

Oksana Kushnirenko

*Doctor of Economic Sciences, Assistant Professor, Senior Researcher
State Organization «Institute for Economics and Forecasting
of NAS of Ukraine»*

Nataliia Gakhovich

*Candidate of Economic Sciences, Senior Researcher
State Organization «Institute for Economics and Forecasting
of NAS of Ukraine»*

Liliia Venger

*Candidate of Economic Sciences, Researcher
State Organization «Institute for Economics and Forecasting
of NAS of Ukraine»*

DIGITAL AND TECHNOLOGICAL TRANSFORMATION OF PRODUCTION FOR STRENGTHENING THE DEFENSE CAPABILITY OF UKRAINE

Summary

The Russian invasion of Ukraine is not an accidental phenomenon, but a long-term hybrid war, based on premises and conditions that are specific to the historical and political context. It leads to huge losses: human suffering and disastrous socio-economic shocks. Also the war has prevented the socio-economic development and progress not only in Ukraine, but throughout the world. The authors had established that countering military threats depends on the state ability to ensure the safety of the population and the integrity of the territory, where a powerful industrial complex plays the main role. Opportunities for protection, which Industry 4.0 technologies open, have been identified, in particular, tracking the movement of enemy equipment, fixing information about war crimes, conducting search and rescue operations; preventing the penetration of enemy equipment into the territory; countering cyber attacks and protecting people from serious injuries. As a result of the study, a list of useful Industry 4.0 technologies has been identified, the production of which can be organized in Ukrainian manufacturing with cooperation between foreign partners. The priority measures to accelerate the technological transformation of Ukrainian manufacturing based on the establishment of an effective dialogue between state and local authorities, national manufacturers and scientific and educational institutions, as well as close cooperation with European and international clusters are justified.

Вступ

Враховуючи національні історичні засади становлення української держави та географічне розташування України в центрі Європи в оточенні країн з різними засадами соціально-політичного устрою, не можна обійти увагою ще один потужний виклик, який визначатиме майбутнє України – військові загрози. Протидія військовим загрозам залежить від спроможності держави забезпечити безпеку населення та цілісність території, де найбільшу роль відіграє потужний промисловий комплекс. Промисловість формує базис національної безпеки, адже її робота визначає можливість виготовлення сучасних засобів оборони. І навіть в умовах нападу значно переважаючого за потужністю та ресурсами агресора застосування новітніх технологій Індустрії 4.0 (штучного інтелекту, робототехніки, віртуальної та доповненої реальності) посилить обороноздатність країни. Тобто для підвищення готовності країни до військових загроз потрібно вже зараз активізувати інноваційні трансформації в промисловості шляхом впровадження технологій Індустрії 4.0 до виробничих процесів.

Реальною загрозою для України сьогодні є те, що наша країна знаходиться у стані діючого конфлікту з країною східним сусідом – Російською Федерацією. Тривалий час відбуваються агресивні провокації, які мають загрозливі наслідки, а саме анексія Криму (2014), утворення ЛНР та ДНР на Сході України та постійні акти підривної і терористичної діяльності [1]. Ескалація гібридної війни з країною – агресором, яка володіє значними військовим ресурсами та потужним досвідом ведення провокаційної роботи, підтверджує те, що конфлікт матиме довгостроковий характер. Як зазначає В.Горбулін «розвиток такої тенденції для Києва подібний до сирени, яка переконливо сигналює про необхідність зміни всієї філософії побудови оборони, включаючи пріоритети розвитку армії, її переозброєння, формування суто українських відповідей на зростаючі військові загрози» [2]. Пошук відповідей на запитання як Україні створити потужний промисловий комплекс, спроможний забезпечити потреби країни в необхідних засобах для зміцнення національної безпеки є наразі надзвичайно актуальним.

Розділ 1. Роль промислового комплексу у забезпеченні обороноздатності

Перед нашою державою постали критичні зовнішні та внутрішні виклики, пов'язані з віроломним вторгненням російських військ на територію України, вбивствами українських громадян, руйнуванням частини національного багатства, знищенням унікальних природних ресурсів, що ставить під загрозу національний суверенітет України. Ворог цілеспрямовано знищує економічний фундамент розвитку України – промисловість, яка здатна забезпечити базові потреби населення – їжу, одяг, ліки, транспорт, інструменти тощо, а також створювати сучасні

засоби оборони. Останні події довели, що за допомогою українських промислових розробок можна відбити атаки значно потужнішого та винахідливішого агресора та захистити власну країну.

Головне завдання в таких умовах – посилити обороноздатність країни, яку визначено в Законі України «Про оборону України» як здатність держави до захисту у разі збройної агресії або збройного конфлікту, яка складається з матеріальних і духовних елементів та є сукупністю воєнного, економічного, соціального та морально-політичного потенціалу у сфері оборони та належних умов для його реалізації [3]. Обороздатність України відповідно до Конституції та законів України підтримується Збройними силами України, які повинні мати сучасні технологічні можливості забезпечувати оборону України.

Промисловість в умовах воєнного стану вимушена працювати в надскладних умовах, що набувають ознак військової економіки. Як зазначає В.І. Кравченко, військова економіка – одна з головних сфер економіки держави, є багатогалузевим комплексом, що включає галузі з оборонної промисловості, НІОКР, сільського господарства, транспорту, зв'язку, матеріально-технічного забезпечення, паливно-енергетичного комплексу, капітального будівництва, добувних виробництв, інфраструктури, легкої, харчової промисловості, атомної промисловості, ракетобудування, танкобудування, суднобудування, виробництва артилерійських систем, зброї, боєприпасів, медичного забезпечення тощо. Військова економіка базується на сучасних технологіях і засобах виробництва, є рушієм розвитку світової економіки, незважаючи на усі загрози, пов'язані з ними [4].

Звичайно центральне місце в забезпеченні обороноздатності країни посідає оборонно-промисловий комплекс (ОПК) як важлива складова стратегії національної безпеки та оборони країни. Так, в аналітичній записці Інституту стратегічних досліджень обґрунтовано, що ОПК як сектор економіки, призначений для розроблення і виробництва продукції оборонного призначення, фактично є фундаментом воєнної безпеки та оборони країни. Підтримання високого рівня його розвитку для багатьох розвинутих країн є одним із пріоритетних воєнно-економічних завдань національної політики, а стабільна робота підприємств і організацій ОПК не тільки створює передумови для розвитку наукової сфери і суміжних галузей промисловості, але й сприяє переходу від сировинної моделі економіки до моделі інноваційного розвитку [5].

Водночас не слід забувати, що оборонна здатність країни залежить не лише від зброї та засобів ведення бойових дій. Неможливо уявити боєздатну армію без належного забезпечення спеціальною формою, засобами захисту, їжею, паливно-мастильними матеріалами, медикаментами тощо. Це все підтверджує значення розвинутого промислового комплексу в створенні доступних ресурсів для забезпечення потреб не тільки цивільного населення, але й потреб армії.

Говорячи про таку продукцію, в першу чергу мається на увазі усталений термін «продукція подвійного призначення», яка визначена законодавством України як «окремі види виробів, обладнання, матеріалів, програмного забезпечення і технологій, спеціально не призначені для військового використання, а також послуги (технічна допомога), пов'язані з ними, які, крім цивільного призначення, можуть бути використані у військових або терористичних цілях чи для розроблення, виробництва, використання товарів військового призначення, зброї масового знищення, засобів доставки зазначеної зброї чи ядерних вибухових пристроїв, у тому числі окремі види ядерних матеріалів, хімічних речовин, бактеріологічних, біологічних та токсичних препаратів, перелік яких визначається Кабінетом Міністрів України» [6].

Таким чином, протидія військовим загрозам залежить від спроможності держави забезпечити безпеку населення та цілісність території, де найбільшу роль відіграє потужний промисловий комплекс. Промисловість формує базис національної безпеки, адже її робота визначає можливість виготовлення сучасних засобів оборони та продукції для життєзабезпечення населення країни. В умовах невмотивованої показують важливість ресурсного забезпечення Збройних Сил України з одночасним забезпеченням допустимих умов життєзабезпечення цивільного населення, що залежить від можливостей власного виробництва.

Розділ 2. Можливості цифрових технологій для запобігання військових загроз

Цифрові й технологічні трансформації як процес широкого застосування у промисловому комплексі цифрових інформаційних технологій та нових матеріалів перш за все мають на меті розповсюдження нових способів ведення військових дій та нових видів зброї. Водночас, ці ж самі алгоритми можуть бути застосовані і для протидії військовим загрозам. Звичайно, найбільш комплексно їх захисна дія проявиться на етапі підготовки й стратегічного планування протидії таким загрозам. Але навіть в умовах повноцінної військової експансії роль технологій Індустрії 4.0 є надзвичайно великою, що доведено сьогодні світовим досвідом ДіР у сфері військових технологій (штучний інтелект, робототехніка, дрони, цифрові близнюки, нанотехнології, сенсорні технології, фотоніка, розумні матеріали, аморфні метали тощо), потенціал яких подано в табл. 1.

Серед широкого комплексу інноваційних технологічних розробок найбільш пріоритетними для подолання військових загроз є: технології для багатодомених розумних датчиків; терагерцова електроніка; безпечні технології широкосмугового зв'язку; технологія програмного забезпечення управління боєм; твердотільні лазери та/або матриці когерентних діодних лазерів; матеріали та молекули, розроблені за допомогою генної інженерії; технології електроприводу; новітні

матеріали; методи та технології проектування комплексних систем на основі штучного інтелекту [11]; технології роботизованого виявлення та знешкодження вибухонебезпечних предметів.

Таблиця 1

Можливості цифрових технологій для запобігання військових загроз

№	Опис загрози	Опис технології	Коротка характеристика
1	Переміщення ворожих одиниць техніки, фіксація та збирання інформації для документування військових злочинів, проведення пошуково-рятувальних операцій	Безпілотні літальні апарати, дрони	Будь-який мобільний безпілотний транспортний засіб, заздалегідь запрограмований для виконання конкретного завдання в повітрі, на суші або під водою, оснащений відповідним обладнанням для фіксації [7].
2	Проникнення ворожої техніки вглиб території	Бойові безпілотні літальні апарати, дрони	Подібні до звичайних БПЛА, але працюють довше, літають далеко і мають захист від виявлення противником, щоб завдавати удари, можуть переносити вантаж з вибухівкою.
3	Вороже відключення або перешкоджання доступу до інтернету традиційними каналами	Безпечні широкосмугові комунікаційні лінії Захищені технології доступу до глобального зв'язку	Глобальна супутникова система для забезпечення високошвидкісного широкосмугового супутникового доступу в Інтернет у місцях, де він був ненадійним, дорогим або повністю недоступним, зокрема розроблена компанією SpaceX високопродуктивна супутникова платформа для функціонування супутників зв'язку та запусків великої їх кількості у космос [8].
4	Маскування сил противника за допомогою камуфляжу	Мультидоменні розумні датчики	Пасивні інфрачервоні сенсорні елементи надають інформацію про кут (напрямок) отриманого випромінювання та інтенсивність випромінювання. Вони дозволяють націлювати зброю з високою роздільною здатністю або точно прицілюватися для дистанційного запуску.

(Продовження таблиці 1)

№	Опис загрози	Опис технології	Коротка характеристика
4	Маскування сил противника за допомогою камуфляжу	Мультидоменні розумні датчики	<p>Лазерний радіолокаційний сенсорний елемент може надавати інформацію про інтенсивність відображення, дальність, протяжність дальності, швидкість та кут. Радари з синтетичною апертурою міліметрового діапазону забезпечують доплерівські зображення високої роздільної здатності, які реагують на властивості матеріалу цілей.</p> <p>Багатодоменний датчик, що містить такі елементи можна налаштувати так, щоб активний і пасивний компоненти мали однакову оптику. Це забезпечує зображення, зареєстровані в пікселях, у багатовимірному просторі, що дозволяє створювати багатовимірні зображення. Насиченість отриманого дисплея може дати людині-спостерігачу можливість виявляти цілі в русі або приховані під камуфляжам і деревами [9].</p>
5	Застосування противником розумної зброї для спостереження; приховування противником своїх позицій	Твердотільні лазери на основі рідкоземельних елементів і накачування діодними лазерними решітками	<p>Когерентні діодні лазерні матриці – перспективна технологія для передового військового застосування оптики, фотоніки та пристроїв спрямованої енергії, наприклад застосування якої включають:</p> <ul style="list-style-type: none">антисенсорну зброю для нападу на пристрої спостереження противника та розумну зброю;протипіхотну зброю;інфрачервоні освітлювачі;безпечні для очей і приховані далекоміри та інші датчики;невеликі лазерні радари (ладари) для спеціальних застосувань, таких як датчик руху та вібрації;датчики для поля бою IFFN; і широкосмуговий зв'язок прямої видимості [9].

(Продовження таблиці 1)

№	Опис загрози	Опис технології	Коротка характеристика
6	Бойові ураження та захист від них людини	Матеріали та молекули, розроблені за допомогою генної інженерії	Виробництво куленепробивних бронежилетів, взуття з протиосколковим захистом, надміцної броні для танків та іншої техніки, матеріалів зі стійкістю до дії більшості хімічних речовин (кислот, лугів), мікроорганізмів, стійких до дії температури, вогню. Впроваджені розумні полімери у структурі одягу та текстилю дозволяють контролювати фізіологічні та фізичні параметри організму людини.
7	Повільність виготовлення корпусної військової техніки за старими технологіями	Технології 3Д друку	Спрощення виробничих операцій та налагодження виробництва військово-промислової продукції, перехід до використання цифрових технологій при виробництві техніки: частина креслень замінена на тривимірні моделі, що значно полегшує підготовку виробництва, дозволяє ефективніше відстежувати кожен його етап, а також виключає необхідність передачі паперової документації. Автоматизація дозволяє скорочувати час і збільшувати точність складання агрегатів, наприклад при монтажу завдяки впровадженій системі «технічного зору» скорочується до 20-30 хв.
8	Високий ступінь ураження людини в бойових діях	Робототехніка	Заміна людини на роботизовані системи (роботизовані бойові платформи) – бойові роботи, які можуть пересуватися у просторі, нести на собі летальну зброю та містять камери високої роздільної здатності з передавачами, виконувати бойові завдання при здійсненні сухопутних операцій. Також для захисту технології такі роботи можуть містити системи самознищення. Вбудована технологія штучного інтелекту дозволяє визначати ворога, відділяти його від оточуючих предметів та стріляти на ураження [10].

(Закінчення таблиці 1)

№	Опис загрози	Опис технології	Коротка характеристика
9	Заміновані території, залишки нездетонованих снарядів	Робототехніка	Роботизовані системи розмінування, системи дистанційного підриву (3D-міношукач, автономний дистанційно керований робот, наземний напіваавтономний робот-сапер, магнітометричні датчики для виявлення нездетонованих боєприпасів), які мають високорівневі параметри чутливості, вибіркової та швидкодії.
10	Ймовірність загрози з боку кібератаки противника	Блокчейн	Система організації та зберігання інформації – безперервний послідовний ланцюжок блоків – відповідно до заздалегідь визначеної логіки, що зберігає та передає цифрову книгу даних за допомогою криптографії для забезпечення конфіденційності та цілісності.

Джерело: розробка авторів на основі [7–10]

Військова трансформація здебільшого стосуватиметься швидкого впровадження та адаптації технологій і методів цивільного сектора для руйнівних військових застосувань. Майбутнє військового успіху тепер буде належати тим, хто розробив, проектував, використовував комбінації інформаційних технологій для надання нової бойової потужності. Базуючись на аналізі національних та міжнародних науково-технічних форсайтів, виявлено, що технологічні перетворення Індустрії 4.0 надають нові можливості для обороноздатності. А саме: протидіяти кібератакам, не допускати проникнення ворожої техніки на територію, відстежувати рух ворожої техніки, записувати інформацію про військові злочини, проводити пошуково-рятувальні операції, проводити розмінування та убезпечити людей від важких поранень.

Таким чином, впровадження передових технологій в усіх сферах наукової, промислової і воєнної діяльності дозволить протидіяти військовим загрозам та забезпечити реалізацію довготривалої стратегії військового зміцнення шляхом:

- ефективного і швидкого планування військових операцій в надзвичайних ситуаціях завдяки розширеним можливостям штучного інтелекту;
- кращої логістичної підтримки для швидкого розгортання за допомогою передового автоматизованого планування;
- якісного та швидкого визначення характеристик зони надзвичайної ситуації за допомогою цифрового моделювання місцевості та комп'ютерного навчання можливостей та позицій противника;

– надання більшої бойової потужності військовим силам за допомогою передових протитанкових засобів;

– тіснішої взаємодії між службами для виправлення поетапних недоліків початкового розгортання (наприклад, електронної боротьби) шляхом розробки спільних процедур і навчальних програм;

– більш ефективного використання доступної інформації про командування, управління, зв'язок і розвідку та ідентифікації ворога за рахунок кращого автоматизованого об'єднання даних та застосування програмних технологій керування мережею;

– покращення одночасних спільних бойових операцій за допомогою спільних систем моделювання бойових дій та навчань.

Для підвищення готовності країни до військових загроз потрібно завчасно активізувати інноваційні трансформації шляхом впровадження технологій до виробничих процесів в промисловості, такі як штучний інтелект та машинне навчання; робототехніка, біоінформаційні технології, блокчейн та технології протидії кіберзагрозам. Широке застосування таких технологій в усіх сферах наукової, промислової і воєнної діяльності дозволить посилити обороноздатність країни і забезпечить додаткові можливості для управління бойовими діями, знищення ворожої техніки та недопущення проникнення на територію країни; приховування своїх позицій та маскування; проведення пошуково-рятувальних операцій; збору даних та документування військових злочинів; захисту, підвищення продуктивності та підтримки життєдіяльності, а також для протидії кібератакам.

Цифрові технології для управління бойовими діями. Високотехнологічні розробки для управління бойовими діями представлені набором технологій обробки великих обсягів даних, серед яких найбільшого розповсюдження набули такі:

– Штучний інтелект – інтелектуальні системи, які за допомогою нейронних мереж та алгоритмів, моделюють інтелектуальні процеси, є цінним способом аналізу великих джерел даних/сигналів і прогнозування того, що очікується, що дає можливість взяти на себе ініціативу до початку атаки.

– Технології віртуальної та доповненої реальності – 13% – комп'ютерна симуляція реальності або її доповнення штучними об'єктами, що дозволяє в промисловості покращувати контроль якості, знижувати виробничий травматизм удосконалюючи систему охорони праці, просувати нові продукти та підвищувати ефективність маркетингу. Третє місце належить хмарним обчисленням – моделі зручного доступу до інформаційних ресурсів: комунікаційних мереж, серверів, баз даних, прикладних програм та серверів), які допомагають при ранньому виявленні дефектів обладнання, прогнозуванні його збоїв, підвищуючи продуктивність та гнучкість виробництва – 11 % всіх розробок.

– Промислові платформи Інтернету речей – інтелектуалізація виробничих операцій з використанням розширеного аналізу даних на основі показників датчиків роботи обладнання з виходом в мережу.

– Цифрові двійники – віртуальні копії кожного фізичного об'єкта виробничого процесу, які дозволяють виявляти дефекти та контролювати процеси.

Завдяки цим елементам Індустрії 4.0 виробники отримують засоби для більш точного прогнозування та реагування на потреби сил оборони в постачаннях, досягнення більш розумного управління ресурсами та використання мікросхем і датчиків для кращого відстеження та керування запасами та іншими активами. Зрештою, інвестиції в елементи цифрового ланцюга поставок І4.0 підвищують швидкість виходу на ринок, знижують витрати виробництва та сприятимуть більш спільним інноваціям. І з огляду на те, що значна частка аерокосмічної та оборонної продукції розробляється постачальниками, саме такі інвестиції виявляються критичними факторами як для промисловості, так і для військових лідерів.

Промислові технології для знищення ворожої техніки та недопущення проникнення на територію країни. Українські реалії та конфлікти останніх років у Сирії, Лівії та Нагірному Карабасі показали, як зростає роль на полі бою безпілотних авіаційних комплексів. Сучасні дрони здатні не лише ефективно виявляти противника вдень та вночі, наводити на нього власні вогневі засоби, але й самостійно знищувати його на значній відстані від поля бою. Робототехніка сьогодні важливий сектор інноваційних стартапів більше 10% проектування, розробка, експлуатація та обслуговування роботів глобальних стартапів.

Країни використовують новітні технології робототехніки та штучного інтелекту для створення ефективних та надійних безекіпажних платформ та автономних систем для безпеки та оборони, які можуть помітно посилити повітряну міць держав. Це широкий спектр обладнання: від дронів-доставників до роботів виявлення хімічних агентів. В даному напрямі добре зарекомендували себе розробки безекіпажного літака, який можна було б використовувати разом із винищувачами, такими як F-35 і Turhoop. Це могло б захистити винищувачі та їхні екіпажі, а також надати екіпажу додаткову інформацію, особливо там, де їх можна побудувати швидше та дешевше, ніж традиційні бойові повітряні системи.

Робототехніка та автономні системи, керовані людиною, є одними з головних пріоритетів зростання обороноздатності. Наприклад, британська армія взяла на себе зобов'язання інтегрувати робототехніку та автономні системи, а також електромобілі на полі бою як частину свого бачення майбутнього. Використання роботів там, де бойові завдання є небезпечними, або фізично чи когнітивно важкі є доцільним, проте звичайно вони не можуть замінити людей на роботи, які вимагають унікальних здібностей, таких як креативність та уява. Тож замість того, щоб збройні сили використовували гребні човни під час розробки

безпечних маршрутів через річки, більш ефективним є промислові розробки автономних амфібій і дронів, які можуть виконувати цю роботу.

Однією із сфер робототехніки є випуск спеціальних роботів для роботи в хімічно забруднених територіях, а також розмінування територій. Робот-хімік виконуватиме рутинні й повторювані завдання, щоб звільнити людей та прискорити аналіз у наших лабораторіях із високою безпекою.

І також слід відмітити розвиток передової технології телеекзистенції, яка дозволить людям виконувати складні завдання та експлуатувати обладнання на безпечній відстані від небезпечних середовищ. Як приклад, можна навести розробки Міністерства оборони Великобританії – Робот Merlin, який дозволяє персоналу контролювати та керувати тестовою сценою інциденту на безпечній відстані, подалі від потенційної шкоди.

Цифрові технології для приховування своїх позицій та маскуванню. Міністерство оборони Ізраїлю та ізраїльський розробник військового камуфляжу Polaris Solutions представили нову маскувальну технологію, яка робить солдатів практично невидимими. Комплект Kit 300 виготовлений із термічного візуально-маскувального матеріалу (Thermal Visual Concealment), який поєднує метали, мікрОВОлокна та полімери для зменшення виявлення солдатів. Завдяки цьому матеріалу складніше побачити носія камуфляжу як людським оком, так і тепловізором. Тонка і міцна тканина приховує інфрачервоний слід людини, а різні типи розмальовки дозволяють імітувати об'єкти на місцевості.

Зазвичай піхотні підрозділи використовували старі техніки: підручні матеріали (кущі й гілки), фарба на обличчі, маскувальні мережі та маскхалат. Але навіть відносна перевага у піхоти перед терористичними організаціями в останні роки знизилася, шляхом поставки останнім сучасних засобів нічного бачення і навіть РЛС розвідки наземних цілей. Саме це стало основною мотивацією розробки нових засобів маскуванню.

Можливе і маскуванню техніки. На відміну від старих засобів маскуванню, придатних для використання в засідках, нове маскуванню дозволяє приховане пересування піших сил. Використовувана тканина тонка, але дуже міцна. Можна формувати з неї форми, наприклад штучні скелі для маскуванню позиції снайпера або укриття для носилок, що прикриває як пораненого, так і несучих його бійців. Військові можуть або загорнутися у нього, або з'єднати простирадла, щоб створити захист, який змішується зі скелястими або пустельними пейзажами. Система вже перевірена в типових для Ізраїлю важких умовах літа (сильна спека) і зими (проливні дощі) [12; 13].

Технології для проведення пошуково-рятувальних операцій. Під час надзвичайної ситуації, пошуково-рятувальним командам необхідно отримувати точну інформацію про ситуацію на території для швидкого реагування та для того, щоб заощадити час для прийняття правильних

рішень. Безпілотні літаючі апарати (БПЛА) можуть швидко надавати детальну інформацію через відео або зображення, зменшуючи витрати та ризики пошуково-рятувальних операцій. Саме це і актуалізує застосування БПЛА в пошуково-рятувальних операціях та надзвичайних ситуаціях, які використовуються для виконання пошуково-рятувальних операцій підрозділами надзвичайних ситуацій, наприклад, поліцією, пожежними або іншими рятувальними командами, для пошуку зниклих людей які потребують допомоги, на протяжних та віддалених територіях.

БПЛА можуть передавати дані в режимі реального часу та іншу інформацію про стан надзвичайних ситуацій. Також вони можуть допомогти знайти людину, яка загубилася в лісі чи горах. Безпілотник може не тільки надавати детальні кадри та дані з повітря, але також може допомогти екіпажам зменшити витрати, сформувати команди відповідно до наданої інформації та зберегти безпеку працівників, зрештою, прискорити хід операції на місці, де важлива кожна секунда. Однак БПЛА може бути лише ще одним інструментом збору інформації для кращої оцінки небезпечних ситуацій та рятування життів. Завдяки швидкому розвитку технологій, потенціал для безпілотників у секторі реагування на надзвичайні ситуації лише збирається досягти нових висот [14].

Блокчейн для збору даних та документування військових злочинів. Блокчейн є одним із основних прогнозованих напрямів науково-технологічних досліджень в сфері озброєння і військової техніки. Новий підхід, який створює блокчейн, може призвести до нових знахідок, придатних для застосування у оборонній галузі. Зокрема, в таких напрямках як інформаційна безпека, автентифікація, цілісність та стійкість даних та інших. Блокчейнові мережі не тільки зменшують ймовірність загрози з боку атаки противника, але суттєво збільшують витрати супротивника на її проведення. Шифрування стає все більш важливим при забезпеченні конфіденційності інформації і є одним із фундаментальних частин безпеки комунікаційних та інформаційних систем, що так само є актуальним для Збройних Сил України та інших силових структур держави [11].

На базі технології блокчейн створено перший в Україні NFT-музей війни. Він допоможе поширити правду про російські військові злочини щодо українців. У NFT-музеї поєднується блокчейн-технологія, мистецтво та фіксація історичних фактів [15].

Перспективи блокчейну найближчими роками в оборонній галузі можуть будуть відображені у розробці та впровадженні нових програм та додатків для військових, заснованих на технологіях блокчейн, з наголосом на таких сферах як кіберзахист, захищений обмін повідомленнями, комунікації, підтримка логістики та створення мережі Інтернету Речей для потреб оборони. Наприклад, одним із таких технологічних рішень в сфері інженерії повітряно-космічних військ є схема безпечної доставки і збору

даних на основі блокчейну для середовища Інтернету дронів з підтримкою Інтернету речей на базі 5G [16].

Біоінформаційні технології для захисту, підвищення продуктивності та підтримки життєдіяльності. Сучасні високотехнологічні розробки – це не тільки технології, а й процеси застосування новітніх матеріалів з покращеними можливостями (наприклад психотекстиль у легкій промисловості, функціональні продукти з наночастинками у харчовій промисловості).

У військовому контексті матеріали з підтримкою інженерної біології мають застосування для захисту, підвищення продуктивності та підтримки, а також інфраструктуру для завершення місії. Це включає досягнення в області адаптивних і чутливих покриттів, біологічних бетонів, композитів, біосумісних і (на вимогу) біорозкладні матеріали, розроблені пробіотики, технології, управління сигнатурами, обскуранти, балістичний/вибуховий захист та захист навколишнього середовища, захист від корозії, гнучкість базування та (попередники) виробництва у разі потреби для зниження логістичного попиту та безпечного ланцюга поставок [17]. Можливості інженерної біології можуть включати: виявлення, звітування та нейтралізацію хімічних небезпек, у тому числі (біо)хімічних речовин у ґрунті (на глибині), воді, біологічних рідинах, вибухових речовинах та патогенах; виявлення та повідомлення про фізичні небезпеки, включаючи випромінювання різних довжин хвиль; виявлення та звітування про фізіологічний стрес та інші біомолекули; а також виявлення, реєстрація та звітування про загрози, які мають переміщено в певному місці на полі. Для підтримки можливостей, необхідних для виконання місії армії, інженерна біологія може дозволити вдосконалення захисних систем, які включають захисний одяг та костюми, системи фільтрації, системи дезактивації та відновлення, а також загальні системи, такі як намети тощо.

Технології для протидії кібератакам. Сучасні війни суттєво змінилися, зазнавши трансформацію від масового вбивства один одним військових легіонів (стіна на стіну Марафонська битва давньої Греції) до гібридної військової стратегії, яка поступово вбудовується в соціальну структуру, створює глибокі соціально-економічні розколи та гостру політичну напруженість. І саме одне з ключових загроз посідають – кіберзлочини – руйнування інформаційних мереж, які визначають особливості нашого сьогодення та призводять до катастрофічних наслідків. Так, кіберзлочини проти Saudi Aramco – найбільшого у світі виробника нафти, коли кіберзлочинці розмістили у даркнеті 1 терабайт їх інсайдерських даних та вимагали від компанії 50 млн дол викупу, що викликало перебої на глобальному нафтовому ринку. Також кібератаки портової інфраструктури Бельгії, Німеччини та Нідерландів порушили роботу нафтових терміналів, не даючи танкерам доставляти енергоресурси.

Це наочно показує, що держава загрожує безпеці іншої держави, не перетинаючи її кордонів. Наприклад, іранські кібероперації проникли в частини західних держав. Кіберзлочинці завдають страшних збитків, що іноді сягають 1-2% ВВП і ці збитки щорічно зростають, що коштує світовій економіці близько 1 трильйона – на 50% більше, ніж прогнозували у 2018 році. Крім того, це понад 1% світового ВВП. Середня вартість злomu даних у 2020 році склала 3,86 млн дол, а у 2021 році він становив 4,24 млн дол [18].

В Україні ми побачили як держава-агресор використовує кібератаки, щоб загрозувати критичній національній інфраструктурі: фінансовим установам, трубопроводам, атомним електростанціям, електромережам і комунікаційним маршрутизаторам. Так, за кілька годин до запуску ракет або руху танків 24 лютого Центр розвідки загроз Microsoft (MSTIC) виявив новий виток наступальних та руйнівних кібератак включно з виявленням нового пакета шкідливого програмного забезпечення (FoxBlade), спрямованих проти цифрової інфраструктури України. Відбулися напади на цілі, включаючи українські військові установи, ОПК та декілька інших українських державних установ. Протягом трьох годин після цього були написані та додані в службу захисту від шкідливих програм Defender, що допомагає захиститися від цієї нової загрози.

Саме тут і важливо посилити кіберспроможність для військового використання до та під час конфлікту: кібер-зброя, яка в рамках військової кампанії може порушити енергопостачання, транспорт і логістику супротивника, або звичайну (або навіть ядерну) системи зброї. Але потрібно розглянути все це з належним розумінням технологій, що швидко наближаються: «Інтернет речей», штучний інтелект і квантові обчислення. Зокрема, за даними звіту НАТО військові технології 2020-2040 наразі відбувається «гонка кібероперацій», які забезпечують штучний інтелект та квантові обчислення: код, який може навчитися пристосовуватися до захисних заходів і може справлятися зі складністю, що виходить за межі теперішнього уявлення. Поєднання кібернетичного та штучного інтелекту може змінити давно встановлені норми стримування, оскільки держави потенційно не можуть довіряти цілісності як інформації про індикації та попередження, так і своїх командних ланцюжків. Це була б крайня версія того, що ми вже бачимо сьогодні: що кібероперації допомогли підірвати довіру до онлайн-економіки та національно-демократичних процесів.

Розділ 3. Інструменти для цифрових та інноваційних трансформацій в промисловості України

Всі ці можливості залежать від технологічної готовності країни до впровадження цих інновацій на своїй промисловій базі. Ті, підприємства, що не встигають оцифровувати свої виробничі процеси втрачають конкурентоспроможність та опиняються на узбіччі економічних потоків

створення доданої вартості. Неготовність та небажання відповідальних осіб приймати вірні управлінські рішення може призвести до зникнення цілих держав у майбутньому.

Оцінка ступеню готовності української промисловості до викликів Індустрії 4.0 показала, що, незважаючи на складні умови, в яких опинилася вітчизняна промисловість в Україні є передумови розвитку Індустрії 4.0, що підтверджує останній Звіт глобального інноваційного індексу, де Україна посідає 45 місце серед 131 країн світу у 2020 р., покращивши показник 2019 року на дві позиції. Поруч з Україною у глобальному рейтингу В'єтнам (42 місце), Греція (43), Таїланд (44), Румунія – 46, РФ – 47, Індія – 48 [22].

За наведеними даними видно, що Україна наразі відстає як за рейтингом, так і за складовими інтегрального індексу від референтних країн (найближчих сусідів і конкурентів). За структурою виробництва Україна входить до першої половини (43-тє місце), а за драйверами промислового розвитку посідає лише 67-ме місце. В цілому ми маємо 74-тє місце серед 100 оцінених країн у 2018 р. (остання група країн, що перебувають у процесі становлення).

Цифрові й технологічні трансформації як процес широкого застосування у оборонно-промисловому комплексі цифрових інформаційних технологій та нових матеріалів перш за все мають на меті розповсюдження нових способів ведення військових дій та нових видів зброї. Водночас, ці ж саме алгоритми можуть бути застосовані і для протидії військовим загрозам. Звичайно, найбільш комплексно їх захисна дія проявиться на етапі підготовки й стратегічного планування протидії таким загрозам. Але навіть в умовах повноцінної військової експансії роль технологій Індустрії 4.0 є надзвичайно великою, що доведено сьогодні світовим досвідом ДіР у сфері військових технологій (штучний інтелект, робототехніка, дрони, цифрові близнюки, нанотехнології, сенсорні технології, фотоніка, розумні матеріали, аморфні метали тощо), потенціал яких подано в табл. 1.

Наразі в Україні державні програми не охоплюють більшість з цих напрямів, відсутнє й цілеспрямоване фінансування з боку Міноборони України та ДСНС фундаментальних та прикладних досліджень в цих сферах. Все це потребує удосконалення механізмів управління та системної координації між ключовими стейкхолдерами: державними інституціями, науковими закладами та бізнесом., що передбачає:

- стимулювання промислового виробництва за рахунок різноманітних форм підтримки (інформаційної, інституційної, фінансової – пільгового кредитування малого та середнього бізнесу, проєктів недержавних бізнесових альянсів, які спрямовані на розвиток високотехнологічних видів діяльності, у тому числі імпортозаміщення);

- створення банку та фондів розвитку, чого не вдавалося протягом фактично всієї незалежності країни. Як демонструє іноземний досвід, без

таких інститутів ефективно реалізувати програми відновлення та реструктуризації економіки та промисловості практично неможливо. Як один з інструментів, які не були задіяні доцільно активізувати залучення заощаджень населення як фінансових інструментів всередині країни;

- вдосконалення системи державного замовлення та закупівель шляхом формування стратегічного планування закупівель, зокрема для оборонних потреб, що сприятиме забезпеченню стійких темпів росту промислового виробництва та в перспективі сприятиме позитивним структурним трансформаціям, пов'язаним з збільшенням частки продукції переробних галузей і частки високотехнологічної та наукової продукції та послуг у ВВП;

- скорочення контрольних та регулюючих функцій держави, лібералізація інвестицій з урахуванням інформаційної та економічної безпеки держави. В першу чергу, мають бути переглянуті численні законодавчі та нормативно-правові акти щодо стимулювання іноземних інвестицій, створення системи державних гарантій для іноземних інвесторів;

- підтримка економічної стійкості регіонів шляхом надання грантів для розвитку малого та середнього бізнесу й відновлення роботи промислового комплексу (в першу чергу харчової промисловості, стимулювання розвитку невеликих фермерських господарств тощо);

- актуалізація, консолідація та узгодження відповідно європейської практики діючих державних та галузевих стратегічних документів відповідно до воєнної ситуації, зокрема Національна економічна стратегія 2030, доповнені необхідними планами та стратегіями повоєнного відновлення. До війни мало яка із прийнятих стратегій в Україні була реалізована відповідно до заявлених планів, тож важливо інституційно здолати цей недолік і, мінімізуючи внутрішні процедури, переходити до реалізації ухвалених заходів;

- сприяти розвитку кооперації з провідними європейськими компаніями в реалізації інвестиційних проектів (будівництво нових заводів) з виробництва високотехнологічної військової техніки, сільгосптехніки, транспортних засобів тощо, а також стимулювати укладання договорів концесій та створення спільних підприємств із європейськими транспортними компаніями для відновлення логістичного забезпечення українських підприємств;

- стимулювати експортну діяльність, а саме домовленість над зняттям торговельних обмежень між ЄС та Україною, а також розширення можливостей для експорту до Польщі та інших країн ЄС залізничним та автотранспортом;

- залучення національних виробників у глобальні ланцюги доданої вартості, зокрема до європейських стратегічних ланцюгів доданої вартості, та стимулювання іноземного інвестування на території України в повоєнний період шляхом заохочення до релокації на територію

України потужностей іноземних компаній, що припинили свою діяльність на території РФ, зокрема в галузі автомобілебудування, електроніки, харчової промисловості тощо.

Ключовою сферою впливу є розвиток кластерів та інноваційної інфраструктури (технопарки, наукові центри, бізнес-інкубатори, науково-технічні підприємства) та їх співпраця з міжнародними компаніями. Гарним прикладом є співпраця турецької компанії Baykar Makina, виробника безпілотників Bayraktar, з «Івченко-Прогрес», однією з провідних українських компаній на закупівлю двигунів для МІУС. За договором «Івченко-Прогрес» передбачала поставку турбовентиляторного двигуна AI-322Ф для реактивного літака у листопаді 2021.

Отже, в Україні є талановиті розробники, технічні заклади освіти, що готують професійних інженерів (згадаємо зразки робототехніки, представлені Київським КПІ на міжнародних виставках), активні кластери, зареєстровані в European Cluster Collaboration Platform, що дає надію на плідну співпрацю з європейськими розробниками в частині створення спільних підприємств з виробництва новітніх технологій для захисту населення будь-якої країни. Ми вважаємо, що краще спільно виготовляти засоби захисту від нападів агресора ніж проходити складні і тривалі процедури передачі таких засобів на міжнародному рівні.

Висновки

Протидія військовим загрозам залежить від спроможності держави забезпечити безпеку населення та цілісність території, де найбільшу роль відіграє потужний промисловий комплекс. Промисловість формує базис національної безпеки, адже її робота визначає можливість виготовлення сучасних засобів оборони.

Впровадження високотехнологічних розробок спроможне покращити готовність України до військових загроз та забезпечити реалізацію довготривалої стратегії військового зміцнення шляхом: ефективного і швидкого планування військових операцій в надзвичайних ситуаціях завдяки розширеним можливостям штучного інтелекту; кращої логістичної підтримки для швидкого розгортання за допомогою передового автоматизованого планування; якісного та швидкого визначення характеристик зони надзвичайної ситуації за допомогою цифрового моделювання місцевості та комп'ютерного навчання можливостей та позицій противника; надання більшої бойової потужності військовим силам за допомогою передових протитанкових засобів; тіснішої взаємодії між службами для виправлення поетапних недоліків початкового розгортання (наприклад, електронної боротьби) шляхом розробки спільних процедур і навчальних програм; більш ефективного використання доступної інформації про командування, управління, зв'язок і розвідку та ідентифікації ворога за рахунок кращого

автоматизованого об'єднання даних та застосування програмних технологій керування мережею; покращення одночасних спільних бойових операцій за допомогою спільних систем моделювання бойових дій та навчань.

Таким чином, державна підтримка переорієнтації промисловості на нові технології в умовах зростаючих ризиків воєнної загрози вимагає формування нової парадигми розробки, проектування та моделювання військової техніки та зброї, засобів оборони на основі технологій Індустрії 4.0, а також нових механізмів її фінансування.

Список використаних джерел:

1. Горбулін В. Крим. Війна: передумови російської агресії. Апарат Ради національної безпеки і оборони України. 2016. URL: <https://www.rnbo.gov.ua/ua/Diialnist/2399.html>
2. Горбулін В. Как победить Россию в войне будущего. Видавництво «Брайт Букс». 2020. 256 с.
3. Закон України «Про оборону України» № 1932-ХІІ від 06.12.1991. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1932-12#Text>
4. Кравченко В. І. Військова економіка та військові фінанси: нові виклики першої половини ХХІ століття. Економіка та держава. № 9. 2019. С. 4–11.
5. Можливості оборонно-промислового комплексу України в системі національної безпеки». Аналітична записка. Національний інститут стратегічних досліджень. 21.04.2010. URL: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/nacionalna-bezpeka/mozhливosti-oboronno-promislovogo-kompleksu-ukraini-v-sistemi>
6. Закон України «Про державний контроль за міжнародними передачами товарів військового призначення та подвійного використання» № 549-IV від 05.04.2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/549-15#Text>
7. Державний університет телекомунікацій. Кафедра Комп'ютерної інженерії. 2020. URL: https://dut.edu.ua/ua/news-1-641-8062-scho-take-bpla-ta-yaka-riznicya-mizh-terminami-%E2%80%9Cdron%E2%80%9D-ta-%E2%80%9Cbpla%E2%80%9D-%E2%80%93-tematika-zustrichi-studentiv-specialnosti-kompyuterna-inzheneriya-z-fahivcyami-praktikami_kafedra-kompyuterno-inzhenerii
8. SpaceX just launched two of its space internet satellites. 2018. URL: <https://www.theverge.com/2018/2/15/17016208/spacex-falcon-9-launch-starlink-microsat-2a-2b-paz-watch-live>
9. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. STAR 21: Strategic Technologies for the Army of the Twenty-First Century. Washington, DC: The National Academies Press. URL: <https://doi.org/10.17226/1888>.
10. Watch: Israel created killer «robot army», can replace humans on dangerous border. Hindustan News Hub, November 18, 2021. URL: <https://hindustannewshub.com/world-news/watch-israel-created-killer-robot-army-can-replace-humans-on-dangerous-border/>
11. 10 технотрендів для армії майбутнього: чого не вистачає ЗСУ. Softline Defence. URL: <https://softline.org.ua/news/10-tekhnotrendiv-dlia-armii-maibutnoho-choho-ne-vystachaie-zsu.html>
12. Новий Ізраїльський камуфляж робить солдат невидимими. Військовий кур'єр України. URL: <https://mil.co.ua/novyj-izrayilskyj-kamufljazh-robvt-soldat-nevydymumu/>
13. Прикинутися каменем: в Ізраїлі розробили нове маскування. ГО «Український мілітарний центр». URL: <https://mil.in.ua/uk/news/prykynutysya-kamenem-v-izrayili-rozroblyly-nove-maskuvannya/>
14. Використання БПЛА в пошуково-рятувальних операціях та надзвичайних ситуаціях. Skyeton. URL: <https://skyeton.com/uk/blog-uk/vikoristannya-bpas-v-poshukovo-ryatuvalnih-operacijah-ta-nadzvichajnih-situacijah.html>
15. Комітет з прав людини інформує про платформи фіксації та розслідування злочинів російської федерації проти цивільного населення України. URL: <https://www.rada.gov.ua/news/razom/222106.html>
16. Писаренко Т.В. Аналіз світових технологічних трендів у військовій сфері : монографія [Електронний ресурс] / Т. Писаренко, Т. Кваша, Т. Гаврис та ін., за заг. редакцією

Т.В.Писаренко. Київ: УкрІНТЕІ, 2021. 110 с. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/innovatsii-transfer-tehnologiy/2021/09/30/Analiz.svit.tekhn.trend.viysk.sferi-2021.30.09.pdf>

17. Science & Technology Trends 2020-2040. Exploring the S&T Edge. TO Science & Technology Organization. URL: https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2020/4/pdf/190422-ST_Tech_Trends_Report_2020-2040.pdf

18. Malekos Zh., Lostri S., Lewis A. The Hidden Costs of Cybercrime. McAfee. America Center Drive. 2020. URL: <https://www.mcafee.com/enterprise/en-us/assets/reports/rp-hidden-costs-of-cybercrime.pdf>

19. Global Innovation Index Database, Cornell, INSEAD, and WIPO, 2020. URL: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2020.pdf

References:

1. Horbulin, V. (2016). Horbulin V. Krym. Viina: peredumovy rosiiskoi ahresii [Crimea. War: the preconditions of Russian aggression]. Aparat Rady natsionalnoi bezpeky i oborony Ukrainy. Available at: <https://www.rnbo.gov.ua/ua/Diialnist/2399.html> (in Ukrainian)

2. Horbulin, V. (2020). Kak pobedyt Rosseyu v voine budushcheho [How to defeat Russia in the war of the future]. Vydavnytstvo «Brait Buks», p. 256. (in Ukrainian)

3. Zakon Ukrainy «Pro oboronu Ukrainy» № 1932-XII vid 06.12.1991 [Law of Ukraine «On Defense of Ukraine» № 1932-XII of December 6, 1991]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1932-12#Text> (in Ukrainian)

4. Kravchenko, V. I. (2019). Kravchenko V. I. Viiskova ekonomika ta viiskovi finansy: novi vyklyky pershoi polovyny XXI stolittia [Military economics and military finance: new challenges of the first half of the XXI century]. *Ekonomika ta derzhava*, no. 9, pp. 4–11. (in Ukrainian)

5. Mozhlyvosti oboronno-promyslovoho kompleksu Ukrainy v systemi natsionalnoi bezpeky». Analitichna zapyska (2010) [Possibilities of the defense-industrial complex of Ukraine in the system of national security]. Natsionalnyi instytut stratehichnykh doslidzhen. Available at: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/nacionalna-bezpeka/mozhlyvosti-oboronno-promislovogo-kompleksu-ukraini-v-sistemi> (in Ukrainian)

6. Law of Ukraine «On State Control over International Transfers of Military and Dual-Use Goods», № 549-IV of April 5, 2022 [Zakon Ukrainy «Pro derzhavnyi kontrol za mizhnarodnymy peredachamy tovariv viiskovoho pryznachennia ta podviinoho vykorystannia» № 549-IV vid 05.04.2022.]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/549-15#Text> (in Ukrainian)

7. State University of Telecommunications. Department of Computer Engineering. (2020) [Derzhavnyi universytet telekomunikatsii. Kafedra Kompiuternoї inzhenerii. 2020]. Available at: https://dut.edu.ua/ua/news-1-641-8062-scho-take-bpla-ta-yaka-riznicya-mizh-terminami-%E2%80%9C9Cdron%E2%80%9D-ta-%E2%80%9Cbpla%E2%80%9D-%E2%80%93-tematika-zustrichi-studentiv-specialnosti-kompyuterna-inzheneriya-z-fahivcyami-praktikami_kafedra-kompyuternoї-inzhenerii (in Ukrainian)

8. SpaceX just launched two of its space internet satellites. (2018). Available at: <https://www.theverge.com/2018/2/15/17016208/spacex-falcon-9-launch-starlink-microsat-2a-2b-paz-watch-live>

9. National Research Council. (1992). STAR 21: Strategic Technologies for the Army of the Twenty-First Century. Washington, DC: The National Academies Press. DOI: <https://doi.org/10.17226/1888>

10. Watch: Israel created killer «robot army», can replace humans on dangerous border (2021). *Hindustan News Hub*. Available at: <https://hindustannewshub.com/world-news/watch-israel-created-killer-robot-army-can-replace-humans-on-dangerous-border/>

11. 10 tekhnotrendiv dlia armii maibutnoho: choho ne vystachaie ZSU. Softline Defence [10 techno-trends for the army of the future: what the Armed Forces lacks. Softline Defense]. Available at: <https://softline.org.ua/news/10-tekhnotrendiv-dlia-armii-maibutnoho-choho-ne-vystachaie-zsu.html> (in Ukrainian)

12. Novyi Izrail'skyi kamufliazh robyt soldat nevydymymy [Israel's new camouflage makes soldiers invisible]. *Viiskovyi kurier Ukrainy*. Available at: <https://mil.co.ua/novyj-izrayil'skyj-kamufliazh-robyt-soldat-nevydymymy/> (in Ukrainian)

13. Prykynutysia kamenem: v Izraili rozrobyly nove maskuvannia [Pretend to be a stone: Israel has developed a new camouflage]. *HO «Ukrainskyi military tsestr»*. Available at: <https://mil.in.ua/uk/news/prykynutysya-kamenem-v-izrayili-rozrobyly-nove-maskuvannya/> (in Ukrainian)
14. Vykorystannia BPLA v poshukovo-riatuvalnykh operatsiiakh ta nadzvychainykh sytuatsiiakh [Use of UAVs in search and rescue operations and emergencies. Skyeton]. Available at: <https://skyeton.com/uk/blog-uk/vikoristannya-bpas-v-poshukovo-ryatuvalnih-operaciyah-ta-nadzvichajnih-situaciyah.html> (in Ukrainian)
15. Komitet z prav liudyny informuie pro platformy fiksatsii ta rozsliduvannia zlochyniv rosiiskoi federatsii proty tsyvilnoho naseleння Ukrainy [The Human Rights Committee informs about the platforms for recording and investigating crimes of the Russian Federation against the civilian population of Ukraine]. Available at: <https://www.rada.gov.ua/news/razom/222106.html> (in Ukrainian)
16. Pysarenko, T.V. (2021). Analiz svitovykh tekhnolohichnykh trendiv u viyskoviy sferi: monohrafiia [Analysis of world technological trends in the military sphere: a monograph]. Kyiv: UkrINTE, p. 110. Available at: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/innovatsii-transfer-tehnologiy/2021/09/30/Analiz.svit.tekhn.trend.viysk.sferi-2021.30.09.pdf> (in Ukrainian)
17. Science & Technology Trends 2020–2040. Exploring the S&T Edge. TO Science & Technology Organization. Available at: https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2020/4/pdf/190422-ST_Tech_Trends_Report_2020-2040.pdf
18. Malekos, Zh., Lostri, S., Lewis, A. (2020). The Hidden Costs of Cybercrime. McAfee. America Center Drive. Available at: <https://www.mcafee.com/enterprise/en-us/assets/reports/rp-hidden-costs-of-cybercrime.pdf>
19. Global Innovation Index Database (2020). Cornell, INSEAD, and WIPO. Available at: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2020.pdf