/10.1093/ct/qtaa024>.

125. Velasco, L., Pal, S., & Schneider, C. (2026). An operational framework for AI literacy in the workplace: Informing action plans under the EU AI Act. Interface. URL: <https://www.interface-eu.org/publications/ai-literacy-workplace-framework>.

126. Verhoef P.C., Broekhuizen T., Bart Y., Bhattacharya A., Dong J.Q., Fabian N., & Haenlein M. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, volume 122, pages 889-901, <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>.

127. Vuorikari, R., Kluzer, S., & Punie, Y. (2022). *DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens – With new examples of knowledge, skills and attitudes*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/115376>.

128. Vuorikari, R., Punie, Y., & Carretero Gomez, S. (2017). *DigComp 2.1: The Digital Competence Framework for Citizens with eight proficiency levels and examples of use*.

Luxembourg: Publications Office of the European Union, EUR 28558 EN, JRC106281, doi: 10.2760/38842.

129. Vuorikari, R., Punie, Y., Carretero Gomez, S., & Van den Brande, G. (2016). *DigComp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens. Update Phase 1: The Conceptual Reference Model*, EUR 27948 EN, Luxembourg: Publications Office of the European Union, JRC101254, doi: 10.2791/11517.

130. Wach, K., Duong, C.D., Ejdys, J., Kazlauskaitė, R., Korzynski, P., Mazurek, G., Paliszkiewicz, J., & Ziembra, E. (2023). The dark side of generative artificial intelligence: A critical analysis of controversies and risks of ChatGPT. *Entrepreneurial Business and Economics Review*, 11(2), 7-30, <https://doi.org/10.15678/EBER.2023.110201>.

131. Wang, B., Rau, P. L. P., & Yuan, T. (2023). Measuring user competence in using artificial intelligence: validity and reliability of artificial intelligence literacy scale. *Behaviour & Information Technology*, 42(9), 1324-1337, <https://doi.org/10.1080/0144929X.2022.2072768>.

132. World Bank. *World Development Indicators: DataBank*. URL: <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>.

133. Xholo, N., Ncanywa, T., Garidzirai, R., & Asaleye, A.J. (2025). Promoting economic development through digitalisation: Impacts on human development, economic complexity, and gross national income. *Administrative Sciences*, 15(2), 50, <https://doi.org/10.3390/admsci15020050>.

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1 – Поняттєве розрізнення складників цифрової підготовленості

Поняття	Зміст	Що можна оцінити
Цифрові навички	Окремі спостережувані операції та процедури	Правильне виконання визначеної дії за заданих умов
Цифрова грамотність	Критичне розуміння цифрових текстів, даних, медіа й систем у соціальному контексті	Інтерпретація повідомлення, перевірка походження та пояснення змісту й можливого впливу
Компетенція рамки	Нормативно описана сфера діяльності та очікуваних результатів	Дескриптор, результат навчання або вимога навчальної програми
Цифрова компетентність	Інтегрована здатність мобілізувати знання, навички й ставлення для відповідальної дії	Виконання практичного завдання, обґрунтування вибору й відповідальність за наслідки
ІІІ-грамотність	Предметні знання, навички й ставлення для ефективної, критичної та етичної взаємодії із ІІІ	Завдання з оцінюванням результату, даних, ролі людини, ризиків і меж системи ІІІ
Цифрова суб'єктність	Здатність обирати, відмовлятися, оскаржувати й впливати на умови технологічної взаємодії	Обґрунтований вибір способу дії, відмова від недоречного застосування ІІІ, звернення до механізму перегляду або пропозиція зміни практики

Джерело: складено авторами на основі [16, 59, 76, 117].

Додаток Б

Таблиця Б.1 – Кодова книга концептуального зіставлення

Поле	Одиниця кодування	Значення або правило
Одиниця DigComp	Компетенція 1.1-5.4; опорні дескриптори CS і результати LO	Для кожної з 21 компетенції фіксуються номер, назва, офіційна позначка зв'язку з ІІІ та ідентифікатори елементів, на яких ґрунтується тлумачення.
Одиниця AILit	Одна з 19 компетенцій у чотирьох сферах	Коди B1-B7, C1-C4, Y1-Y4 і Ф1-Ф4 відповідають повним формулюванням у табл. В.1.
Правова одиниця	Конкретна стаття Акта про ІІІ, GDPR або Хартії ЄС	Правовий код додається лише тоді, коли норма задає обов'язок, право або умову, релевантну дії. Загальне тематичне сусідство не кодується як пряма відповідність.
П – пряма відповідність	Пара DigComp-AILit	Збігаються основна дія і її об'єкт, наприклад, оцінювання результату ІІІ в обох рамках.
Д – додаткова відповідність	Пара DigComp-AILit	Один елемент конкретизує передумову, ризик або результат ширшої компетенції, але не повторює її зміст.

Продовження таблиці Б.1.

Поле	Одиниця кодування	Значення або правило
К – контекстна правова прив'язка	Пара компетенція- правова норма	Норма діє лише за встановленого адресата, виду системи ШІ, оброблення даних або наслідку рішення. Код К не перетворює правову вимогу на компетенцію
Межа висновку	Кожен рядок матриці відповідності	Кодування підтверджує логічну сумісність змісту. Воно не доводить еквівалентності рівнів, валідності завдання, результативності навчання чи дотримання права конкретною установою

Джерело: розроблено авторами на основі [16, 39, 42, 43, 65, 66, 91].

Додаток В

Таблиця В.1 – Кодовані формулювання 19 компетенцій
рамки AILit

Сфера	Код	Компетенція	Сторінка офіційної рамки
Взаємодія із ІІІ	В1	Розпізнавати роль і вплив ІІІ в різних контекстах	28
Взаємодія із ІІІ	В2	Описувати, як системи ІІІ виконують завдання, мовою, що усуває поширені хибні уявлення	28
Взаємодія із ІІІ	В3	Оцінювати, чи слід прийняти, переглянути або відхилити результат ІІІ	28
Взаємодія із ІІІ	В4	Досліджувати, як прогностичні системи ІІІ надають рекомендації, що можуть інформувати або обмежувати перспективи	28
Взаємодія із ІІІ	В5	Порівнювати споживання енергії та природних ресурсів різними системами ІІІ	28
Взаємодія із ІІІ	В6	Пояснювати, як ІІІ може посилювати суспільні упередження	28
Взаємодія із ІІІ	В7	Аналізувати відповідність використання системи ІІІ етичним принципам і людським цінностям	28
Створення за допомогою ІІІ	С1	Використовувати системи ІІІ для пошуку нових перспектив і підходів, що розвивають первинні ідеї людини	34
Створення за допомогою ІІІ	С2	Візуалізувати, прототипувати й поєднувати ідеї за допомогою різних типів систем ІІІ	34

Продовження таблиці В.1.

Сфера	Код	Компетенція	Сторінка офіційної рамки
Створення за допомогою ІІІ	С3	Спрямовувати генеративні системи ІІІ для одержання зворотного зв'язку, уточнення результатів і підтримки рефлексії	34
Створення за допомогою ІІІ	С4	Аналізувати, як ІІІ може захищати або порушувати автентичність контенту та інтелектуальну власність	34
Управління використанням ІІІ	У1	Вирішувати, чи застосовувати систему ІІІ з огляду на характер завдання	38
Управління використанням ІІІ	У2	Обирати доречний підхід ІІІ, порівнюючи принципи роботи систем ІІІ та завдання, для яких вони придатні	38
Управління використанням ІІІ	У3	Декомпонувати проблему, щоб визначити, коли і як ІІІ має автоматизувати завдання або підтримувати людину	38
Управління використанням ІІІ	У4	Контролювати й оцінювати використання ІІІ протягом усього процесу розв'язання проблеми	38
Проектування й удосконалення систем ІІІ	Ф1	Досліджувати призначення системи ІІІ, її передбачуваних користувачів, принцип роботи та обмеження	42

Продовження таблиці В.1.

Сфера	Код	Компетенція	Сторінка офіційної рамки
Проектування й удосконалення систем ІІІ	Ф2	Оцінювати системи ІІІ за визначеними критеріями, очікуваними результатами, тестовими випадками та відгуками користувачів	42
Проектування й удосконалення систем ІІІ	Ф3	Проектувати системи ІІІ з увагою до джерел і добору даних та до впливу інформаційних потоків на поведінку й результати	42
Проектування й удосконалення систем ІІІ	Ф4	Удосконалювати системи ІІІ для підтримки людського добробуту й суспільної користі	42

Джерело: [91].

Додаток Г

Таблиця Г.1 – Кодова книга правових положень

Код	Джерело	Предмет регулювання	Умова та межа використання в матриці відповідності
ШІ-3(56)	Акт про ШІ, ст.3(56)	Легальне визначення ШІ-грамотності	Дефініція задає поняттєвий контекст, сама не встановлює індивідуальний рівень
ШІ-4	Акт про ШІ, ст.4 у редакції 2026 року	Заходи для підтримки розвитку ШІ-грамотності	Стосується постачальників і суб'єктів розгортання та осіб, які діють від їхнього імені; зв'язок із компетенціями контекстний
ШІ-14	Акт про ШІ, ст.14	Людський нагляд за системами ШІ високого ризику	Застосовується лише до систем ШІ високого ризику, не створює універсальної вимоги людського перегляду кожного результату ШІ
ШІ-26	Акт про ШІ, ст.26	Обов'язки суб'єктів розгортання систем ШІ високого ризику, зокрема щодо нагляду	Кодується лише для відповідного адресата та системи ШІ високого ризику
ШІ-50	Акт про ШІ, ст.50	Прозорість для визначених інтерактивних систем ШІ та синтетичного контенту	Обов'язки, адресати й винятки різняться, код не означає загального обов'язку маркувати будь-яке використання ШІ

Продовження таблиці Г.1.

Код	Джерело	Предмет регулювання	Умова та межа використання в матриці відповідності
ШІ-53(1)(с)	Акт про ШІ, ст.53(1)(с)	Політика дотримання авторського права для постачальників моделей ШІ загального призначення	Стосується постачальника моделі ШІ, а не автоматично кінцевого користувача
ЗД-5	GDPR, ст.5	Принципи законності, справедливості, прозорості, мінімізації, точності та обмеження зберігання	Застосовується за наявності опрацювання персональних даних
ЗД-6	GDPR, ст.6	Правові підстави опрацювання персональних даних	Згода є лише однією з можливих підстав і не припускається автоматично
ЗД-12-14	GDPR, ст.12-14	Прозора інформація для суб'єкта даних	Застосовується у відповідних відносинах контролера та суб'єкта даних
ЗД-22	GDPR, ст.22	Рішення, що ґрунтуються виключно на автоматизованому опрацюванні	Право та гарантії виникають за юридичних або подібно значущих наслідків і з урахуванням установлених винятків

Продовження таблиці Г.1.

Код	Джерело	Предмет регулювання	Умова та межа використання в матриці відповідності
X-8	Хартія ЄС, ст.8	Захист персональних даних	Хартія ЄС застосовується до інституцій ЄС і держав-членів ЄС у межах застосування права ЄС, не кодується як самостійна універсальна вимога до приватної особи
X-11	Хартія ЄС, ст.11	Свобода вираження поглядів та інформації	Використовується як правовий контекст доступу, поширення й плюралізму за межами суто технічної дії
X-17(2)	Хартія ЄС, ст.17(2)	Захист інтелектуальної власності	Не визначає самостійно авторство конкретного результату або ліцензійний режим, потрібне галузеве й національне право
X-21	Хартія ЄС, ст.21	Заборона дискримінації.	Кодується як правозахисний контекст за умови застосування права ЄС

Джерело: складено авторами на основі [39, 42, 43, 45].

Додаток Д

Таблиця Д.1 – Матриця відповідності рамок DigComp 3.0, AILit і правових положень

Компетенція DigComp	Опорні елементи JRC	Компетенції AILit	Правові коди	Тип	Підстава та межа відповідності
1.1 Пошук і фільтрування	CS1.1.02; LO1.1.04	B1, Y1, Y2	III-4	П, Д, К	Прямий збіг стосується розпізнавання III-пошуку й вибору способу. Рішення не доводить загальної здатності оцінювати достовірність
1.2 Оцінювання інформації	CS1.2.03, .08-.10; LO1.2.04, .13-.17	B2, B3, B6, Ф1, Ф2	III-4; III-14, III-26, III-50 – умовно	П, Д, К	Спільне ядро – пояснення обмежень, перевірка й тестування. Правові коди діють лише за відповідного виду системи або прозорості
1.3 Управління інформацією	CS1.3.06; LO1.3.08, .11, .17; позначка опосередкована	Ф3, Y3, Y4	ЗД-5, ЗД-6, ЗД-12-14; III-4 – умовно	Д, К	AILit конкретизує добір і потоки даних. Прямого III-дескриптора CS немає. GDPR релевантний лише для персональних даних
2.1 Взаємодія за допомогою та з цифровими технологіями	CS2.1.10, .14; LO2.1.06, .14, .20, .24	B2, C3	III-50; III-4 – умовно	П, К	Збігаються взаємодія з системою III, точність мови й керування запитами. Стаття 50 стосується визначених інтерактивних систем III та адресатів

Продовження таблиці Д.1.

Компетенція DigComp	Опорні елементи JRC	Компетенції AILEt	Правові коди	Тип	Підстава та межа відповідності
2.2 Поширення інформації	CS2.2.04; LO2.2.05	B3, B7, C4	III-50; ЗД-5, ЗД-6; Х-11, Х-17(2) – умовно	П, Д, К	Перевірка й відповідальне поширення прямо перетинаються. Прозорість, дані та інтелектуальна власність залежать від змісту й способу публікації
2.3 Громадянська участь	CS2.3.16; LO2.3.25-.26	B1, B4, B6, B7, Ф4	III-14, III-26 ЗД-22, Х-11, Х-21 – умовно	П, Д, К	Матриця відповідності поєднує вплив рекомендацій й права. Ні нагляд, ні людське втручання не є універсальними поза умовами відповідних статей
2.4 Співпраця	CS2.4.02, .06, .08, .11; LO2.4.03, .07, .08, .13	C1, C2, C3, У3, У4	III-4; III-14, III-26 – умовно	П, Д, К	Прямий зв'язок – це свідомий розподіл роботи між людьми та III. Правова прив'язка з'являється в організаційному або високоризиковому контексті

Продовження таблиці Д.1.

Компетенція DigComp	Опорні елементи JRC	Компетенції AILEt	Правові коди	Тип	Підстава та межа відповідності
2.5 Цифрова поведінка	CS2.5.03, .07, .09; LO2.5.04, .07; позначка опосередкована	B2, B7, C4, U4	III-50; X-11, X-17(2) – умовно	Д, К	AILEt додає антропоморфізацію, автентичність і етичне судження. Дубльований LO2.5.09 не використано. Прямого III-дескриптора немає
2.6 Цифрова ідентичність	CS2.6.14; LO2.6.22, .24	B1, B4, B6, B7	III-50; ЗД-5, ЗД-6, ЗД-12-14, ЗД-22; X-8, X-21 – умовно	П, Д, К	Спільні теми – профілювання, підміна й вплив на людину. Правові наслідки залежать від персональних даних, виду контенту та рішення
3.1 Створення контенту	CS3.1.04, .05, .08, .16; LO3.1.06, .07, .10, .16	B3, B7, C1, C2, C3, C4	III-50; X-17(2); ЗД-5, ЗД-6 – умовно	П, Д, К	Створення, відбір, перевірка й людська відповідальність мають прямий перетин. Правові коди не визначають авторський внесок самі по собі

Продовження таблиці Д.1

Компетенція DigComp	Опорні елементи JRC	Компетенції AILEt	Правові коди	Тип	Підстава та межа відповідності
3.2 Інтегрування та перероблення	CS3.2.01; LO3.2.04, .11, .17	B3, C2, C3, C4	III-50; X-17(2) – умовно	П, Д, К	Прямі III-результати LO підтримують прозоре перероблення. Правовий обов'язок маркування не поширюється на кожне редагування
3.3 Авторське право й ліцензії	CS3.3.02, .03, .09, .12; LO3.3.04, .05, .16, .21	B7, C4	III-50; III-53(1)(c); X-17(2) – умовно	П, К	AILEt прямо охоплює автентичність та інтелектуальну власність. Стаття 53 адресована постачальникам моделей III, а конкретний режим використання визначає відповідне право
3.4 Обчислювальне мислення та програмування	CS3.4.03, .09, .10, .12; LO3.4.01, .04– .06	B2, Y3, Ф1, Ф2, Ф3, Ф4	III-4; III-14 – умовно	П, Д, К	Спільне ядро – принцип роботи, декомпозиція, тестування, дані й людський нагляд. Стаття 14 обмежена системами високого ризику

Продовження таблиці Д.1

Компетенція DigComp	Опорні елементи JRC	Компетенції AILEt	Правові коди	Тип	Підстава та межа відповідності
4.1 Захист пристроїв	CS4.1.07, .10; LO4.1.09, .13	B1, B7, У1, У4, Ф2	ІІІ-4; спеціальної прямої норми в обраному корпусі немає	Д, К	AILEt допомагає розпізнати й оцінити ІІІ-поширені атаки, але 19 компетенцій не містять окремої компетенції кіберзахисту
4.2 Персональні дані й приватність	CS4.2.04, .13; LO4.2.03, .17, .18	B1, B7, Ф3	ЗД-5, ЗД-6, ЗД-12-14, ЗД-22; Х-8; ІІІ-4 – умовно	П, Д, К	Рамка DigComp прямо називає ризики даних у ІІІ, AILEt додає аналіз даних і етики. GDPR застосовується тільки до опрацювання персональних даних
4.3 Добробут	CS4.3.04; LO4.3.07	B1, B7, У1, У4, Ф41	ІІІ-4; ІІІ-14, ІІІ-26, ЗД-22 – умовно	П, Д, К	Спільні теми – це межі поради, доречність і наслідки. Право на людське втручання не виникає з будь-якого впливу на добробут

Продовження таблиці Д.1

Компетенція DigComp	Опорні елементи JRC	Компетенції AILEt	Правові коди	Тип	Підстава та межа відповідності
4.4 Довкілля	CS4.4.02; LO4.4.02	B5, B7, Ф4	III-4; спеціальної прямої норми в обраному корпусі немає	П, Д, К	B5 прямо відповідає оцінюванню ресурсного сліду. Ф4 розширює висновок до суспільної користі без доказу фактичного екологічного ефекту
5.1 Технічні проблеми	CS5.1.06, .08, .10; LO5.1.09, .13, .15; позначка опосередкована	У2, У4, Ф1, Ф2	III-4; III-14, III-26 – умовно	Д, К	Розв'язання несправностей підтримує вибір, моніторинг і тестування, але прямого III-дескриптора немає. Високоризикові статті застосовні лише умовно
5.2 Потреби й технологічні відповіді	CS5.2.02; LO5.2.04	B7, У1, У2, У3	III-4; III-14, III-26, ЗД-22 – умовно	П, Д, К	Прямий перетин – це рішення про доречність засобу. Ціна помилки й людське судження визначають умовну правову прив'язку

Продовження таблиці Д.1

Компетенція DigComp	Опорні елементи JRC	Компетенції AIPit	Правові коди	Тип	Підстава та межа відповідності
5.3 Творчі рішення	CS5.3.05; LO5.3.07	B7, C1, C2, C3	III-50; X-17(2) – умовно	П, Д, К	AIPit деталізує ідеацію, прототипування й рефлексію. Прозорість та інтелектуальна власність залежать від кінцевого матеріалу
5.4 Розвиток власної компетентності	CS5.4.01-.03; LO5.4.01, .03, .04; позначка опосередкована	У4, Ф1	III-4	Д, К	Це метакомпетенція оновлення й пошуку підтримки. Прямого аналога серед 19 компетенцій AIPit немає. Стаття 4 Акта про III стосується організаційної підтримки, а не доказу індивідуального рівня

Джерело: авторське кодування за [16, 39, 42, 43, 65, 66, 91].

Додаток Е

Таблиця Е.1 – Журнал граничних і розбіжних рішень кодування

Випадок	Проблема	Прийняте рішення	Підстава та наслідок
1.3 Управління інформацією	Немає прямо позначеного ІІІ- дескриптора CS	Кодувати ФЗ як додаткову, а не пряму відповідність	Спільність виникає через дані та інформаційний потік. Пряма згадка ІІІ в одиниці відсутня
2.2 Поширення	Етичне розкриття ширше за статтю 50	Позначити ІІІ-50 як умовну правову прив'язку	Стаття має визначених адресатів, типи контенту та винятки. Загальне маркування не приписується праву
2.5 Цифрова поведінка	У наборі був дубльований LO2.5.09	Вилучити LO2.5.09. Спиратися на LO2.5.04 і LO2.5.07 та опосередковані CS	Рішення відтворює офіційне виправлення JRC і не створює штучної прямої ІІІ-позначки
3.2 Інтегрування	CS має опосередковану позначку, але LO3.2.04, .11, .17 прямо називають ІІІ	Визнати пряму відповідність на рівні LO й окремо зафіксувати різницю рівнів	Матриця відповідності не переносить позначку LO на весь дескриптор CS

Продовження таблиці Е.1

3.3 Авторське право	Стаття 53 адресована постачальникам моделей ІІІ загального призначення	Не трактувати її як обов'язок учня або кінцевого користувача	Код показує інституційний контекст, а не визначає авторство чи дозволеність конкретного твору
4.3 Добробут	Можливий вплив не завжди запускає право на людське втручання	ЗД-22 і статті про нагляд кодувати лише умовно	Потрібні виключно автоматизоване рішення з юридичними або подібно значущими наслідками чи система ІІІ високого ризику
5.1 Технічні проблеми	Немає прямої ІІІ-позначки, хоча дія застосовна до ІІІ-середовища	Кодувати зв'язок з У2, У4, Ф1 і Ф2 як додатковий	Унікається постфактум перетворення загальної технічної компетенції на ІІІ-специфічну
5.4 Розвиток компетентності	Серед 19 компетенцій AILit немає прямої метакомпетенції безперервного розвитку	Не створювати штучний еквівалент. Залишити додаткові зв'язки У4 і Ф1	Відсутність прямої пари є результатом аналізу, а не пропуском

Джерело: складено авторами.

Додаток Є

Таблиця Є.1 – Функціональне співвідношення рамки DigComp 3.0, рамки Allit і статті 4 Акта про ІІІ

Критерій	DigComp 3.0	Рамка ІІІ-грамотності ЄС	Стаття 4 Акта про ІІІ
Основна функція	Референсна рамка цифрової компетентності громадян	Спеціалізована освітня рамка взаємодії учнів із ІІІ	Правова вимога підтримувати розвиток ІІІ-грамотності в організаційно-му контексті
Цільова група	Громадяни в різних життєвих і професійних ситуаціях	Учні початкової та середньої освіти. Адаптація для дорослих потребує додаткової роботи	Організації та особи охоплені нормою в різних правових ролях
Адресат правового обов'язку	Не застосовується. Рамка має рекомендаційний статус	Не застосовується. Рамка має рекомендаційний статус	Постачальники та суб'єкти розгортання систем ІІІ
Особи, розвиток яких підтримують	Не встановлено як правову категорію	Учні як учасники освітнього процесу	Персонал та інші особи, які від імені адресата працюють із функціонуванням і використанням систем ІІІ
Одиниця опису	5 областей, 21 компетенція, 362 дескриптори, 522 очікувані результати	4 сфери, 19 компетенцій, практики, знання, навички й ставлення	Контекстні організаційні заходи з урахуванням досвіду, освіти, використання і груп впливу

Продовження таблиці Є.1

Критерій	DigComp 3.0	Рамка III-грамотності ЄС та ОЕСР	Стаття 4 Акта про III
Рівні та розвиток компетентності	4 рівні за поєднанням когнітивної вимоги, складності завдання та автономності	3 рівні (Basic, Intermediate, Advanced) для опису розвитку III-грамотності. Не прив'язані до конкретного віку або класу	Не встановлює універсальної шкали рівнів або гарантованого індивідуального рівня
Нормативний статус	Добровільна європейська референсна рамка	Необов'язкова освітня рамка, а не настанова з виконання Акта про III	Обов'язкова правова норма для визначених адресатів
Сильний бік	Широта, технологічна нейтральність і наскрізна інтеграція III	Предметна конкретність і педагогічні приклади взаємодії із III	Прив'язка заходів до ролі, контексту й людей, на яких впливає система III
Межа	Не є готовою програмою або тестом досягнення	Не замінює ширшу цифрову компетентність і галузеві вимоги	Не визначає повного змісту курсу й не доводить компетентність фактом участі

Джерело: складено авторами за [16, 42, 43, 91].

Додаток Ж

Таблиця Ж.1 – Зміна статті 4 Акта про ІІІ у 2026 році

Елемент	Редакція Регламенту (ЄС) 2024/1689	Редакція Регламенту (ЄС) 2026/1744
Характер дії	Уживати заходів для забезпечення, наскільки це можливо, достатнього рівня ІІІ-грамотності	Уживати заходів для підтримки розвитку ІІІ-грамотності
Адресати	Постачальники та суб'єкти розгортання систем ІІІ	Постачальники та суб'єкти розгортання систем ІІІ
Охоплені особи	Персонал та інші особи, які працюють із функціонуванням і використанням систем ІІІ від їхнього імені	Та сама функціонально визначена група осіб
Контекстні чинники	Технічні знання, досвід, освіта, підготовка, контекст використання, групи впливу	Контекстний принцип збережено
Системна підтримка	Окремого механізму в первинній статті 4 Акта про ІІІ не встановлено	Комісія та держави-члени ЄС підтримують і полегшують зусилля. Європейська комісія публікує практичні приклади. Рада зі ІІІ ухвалює рекомендації з урахуванням європейських рамок компетентності

Продовження таблиці Ж.1

Елемент	Редакція Регламенту (ЄС) 2024/1689	Редакція Регламенту (ЄС) 2026/1744
Індивідуальний рівень	Норма не визначала універсального числового порога	Встановлено, що конкретний рівень окремої особи не потрібно гарантувати

Джерело: складено авторами на основі [42, 43].

Додаток 3

Таблиця 3.1 – Проектні приклади оцінювання ІІІ-компетентності за чотирма рівнями рамки DigComp 3.0

Рівень	Автономність і задача	Пізнавальний акцент	Приклад завдання	Достатній доказ
Базовий	Знайомство з ситуацією з інструкцією або підтримкою	Розпізнати й застосувати правило	Перевірити машинне твердження за наданими джерелами. Не вводити персональні дані	Правильно застосовані опори, позначена невизначеність, переданий складний випадок
Середній	Самостійне виконання звичної задачі	Обрати спосіб і пояснити послідовність	Порівняти генеративний і традиційний пошук, відредагувати результат, описати роль системи	Обґрунтований вибір, незалежні джерела, корекція помилки, прозорість
Просунутий	Складна неоднозначна ситуація	Проаналізувати компроміси та спроектувати контроль	Перевірити автоматичну рекомендацію для розподілу ресурсу, права груп і порядок оскарження	Узгоджені критерії, тестові випадки, належний людський нагляд або організаційний перегляд, рішення про продовження чи зупинку

Продовження таблиці 3.1

Рівень	Автономність і задача	Пізнавальний акцент	Приклад завдання	Достатній доказ
Високо-просунутий	Нове середовище, підтримка інших і вдосконалення практики	Створити, перевірити й переглянути систему дій	Апробувати організаційну практику, залучити користувачів, навчити колег і змінити правила за даними	Стійке перенесення, якість підтримки, документовані зміни та вплив на практику

Джерело: розроблено авторами на основі [16].