



## ГЛОБАЛЬНІ ТРЕНДИ РОЗВИТКУ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ: НОВІ ВИКЛИКИ І МОЖЛИВОСТІ

К. Є. Войтовський, головний консультант  
 відділу проблем стратегічного планування  
 центру безпекових досліджень Національного інституту стратегічних  
 досліджень

*У сучасному світі застосування новітніх наукових розробок і проривних технологій створює конкурентні переваги у багатьох сферах. У найближчому майбутньому це може мати визначальний вплив на забезпечення національної і колективної безпеки і оборони. Розробка новітніх технологій, частіше за все, відбувається на стику кількох галузей науки, а їх застосування має синергетичний ефект. З огляду на це дедалі більш актуальним стає пошук нових форматів міжнародного співробітництва в галузі науки.*

### Висновки і рекомендації

Міжнародне безпекове середовище та природа конфліктів швидко змінюються, значною мірою через розвиток науки і технологій. Новітні та проривні технології створюють як нові можливості, так і загрози не лише у сфері безпеки і оборони, але й в інших галузях. У воєнній сфері такі технології спрямовані на розширення здатності сил та засобів діяти в оперативній обстановці, що швидко змінюється: у космосі, кіберпросторі, районах міської забудови.

У той же час постає питання щодо забезпечення належного контролю за їх поширенням і використанням, а також урахування правових, політичних, економічних та організаційних обмежень на самому початку їх розробки.

НАТО приділяє велику увагу розробці і застосуванню передових технологій у сфері безпеки і оборони, прагне зберегти переваги в цій сфері шляхом генерування, обміну та застосування передових наукових знань, технологічних розробок та інновацій із залученням можливостей країн-партнерів.

Україні, яка має розвинений науковий потенціал і тісно співпрацює з НАТО, варто долучитись до цієї роботи через існуючі механізми співпраці для отримання

доступу до новітніх і проривних військових технологій. Зокрема, це можна робити, поглиблюючи співпрацю у рамках проектів програми НАТО «Наука заради миру і безпеки», в якій Україна бере участь з 1991 року, та під егідою Нарadi національних керівників у галузі озброєнь й Організації НАТО з питань науки і технологій. У той же час доцільно шукати нові формати співробітництва у сфері фундаментальної та прикладної науки, які на даний час активно формуються як у рамках НАТО, так і в інших форматах багатосторонніх відносин.

Враховуючи викладене, **рекомендується** органам сектору безпеки і оборони враховувати глобальні тренди розвитку науки і технологій, можливості міжнародного співробітництва у цій сфері, зокрема в рамках особливого партнерства з НАТО, під час розроблення стратегічних і програмних документів, зокрема за результатами комплексного огляду сектору безпеки і оборони.

У грудні 2019 р. на зустрічі у Лондоні главами держав і урядів країн НАТО були схвалені основні напрями новітніх і проривних технологій (emerging and disruptive technologies - EDTs<sup>1</sup>), які матимуть вплив на розвиток колективної безпеки і оборони Альянсу. Серед них:

- технології даних (Big data);*
- технології штучного інтелекту (AI);*
- технології автономності (робототехніка) (Autonomy);*
- космічні технології (Space);*
- гіперзвукові технології (Hypersonics);*
- квантові технології (Quantum);*
- біотехнології (Biotechnology).*

4 травня 2020 р. опубліковано доповідь НАТО «Тенденції у науці і технологіях: 2020-2040» (Science & Technology Trends 2020-2040: Exploring the S&T Edge)<sup>2</sup>. У ній окреслені тенденції розвитку технологій протягом наступних 20 років, визначаються новітні або проривні напрями розвитку науки і технологій та їх потенційний вплив на військові операції, оборонні можливості та процес прийняття політичних рішень у НАТО. Документ підготовлений Організацією НАТО з науки і технологій (NATO Science & Technology Organization - STO) і спирається на висновки приблизно 6000 вчених, інженерів і аналітиків, а також підтверджується ґрунтовним аналізом відкритих науково-дослідницьких джерел та окремих національних науково-дослідних програм.

Крім зазначених вище 7 EDTs у доповіді був запропонований ще один напрям - *нові матеріали (Materials)*.

<sup>1</sup> Новітні і проривні технології визначаються так:

- Новітні: технології або наукові відкриття, які, як очікується, досягнуть повного розвитку у період 2020-2040 рр. і на сьогоднішній день широко не використовуються або чий вплив на функції оборони, безпеки та підприємства Альянсу не зовсім зрозумілий.
- Проривні: технології або наукові відкриття, які, як очікується, матимуть великий або навіть революційний вплив на функції оборони, безпеки або організації НАТО в період 2020-2040 років.
- Конвергентні: комбінація технологій, які поєднуються новим способом для створення проривного ефекту.

<sup>2</sup>Science & Technology Trends 2020-2040: Exploring the S&T Edge. NATO Science & Technology Organization, March 2020. Retrieved from <https://www.sto.nato.int/pages/tech-trends.aspx>

Проривні та новітні технології були визначені за допомогою таких критеріїв:

- можливість їх реалізації без надмірних витрат протягом найближчих 20 років;
- становлять суттєвий виклик силам Альянсу (зокрема, їх живучості, обороноздатності, системі оперативного/бойового управління, зв'язку, розвідки та спостереження тощо);
- значно впливатимуть на спроможності або процес прийняття рішень НАТО.

За висновками, запропонованими у доповіді, новітні технології неминуче застосовуватимуться у майбутніх конфліктах, а отже необхідно зрозуміти, як це може відбуватися і який матиме вплив на безпеку і оборону Альянсу. Це розуміння забезпечує підстави для прийняття стратегічних рішень щодо формування політики у сфері розвитку наукових розробок і технологій, потенційних спроможностей та підготовки оборонних контрзаходів.

Очікується, що протягом наступних 20 років **розвиток технологій у військовій сфері визначатимуть такі основні характеристики.**

**1) Інтелектуальність** - використання інтегрованого та цілісного штучного інтелекту (AI), аналітичних спроможностей та симбіотичного штучного та людського інтелекту для забезпечення аналізу та прийняття рішень у всьому технологічному спектрі. Це охоплює такі поняття, як:

- автономність (autonomy) - наявність автономних систем штучного інтелекту, здатних до певного рівня автономного прийняття рішень. Такі системи можуть бути роботизованими, базуватись на платформах або на (цифрових) агентах;

- гуманістичний інтелект (humanistic intelligence<sup>3</sup>) - передбачає гармонійну ефективну інтеграцію психо-соціально-технічних систем, що забезпечує покращення взаємодії людей і машин та синергетичний ефект;

- аналітика знань - використання передових методів аналізу (включаючи використання штучного інтелекту) та вищої математики для вивчення великих баз даних (big data).

**2) Взаємопов'язаність** - використання мережі реальних фізичних і віртуальних доменів, включаючи мережі датчиків, організацій, установ, окремих осіб, автономних агентів та процеси, пов'язані за допомогою нових методів шифрування та технологій розподілених реєстрів. Це охоплює, зокрема:

- надійні лінії зв'язку - використання таких технологій, як технології розподілених реєстрів (наприклад, блокчейн), квантового розподілу ключів (QKD), пост-квантової криптографії та кібер-агентів зі штучним інтелектом для забезпечення надійної взаємодії та обміну інформацією;

- синергетичні системи - розробка змішаних (фізичних чи віртуальних) складних систем, що дозволяють створити нові екосистеми (наприклад, розумні міста).

<sup>3</sup> Терміном «гуманістичний інтелект» визначається інтелект, який є результатом зворотного зв'язку між обчислювальним процесом і людиною, де людина і комп'ютер нерозривно пов'язані. Комп'ютер використовує людський розум і тіло як одну зі своїх периферійних систем, так само, як людина використовує комп'ютер як периферію.

**3) Розподілення** - децентралізоване та повсюдне широкомасштабне зондування, зберігання інформації, обчислення, прийняття рішень, дослідження та розробки для досягнення нової проривної військової ефективності. Включає в себе:

- периферійні обчислення - вбудовування сховищ даних і функцій обчислення та аналітики (штучного інтелекту) в об'єкти, наближені до джерел інформації;

- повсюдне зондування - створення великих сенсорних мереж з дешевих компонентів у сферах, що стосуються людей, фізичних об'єктів та інформації;

- децентралізоване виробництво - використання штучного інтелекту у розробленні новітніх (композитних) матеріалів і технологій 3D/4D друку для забезпечення своєчасного цифрового виробництва на місцях;

- демократизацію науково-технічної роботи - скорочення витрат на конструювання та виробництво, збільшення обчислювальних можливостей та широку доступність науково-дослідної інформації, що сприятиме збільшенню інновацій та генеруванню новітньої науки.

**4) Цифровізація** - цифрове об'єднання людської, фізичної та інформаційної сфер і можливостей для створення нових фізіологічних, психологічних, соціальних та культурних реалій і забезпечення нових проривних наслідків. Охоплює такі поняття:

- цифрові/електронні двійники (Digital Twin) - створення цифрових симулякрів фізичних, біологічних чи інформаційних сутностей, електронно пов'язаних (часто в режимі реального часу) з оригіналом, що забезпечує прогностичну аналітику, експерименти та оцінку;

- синтетичні реалії - створення нових усвідомлених когнітивних чи фізичних реалій (perceived cognitive or physical realities) на основі інтеграції психо-соціально-технічних систем. Такі реалії можуть мати розширений, віртуальний, соціальний чи культурний характер.

Технології з цими характеристиками мають підвищити операційну та організаційну ефективність Альянсу за рахунок:

- розвитку переваг в обізнаності та прийнятті рішень;
- використання нових надійних джерел даних;
- підвищення мережевої ефективності в усіх оперативних сферах та інструментах влади і адаптування до майбутнього середовища безпеки, що характеризуватиметься розповсюдженням дешевих та широко доступних технологій.

Технологічний розвиток в галузі даних, штучного інтелекту, автономності, космосу та гіперзвуку історично вважається проривним за своєю природою. Викликані ним значні або навіть революційні зміни у військових спроможностях уже відбуваються або стануться протягом наступних 5-10 років. Нові розробки в галузях біо-, квантових технологій та технологій матеріалів оцінюються як новітні і потребують значно більше часу (10-20 років), перш ніж позначаться на військових спроможностях. Швидше за все, вплив новітніх і проривних технологій буде посилюватись складною взаємодією між ними.

Наступні **синергії та взаємозалежності**, як очікується, матимуть велике

значення для розвитку майбутніх військових спроможностей:

- поєднання технологій «автономності-даних-штучного інтелекту» - дозволить використовувати нові технології та методи для отримання потенційної переваги при прийнятті військових стратегічних та оперативних рішень;
- поєднання технологій «даних-біо-штучного інтелекту» - сприятиме розробці нових лікарських засобів, цілеспрямованих генетичних модифікацій, прямому маніпулюванню біохімічними реакціями та живими датчиками;
- поєднання технологій «даних-штучного інтелекту-матеріалів» - сприятиме розробці нових матеріалів з унікальними фізичними властивостями. *Зокрема, це сприятиме подальшому розвитку використання двомірних матеріалів (2D materials) та новітніх конструкцій;*
- поєднання «даних-квантових» технологій - підвищить можливості збирання, обробки та використання даних системи оперативного (бойового) управління, зв'язку, розвідки та спостереження (C4ISR) завдяки значному розширенню можливостей сенсорів, захищеного зв'язку та обчислень;
- поєднання «космічних-квантових» технологій - призведе до появи абсолютно іншого класу датчиків, придатних для розміщення на супутниках. *Дедалі більш комерціалізовані космічні сенсорні мережі, оснащені меншими за розмірами і споживаною потужністю, але більш чутливими та розосередженими квантовими датчиками, стануть важливою складовою майбутньої військової архітектури спостереження та розвідки (ISR) через 20 років;*
- поєднання технологій «матеріалів-космічних-гіперзвукових» - дозволить полегшити використання в повній мірі космічного та гіперзвукового середовищ шляхом розробки та удосконалення нових матеріалів, конструкцій та двигунів, розвитку мініатюризації, засобів накопичення енергії та методів виробництва. Це сприятиме також зниженню витратності, підвищенню надійності й ефективності та виробництву недорогих, пристосованих до виконання конкретних завдань систем.

У доповіді міститься детальний опис новітніх і проривних технологій, які отримають розвиток протягом наступних 20 років. Також зроблено висновок, що EDTs суттєво впливатимуть на Альянс - як позитивно, так і негативно. Використання цих нових технологій буде серйозним викликом та порушить фундаментальні питання етики та законності. Розширене використання штучного інтелекту, великих баз даних, передових методів аналізу та автономності забезпечать більш широкий доступ до критично важливих оперативних даних і знань, але загрожує їх спотворенням. Сама інформація дедалі більшою мірою перетворюватиметься на товар та сферу війни. Прогнозується поширення використання автоматизованих та потенційно автономних систем в операціях, в яких люди не братимуть безпосередньої участі у циклі прийняття рішень, а також зростання рівня стратегічної конкуренції.

Поєднання використання застарілих та новітніх систем озброєнь може завадити здатності Альянсу до взаємодії. Технологічні прогалини створюватимуть комунікаційні, доктринальні, юридичні проблеми та ускладнюватимуть взаємосумісність. Впровадження новітніх технологій може призвести до того, що НАТО зіткнеться з нестачею спроможностей і потужностей у деяких державах-

членах.

У свою чергу технологічний прогрес у поєднанні з демографічними змінами призведе до розвитку людських ресурсів, покращення здатності керувати та діяти в усіх сферах, включаючи стратегічний, оперативний та тактичний рівні, та на різних територіях.

Темпи та результати розвитку науки і технологій практично неможливо спрогнозувати з високим ступенем точності. Прогнозування глобальних тенденцій у цій сфері покликане підвищити рівень готовності окремих держав та їх союзів до нових загроз і можливостей, а отже спрямоване на підвищення їх стійкості.