

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Український інститут науково-технічної експертизи
та інформації

КРИТИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МЕТОДИ ЇХ ВИБОРУ:
СВІТОВИЙ І ВІТЧИЗНЯНИЙ ДОСВІД

Олена Паладченко

зав. сектору

тел.: (044) 521 00 80

email: paladchenko@uintei.kiev.ua

Поняття критичних технологій

- **Критичні технології** – це нові технології, що забезпечують створення зразків озброєння, військової та спеціальної техніки, які спроможні успішно протидіяти іноземним зразкам і не можуть бути гарантовано імпортованими, та сприяють вирішенню найважливіших технологічних проблем у сферах національної безпеки і оборони держави. <https://mon.gov.ua/ua/nauka/innovacijna-diynist-ta-transfer-tehnologij/kritichni-tehnologiyi>
- Конгрес США визначив «**критичні технології**» як «необхідні Сполученим Штатам для сприяння розвитку довгострокової національної безпеки або економічного процвітання». Це означає, що деякі технології є настільки фундаментальними для національної безпеки або настільки високого сприяння економічному зростанню, що здатність виробляти ці технології повинна бути збережена або розвинута в США. [Militarily Critical Technologies (MCT) / US Department of Defense. URL: [Militarily Critical Technologies Definition | Law Insider](#)]

Світовий досвід щодо визначення критичних технологій у сфері оборони та безпеки

- Національні стратегії розвинених країн для досягнення стратегічних вимог та з метою гарантувати національну безпеку передбачають модернізацію сучасних збройних сил на основі інноваційних технологій.
- Важливим та актуальним завданням для оновлення збройних сил є визначення критичних технологій у сфері виробництва озброєння і військової техніки та методів їх вибору.
- Значну увагу питанню визначення критичних технологій у військовій сфері (обороні, безпеці) приділяють країни НАТО, зокрема США та Європейський Союз.

Визначення пріоритетних/критичних технологій: НАТО

- Визначення технологічних пріоритетів НАТО здійснюється в рамках науково-технічних робіт, які проводяться під управлінням Науково-технологічної організації НАТО (STO - NATO Science & Technology Organization) за погодженням держав через науково-технічну раду.
- Науково-технологічні пріоритети впливають на середньострокове та довгострокове планування науково-технічної діяльності НАТО та обґрунтування рішення щодо інвестицій у науково-технічну діяльність у державах-членах.
- Науково-технологічна організація (STO) взаємодіє з понад 6000 активними вченими, інженерами та аналітиками, які беруть участь у програмі спільних досліджень (CPOW) і завдяки такій співпраці підтримує розуміння поточної та майбутньої науки і нові та/або революційні технології (Emerging And/Or Disruptive – EDT).
- Науково-технологічні пріоритети STO досліджуються у 10 сферах, які охоплюють науку про людину, інформацію та фізичні науки, і кожна з них має конкретні визначені цілі (ТОЕ). Науково-технічні сфери забезпечують основу для науково-дослідницької діяльності, а цілі - вибіркового фокусу і орієнтацію [Science & Technology Trends 2020-2040. Exploring the S&T Edge / NATO Science & Technology Organization // Forecasting:Methodology.

URL: https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2020/4/pdf/190422-ST_Tech_Trends_Report_2020-2040.pdf].

Методи вибору критичних технологій: НАТО

Основні методи вибору критичних технологій:

- 1) Картки спостереження за технологією (TWC)
- 2) Сканування горизонту фон Кармана (KHS)
- 3) Семінари
- 4) Дослідницькі програми НАТО та партнерів
- 5) Аналіз уваги
- 6) Дослідження та мета-аналіз

Методи вибору критичних технологій: НАТО

(продовження)

1) Картки спостереження за технологією (TWC)

Для підтримки технологічної переваги НАТО, Науково-технологічна організація (STO) активно проводить технологічне спостереження за Альянсом.

Комісії та групи STO використовують метод постійного виявлення та документування потенційно руйнівних наукових чи технологічних подій у картках огляду технологій, які:

- містять оцінку зрілості науки чи технології та коментарі щодо того, як наука чи технологія можуть вплинути на можливості Альянсу і потенційних супротивників у майбутньому;
- дають можливість представити короткий синтез спостережуваних технологічних тенденцій.

Методи вибору критичних технологій: НАТО

(продовження)

2) Сканування горизонту фон Кармана (KHS)

Сканування горизонту фон Кармана (von Karman Horizon Scan) є інструментом для швидкого виконання технологічного сканування певної науково-технічної теми протягом короткого періоду часу (зазвичай від 2-х до 6-и місяців).

Спираючись на міжнародно визнаний науково-технічний досвід і досвідчених старших військових, процес дає можливість оцінити:

- стан передових досліджень у конкретній науково-технічній галузі;
- перспективи наступного десятиліття та його актуальність для збройних сил;
- потенційні шляхи для інвестицій.

Метод Фон Карман Horizon Scans використовувався щодо лазерної зброї, квантових технологій, а також оптичних систем тривимірного зображення.

Методи вибору критичних технологій: НАТО

(продовження)

3) Семінари

У 2018 році Науково-технологічна організація (STO) провела два несекретні семінари за потужної підтримки командування НАТО з питань трансформації (Allied Command Transformation – NATO ACT) та Агентства зв'язку та інформації НАТО (NCI Agency).

Під час цих семінарів наукові працівники НАТО та партнерів разом із військовим персоналом визначили та оцінили руйнівний вплив різноманітних сучасних і нових технологій.

Семінари проведено за такими напрямками:

- обмін національними поглядами та поглядами НАТО щодо нових та/або революційних технологій (EDT);
- технологічні тенденції, визначені через матеріали з відкритим кодом;
- логічний та історичний висновок про потенційний технологічний розвиток і вплив;
- глобальний технічний прогрес.

Методи вибору критичних технологій: НАТО

(продовження)

4) Дослідницькі програми НАТО та партнерів

- Переважна більшість науково-технічної діяльності, що фінансується Науково-технологічною організацією (STO), здійснюється через спільну національну дослідницьку діяльність.
- Таким чином STO підтримує міжальянсну національну дослідницьку діяльність та пріоритети.
- Ці заходи дозволили зрозуміти нові технологічні сфери та види діяльності, зокрема, такі дослідницькі програми мали значну цінність для розуміння національних масштабних цілей S&T у сфері оборони та безпеки.

Методи вибору критичних технологій: НАТО

(продовження)

5) Аналіз уваги

- Аналіз та оцінка уваги громадськості щодо нових та/або революційних технологій (EDT) була проведена частково на основі даних Google Trends і огляду Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies, у 2018 та 2019 рр.
- Здійснено консолідовану оцінку Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies для всіх нових технологій, які вважаються такими, що становлять інтерес для загальної бізнес-аудиторії, згідно з оцінкою в 2019 році.

Методи відбору критичних технологій: НАТО

(продовження)

б) Дослідження та мета-аналіз

Мета-аналіз поєднує результати багатьох наукових досліджень. Може бути виконаний, коли існує кілька наукових досліджень щодо одного і того ж питання у кожному окремому дослідженні, і описані результати дослідження, які, як очікується, мають певний ступінь помилки.

Існує значна кількість відповідної літератури про тенденції в галузі науки і техніки, які охоплюють широкий спектр досліджень національної оборони та безпеки, відкритої літератури та нових статей, мета досліджень та інноваційних досліджень.

Такі документи були визнані особливо важливими при складанні оцінки за напрямками:

- Технологічні тенденції (оборона та безпека)
- Технологічні тенденції (цивільні)
- Майбутнє середовище безпеки
- Інше [Science & Technology Trends 2020-2040. Exploring the S&T Edge / NATO Science & Technology Organization // Forecasting:Methodology. URL: https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2020/4/pdf/190422-ST_Tech_Trends_Report_2020-2040.pdf].

Критичні технології: США

- Стратегія національної оборони 2022 року [NATIONAL SECURITY STRATEGY. URL: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/10/Biden-Harris-Administrations-National-Security-Strategy-10.2022.pdf>] та Стратегія національної безпеки 2022 року [National Defense Strategy of USA. 2022. URL: <https://media.defense.gov/2022/Oct/27/2003103845/-1/-1/1/2022-NATIONAL-DEFENSE-STRATEGY-NPR-MDR.PDF>] зазначають, що для досягнення стратегічних вимог потрібно модернізувати сучасні збройні сили на основі інновацій.
- До технологій, що мають потенціал змінити бойові дії, віднесено штучний інтелект, квантові технології, летальну автономну та гіперзвукову зброю, зброю спрямованої енергії, біо-, енергетичні та космічні технології.
- Залучення й утримання найкращих талантів у світі — одна з головних переваг США. Залучення більшої кількості талантів у галузі STEM (science, technology, engineering and mathematics) є пріоритетом для національної безпеки Сполучених Штатів.

Критичні технології: США (продовження)

- Перелік військово-критичних технологій (MCTL) формує Департамент оборони США (DoD). Технології MCTL DoD підтримують цілі Об'єднаного комітету начальників штабів (JCS).
- Перелік військово-критичних технологій Департаменту оборони (DoD) складається з трьох частин, серед яких Розділ 3. «Розробка критично важливих технологій», який містить перелік технологій, що забезпечуватимуть дедалі вищу продуктивність військових систем або підтримуватимуть перевагу за більш доступною ціною.
- Процес формування МСТ є безперервним аналітичним процесом збору та уточнення технічної інформації.
- Цей процес забезпечує систематична, постійна оцінка та аналіз технологій, їх значення та параметри, а також охоплює весь спектр технологій у всьому світі.

Методи вибору критичних технологій: США

- Вибір технологій для включення до переліку MCTL відбувається шляхом обговорення та консенсусу робочих груп технічних експертів, до складу яких входять представники уряду, промисловості та академічних кіл.
- Технологічні робочі групи (TWG), які є частиною цього процесу, забезпечують резерв технічних експертів, які можуть допомогти у виконанні завдань, що мають швидке реагування.
- Голови TWG постійно перевіряють технології та номінують предмети для додавання або вилучення зі списку військово-критичних технологій. До складу TWG входить біля 1000 технічних експертів з уряду та приватного сектору. TWG зберігають ядро інтелектуальних знань і довідкової інформації про технології.
- Загалом склад членів TWG формується з представників військових служб, Департаменту оборони та інших федеральних агентств, промисловості та академічної сфери. При цьому дотримується баланс між державними службовцями та представниками приватного сектору.

Напрями вибору критичних технологій: США

Технологічні робочі групи (TWG) з визначення критичних технологій проводять дослідження за 20-ма напрямками:

1) аеронавтика; 2) лазери, оптика та допоміжні технології; 3) озброєння та енергетичні матеріали; 4) виробництво та виготовлення; 5) біологічний; 6) морські системи; 7) біомедичний; 8) матеріали та обробка; 9) хімічний; 10) ядерні системи; 11) системи спрямованої та кінетичної енергії; 12) позиціонування, навігація та час; 13) електроніка; 14) датчики; 15) енергетичні системи; 16) контроль підпису; 17) наземні системи; 18) космічні системи; 19) інформація; 20) ефекти зброї [Militarily Critical Technologies (MCT) / US Department of Defense.

URL: [Militarily Critical Technologies Definition | Law Insider](#)]

Європейський Союз: критичні технології для безпеки та оборони.

- Європейський Союз у своєму Комюніке від 15.02.2022р. представив дорожню карту критичних технологій для безпеки та оборони.
- Для визначення критичних технологій для ЄС створено Обсерваторію критичних технологій, що дозволить точніше сформувати список критичних технологій для ЄС, щоб відобразити технологічний ландшафт, що розвивається, потреби та можливості.
- Обсерваторія критичних технологій визначатиме, контролюватиме та оцінюватиме критичні технології для космічного, оборонного та відповідних цивільних секторів, їхнє потенційне застосування та відповідні ланцюги створення вартості і постачання.
- Обсерваторія критичних технологій також визначатиме, відстежуватиме та аналізуватиме існуючі та передбачувані технологічні прогалини, основні причини стратегічних залежностей та вразливостей [Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions. Roadmap on critical technologies for security and defence. URL: [com 2022 61 1 en act roadmap security and defence.pdf \(europa.eu\)](https://com2022-61-1-en-act-roadmap-security-and-defence.pdf)]

Європейський Союз: методи вибору критичних технологій

Для вибору критичних технологій у ЄС використовуватимуться подібні між собою методології, серед яких: інструменти проектів «Передові технології для промисловості» (Advanced Technologies for Industry (ATI) [*AT WATCH: Technology Focus on Automotive – European Commission [Technology URL: Focus on Sustainability in the Automotive industry in Europe.pdf](#)*], «Ключові стратегічні заходи» (Key Strategic Activities (KSA) Європейського оборонного Агентства (EDA) [*Key Strategic Activitie. URL: [Key Strategic Activities \(europa.eu\)](#)*].

До інструментів проекту ATI відносяться звіти, що висвітлюють:

- Статистичні дані про виробництво та використання передових технологій, включаючи сприятливі умови, зокрема навички, інвестиції та підприємливість.
- Аналітичні огляди про технологічні тенденції, аналіз галузей і продуктів.
- Аналіз політичних заходів та інструментів політики, пов'язаних із впровадженням передових технологій.
- Аналіз технологічних тенденцій у конкуруючих економіках, таких як США, Китай і Японія.
- Доступ до технологічних та інноваційних центрів у країнах ЄС.

Євросоюз: методи вибору критичних технологій

(продовження)

- У рамках Обсерваторії критичних технологій передбачено створити механізм у формі Комісії (спеціальної групи експертів) для обміну та обговорення у закритому середовищі з державами-членами появу нових і проривних технологій, уникнення нових залежностей для безпеки, оборони та космічної промисловості.
- Комісія на основі даних Обсерваторії представить державам-членам секретний звіт про критичні технології та ризики, пов'язані зі стратегічними залежностями, що впливають на безпеку, оборону та космос до кінця 2022 року та кожні два роки після цього.
- Комісія підготує технологічні дорожні карти на основі цих звітів, які включатимуть сприятливі для НДДКР заходи і плани щодо зменшення стратегічної залежності у сфері безпеки та оборони. Після того, як діяльність Обсерваторії буде добре налагоджена, її роботу можна буде поширити на інші галузі.
- Технологічні дорожні карти, які Комісія підготує на основі оцінок Обсерваторії критичних технологій, ляжуть в основу дій від програмування науково-технічного та інноваційного розвитку щодо критичних технологій до розроблення більш масштабних флагманських ініціатив, які сприятимуть зміцненню конкурентоспроможності та стійкості ЄС у секторах безпеки та оборони.

Методи вибору критичних технологій: досвід Польщі

- Науковцями Польщі досліджено питання щодо методів оцінки та вибору перспективних систем озброєння на прикладі бойового літака.
- Робота зосереджена на ранжуванні з використанням типових методів багатовимірного порівняльного аналізу та методу АНР (аналітичний ієрархічний процес), який представляє велику групу методів багатокритеріального аналізу рішень.
- Ознакою прийняття рішення є вибір конкретного варіанта, який вважається найкращим (найоптимальнішим).
- Процес оцінки систем озброєння, що мають стратегічне значення для національної безпеки, має бути безперервним і ґрунтуватися на аналізі оборонних можливостей і систем озброєнь інших країн.
- Результатом цього процесу можуть бути рішення щодо модернізації системи озброєння.
- Приклад може допомогти визначити обороноздатність дружніх сил; також може підтримувати процес прийняття рішень щодо придбання нового озброєння, включаючи літаки, кораблі, системи протиракетної оборони «земля-повітря» тощо [Adam Kozakiewicz, Mirosław Wróblewski. Main problems of the evaluation and selection of advanced weapon systems exemplified by a multi-role combat aircraft. DOI: <https://10.5604/01.3001.0012.6609>].

Забезпечення національної безпеки: вітчизняний досвід

- *Стратегією національної безпеки України* визначено, що найвищий пріоритет держави — це встановлення миру, відновлення суверенітету і територіальної цілісності України у межах її міжнародно визнаного державного кордону [*Стратегія національної безпеки України. БЕЗПЕКА ЛЮДИНИ - БЕЗПЕКА КРАЇНИ. Затверджено Указом Президента України від 14 вересня 2020 року №392/2020*
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/392/2020#n12>]
- Основним інструментом реалізації державної політики у сферах національної безпеки і оборони є розвиток сектору безпеки і оборони. [*Закон України «Про національну безпеку України»*
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2469-19#Text>]

Критичні технології в Україні

- Однією із складових сектору безпеки і оборони України є оборонно-промисловий комплекс.
- **Стратегією розвитку оборонно-промислового комплексу України** визначено напрями реформування і розвитку оборонно-промислового комплексу, серед яких *розвиток та захист базових та критичних технологій*.
- Одним із завдань у сфері *розвитку та захисту базових та критичних технологій* є забезпечення динамічного розвитку провідних (високоризикових) досліджень і розробок, фундаментальної науки і реалізації прикладних дослідницьких програм в інтересах забезпечення оборони держави і безпеки держави, зокрема за участю Національної академії наук України, державних наукових центрів і провідних університетів [Указ Президента України від 20 серпня 2021 року №372/2021 «Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 18 червня 2021 року «Про Стратегію розвитку оборонно-промислового комплексу України»

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/372/2021#n12>

Критичні технології у сфері виробництва озброєння та військової техніки в Україні

Розвиток критичних технологій у сфері виробництва озброєння та військової техніки визначено Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30 серпня 2017 р. № 600-р, яким затверджено:

- [перелік критичних технологій у сфері виробництва озброєння та військової техніки](#) та
- [план заходів щодо забезпечення державної підтримки розвитку критичних технологій у сфері виробництва озброєння та військової техніки](#) .
- План заходів щодо забезпечення державної підтримки критичних технологій у сфері виробництва озброєння та військової техніки передбачає формування пропозицій до переліку критичних технологій, планування науково-дослідних робіт у цій сфері та сприятиме впровадженню науково-технологічних розробок у створення та виробництво озброєння і військової техніки.

Фінансове забезпечення виконання замовлень, зазначених у плані заходів, здійснюється за рахунок коштів, передбачених у державному бюджеті на відповідні цілі. [Розпорядження КМУ від 30 серпня 2017 р. № 600-р (в редакції розпорядження КМУ [від 23 лютого 2022 р. № 223-р](#)) «Деякі питання розвитку критичних технологій у сфері виробництва озброєння та військової техніки»]

Методи вибору критичних технологій в Україні

На виконання Плану заходів, затверджених розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30 серпня 2017 р. № 600, науковцями Українського інституту науково-технічної експертизи та інформації здійснено дослідження щодо визначення новітніх критичних технологій у сфері озброєння та військової техніки з метою актуалізації Переліку критичних технологій у сфері озброєння та військової техніки.

Дослідження здійснено методом форсайтних досліджень за сімома тематичними напрямками. Методологія Форсайту є комплексною і охоплює три методи:

- опитування експертів (науковців, які давали пропозиції, та підприємців, які оцінювали ці пропозиції з точки зору важливості та можливості реалізації запропонованих науковцями технологій) — 1-й та 2-й етапи;
- наукометричний і патентний аналіз для оцінювання актуальності пропозицій експертів-науковців з точки зору тенденцій розвитку світової науки та новітніх технологій — 3-й етап;
- оцінювання пропозицій експертів-науковців з точки зору можливостей наявного потенціалу української науки здійснити запропоновані дослідження — 4-й етап.

Методи вибору критичних технологій в Україні (продовження)

- За кожним із зазначених чотирьох етапів пропозиції отримували оцінки, які потім зводилися в інтегральну оцінку. За цією оцінкою запропоновані технології ранжувалися у розрізі відповідних тематичних напрямів і розбивалися на три кластери. Найкращі кластери пропонувалися як критичні технології.
- Методи оцінювання – це методи системного аналізу, аналітики інтелектуальної власності, ранговий, кластерний.
- На підставі результатів дослідження Міністерством освіти і науки України підготовлено проєкт оновленого переліку з 25 критичних технологій за п'ятьма тематичними напрямами, який затверджено розпорядженням КМУ [від 23 лютого 2022 р. № 223-р](#))
- Подальша робота має охоплювати результати моніторингу реалізації затверджених технологій у сфері озброєння і військової техніки та визначення точності прогнозу [Писаренко Т.В., Кваша Т.К. Критичні технології: результати форсайтного дослідження в Україні у 2021 році // Наука технології інновації. №1(21)-2022, 38-45. URL: <http://doi.org/10.35668/2520-6524-2022-1-06>].

Напрями розвитку критичних технологій у сфері виробництва озброєння та військової техніки в Україні

- Перелік критичних технологій у сфері виробництва озброєння та військової техніки в Україні та їх розвиток Урядом визначено за такими 5-ма напрямками:

1. Технології створення засобів ураження та захисту від них
2. Інформаційні технології
3. Матеріали нового покоління та вироби з них
4. Техніка і технології радіоелектронної боротьби і розвідки, позиціонування і навігації
5. Авіаційно-космічна техніка і критичні комплектувальні вироби до неї

- Це рішення конкретизує напрями наукових досліджень і розробок у сфері критичних технологій та підвищує ефективність використання їх результатів. [Розпорядження КМУ від 30 серпня 2017 р. № 600-р (в редакції розпорядження КМУ [від 23 лютого 2022 р. № 223-р](#))]

Фінансове забезпечення сектору безпеки і оборони в Україні

- Відповідно до статті 35 Закону України «Про національну безпеку України» обсяг видатків на фінансування сектору безпеки і оборони має становити не менше 5 відсотків запланованого обсягу ВВП, з яких не менше 3 відсотків - на фінансування сил оборони.

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2469-19#Text>

- Державним бюджетом України на 2023 рік головним пріоритетом країни визначено національну безпеку та оборону.
- Загальний обсяг видатків на національну безпеку та оборону у Державному бюджеті на 2023 рік передбачено у сумі 1 141,1 млрд грн або **18,2 %** уточненого прогностного показника ВВП, з яких **13,85% ВВП** – на фінансове забезпечення сил оборони.
- Видатки на безпеку та оборону становить 43,4% від загального обсягу видатків державного бюджету.
- Затверджений обсяг фінансових ресурсів для оборонного сектору уведено в дію Указом Президента України від 15.09.2022 № 651.

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/651/2022#Text>

ВИСНОВКИ

- Світовий та вітчизняний досвід свідчить, що для вибору критичних / пріоритетних технологій у сфері озброєння та військової техніки використовуються різні методи, в основі багатьох із яких лежить Форсайт - комплексний метод, що включає кілька методів.
- Форсайт-дослідження, як правило, включає метод експертних опитувань чи експертних оцінок. При цьому ідеального набору методів для проведення Форсайту немає, у кожному разі застосовуються відповідні для конкретного проекту та можливостей їх поєднання. Додатковими методами є наукометричний, патентний аналізи, аналіз офіційних прогнозних публікацій міністерств оборони різних країн, прогнозів НАТО, Світового банку, ОЕСР тощо.
- Крім того, часто форсайтні дослідження включають економетричні, стратегічні та сценарні аналізи. Стратегічний аналіз і Форсайт допомагають систематизувати інформацію, стимулюють відкритість та генерують знання, спрямовані на прийняття державних рішень.
- На сьогодні можна використовувати спрощений комплексний підхід, який не потребує значних людських, фінансових ресурсів – це поєднання наукометричного та патентного аналізів разом з аналізом офіційних прогнозних документів.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**Український інститут науково-технічної експертизи та
інформації**

Дякую за увагу!

Олена Паладченко

зав. сектору

тел.: (044) 521 00 80,

email: paladchenko@uintei.kiev.ua