

## ДЕЯКІ РЕЗУЛЬТАТИ ПРОЄКТУ «УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ФОРСАЙТ» ЗА ТЕМАТИЧНИМ НАПРЯМОМ «ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТА ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ, ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ, РОБОТОТЕХНІКА, КІБЕРБЕЗПЕКА

О.С. Попович, В.І. Кліменкова \*

ORCID: [0000-0001-5906-8358](https://orcid.org/0000-0001-5906-8358); [0000-0003-2147-6369](https://orcid.org/0000-0003-2147-6369)

*Інститут досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки ім. Г.М. Доброва НАН України*

\* Листування: [vitaklimenkova@gmail.com](mailto:vita klimenkova@gmail.com)

Open Access under [CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) License

UDC 001.1+001.89

## Some Results of the Project “Ukrainian Scientific and Technical Foresight” on the Thematic Area “Information and Communication and Digital Technolo- gies, Artificial Intelligence, Robotics, Cybersecurity

Olexandr Popovych, Vitalia Klimenkova \*

*Dobrov Institute for Scientific and Technological Potential and Science History Studies of the NAS of Ukraine*

\* Correspondence: [vitaklimenkova@gmail.com](mailto:vita klimenkova@gmail.com)

The article analyzes the results of the forecasting and analytical study “Ukrainian Scientific and Technical Foresight” on the thematic area “Information and Communication and Digital Technologies, Artificial Intelligence, Robotics, Cybersecurity”, carried out in 2024 by employees of the State Institution “Institute for Research of Scientific and Technical Potential and History of Science named after G.M. Dobrov, NAS of Ukraine” with the support of the Foundation named after Friedrich Ebert in Ukraine, which is a continuation and development of the forecast-analytical study conducted in 2021.

The purpose of the study is to assess the relevance of scientific directions that were obtained in 2021 and to propose new ones that have become of paramount importance after the full-scale invasion of the Russian Federation into Ukraine.

Leading scientists from the institutions of the National Academy of Sciences of Ukraine were invited as experts, whose candidacies were submitted by the branches of the National Academy of Sciences of Ukraine. The experts were asked to assess the relevance of priority research identified in 2021 on a five-point scale, as well as the provision of personnel and equipment, the presence of significant results and international cooperation; to recommend new or clarify existing thematic sub-directions of research.

According to the methodology for conducting the study, the survey was conducted in three rounds, for each round, Google questionnaires were developed and sent to experts.

As a result, priority technological areas were identified that require priority solutions, resource provision problems were identified, and measures were proposed to ensure an effective scientific and technical policy of the state.

**Keywords:** scientific and technological priorities, Delphi method, predictive and analytical research, Foresight project, information and communication and digital technologies.

### Анотація

У статті проаналізовано результати прогнозно-аналітичного дослідження «Український науково-технічний форсайт» за тематичним напрямом «Інформаційно-комунікаційні та цифрові технології, штучний інтелект, робототехніка, кібербезпека», виконаного у 2024 р. співробітниками ДУ «Інститут досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки ім. Г.М. Доброва НАН України» за підтримки Фонду ім. Фрідріха Еберта в Україні. Дослідження є продовженням та розвитком прогнозно-аналітичного проєкту, реалізованого у 2021 році.

Мета дослідження – оцінювання актуальності наукових напрямів, визначених у 2021 році, а також нових пріоритетів, що набули першочергового значення після повномасштабного вторгнення російської федерації в Україну.

Як експертів було залучено провідних науковців установ НАН України, кандидатури яких надали відділення НАН України. Експертам було запропоновано оцінити за п'ятибальною шкалою актуальність пріоритетних досліджень, визначених у 2021 році, а також рівень забезпечення кадрами й обладнанням, наявність вагомих наукових результатів і міжнародної співпраці; надати пропозиції щодо нових або уточнення наявних тематичних піднапрямів досліджень.

Згідно методики дослідження анкетування проводилося у три тури із використанням Google-анкет, які надсилалися експертам.

В результаті отримано пріоритетні технологічні напрями, що потребують першочергового розвитку, виявлено проблеми ресурсного забезпечення та запропоновано заходи щодо вдосконалення державної науково-технічної політики.

**Ключові слова:** науково-технологічні пріоритети, метод Дельфі, прогнозно-аналітичні дослідження, форсайт-проект, інформаційно-комунікаційні та цифрові технології.

**Вступ.** Традиція прогнозно-аналітичних досліджень, спрямованих на визначення перспектив науково-технологічного розвитку, бере свій початок у працях В.М. Глушкова [1, 2] і Г.М. Доброва [3, 4]. Її становлення відбулося в умовах тісної співпраці наукознавців і кібернетиків, що значною мірою було зумовлено їхньою роботою у межах одного наукового інституту<sup>1</sup> [5]. В межах такої співдружності було здійснено низку масштабних прогнозно-аналітичних досліджень, зокрема щодо перспектив розвитку обчислювальної техніки в СРСР і НДР, а також оцінювання наукового потенціалу країни.

На початковому етапі становлення України як незалежної держави частина вітчизняних політиків була переконана, що подібні прогнозно-аналітичні дослідження є необхідними лише в умовах планової економіки, тоді як у ринковому середовищі відповідні функції має виконувати сам ринок без державного втручання. Вплив такого підходу виявився суттєвим і не може бути недооцінений. Незважаючи на те, що вже у першому, серед пострадянських країн Законі України «Про основи державної політики у сфері науки і науково-технічної діяльності»<sup>2</sup> (з урахуванням досвіду провідних країн світу) передбачалося орієнтацію незалежної України на формування та реалізацію цілеспрямованої науково-технологічної політики з визначенням пріоритетів, на основі комплексного прогнозування, що мало здійснюватися Верховною Радою України. Водночас фактично протягом кількох десятиліть триває боротьба (своєрідне «перетягування канату») між прихильниками формування і реалізації такої політики та силами, які не підтримують цей хід.

Таке спрощене розуміння механізмів економічного розвитку, нав'язане ринковим фундаменталізмом, стало підґрунтям для поступового вилучення з вітчизняного законодавства механізмів реалізації науково-технологічних пріоритетів і програмно-цільового управління. Зокрема, із назви закону вилучено формулювання «основи державної політики»<sup>3</sup>, а скорочення бюджетних видатків на науку стало типовою реакцією на кризові явища. У зв'язку з цим не викликає подиву, що більшість експертів, залучених до проведеного прогнозно-аналітичного дослідження дійшли висновку про відсутність в Україні науково-технологічної політики, адекватної вимогам часу.

<sup>1</sup> У 1971 р. В.М. Глушков запросив колектив наукознавців до очолюваного ним Інституту кібернетики АН України, де було створено самостійний науковий підрозділ — відділення комплексних проблем наукознавства на чолі з Г.М. Добровим, якого було призначено заступником директора інституту.

<sup>2</sup> Закон України «Про основи державної політики у сфері науки і науково-технічної діяльності» від 13 грудня 1991 р. ( ВВР 1992 № 12, ст. 165).

<sup>3</sup> Нинішня модифікація цього закону має назву «Про наукову і науково-технічну діяльність».

Перше в незалежній Україні масштабне прогнозно-аналітичне дослідження перспективних напрямів розвитку науки і технологій було здійснене у 2004 – 2006 рр. відповідно до постанови Кабінету Міністрів України<sup>4</sup>, ініційованої Б.Є. Патоном. Інституту (на той час Центру) досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки ім. Г.М. Доброва НАН України було доручено забезпечити науково-методичний та організаційний супровід виконання програми. Згідно з розробленим організаційно-методичним інструментарієм [6] передбачалося, на основі модифікованого методу Дельфі, провести три тури експертного опитування за участю представників академічної спільноти, закладів вищої освіти, бізнесу та промисловості. Метою було виявлення найбільш перспективних напрямів науково-технологічного розвитку України, а також здійснення проблемно-орієнтованої оцінки інноваційного потенціалу економіки за окремими напрямами інноваційного розвитку. У результаті виконання цього масштабного дослідження (опитано близько 700 експертів) було сформульовано пріоритетні напрями науково-технологічного розвитку та визначено механізми їх реалізації, а також розроблено проекти відповідних нормативно-правових актів [7]. Підготовлено зведений прогноз науково-технологічного та інноваційного розвитку України на найближчі п'ять років і наступне десятиліття, а також проекти відповідних законів [8], які частково були враховані у нових редакція законодавства.

Попри те, що зазначеною постановою Кабінету Міністрів України 2004 року передбачалося створення постійно діючої системи прогнозування науково-технологічного та інноваційного розвитку у 2011 році уряд припинив фінансування відповідних досліджень і державних програм, спрямованих на реалізацію пріоритетних напрямів<sup>5</sup>.

Водночас у 2021 році за ініціативою Наукового комітету Національної ради України з питань розвитку науки і технологій Президія НАН України ухвалила рішення про організацію нового прогнозно-аналітичного дослідження<sup>6</sup> з метою формування пропозицій щодо тематики фундаментальних і прикладних досліджень у рамках дев'яти пріоритетних напрямів наукової, науково-технічної та інноваційної діяльності:

1. Фундаментальні дослідження з новітніх напрямів математики і природничих наук.
2. Дослідження і розробки для потреб національної безпеки та оборони, технології подвійного призначення.
3. Інформаційно-комунікаційні та цифрові технології, штучний інтелект, робототехніка, кібербезпека.
4. Нові речовини та матеріали, нанотехнології та адитивні технології.
5. Ефективність, надійність і безпека енергетики.
6. Охорона здоров'я, нові медичні засоби та технології.
7. Збереження та раціональне використання природних ресурсів за умов глобальних змін клімату.
8. Продовольча безпека, сталий розвиток сільського господарства і супутні технології, біоекономіка.
9. Розвиток людини, соціогуманітарні, економічні та суспільні трансформації, новітні суспільні відносини та їх правове забезпечення.

<sup>4</sup> Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Державної програми прогнозування науково-технологічного та інноваційного розвитку України на 2004—2006 роки» від 25 серпня 2004 року № 1086.

<sup>5</sup> Постанова Кабінету міністрів України від 22 червня 2011 р. N 704 «Про скорочення кількості та укрупнення державних цільових програм» .

<sup>6</sup> Розпорядження Президії НАН України № 370 від 19.07.2021 р. «Про організацію проведення комплексного прогнозно-аналітичного дослідження».

Попри те, що наведений перелік загалом охоплює ключові напрями розвитку вітчизняної науки, він має певні недоліки, зумовлені різними підходами до трактування поняття пріоритетності у контексті спрямування наукових досліджень. Зокрема, як засвідчив хід дослідження проблематика інформаційно-комунікаційних та цифрових технологій привертала увагу не лише експертів, залучених до обговорення тематичного напрямку № 3 («Інформаційно-комунікаційні та цифрові технології, штучний інтелект, робототехніка, кібербезпека»), а й фахівців, які оцінювали перспективи розвитку фундаментальних досліджень і оборонних технологій.

Інституту досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки ім. Г.М. Доброва НАН України було доручено забезпечити організаційно-методичний супровід цього дослідження, із залученням за допомогою відділень НАН України, висококваліфікованих експертів для формування пропозицій щодо найбільш актуальної тематики фундаментальних і прикладних досліджень у межах зазначених пріоритетних напрямів. Загалом було опитано 268 експертів. Результати дослідження викладено у звіті, представленою Президії НАН України, а найважливіші з них опубліковано в [9].

Широкомасштабне вторгнення російської федерації в Україну істотно вплинуло на всі аспекти діяльності наукових колективів і значною мірою трансформувало уявлення науковців щодо актуальності досліджень, сформувавши нові запити та пріоритети. Необхідність переосмислення результатів прогнозно-аналітичних досліджень зумовила ініціювання нового, більш масштабного проекту, виконання якого було підтримано Представництвом Фонду імені Фрідріха Еберта в Україні та передбачено розпорядженням Президії НАН України<sup>7</sup>.

Як експертів було залучено науковців установ НАН України, кандидатури яких запропонували відділення академії, а також експертів-добровольців і фахівців, рекомендованих раніше залученими експертами. Загалом в дослідженні взяли участь 543 експерти.

Опитування проводилося за допомогою Google-анкет у серпні – листопаді 2024 року відповідно до методики [10], оновленої з урахуванням рекомендацій RAND Corporation [11]. Анкетування за методом Дельфі проводилося у три тури у межах яких експерти оцінювали запропоновані напрями за критеріями: актуальність, кадрове забезпечення, наявне обладнання, науковий доробок і рівень міжнародного співробітництва. Основні підсумки цього дослідження опубліковано окремими виданнями українською та англійською мовами [12, 13].

**Метою даної статті** є ознайомлення з результатами, отриманими в цьому дослідженні за тематичним напрямом «Інформаційно-комунікаційні та цифрові технології, штучний інтелект, робототехніка, кібербезпека», які можуть становити інтерес для фахівців, у галузі інформатики та робототехніки.

До опитування за цим напрямом було залучено 37 експертів, серед яких – чотири академіки та члени-кореспонденти НАН України, 23 доктори наук та 10 кандидатів наук<sup>8</sup>. Пропозиції, безпосередньо пов'язані з цим напрямом, надходили також від експертів інших тематичних блоків.

#### **Виклад основних результатів.**

Результати первинного автоматизованого узагальнення відповідей експертів за допомогою інструментарію Google Forms для кожного з запропонованих піднапрямів були представлені у вигляді відсотків відповідних оцінок. На рис.1 показано приклад одного з таких піднапрямів.

<sup>7</sup> Розпорядження Президії НАН України № 442 від 08.08. 2024 р. «Про організацію проведення комплексного прогнозно-аналітичного дослідження з метою уточнення актуальних напрямів наукового пошуку».

<sup>8</sup> Слід зазначити, що залучення експертів за цим напрямом виявилось істотно важчим ніж за іншими (на відміну від того, як це зазвичай робиться за кордоном, експерти в нашому дослідженні не отримували ніякої оплати).

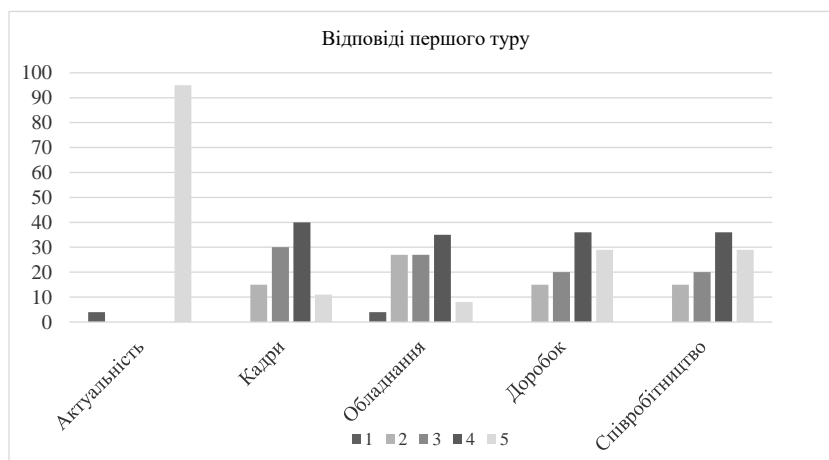


РИС. 1. Оцінка експертами піднапрямку «Забезпечення кібербезпеки об'єктів критичної інфраструктури держави» (розраховано авторами за результатами анкетування)

Бальна оцінка актуальності, кадрового потенціалу, наявного обладнання, наукового доробку та рівня міжнародного співробітництва проводилася за відповідними шкалами (табл. 1).

ТАБЛИЦЯ 1. Шкала бальних оцінок (джерело: [10])

| Актуальність |   |
|--------------|---|
| 5            | Дуже актуальний, заслуговує на першочергову підтримку   |
| 4            | Актуальний у контексті світової науки, але в даний час не має в Україні реальних можливостей для розвитку |
| 3            | Актуальний, але не пріоритетний   |
| 2            | Важко визначити   |
| 1            | Неактуальний  |
| Кадри        |   |
| 5            | Наявні кваліфіковані кадри та певний науковий доробок   |
| 4            | Наявні фахівці, проте матеріально-технічна база є застарілою  |
| 3            | Розвиток можливий лише за рахунок участі у діяльності зарубіжних наукових центрів                         |
| 2            | Важко визначити   |
| 1            | Є оригінальні ідеї, але відсутній потенціал для розвитку  |
| Обладнання   |   |
| 5            | Повністю достатнє для проведення досліджень на сучасному рівні  |
| 4            | Достатнє, принаймні для початкового етапу досліджень  |
| 3            | Частково застаріле, але придатне, хоча потребує більших витрат часу                                       |
| 2            | Наявне частково, потребує суттєвого дооснащення   |
| 1            | Практично відсутнє  |
| Доробок      |   |
| 5            | Активно ведуться дослідження, є вагомі результати   |
| 4            | Наявні оригінальні ідеї, але дослідження на початковому етапі   |
| 3            | Є досвід участі у роботі за даною тематикою у зарубіжних наукових центрах                                 |
| 2            | Важко визначити   |
| 1            | Відсутній власний доробок   |

| Міжнародне співробітництво |   |
|----------------------------|---|
| 5                          | Активна співпраця з провідними науковими центрами світу, участь у спільних проєктах |
| 4                          | Налагоджено регулярну комунікацію та обмін інформацією з закордонними колегами      |
| 3                          | Організовано стажування вітчизняних дослідників у зарубіжних наукових центрах       |
| 2                          | Спілкування обмежується участю в міжнародних конференціях                           |
| 1                          | Співробітництво практично відсутнє  |

Як видно з рис.1, попри майже одноставне визначення актуальності піднапрямку «Забезпечення кібербезпеки об'єктів критичної інфраструктури держави», більшість експертів доволі стримано оцінили інші показники. Лише менше 10 % експертів вважають, що наявне обладнання є цілком достатнім для проведення досліджень на сучасному рівні; понад 40 % експертів зазначили, що хоча фахівці наявні, обладнання дуже застаріле, 35 % експертів вважають, що обладнання достатньо, лише для початкового етапу роботи. Водночас, налагоджено регулярне спілкування та обмін інформацією із закордонними колегами.

В першому турі анкетування встановлено, що значна частина експертів вважає більшість науково-технологічних піднапрямів, визначених пріоритетними у 2021 р., такими, що зберігають актуальність і у 2024 р. незважаючи на нові політичні, економічні та соціальні виклики сьогодення. Водночас рівень їх підтримки виявився досить різним (табл. 2). Наприклад, «забезпечення кібербезпеки об'єктів критичної інфраструктури держави» вважають дуже актуальним 83 % опитаних, «застосування інформаційних технологій в галузі медицини» – 75 %, «забезпечення кіберзахисту автоматизованих систем управління технологічними процесами» – 71 %. Водночас інші пріоритети попереднього форсайту отримали підтримку лише половини експертів, а «теоретичні і практичні засади цифрової трансформації процесів наукової і освітньої діяльності» – лише 39 %.

ТАБЛИЦЯ 2. Оцінка експертами актуальності піднапрямів тематичного блоку «Інформаційно-комунікаційні та цифрові технології, штучний інтелект, робототехніка, кібербезпека», щодо переліку 2021 р., % (розраховано авторами за результатами анкетування)

| №  | Піднапрями   | %  |
|----|--|----|
| 1  | Забезпечення кібербезпеки об'єктів критичної інфраструктури держави  | 83 |
| 2  | Швидка конвертація наукових досліджень в проривні прикладні розробки на основі широкої кооперації                        | 82 |
| 3  | Застосування інформаційних технологій в галузі медицини  | 75 |
| 4  | Забезпечення кіберзахисту автоматизованих систем управління технологічними процесами                                     | 71 |
| 5  | Розвиток квантових технологій захисту інформації, включаючи квантову криптографію  | 59 |
| 6  | Хмарні та Грід-технології  | 50 |
| 7  | Психологічна безпека особистості і спільнот в кіберпросторі  | 50 |
| 8  | Дослідження процесу управління ризиками для визначення промислових кібер ризиків, які впливають на навколишнє середовище | 50 |
| 9  | Правове забезпечення інформаційної безпеки людини, суспільства, держави  | 50 |
| 10 | Теоретичні і практичні засади цифрової трансформації процесів наукової і освітньої діяльності                            | 39 |

В першому турі експерти внесли нові пропозиції (станом на 2024 р.) які, на їхню думку, набули актуальності в умовах війни. Їх було винесено на оцінку всіх учасників опитування у другому турі. Основні результати їх оцінювання наведено в табл. 3, що засвідчує: не всі нові ідеї отримали підтримку більшості експертів.

Як показують результати, серед нових пропозицій, запропонованих у 2024 році, у другому турі опитування найвищу підтримку отримала «розробка адаптивних систем кіберзахисту», яка згодом трансформувалась у «забезпечення кібербезпеки критичної інфраструктури держави». Актуальність цього напрямку підтримали 83 % опитаних. Водночас 62 % експертів зазначили, що необхідні кадри для розробки цієї проблеми у нас наявні, але обладнання суттєво застаріле. При безпосередній оцінці стану обладнання думки експертів розділилися 35 % обрали оцінки 3 («частково застаріле, але придатне...») і 4 («достатнє, принаймні для початкової роботи»). 45 % експертів засвідчили наявність досвіду участі у роботі за даною тематикою у зарубіжних наукових центрах, а 52,9 % опитаних відзначили наявність оригінальних наукових ідей (табл. 3).

ТАБЛИЦЯ 3. Оцінка пропозицій експертів щодо нових актуальних піднапрямів, внесених у першому турі опитування<sup>9</sup> (розраховано авторами за результатами анкетування)

| № | Піднапрями   | Актуальність | Кадри           | обладнання   | Доробок      | Міжнародна співпраця |
|---|--|--------------|-----------------|--------------|--------------|----------------------|
| 1 | Забезпечення кібербезпеки об'єктів критичної інфраструктури держави  | 5<br>83 %    | 4<br>62 %       | 3, 4<br>35 % | 3<br>45 %    | 4<br>33 %            |
| 2 | Хмарні та Грід-технології  | 4, 5<br>52 % | 4<br>72 %       | 3<br>56 %    | 3<br>42 %    | 4<br>68 %            |
| 3 | Розвиток квантових технологій захисту інформації, включаючи квантову криптографію  | 5<br>59 %    | 4<br>40 %       | 2<br>35 %    | 4<br>42 %    | 2<br>36 %            |
| 4 | Забезпечення кіберзахисту автоматизованих систем управління технологічними процесами                                     | 5<br>71 %    | 4<br>62 %       | 3<br>50 %    | 3, 4<br>45 % | 2, 4<br>31 %         |
| 5 | Психологічна безпека особистості і спільнот в кіберпросторі  | 5<br>52 %    | 4<br>35 %       | 4<br>41 %    | 3<br>60 %    | 2<br>41 %            |
| 6 | Теоретичні і практичні засади цифрової трансформації процесів наукової і освітньої діяльності                            | 4, 5<br>40 % | 4<br>52 %       | 3<br>45 %    | 3<br>39 %    | 4<br>40 %            |
| 7 | Дослідження процесу управління ризиками для визначення промислових кібер ризиків, які впливають на навколишнє середовище | 5<br>50 %    | 4<br>63 %       | 3<br>50 %    | 3<br>42 %    | 4<br>40 %            |
| 8 | Правове забезпечення інформаційної безпеки людини, суспільства, держави  | 5<br>50 %    | 2, 3, 4<br>30 % | 3<br>50 %    | 2, 3<br>36 % | 3<br>40 %            |
| 9 | Застосування інформаційних технологій в галузі медицини  | 5<br>72,7 %  | 4<br>59,1 %     | 3<br>45,5 %  | 3, 4<br>40 % | 4<br>31,8 %          |

Другим за рівнем актуальності за оцінками експертів (72,7 %) став піднапрямок «застосування інформаційних технологій в галузі медицини»<sup>10</sup> [11]. Проте як видно з табл. 3, оцінки експертів щодо більшості запропонованих піднапрямів за показниками – наявного обладнання, доробку і на-

<sup>9</sup> В таблиці представлені оцінки за всіма групами показників (табл.1). Перша цифра – це номер оцінки, який отримав найбільш одностайну підтримку (під ним – відсоток експертів, які обрали саме таку оцінку). У випадках, коли маємо майже однакову кількість оцінок, всі оцінки наводяться через кому.

<sup>10</sup> Пропозиція про віднесення цього піднапрямку до пріоритетних внесена не тільки експертами – фахівцями в галузі інформатики, а й тематичного напрямку «Охорона здоров'я, нові медичні засоби та технології» даного проєкту.

віль кадрів не спостерігається. Високі оцінки рівня забезпеченості обладнанням (5 – «повністю достатнє для проведення досліджень на сучасному рівні») надали не більше (5 ÷ 7)% експертів.

В другому турі опитування експерти оцінювали нові ідеї (треба зазначити, що деякі з них фактично повторювалися у іншому формулюванні). В табл. 4 наведено оцінки експертів щодо актуальності піднапрямів тематичного блоку «Інформаційно-комунікаційні та цифрові технології, штучний інтелект, робототехніка, кібербезпека», відповідно до переліку 2024 р.

ТАБЛИЦЯ 4. Актуальність піднапрямів тематичного блоку «Інформаційно-комунікаційні та цифрові технології, штучний інтелект, робототехніка, кібербезпека», відповідно до переліку 2024 р., оцінка експертів, (%) (розраховано авторами за результатами анкетування)

| №  | Піднапрями   | %    |
|----|--|------|
| 1  | Розробка адаптивних систем кіберзахисту  | 88 % |
| 2  | Розробка та управління автономними системами ШІ. Дослідження ройового інтелекту саморухомих об'єктів               | 81 % |
| 3  | Кібербезпека і функційна безпечність безпілотних-безекіпажних мобільних систем і роботизованих комплексів          | 76 % |
| 4  | Забезпечення кіберзахисту роботизованих систем управління технологічними процесами                                 | 65 % |
| 5  | Автономні системи на базі "Сильного ШІ"  | 53 % |
| 6  | Розвиток технології ШІ сектору громадської безпеки   | 47 % |
| 7  | Розробка етичних і прозорих алгоритмів ШІ  | 35 % |
| 8  | Квантові обчислення та квантові інформаційні технології  | 35 % |
| 9  | Правове регулювання використання технологій ШІ   | 35 % |
| 10 | Когнітивні технології  | 24 % |
| 11 | Реконфігуровані обчислення   | 24 % |
| 12 | Підвищення достовірності інформації що передається зі швидкістю близькою до пропускної спроможності каналу зв'язку | 24 % |
| 13 | Інтернет речей та цифрова трансформація побутово-послужової сфери  | 24 % |
| 14 | Соціальна інформатика  | 12 % |

В звіті поданому до Президії НАН України за результатами форсайтного дослідження за тематичним напрямом «Інформаційно-комунікаційні та цифрові технології, штучний інтелект, робототехніка, кібербезпека» рекомендовано включити до оновленого переліку пріоритетних напрямів такі:

- забезпечення кібербезпеки об'єктів критичної інфраструктури держави;
- хмарні та грид-технології;
- розвиток квантових технологій захисту інформації, включаючи квантову криптографію;
- забезпечення кіберзахисту автоматизованих систем управління технологічними процесами;
- психологічна безпека особистості та спільнот у кіберпросторі;
- дослідження процесів управління ризиками з метою визначення промислових кіберризиків, що впливають на довкілля;
- правове забезпечення інформаційної безпеки людини, суспільства та держави;
- застосування інформаційних технологій у галузі медицини;
- теоретичні та практичні засади цифрової трансформації процесів наукової й освітньої діяльності.

В прогнозно-аналітичному дослідженні 2024 р. експертам також було запропоновано низку питань щодо стану науково-технологічної політики в Україні. На запитання: «Чи вважаєте Ви, що держава вже в основному сформулювала адекватну нинішній ситуації науково-технологічну полі-

тику?» лише 23,5 % експертів за напрямом «Інформаційно-комунікаційні технології» відповіли позитивно, решта (76,6 %) обрали відповідь «ні». Науково-технологічна політика України не відповідає сучасним викликам. Однак, зазначений показник є дещо вищим порівняно з іншими тематичними блоками, за виключенням енергетики. Отже, можна стверджувати, що зусилля держави щодо стимулювання розробок у цьому секторі поступово дають результати проте ще не досягли належного рівня ефективності.

Щодо рівня залучення науково-технологічного потенціалу до реалізації завдань тематичного напрямку «Інформаційно-комунікаційні та цифрові технології, штучний інтелект, робототехніка, кібербезпека» 41,2 % експертів вважають, що потенціал задіяний на 25 %, 23,5 % – на 50 %, 29,4 % експертів – на 75%. Отримані результати показано на рис. 2. Такий низький рівень використання наявного науково-технічного потенціалу свідчить про недостатню інтеграцію наукової спільноти у процеси реалізації державних програм і вирішення актуальних соціально-економічних завдань.

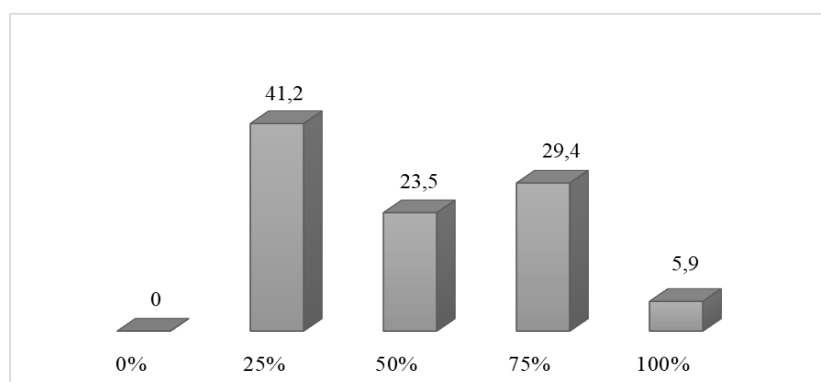


РИС. 2. Відповіді на запитання: «Оцініть приблизно, на скільки відсотків задіяними є можливості науково-технологічного потенціалу країни на даний момент» (розраховано авторами за результатами анкетування)

На запитання: «На яких етапах впровадження інновацій виникають найбільші проблеми?» отримано такі відповіді (табл. 5). На думку експертів, труднощі виникають на всіх етапах впровадження інновацій, але найбільш проблемними є етапи виробництва та виведення продукції на ринок, оскільки саме вони пов'язані з перетворенням ідеї на матеріалізований продукт, його комерціалізацією та досягнення стійкого ефекту від нововведення, що потребує значних зусиль та ресурсів.

ТАБЛИЦЯ 5. Розподіл відповідей респондентів на запитання: «На яких етапах впровадження наукового відкриття виникають найбільші проблеми?» (розраховано авторами за результатами анкетування)

| Назва етапу             | % відповідей |
|-------------------------|--------------|
| Виробництво             | 85,7         |
| Виведення на ринок      | 66,7         |
| Виготовлення прототипів | 47,6         |
| Розробки                | 42,9         |
| Тестування              | 14,3         |
| Демонстрації            | 14,3         |

На запитання: «На чому має бути сфокусована науково-технологічна політика України?» експертам запропоновано вибрати декілька варіантів (рис. 3), як свідчать результати відповідей, експерти вважають за необхідне зосередити зусилля держави на вирішенні наукових проблем, спря-

мованих на забезпечення прискореного економічного та науково-технічного розвитку України на основі новітніх наукоємних технологій. Важливим є досягнення високого рівня управління, застосування сучасних підходів до просування та реалізації інноваційної продукції як на внутрішньому ринку, так і на міжнародному рівні.

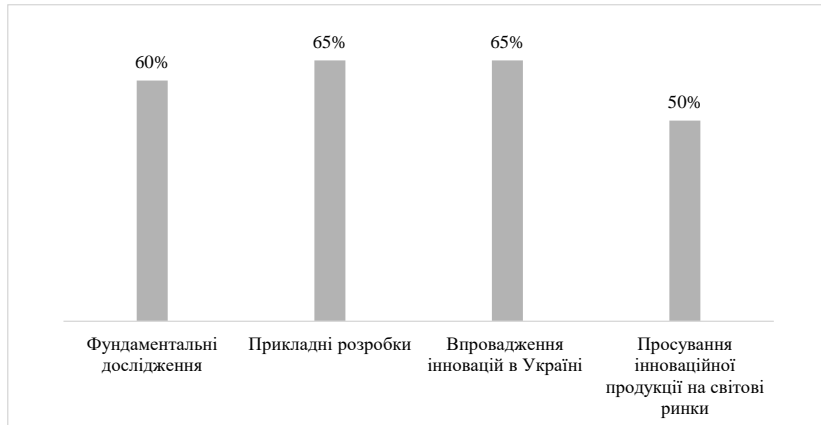


РИС. 3. Відсотковий розподіл відповідей експертів

На питання про першочерговість заходів науково-технічної політики держави для покращення ситуації з науково-технологічним потенціалом отримано наступні відповіді експертів (табл. 6).

ТАБЛИЦЯ 6. Першочергові заходи для покращення стану науково-технічної політики України (розраховано авторами за результатами анкетування)

| Заходи   | % відповідей |
|--|--------------|
| Збільшення державного фінансування науки принаймні до передбачених законом – 1.7 % ВВП   | 90,5         |
| Формування довгострокових цільових програм, забезпечених належним і гарантованим фінансуванням, із чітко визначеними пріоритетними напрямками  | 76,0         |
| Дерегуляція та скорочення бюрократичних процедур у організації та фінансуванні досліджень (зменшення впливу контролюючих державних органів і відповідних корупційних ризиків на всіх етапах інноваційного циклу)                     | 76,2         |
| Створення координаційного органу між науково-дослідними установами, підприємствами ОПК та Міноборони для забезпечення ефективної взаємодії, забезпечення повного державного фінансування всього циклу оборонно-орієнтованих розробок | 61,9         |
| Розвиток моделі аналогічної до національних лабораторій США, на базі інститутів НАН України  | 47,6         |
| Створення агентств перспективних досліджень, аналогічних DARPA, DARPA-E, BARDA   | 47,6         |

Результати дослідження свідчать, що важливість зазначених заходів підтримується більшістю експертів. Водночас окреслені напрями можуть бути уточнені та доповнені. Однак без розроблення стратегії подальшого розвитку науково-технічного потенціалу України неможливо досягти вирішення наявних проблем.

**Висновки.** Проведене дослідження дало змогу визначити найбільш актуальні напрями досліджень і розробок (піднапрями) у межах тематичного блоку «Інформаційно-комунікаційні та цифрові технології, штучний інтелект, робототехніка, кібербезпека». Встановлено, що повномасштабна військова агресія російської федерації суттєво вплинула на перелік досліджень, які потребують першочергової підтримки.

Отримані результати також свідчать, що, незважаючи на значні втрати кадрового потенціалу науки, які відбувалися протягом останніх десятиліть, в Україні зберігається достатній науковий потенціал для реалізації піднапрямів, визнаних експертами актуальними. Водночас за жодним із піднапрямів, навіть тим, що отримали найвищі оцінки актуальності, не зафіксовано максимальних оцінок щодо забезпеченості кадровими ресурсами, обладнанням, науковими результатами та достатнім рівнем міжнародної співпраці.

Виявлена під час опитування досить скептична оцінка науково-технологічної політики держави у цьому тематичному напрямі свідчить про те, що, попри визнання важливості цифровізації управління та різних сфер суспільного життя, державна політика приділяє недостатню увагу розвитку наукових досліджень у цій галузі.

**Авторські внески:** Попович О.С. – дослідження, концептуалізація, методологія, формальний аналіз, написання (оригінальний чернетковий варіант); Кліменкова В.І. – дослідження, аналіз, написання, візуалізація.

**Фінансування.** Проєкт виконано в Інституті досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки ім. Г.М. Доброва НАН України за підтримки Представництва Фонду імені Фрідріха Еберта в Україні (угода № 1 від 17.07. 2024) та у відповідності з розпорядженням Президії НАН України № 442 від 08.08.2024 р., з участю громадської організації "Форсайт".

#### Список літератури

1. Глушков В.М. О прогнозировании на основе экспертных оценок. *Кибернетика*. 1969. 2. С. 2–4.
2. Глушков В.М. Прогнозування і керування науковими дослідженнями. *Вісник АН УРСР*. 1970. № 10. С. 52–58.
3. Добров Г.М. О предвидении развития науки. *Вопросы философии*. 1964. № 10. С. 71– 83.
4. Добров Г.М. Прогнозирование науки и техники. М.: Наука, 1969. 208 с.
5. Попович О.С., Єршов Ю.В. До історії становлення прогнозно-аналітичних досліджень науково-технологічного розвитку в Центрі досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки ім. Г.М. Доброва НАН України. *Наука та наукознавство*. 2008. № 4. С. 134–143.
6. Маліцький Б.А., Попович О.С., Соловйов В.П. Методичні рекомендації щодо проведення прогнозно-аналітичного дослідження в рамках Державної програми прогнозування науково-технологічного та інноваційного розвитку України. ЦДПІН НАН України. Київ : Фенікс, 2004. 52 с.
7. Маліцький Б.А., Попович О.С., Онопрієнко М.В. Обґрунтування системи науково-технологічних та інноваційних пріоритетів на основі “форсайтних” досліджень. Київ : Фенікс, 2008. 86 с.
8. Зведений прогноз науково-технологічного та інноваційного розвитку України на найближчі 5 років та наступне десятиліття. Київ : Фенікс, 2007. 152 с.
9. Попович О.С. Про завершення та основні підсумки комплексного прогнозно-аналітичного дослідження з метою виявлення найбільш актуальних напрямів наукового пошуку. *Наука та наукознавство*. 2022. № 3. С. 68–80. <https://doi.org/10.15407/sofs2022.03.068>
10. Попович З.О., Попович О.С., Костиця О.П. Методика прогнозно-аналітичного дослідження “Український науково-технічний форсайт” Електронна публікація, К. 2024. [https://foresight.in.ua/methodology\\_final.pdf](https://foresight.in.ua/methodology_final.pdf) (звернення: 25.01.2026)
11. Methodological Guidance for Conducting and Critically Appraising Delphi Panels. RAND Corporation. 2023. [www.rand.org/pubs/tools/TLA3082-1.html/](http://www.rand.org/pubs/tools/TLA3082-1.html/)
12. Український науково-технічний форсайт: стратегічні напрями та перспективи розвитку науки і технологій. Під ред. д-ра екон. наук Поповича О.С. Київ. Інститут досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки ім. Г.М. Доброва НАН України, 2024. 84 с. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14579380>
13. Ukrainian Science and Technology Foresight: Strategic Directions and Prospects for the Development of Science and Technology. Edited by Dr. O.S. Popovych. Kyiv. Dobrov Institute for Scientific and Technological Potential and Science History Studies of the NAS of Ukraine. 2024. 84 p. ISBN 978-617-8540-07-4 [https://foresight.in.ua/en/UkraineSciTechForesight2024\\_ENG.pdf](https://foresight.in.ua/en/UkraineSciTechForesight2024_ENG.pdf)

Received/Одержано 25.01.2026

Accepted/Прийнято 26.05.2026

Published/Надруковано 01.06.2026