Т. Кваша

СВІТОВІ НАУКОВІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ТРЕНДИ У СФЕРІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ

Міністерство освіти і науки України

ДНУ «Український інститут науково-технічної експертизи та інформації»

Тетяна Кваша

Світові наукові та технологічні тренди у сфері забезпечення національної безпеки

Київ 2019

УДК 001.18; 002.513.5; 355/359 - 356.252.5

К32

Автор:

Кваша Тетяна, зав. відділу ДНУ УкрІНТЕІ

Рекомендовано до друку вченою радою Українського інституту науково-технічної експертизи та інформації МОН України (протокол № 9 від 24.12.2019 р.)

Рецензенти:

Чмир Олена Сергіївна, доктор економічних наук, професор, зав. відділу ДНУ УкрІНТЕІ

Пархоменко Володимир Дмитрович, доктор технічних наук, професор, радник в.о. директора ДНУ УкрІНТЕІ

Щукін Борис Миколайович, кандидат економічних наук, ст. науковий співр., доцент кафедри теоретичної та прикладної економіки Інституту підготовки кадрів Державної служби зайнятості України

К32 **Кваша Т. К. Світові наукові та технологічні тренди у сфері забезпечення національної безпеки [Електронний ресурс]** / Тетяна Кваша. – К.: УкрІНТЕІ, 2019. – 107 с.

ISBN 978-966-479-109-7 (Online)

Викладено результати дослідження щодо глобальних технологічних та наукових трендів на основі досліджень світових публікацій та патентів у сфері озброєння та військової техніки, аналізу публікацій міжнародних аналітичних, консалтингових агентств, державних органів влади зарубіжних країн.

Розраховано на представників органів державної влади, експертів, наукових працівників, інженерних кадрів, викладачів вищих навчальних закладів.

УДК 001.18; 002.513.5; 355/359 - 356.252.5

ISBN 978-966-479-109-7 (Online)

© Кваша Т., 2019

© ДНУ УкрІНТЕІ, 2019

© МОН України, 2019

ЗМІСТ

ВСТУП 4
Загальний огляд військово-технологічної та наукової сфери у світі 6
Технології безпілотних систем 13
Інформаційно-комунікаційні технології 19
Системи оперативного бойового управління, зв'язку, комп'ютерів, розвідки (C4ISR) 33
Автономні системи озброєння 36
Аерокосмічна система 41
Системи зброї, озброєння і боєприпаси 46
Біотехнологічна зброя 53
ВИСНОВКИ 62
Додаток А Бюджетні витрати США на наукову та інноваційну діяльність у сфері оборони, озброєння та виробництва військової техніки 63
Додаток Б Пріоритети досліджень із підвищення військової спроможності країн – членів ЄС 78
Додаток В Велика Британія 86
Додаток Г Ізраїль 92
Список посилань 94

ВСТУП

Технологія є фундаментальним чинником соціальних змін, пропонуючи нові можливості для виробництва, зберігання і поширення знань. Особливо це стосується військової сфери. Нові військові технології часто знаходять застосування в економічній цивільній діяльності, спричиняючи появу низки новаторських розробок. У свою чергу, результати громадських досліджень і розробок часто знаходять військове застосування, що в деяких випадках призводить до суттєвих змін у веденні та результатах війни.

Очікується, що сучасні інновації щодо штучного інтелекту, робототехніки, автономних систем, Інтернету речей, 3D-друку, нанотехнологій, біотехнології, матеріалознавства та квантових обчислень принесуть соціальні трансформації безпрецедентного масштабу. Всесвітній економічний форуму визнав їх такими, що формують не менше, ніж фундамент «четвертої промислової революції».

Ці технології сприяють глобальному прогресу в таких сферах, як сільське господарство, промисловість, транспорт, освіта, охорона здоров'я та клімат. Водночас вони можуть бути використані і у військових цілях. Але як ці технології можуть використовуватися і трансформовуватися у військовій сфері та сфері безпеки ще не повністю зрозуміло і потребує подальшого вивчення. Можливості, які вони могли б забезпечити, можуть прямо або побічно впливати на передумови миру, характер конфліктів і те, як люди і держави сприймають і управляють безпекою та ризиками [1].

Посилене геополітичне напруження на Близькому Сході та у Північній Кореї створює високий попит на військову техніку, яка, як очікується, стане одним із ключових факторів зростання оборонного сектору в найближчому майбутньому.

Хоча традиційні загрози (наземні, морські та повітряні) продовжують існувати і виникати, технологічні досягнення та оцифрування призвели до появи загроз, пов'язаних з кіберпростором. Щоб бути готовими до майбутнього, військові стратегії в усьому світі прагнуть розробити нові цифрові засоби та технології для управління традиційними та цифровими загрозами. Це призвело до більшої уваги до нових досліджень з проблем кібербезпеки, штучного інтелекту, які, як очікується, відіграватимуть важливу роль у найближчому майбутньом [2].

Військові відомства передових країн особливу увагу уділяють аналізу численних “слабких сигналів“, що регулярно виникають на перетині технологічних секторів і галузей наукового знання, і здійснюють довгострокове науково-технологічне прогнозування військових технологій.

Рішенням Ради національної безпеки і оборони України від 20 травня 2016 року "Про Стратегічний оборонний бюлетень України" розвиток системи оборонного планування визначено однією з цілей оборонної реформи. Вихідними даними цього планування означені [3], зокрема висновки за результатами аналізу досягнень воєнної науки та новітніх технологій військового призначення. Тому аналіз світових перспективних напрямів технологічного розвитку озброєння і військової техніки (ОВТ) є вкрай актуальною задачею для забезпечення комплексного перспективного планування розвитку військової техніки, досконалої

організації необхідних наукових досліджень, а також для стратегічного планування розвитку національних збройних сил і забезпечення національної безпеки держави.

Аналіз нових технологій військового та подвійного призначення і потенційних ризиків від їх використання регулярно здійснюється міжнародними інституціями, наприклад, Стокгольмським інститутом проблем миру (SIPRI), управлінням з питань роззброєння ООН, Коаліцією з контролю над озброєнням, німецькою фірмою Statista, урядами окремих країн тощо.

Водночас аналіз технологічного розвитку сфери ОВТ у науковій літературі представлено дуже обмежено. Так, в окремих статтях [напр., 4] надано короткий опис технологій захисту куполів високошвидкісних керованих ракет; елементів п'єзоелектричного управління керованих твердих боєприпасів тощо. У роботах [5, 6, 7, 8] здійснено емпіричний аналіз потоку знань, що містяться у патентах на винаходи з військової тематики, та визначено рівень поширення цих знань на інші запатентовані технології; надано структуру дворівневого мережевого аналізу для кількісного оцінювання впливу технології безпілотника на різні галузі; здійснено аналіз технологій командного управління на основі патентних баз Корейської інформаційної системи з прав інтелектуальної власності та Корейського офісу інтелектуальної власності; вивчено тенденції та значення японських технологій оборонної промисловості з 1971 по 2008 рік [9]. У роботі [10] подається опис визначення пріоритетів щодо здоров’я та фізичної працездатності військовослужбовців.

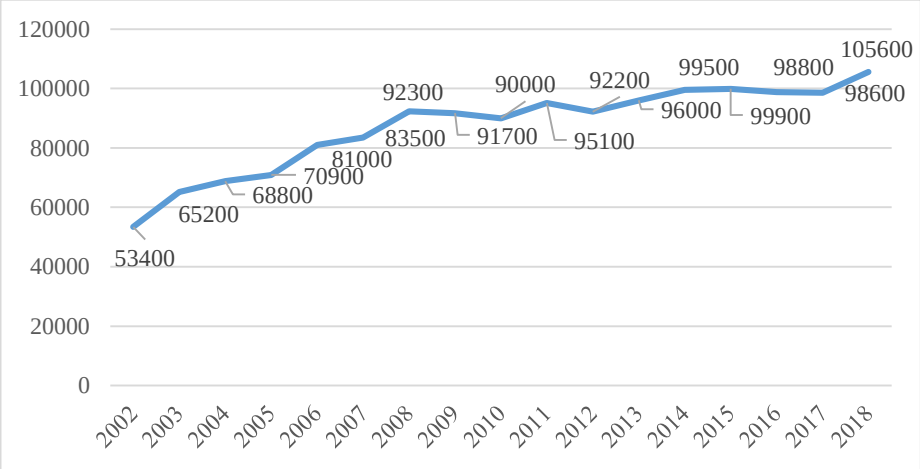
Серед українських науковців питання застосування патентного аналізу для сфери ОВТ розглядались у роботах Г. Андрощука [11], Т. Кваші [12], В. Коваля, О. Коршеця, С. Котляра, О. Кузнєцової [13], Є. Толубко [14], М. Струцинського із соавторами [15], М. Левченко [16] та ін. [17, 18, 19], які аналізували проблемні питання трансферу технологій в оборонно-промисловому комплексі України; особливості світового ринку ОВТ; місце України в глобальному експорті зброї; методи науково-технічного прогнозу розвитку ОВТ на основі аналізу патентів та науково-технічної інформації; здійснювали прогнозування розвитку захисних пристроїв динамічного типу ОВТ, зокрема броньованої техніки та дронів; технології екзоскелетів, результати рішення актуальної технічної задачі теорії і практики зенітних ракетних військ щодо можливості впровадження та бойового застосування сучасних ПЕОМ у складі цифрових обчислювальних комплексів спеціального призначення, перспектив розвитку зенітно-ракетних комплексів тощо.

Однак, комплексний огляд передових напрямів світового технологічного розвитку сфери ОВТ не здійснювався.

Мета – визначити найбільш перспективні світові напрями розвитку технологій для сфери озброєння і військової техніки. Для досягнення цієї мети здійснено огляд напрямів наукових досліджень і технологічних трендів для оборонної сфери, виробництва військового обладнання і техніки за напрямами: інформаційно-комунікаційні технології, аерокосмічна сфера, системи оперативного бойового управління, зв’язку, комп’ютерів, розвідки, біотехнологічна зброя. Також наведено напрями військових наукових досліджень у США, Великій Британії, Ізраїлі, ЄС.

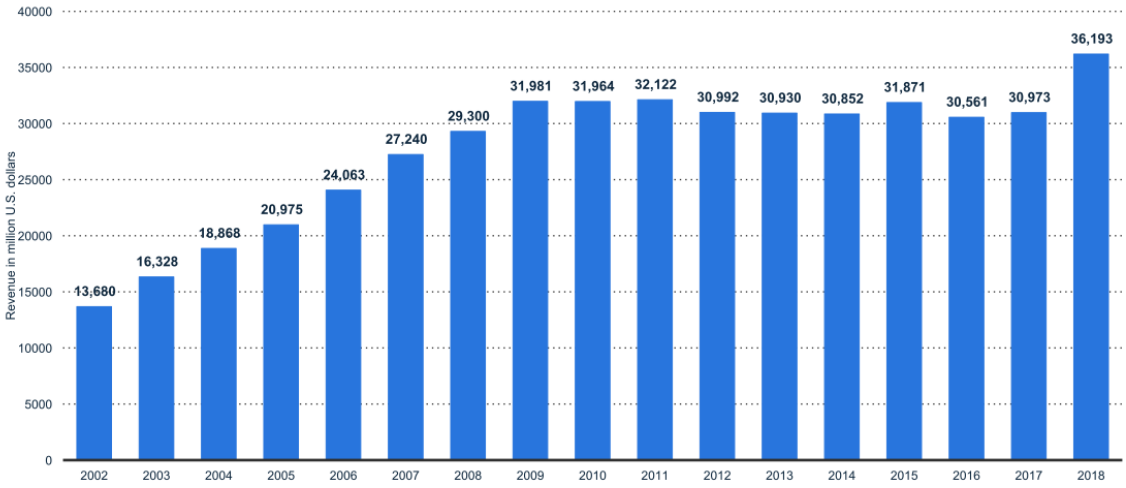
Загальний огляд військово-технологічної та наукової сфери у світі

Останніми роками кількість зайнятих у військово-технологічній сфері і доходи від впровадження і реалізації оборонних і військових технологій у світі зростають (рис. 1, 2) і досягли у 2018 р. 105,6 тис. осіб та $36,2 млрд відповідно.



Джерело: General Dynamics 2018 Annual Report on Form 10-K, page 28. - Statista, 2019

Рис. 1 Динаміка кількості зайнятих у сфері розроблення військових технологій у світі у 2002-2018 рр., осіб

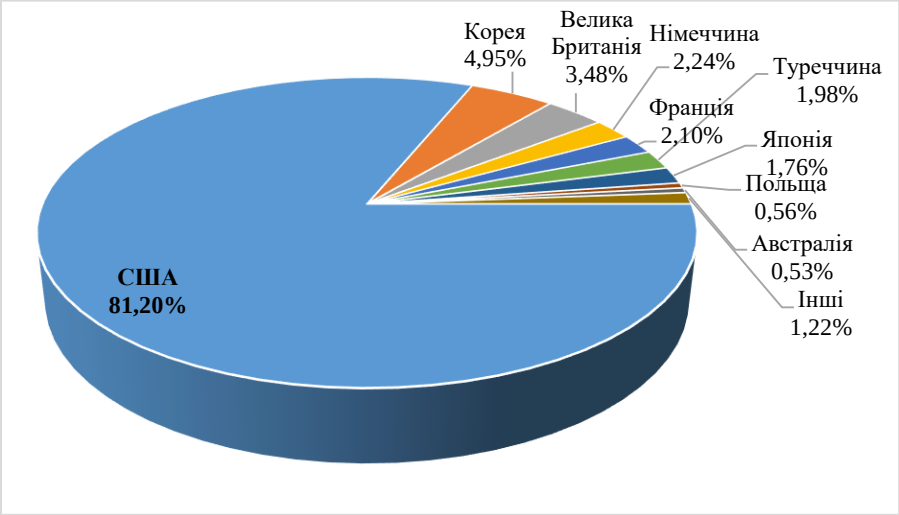


Джерело: DEFENSE SPENDING AND ARMS TRADE. - Statista, 2019. – 74 pp.

Рис. 2 Доходи від реалізації оборонних і військових технологій у світі у 2002 - 2018 рр. (млн $)

На військові та оборонні наукові дослідження та інновації найбільші обсяги державних коштів витрачають США. Протягом більше 70 років науково-дослідні роботи, пов'язані з оборонною промисловістю, забезпечили США прориви в обчислювальній техніці, зв'язку, мережах, супутниках, літаках-винищувачах та бомбардувальниках, авіаносцях, підводних човнах, тактичних та стратегічних ракетах, ядерній зброї, безпілотних літальних апаратах, сучасних матеріалах, автономній та іншій зброї та технологіях.

У 2016 році США витратили $78,1 млрд науково-технічні розробки в галузі оборони, що у 5,8 разів більше, ніж інші країни ОЕСР разом. Оборонні науково-технічні розробки серед країн ОЕСР проводяться в основому незначною їх кількістю: у 2017 р. США витратили понад 81,2% загального фінансування таких НДДКР, на інші вісім країн припадає ще 17,58% витрат (рис. 3). У цілому основними інвесторами є США та країни ЄС, тому тематику їхніх досліджень розглянуто окремо (Додатки А та Б).



Джерело: Розраховано на основі: Government budget allocations for R&D. - https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=GBARD_NABS2007

Рис. 3 Розподіл витрат на оборонні і військові R&D у світі у 2017 р., %

За даними БД Statista (Німеччина), провідними світовими компаніями, що виробляють військову техніку та озброєння, є компанії зі США, Індії, Японії, Італії (табл. 1), всі вони витрачають левову частку доходів на наукові та інноваційні роботи.

Таблиця 1

Топ-8 світових компаній – виробників озброєння та військової техніки

Ранг	Назва компанії	Країна	Сфера діяльності	Вебсайт	Зайнятість, осіб	Доходи, млн $ (2016 р.)	Витрати на інновації та наукові дослідження, млн $ (2017 р.)
1	**United Technologies Corp (UTC)**	США	Аерокосмічна, оборонна та будівельна галузі	http://www.utc.com/Pages/Home.aspx	202,000	57244	4000
2	**Lockheed Martin Corp**	США	Аеронавтика, управління ракетами та вогнем (електрооптичні та інтелектуальні системи бєприпасів, високопродуктивні системи протиракетної, протиназемної оборони), ротаційні та місіонерські системи (військові та цівільні гвинтокрили, військово-морські та радіолокаційні системи, логістика, інтеграція та	http://www.lockheedmartin.com/us.html	97,000	47248	1300

			навчання світового класу), балістичні ракети, космічна і супутникова програма (зв'язок та безпека, дослідження людиною та роботом далекого космосу, стратегічне стримування)				
3	**Tata Motors ltd**	Індія	Виробництво автомобілів - військові транспортні засоби, сучасні бойові платформи (Tracked & Wheeled), броньовані амфібії, легкий бронетранспортер (LAMV). Аерокосмічне та оборонне обладнання, новітні матеріали	http://www.tatamotors.com/	79,558	45000	4000
4	**Mitsubishi Heavy Industries ltd**	Японія	Підводний човен «Soryu-class», судна, 70- 90-місцеві літаки наступного покоління, сучасні аеродинамічні та нові двигуни	http://www.mhi-global.com/index.html	83,982	33700	1400
5	**General Dynamics Corp**	США	Літаки, колісні бойові машини, командно-контрольні системи і ядерні підводні човни, допоміжні та логістичні судна, IT та C4ISR; суднобудування і судноремонт	http://www.generaldynamics.com/	98,800	31353	418
6	**Raytheon Co**	США	Аерокосмічна та оборонна промисловість: авіаційна і протиракетна оборона, великі радари наземних і морських баз і системи управління командування, контроль, зв'язок, комп'ютери, кібер-розвідка, спостереження і розвідка, сенсори, сонари, торпеди та електронні системи для суден	http://www.raytheon.com/	63,000	24069	755
7	**Textron Inc**	США	Аерокосмічна і оборонна галузі, спеціалізовані транспортні засоби, турбини і газові системи, зокрема титротрон V-22, малий безпілотний літак Aerosonde та Wildcat XX і літаки Cessna і Beechcraft	http://www.textron.com/	36,000	13710	634
8	**Leonardo SpA**	Італія	Аерокосмічна промисловість, оборона та безпека: гелікоптери, аеронавтика, безпілотні системи, електроніка для оборони та безпеки, системи оборони, супутникові системи та служби	http://www.finmeccanica.com/en/home	45,631	13282	1373

Джерело: Statista, 2019.

За даними SIPRI, ранжування світових компаній з виробництва військового обладнання і техніки виглядає дещо по-іншому (табл. 2), але компанія Lockheed Martin Corp. є в обох списках на перших місцях.

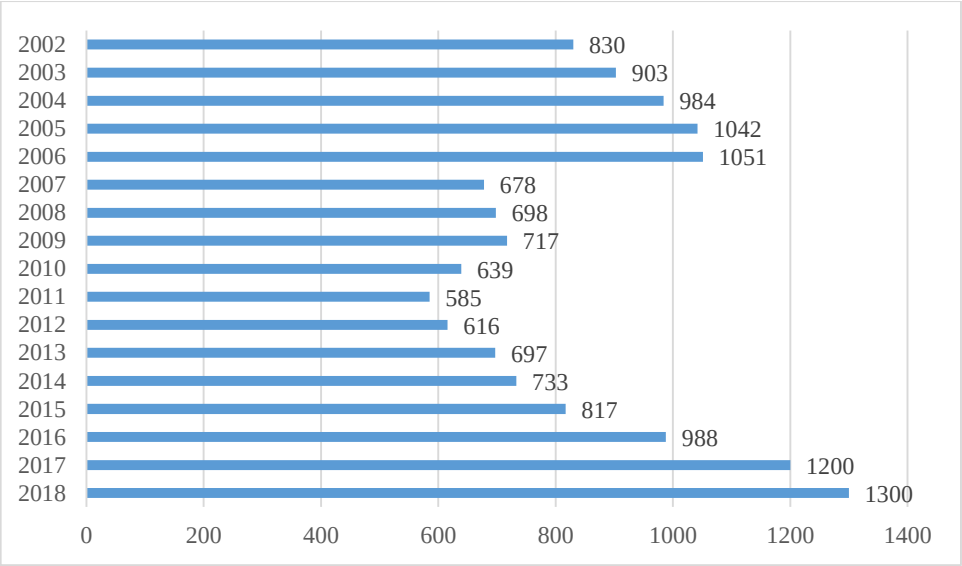
Таблиця 2

Топ-20 світових компаній – виробників озброєння та військової техніки

Ранг (2017)	Компанія	Країна	Обсяги продажів військового спорядження у 2017 р. (поточні ціни, млн $)	Обсяги продажів військового спорядження у 2016 р. (поточні ціни, млн $)	Частка військового спорядження у загальному обсязі продажів компанії, %	Продаж військового спорядження у 2016 р. у порівняних цінах 2017 р., млн $
1	Lockheed Martin Corp.	США	44920	40630	88	41486
2	Boeing	США	26930	29510	29	30132
3	Raytheon	США	23870	22910	94	23393
4	BAE Systems	Велика Британія	22940	22790	98	22208
5	Northrop Grumman Corp.	США	22370	21400	87	21851
6	General Dynamics Corp.	США	19460	19230	63	19635
7	Airbus Group	Транс-Європейська	11290	12520	15	12928
8	Thales	Франція	9000	8170	51	8420
9	Leonardo	Італія	8860	8500	68	8781
10	Almaz-Antey	Росія	8570	6110	94	7320
11	United Technologies Corp.	США	7780	6870	13	7015
12	L-3 Communications	США	7750	7630	79	7791
13	Huntington Ingalls Industries	США	6470	6720	87	6862
14	United Aircraft Corp.	Росія	6440	5160	83	6182
15	United Shipbuilding Corp.	Росія	4980	4060	89	4864
16	Honeywell International	США	4460	3480	11	3553
17	Rolls-Royce	Велика Британія	4420	4450	23	4336
18	Leidos	США	4380	4300	43	4391
19	Naval Group	Франція	4130	3480	99	3586
20	Textron	США	4100	4760	29	4860

Джерело: SIPRI Arms Industry Database. - https://www.sipri.org/databases/armsindustry

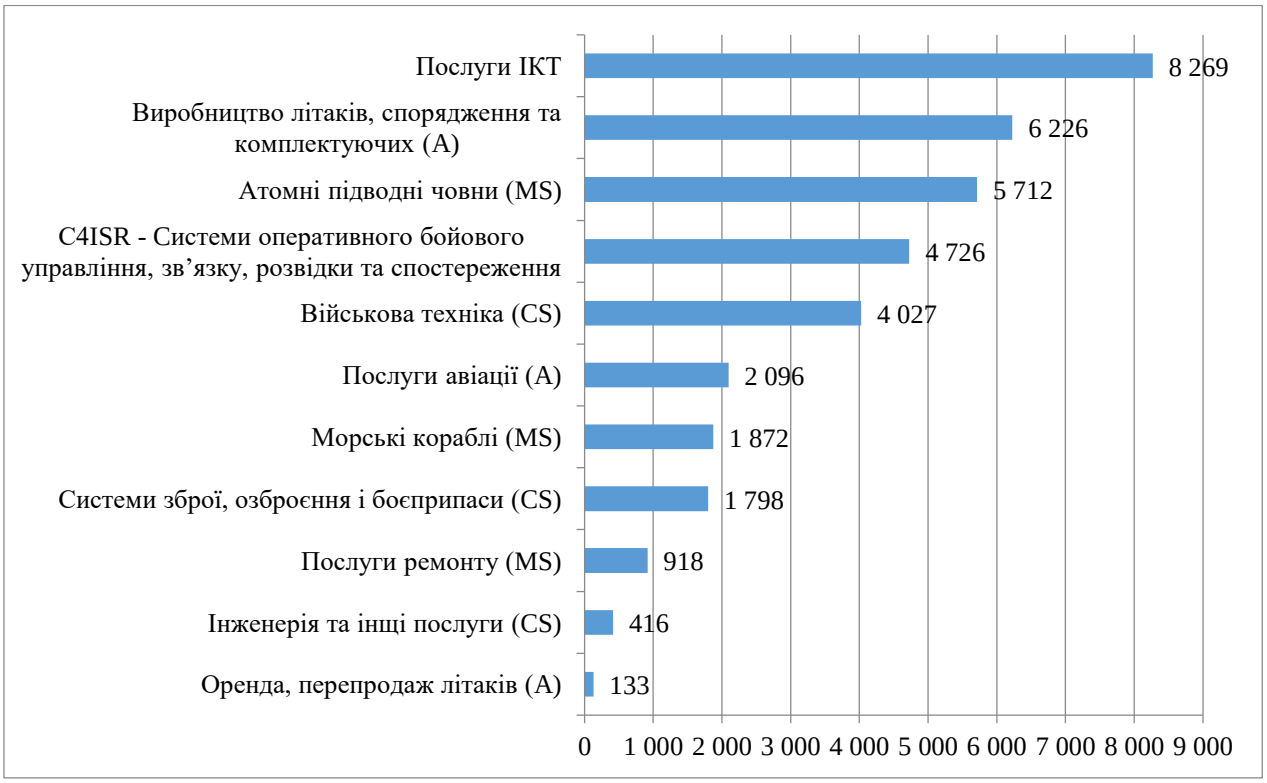
Витрати на наукові військові дослідження у 2018 р однієї з провідних компаній у сфері світового виробництва озброєння Lockheed Martin досягли $1,3 млрд (рис. 4).



Джерело: Expenditure on research and development of Lockheed Martin 2002 -2018. - Statista, 2019.

Рис. 4 Обсяги коштів, що виділялися у 2002-2018 рр. на військові науково-технологічні дослідження компанії Lockheed Martin, млн $

Статистика також показує важливість військової техніки та послуг для економіки: топ-галузями світового ринку товарів і послуг у 2018 році були ІКТ, аерокосмічна та оборонна промисловості. Так, у 2018 році загальний дохід від військової техніки та озброєння і боєприпасів склав більше $5,81 млрд (рис. 5).



Джерело: General Dynamics 2018. Annual Report on Form 10-K, page 73. - Statista, 2019.

Рис. 5 Доходи від реалізації найбільш успішних товарів і послуг у 2018 р., млн $

Але і сфера ІКТ, і авіація мають у своєму складі оборонні та військові підрозділи, що розробляють і застосовують технології військового призначення.

Одними із напрямів важливих світових технологічних тенденцій є штучний інтелект (AI) з Інтернетом речей (IoT), блокчейном та машинним навчанням, робототехніка, 3D друк, нові методи зберігання і використання енергії та 5G. Загалом, ринок ключових цифрових технологій до 2025 року *сягне 2,2 трлн євро.* Ці технології матимуть найсуттєвіший вплив на майбутнє Європи і світу.

Ці технології *змінюють методи ведення війни (*від «класичних» кінетичних війн до політичної агітації, дезінформації та інфільтрації), тоталітарного контролю і дезінформації.

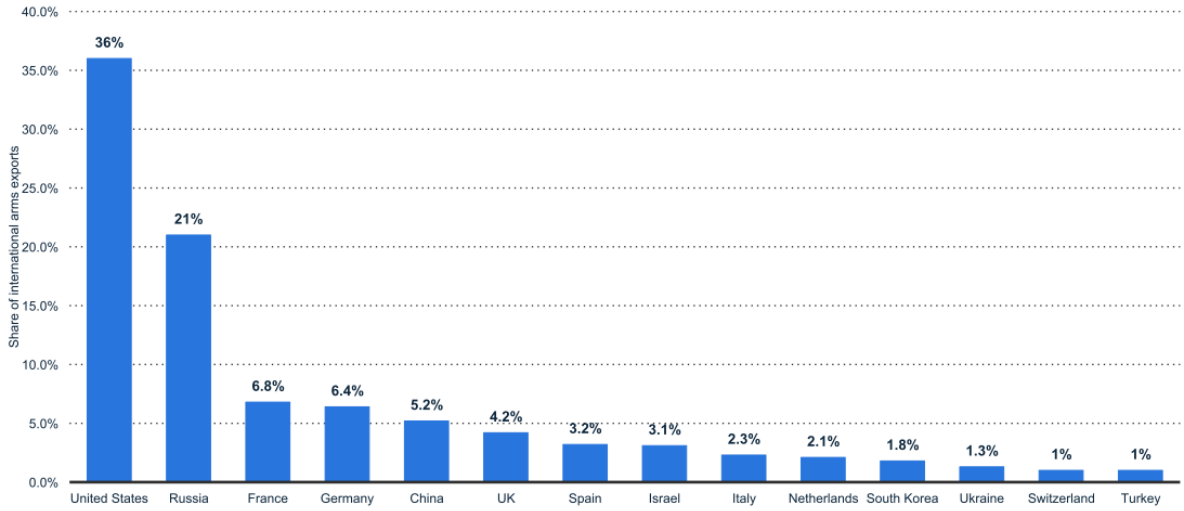
Безпека сьогодні менше турбується наявністю (кількістю) ядерних боєголовок, аніж розумінням проблем, пов'язаних з майбутніми технологічними розробками:

- мережі 5G, які тепер впроваджуються в багатьох країнах, кардинально змінять кібер-потенціал і повсякденну практику управління господарством. Але як запобігти їхньому використанню для кібер-війн?
- біотехнологія пропонує потенціал для поліпшення життя людей – від боротьби з генетичними захворюваннями до пом'якшення наслідків зміни клімату. Але як гарантувати, що доступ до біотехнології не дасть можливість терористам, злочинцям або державам озброювати біологічні агенти?
- штучний інтелект призначений для керування безпілотними літальними апаратами. Але як зупинити автономне озброєння на основі цієї технології для нападу на цілі без участі людини? Важкі безпілотні літальні апарати з експлуатаційними діапазонами тисяч кілометрів, такі як американський дрон "Хижак", вже є в арсеналах 30 країн [20]. Китай стає провідним їх експортером;
- нові перспективи подорожей на далекі відстані незабаром будуть доступні внаслідок впровадження гіперзвукових носіїв, що різко скорочують час подорожі [21]. Але гіперзвукові ракети із безпрецедентним поєднанням швидкості і маневреності практично можуть обійти будь-яку ракетну оборону і радикально скоротити час попередження і цілеспрямованої відповіді [22]. Розгортання функціональних гіперзвукових систем вже ведеться, і Росія є лідером у цій гонці.

Що стосується таких озброєнь, а також, наприклад, смертельної автономної зброї або кіберзброї, швидкий технологічний прогрес ускладнює визначення характеристик і можливостей, які будуть вирішальними у військовому відношенні.

Швидко змінюваний технологічний ландшафт змінює саме визначення бойових дій. Робота CSIS [23] у цій сфері вивчає кібер-війну, кібертероризм, оборонні та військові технології та багато іншого.

Основними експортерами або країнами, що здійснювали трансфер військових технологій, у світі впродовж 2014-2018 рр. є США (36%) та Росія (21%). Україна на цьому ринку займає 12-у позицію із 1,3% часткою (рис. 6).



Джерело: DEFENSE SPENDING AND ARMS TRADE. – Statista, 2019. – 74 p.

Рис. 6 Розподіл ринку між основними експортерами більшості військового озброєння у світі впродовж 2014-2018 рр., %

Технології безпілотних систем

(безпілотні літальні апарати, безпілотні водні транспортні засоби, безпілотні роботи)

Безпілотні літальні апарати (БПЛА). Безпілотники розпочали свій розвиток як безпечніші, дешевші та часто більш спроможні альтернативи пілотованих військових літаків. Сучасна технологія безпілотних літаків вже перевершила пілотований літак щодо витривалості, діапазону, безпеки та економічної ефективності – але дослідження та розробки продовжуються. Наступне покоління БПЛА буде ще більше розширювати розрив між пілотованим і безпілотним літаком із впровадженням нових технологічних можливостей: стелс[a], сенсорів, вантажопідйомності або корисного навантаження, діапазону, автономних та комунікаційних можливостей.

Типи військових безпілотних літальних апаратів:

- *військові безпілотники-гвинтокрили*. Безпілотний автономний гвинтокрил для перевезення військових вантажів зараз знаходиться на етапі дороблення, польові випробування почнуться до кінця поточного року [24].

До новинок належить дрон, оснащений датчиками хімічного зараження. Безпілотники запускаються і летять перед солдатами і надають інформацію щодо ризиків для життя і здоров'я військовослужбовців. Так, в армии США цю технологію называють C-SIRP, що означає "інтеграція хімічних, біологічних, радіологічних і радіаційних датчиків на роботизированій платформі". Під звичайними квадрокоптерами кріпиться прибор розміром з консервн банку, який використовує лідар-технологію (LIDAR, технологія отримання та оброблення інформації про віддалені об'єкти за допомогою активних оптичних систем, що використовують явища поглинання світла в оптично прозорих середовищах);

- *курсучі (баражуючі) безпілотники (одноразові військові безпілотники).* Такі безпілотники використовують у військових цілях для, наприклад, пошуку цілі, а після її виявлення – здійснення атаки і самопідриву з метою знищення цілі. Серед баражуючих БПЛА зустрічаються такі, які в разі невиявлення цілі можуть безпечно приземлитися і бути використані у подальшому. Курсуючі боєприпаси використовуються там, де підтримка з повітря авіації небезпечна, а керовані ракети, такі як Javelin, занадто дорогі для цілі.

Одна з відносно нових ідей – запуск ракет, які несуть на борту кілька невеликих баражуючих БПЛА. Дістався до місця застосування, ракета викидає в повітря безпілотники, після чого кожен з них пікірує на намічену і узгоджену ціль. Курсуючі боєприпаси станом на 2018 рік є на озброєнні військових Ізраїлю, Великої Британії, США, Китаю, Південної Кореї, Польщі, Ірану, Азербайджану, Німеччини, Казахстану, Індії, Туреччини, Узбекистану і, ймовірно, ряду інших країн;

---

[a] Стелс – комплекс способів зниження помітності бойових машин в радіолокаційному, інфрачервоному та інших спектрах виявлення за допомогою спеціально розроблених геометричних форм і використання радіопоглинаючих матеріалів і покриттів.

- *ударний безпілотник-камікадзе*, призначений для ураження віддалених наземних цілей шляхом самопідриву;

- *інтегрований комплекс, який об'єднує одноразові БПЛА-камікадзе і традиційні розвідувальні літальні апарати* (RQ-20A Puma, AeroVironment). Останні передають дані з координатами цілі, що дозволяє наводити курсуючі боєприпаси на ціль, не наближаючись до супротивника. Нова технологія дозволяє створювати ешелоновану оборону і одночасно координувати атаку кількох "дронів-камікадзе";

- перспективний напрямок в галузі використання БПЛА – це їх *об'єднання в групи або в рій*. Принцип організації рою – кожен дрон управляється власною автоматикою, а поведінкою рою може управляти програма з елементами ШІ або один (кілька) операторів [25].

Розвивається і технологія сенсорів для дронів, яка в даний час розробляється. Сенсор може відображати до 2,7 мільйонів квадратних миль в одному польоті – в зоні огляду може поміститися територія 48 сусідніх штатів США.

Крім ринку дронів розвивається також і ринок анти-дронів, серед яких ринок лазерних анти-дронів зростатиме найвищими темпами протягом наступних 10 років. Військова і оборонна вертикалі матимуть найбільшу частку ринку анти-дронів у прогнозний період, насамперед для контролювання кордонів, контрабанди та шпигунства. Сьогодні країни також надають важливе значення зміцненню заходів боротьби з дропами для моніторингу терористичної діяльності, що сприятиме підвищенню попиту на відповідні системи в найближчому майбутньому.

Дослідження щодо боротьби з дронами були здійснені на основі технологій лазерних, кінетичних і електронних систем. На основі вертикалі ринок боротьби з дронами був сегментований за військовим та оборонним, комерційним напрямами та напрямом внутрішньої безпеки. Лазерні системи в основному знаходять своє застосування у військовій та оборонній сферах завдяки великій швидкості, значній гнучкості, високій точності та низькій вартості за постріл.

Основними гравцями на ринку боротьби з безпілотними станціями є група Thales (США), системи спостереження Blighter Ltd. (Велика Британія), Lockheed Martin Corp. (США), Saab AB (Швеція), Raytheon Co. (США), Dedrone (США), Група з безпеки та контррозвідки (SCG) LCC (Швейцарія), DroneShield Ltd. (Австралія), Liteye Systems, Inc. (США), Theiss UAV Solutions, LLC (США), BSS Holland BV (Нідерланди) та Prime Consulting & Technologies (Данія).

Ринкові можливості. Прогнозується, що *до 2020 року ринок безпілотних літаків досягне $100 млрд* завдяки зростаючому попиту як з боку цивільного, так і оборонного та військового секторів. Оборонний сектор залишатиметься найбільшим споживачем у найближчому майбутньому – до 2020 року його ринок становитиме $70 млрд [26, 27], а до 2025 р. – більш ніж $200 млрд (за прогнозами AeroNet).

Прогноз ринку БЛА військового призначення фірмою Orbis Research у 2018 році на 2027 рік становить $15,2 млрд, а фірмою ASD – $13,7 млрд. При цьому за першим з цих двох прогнозів, ринкова частка ударних БЛА становитиме 40,8%, висотних з великою тривалістю польоту – 25,1%, середньовисотних з великою тривалістю – 17,4% [28].

Очікується, що глобальний ринок інтелектуального рою спостерігатиме більш значне зростання протягом періоду 2018-2028 рр. Зростаюча кількість дронів для оборони, необхідність підвищення ефективності є одними з ключових драйверів для зростання глобального ринку інтелектуального рою. Передбачається використання роїв в автономних транспортних засобах, для проведення розвідки, для доставки посилок через безпілотні літальні апарати.

Глобальний ринок інтелектуального рою класифікується за трьома платформами: рой роботів, рой дронів і людський рой. Ринок інтелектуальних дронів (Dron swarm) матиме найвищий темп зростання протягом 2018-2028 рр. завдяки великому попиту з боку комерційних та військових користувачів.

Згідно з аналізом BIS Research, глобальний ринок інтелектуального рою генеруватиме $10,5 млн. Північна Америка домінувала на світовому ринку інтелектуального рою у 2017 році, коли США придбали найбільш значну частку ринку в усьому світі. Проте очікується, що Азіатсько-Тихоокеанський регіон матиме найвищий темп зростання протягом прогнозного періоду 2018-2028 [29].

Ринок боротьби з безпілотними машинами, за прогнозами, зросте на 28,8% з 2018 до 2024 року: зі $499 млн у 2018 р. до $2276 млн у 2024 р.

Основними факторами зростання цього ринку є зростання кількості порушень безпеки невідомими дронами та посилення тероризму і незаконної діяльності в усьому світі. Основними обмеженнями для нього є високі витрати на дослідження та розробки та проблеми громадської безпеки [30].

Морські безпілотні транспортні апарати

Прийнято ділити безпілотні апарати, що використовуються військово-морськими силами, на надводні та підводні, а також на телекеровані і автономні. Також на пілотованих кораблях можуть використовуватися різні роботизовані системи.

Розроблено абордажні роботи, торпеди, здатні автоматично атакувати кораблі заданого типу, пошукові катери, протичовнові, дрони-мішені для навчання екіпажів кораблів під час стрільб або випробувань систем автоматичного озброєння, засоби розмінування і т.д. Різноманітність підводних апаратів незабаром, як очікується, поповнять підводні робокапсули з різним корисним навантаженням – від дронів до ракет [31].

Безпілотні надводні транспортні засоби можна розділити на:

- телекеровані роботизовані катери і кораблі, бойові або розвідувальні;
- автономні роботизовані надводні пристрої різної конструкції;
- абордажні роботи;
- мішені для тренування екіпажів морських кораблів або операторів роботизованих пристроїв [32].

Ринкові перспективи. У найближчі п'ять років військово-морські сили США мають намір закупити щонайменше 10 роботизованих військових кораблів. Надводні дрони отримають як сенсори, так і системи озброєння. Довжина апарата становитиме близько 91 метра, водотоннажність – близько 2 тисяч тонн. Як

очікується "флотилія привидів" розширить сенсорне охоплення флотів, додасть їм додаткову вогневу міць, до того ж безпілотники зможуть відправитися туди, куди було б занадто ризиковано посилати корабель з екпіажем.

ВМС вже виділили $ 400 млн на закупівлю двох великих надводних безпілотників – системи розміром з корвет зможуть виходити в море без єдиного матроса. Подібні апарати набувають все більшої актуальності з розвитком над- і гіперзвукових протикорабельних ракет, а також інших сучасних загроз. Крім того, "Примарна Флотилія" отримає універсальні контейнери Mk. 41 і Mk. 57, здатні нести ракети на кшталт SM-2 або SM-6, протикорабельні і протичовнові боєприпаси [33].

Безпілотні підводні транспортні засоби знаходяться на етапі прикладних досліджень, які спрямовані на використання роботизованих систем для інспектування, здійснення ремонту, маніпуляцій, підзарядки, видалення даних, перезавантаження та інших послуг під водою без необхідності постійного контролю з боку людини та використання поверхневих суден. Інший напрям досліджень – виявлення і відстеження навіть найбільш тихих дизельних електричних підводних двигунів.

Основні технічні проблеми включають рекогносцировку місця дії через візуальні та акустичні модальності, датчики високої точності для забезпечення чіткості сигналу, методологію розробки безпілотних морських суден, автономність поведінки, екологічну надійність, витривалість транспортного засобу, універсальність для всіх безпілотних підводних систем, зберігання енергії та взаємодії з морським доменом.

Плани США у цьому напрямі – дослідження з інтеграції безпілотних підводних транспортних засобів, визначення підходів до технічного обслуговування транспортних засобів та побудова безпілотного підводного транспортного засобу [34, том 1 - 96]. У 2018 р. ВМС США видала грант виробнику підводних дронів, який призначений для розробки технології групової взаємодії підводних безпілотників SwarmDriver.

Ці напівавтономні пристрої вагою в 1,7 кг і довжиною в 76 см можна випускати з будь-якого корабля або підводного човна, а потім управляти ними, причому роботи будуть рухатися скоординовано один з одним. Підводні роботи можуть рухатися зі швидкістю до 8 км / год і занурюватися на глибини до 50 метрів, записувати температуру, глибину і солоність води. Їх можна застосовувати для навігації, протимінної війни, забезпечення безпеки акваторій порту, управління портом, а також для виявлення торнадо [35].

На початку 2019 року стало відомо про контракт ВМС США і Boeing на поставку 4 надвеликих підводних дронів Orca, здатних нести торпедне озброєння. Безпілотні підводні апарати Orca засновані на демонстраційній субмарині Echo Voyager, випробування якої стартувало у 2016 році. Дальність плавання робота становить 6,5 тис. морських миль, апарат здатний здійснювати автономні походи, тривалість яких вимірюється місяцями.

Слід зазначити, що Китай розробляє власні версії безпілотних бойових кораблів і підводних човнів, а також активно експериментує з "роями" флотилій катерів.

Робототехніка – це галузь науки і техніки, яка присвячена розробці машин з комп'ютерною підтримкою, які можуть цілеспрямовано діяти в різних середовищах.

Загалом, R&D в робототехніці спрямовані на:

- розробку та інтеграцію апаратних частин роботів, зокрема на поліпшення, наприклад, гнучкості, витривалості, розміру або швидкості роботів. Ця категорія включає окремі підгрупи досліджень, такі як м'яка робототехніка (охоплює виробництво роботів з м'якого і трансформованого матеріалу), або нано-робототехніка (роботи розміром від 0,1 до 10 мікрометрів і побудованих з нанорозмірних або молекулярних компонентів);

- розробку програмних частин, які контролюють поведінку робота та які можуть бути розділені на дві підкатегорії: (1) ті, які прагнуть поліпшити здатність людини дистанційно керувати поведінкою робота (наприклад, за допомогою тактильного контролю); та (2) ті, які прагнуть розробити роботів, здатних керувати своєю власною поведінкою. Остання підкатегорія є фундаментальною частиною досліджень в області автономності машин, в якій дисципліни робототехніки та AI безпосередньо перетинаються. Терміни «робота з AI», «когнітивна робототехніка» або «автономне дослідження роботів» іноді використовуються для даної галузі дослідження.

Мобільна робототехніка розвивається прискореними темпами, при цьому головним напрямом використання є інтралогістика та обробка матеріалів при виробництві. Діапазон дії технологій може бути різноманітним. Деякі з них мають допоміжні AI-послуги, моделювання і SDK (Software Development Kit – комплект для розробки програмного забезпечення), інші – більш спеціалізовані в конкретному сенсорному рішенні або рішенні, пов'язаному з плануванням руху.

Дослідження сегментують цей ринок на основі режиму операцій (прив'язка, телеоперація, автономність), мобільності (колісна, гусенична, нога, гібридна), розміру (малий, середній, великий, дуже великий і надзвичайно великий), системи (корисне навантаження, блоки управління, виконавчі механізми та ін.), а також напряму застосування (військова, комерційна, правоохоронна діяльність).

Військова робототехніка – це, насамперед, наземні бойові роботи, робот-кулемет, напівавтономні транспортні засоби, в яких двоє водіїв-людей управляють першим транспортним засобом в колоні, за ними йде “автопоїзд” зі 7 напівавтономних машин без водіїв (США – Lockheed Martin, Росія); комплекси керування військами, телекерований наземний робот первинного огляду і розмінування тощо [36].

Однією з головних проблем є обмежена надійність безпілотних наземних транспортних засобів (UGVs) і неможливість зпрогнозувати зовнішнє середовище.

Драйвером зростаючої потреби у безпілотних наземних транспортних засобах у військовому сегменті є зростання застосувань UGV для таких видів діяльності, як розмінування та утилізація вибухових боєприпасів, спостереження і розвідка, бойова підтримка та транспорт.

Ринкові перспективи. ASDReports у 2014 р. прогнозував, що ринок наземних бойових роботів до 2020 р. досягне $8,3 млрд [37].

У 2018 р. прогноз цієї компанії щодо обсягу ринку знизився. Ринок безпілотних наземних транспортних засобів (UGVs) оцінювався у $2,7 млрд у 2018 р. і має досягти $7,0 млрд до 2025 року, при темпах росту у 14,81% протягом прогнозного періоду. Очікується, що військовий сегмент очолить цей ринок.

За прогнозом, сегмент «нога» зросте найбільше – роботи з ногами більш універсальні і можуть бути успішно використані для оборонних цілей, тому що можуть пересуватися по нерівномірних і нерівних дорогах шляхом встановлення контакту з землею у вибраних точках відповідно до умов місцевості і без особливих труднощів [38].

Інформаційно-комунікаційні технології

Кіберпростір почався як засіб комунікації, поширився на електронну комерцію і тепер є невід'ємною частиною «критичної національної інфраструктури» держав: сільського господарства, розподілу продовольства, банківської справи, охорони здоров'я, транспорту, води та енергетики.

Хоча в основному це віртуальний домен, кіберпростір має високу значущість. Фізичне підкріплення – комп'ютери, що зберігають дані, і системи та інфраструктура, які дозволяють використовувати та управляти цими даними і системами, у т.ч. комп'ютери, комп'ютерні мережі, закриті інтранети (внутрішня відомча або мережева інфраструктура), стільникові технології, оптичні кабелі і супутники зв'язку. Ця фізична інфраструктура і люди, які її обслуговують та використовують, прив'язані до географії, і кіберпростір, таким чином, підпорядковується поняттям суверенітету, національності і власності.

Кібер-злочинці наносять збитки національним економікам у розмірі 1-2% ВВП через кібершпигунство, дезінформацію, загрози критичним національним інфраструктурам (CNI): фінансовим установам, нафтовій промисловості, атомним електростанціям, електромережам і маршрутизаторам зв'язку.

Кібер-операції дозволяють державам нав'язувати свою волю противникам поза межами їхнього безпосереднього фізичного регіону. Приміром, іранські кібер-хакери проникли в частину управління CNI західних держав. В одному випадку були використані кібер-операції для проникнення у сферу ядерного озброєння іншої держави.

Ця «асиметрична» розмірність робить кібер-операції привабливими для держав, чий потенціал слабший, ніж у супердержави. Все це змусило країни уважно розглянути питання про кібер-вразливість своїх CNI, особливо їх життєво важливих сфер: енергопостачання, фінансів, основних комунікацій та, у найгіршому випадку, ядерної зброї. Двосторонні кібер-угоди між США і Китаєм були спробою приборкати комерційне кібер-шпигунство.

У липні 2016 року на саміті НАТО у Варшаві кіберпростір було визнано такою ж сферою операцій, як і традиційні сфери взаємодії. У лютому 2017 року були прийняті оновлений План кібероборони і «дорожня карта» з освоєння кіберпростору як нової сфери операцій. 8 листопада 2017 року відбулося засідання Північноатлантичної ради на рівні міністрів оборони. Домовилися про створення Центру кібероперацій. У 2017 році у Гельсінкі відкрився Європейський центр по боротьбі з гібридними загрозами. У його роботі беруть участь 12 західноєвропейських країн. Центр є платформою для співпраці в ідеологічній сфері між ЄС і НАТО.

«Британські військові набирають у персонал філософів, психологів і теологів для дослідження нових методів психологічної війни і поведінкових маніпуляцій», – писала газета The Guardian 13 березня 2019 року.

Гібридна або «мережева» війна відбувається з використанням кіберпростору для: (a) контролю та маніпулювання громадською думкою, розповсюдження дезінформації і нападів на уряд; b) проведення моніторингу мережі

та інформаційних нападів на урядові та військові системи; та (c) надання істотної інформаційної підтримки опозиційним групам [39].

На сьогодні потрібна активніша міжнародна участь щодо проведення дебатів про справжню природу кібер-влади, як це відбулося з ядерною енергією 60 років тому. Запитання, які необхідно поставити і дати на них відповідь:

• Наскільки небезпечні кіберінструменти?

• Як можна стримувати дії кібер-хакерів?

• Чи потрібні нам нові угоди про контроль над озброєннями і режим нерозповсюдження?

• Чи потрібна нам зростаюча та швидша громадська атрибуція?

• Якими є норми поведінки, заходи із формування довіри та канали деескалації?

• Чи можна розробити практичні стимули для держав із прийняття доктрини стримання?

• Чи може спільна зацікавленість у боротьбі з кібер-злочинами зближувати держави? Чи можна заохотити держави до колективних дій проти недержавних суб'єктів?

Все це має бути враховано з належним розумінням можливостей нових технологій - *«Інтернет речей» (включаючи розумні міста), штучний інтелект (AI) і квантові обчислення*.

Кібер-операції з використанням AI та квантових обчислень проникають до оборонної сфери. Поєднання кібер- та реальної розвідки має потенціал змінити давно встановлені норми стримування, оскільки держави потенційно не можуть повністю довіряти збереженню секретності і цілісності інформації про вказівки, накази у командних ланцюгах. Сьогодні ми бачимо, що кібер-операції знижують довіру до онлайн-економіки та національних демократичних процесів. Це, безумовно, є достатньою мотивацією для розуміння наслідків кіберреволюції нашого століття.

Необхідно враховувати ймовірну майбутню форму самого кіберпростору, зміну власності його інфраструктури від переважно американської до переважно китайської і дивлячись наперед, можливо, індійської.

Тому серед основних напрямів наукових досліджень у сфері оборони та озброєння є кібербезпека [40].

Штучний інтелект (AI).

AI можна визначити як "науку і техніку створення інтелектуальних машин". Спектр досліджень AI дуже широкий. Історично основні дослідження зосереджувалися на вирішенні проблем через логіку та міркування. Інші розглядають його як термін, що охоплює всі питання досліджень, пов'язаних із створенням машин для виконання завдань, які називаються інтелектуальними (наприклад, спостереження за світом через навчання та обробку природної мови).

Технології AI поділяються на слабкі або спеціалізовані та сильні. Поняття сильного штучного інтелекту (AGI) – це розумна машина з інтелектом людини. Система з AGI зможе сама зрозуміти світ і розвивати власне бачення навколишнього середовища. AGI в даний час не існує і залишається фундаментальним науковим та технічним завданням.

Спеціалізований або слабкий AI є єдиним типом технології AI, що існує. Система зі спеціалізованим AI може приймати комплексні рішення на основі міркувань і минулих наборів даних, але їх треба навчати і заздалегідь запрограмовувати для конкретних застосувань. Такі системи не мають можливості мислити за межами програми.

У військовій сфері AI може використовуватися для вирішення 4-х груп задач: інформаційних, тактичних, стратегічних, економічних.

На сьогодні наукові дослідження в області AI ведуться за трьома основними напрямами: створення систем, заснованих на знаннях; нейросистем; систем евристичного пошуку.

Досягнення теорії штучного інтелекту використовуються при створенні одного з найперспективніших класів автоматизованих інформаційних систем військового призначення – систем підтримки прийняття рішень посадових осіб та т.зв. інтелектуальних систем і зразків озброєння (зокрема, бортових систем управління) різного призначення. Крім того, важливим напрямом впровадження досягнень AI в ході автоматизації професійної діяльності є створення і експлуатація експертних систем (ЕС) – комплексу програмних засобів, що реалізує методи штучного інтелекту, заснованих на знаннях. Особливе значення мають діагностичні ЕС байєсівського типу. ЕС дозволяє накопичувати знання з предметної області в рамках деякої моделі знань (продукційної, мережевої, фреймової та ін.) і на їх основі виробляти нові знання, вирішувати інтелектуальні практичні завдання, пояснювати хід їх вирішення [41].

AI значно розширює можливості швидкого отримання та аналізу даних. В області військової розвідки з’являються зростаючі можливості не тільки отримання інформації, але й приховування істини від супротивника. У плані «фейк ньюс» (фальшивих сфабрикованих новин) AI може доповнити інформаційний простір значним обсягом штучно створених даних, віртуальною істиною для дезінформування та налякування противника.

Технологія розпізнавання образів може забезпечити автоматизацію аналізу супутникових знімків та даних радарів. AI здатний збільшити ефективність роботи радіолокаційних станцій і систем оповіщення про ракетний напад, обробки інформації радіооптичних комплексів розпізнавання та загоризонтних рідіолокаторів, які використовують принцип просторового іоносферного розповсюдження радіохвиль довжиною більше 10 метрів або дифракційно поверхневого розповсюдження більш коротких хвиль. Останні бачать всі об’єкти, що рухаються, тому стоїть завдання розпізнавання військових об’єктів на землі, у повітрі, на воді. Ця задача вирішується з використанням AI.

Крім того, у загоризонтних РЛС існує проблема несумісності із стандартною системою радіолокаційного розпізнавання «свій-чужий», тому при аналізі повітряної ситуації допомога штучного інтелекту є вкрай необхідною.

AI також може використовуватися для протидії радарам противника, вивчаючи його роботу і підбираючи методи придушення радіосигналу.

Технології штучного інтелекту застосовується в робототехніці та при розробленні автономного озброєнняі, що може у майбутньому привести до третьої революції у військовій справі. Вона дозволить вести війну в небачених раніше масштабах і зі швидкістю, яку люди не можуть усвідомити. Автономна зброя може стати зброєю терору, а також зброєю, яка може діяти самостійно самим небажаним чином [42].

AI також використовується для управління винищувачами, у системах прицілювання та підвищення смертоносності як виртуальний помічник екипажів танків і бойових машин тощо.

Робота у кіберпросторі вимагає великої кількості висококваліфікованих спеціалистів. AI може взяти частину їх роботи на себе, оскільки значно швидше може знаходити вразливі місця, писати коди і машинні алгоритми. Охота за «вразливостями» досягає величезних масштабів і стає проблемою для працівників сфери кіберзахисту. Кібератаки стануть набагато складнішими і небезпечнішими, зростають риски попадання таких технологій у руки злочинців і конкурентів. Тоді без використання штучного інтелекту не обійтись.

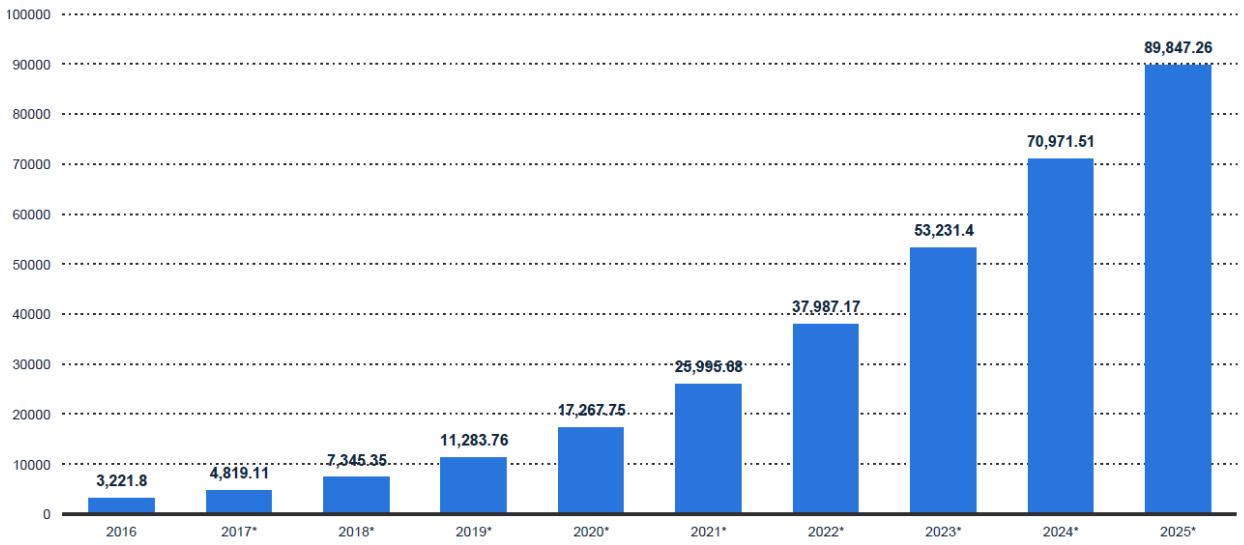
Але скоріш за все, авторам штучного інтелекту доведеться звернутися до *квантової фізики*. Створення квантових комп'ютерів – це окрема масштабна і дуже складна задача [43].

На сьогодні очевидно, що AI буде все активніше використовуватися у військовій сфері для отримання більш сучасної та смертоносної зброї і забезпечення стратегічної стабільності.

Оцінка ринку. Перспективи використання AI у військовій сфері оцінюються різними консалтинговими та аналітичними групами.

За прогнозами німецьких аналітиків, шанси AI дуже високі – у 2025 р. доходи від цієї технології досягнуть $89,8 млрд, що у 8 разів вище, ніж у 2019 р. (рис. 7).

За розрахунками аналітиків американської дослідницької компанії MarketsandMarkets, світовий ринок технологий *AI військового призначення* у 2017 році становив $6,26 млрд, а до 2025 року він зросте до $18,82 млрд [44, 45].



Джерело: global megatrend 2017. – Statista, 2019. – 165 pp.

Рис. 7 Тренд світового ринку технологій штучного інтелекту (на основі доходів) у 2016-2025 рр., млн $

Квантові технології

Квантова механіка здійснила революцію у фізиці і сьогодні продовжує революцію в науці і техніці. Ранні дослідження призвели до численних технологій, включаючи лазери, магнітно-резонансну томографію (МРТ), транзистори і мікропроцесори. У 1970-х рр. фізики об'єднали квантові властивості з інформаційною наукою, потім Пітер Шор розробив алгоритм використанням квантових властивостей для ефективного розрахунку великих чисел. Цей алгоритм лежить в основі шифрування, відомої як криптосистема RSA, і в основі безпечних комунікацій.

Квантові технології мають забезпечити передання інформації неперевершеною безпекою. Квантова криптографія та квантові комунікації, квантові датчики гравітації, квантова навігація і квантова візуалізація – військове застосування квантових технологій.

Безпека при переданні інформації пояснюється тим, що кубітні системи не можуть бути скопійовані без принципового порушення системи. Це означає, що будь-яка спроба копіювання буде відразу виявлена, що робить цей тип системи зв'язку дуже привабливим для армії. Орієнтація направлена насамперед на створення і розподіл квантових ключів. Класичні канали, що використовуються для передачі інформації між двома сторонами, будуть зашифровані квантовими ключами, інформація не читатиметься приймачем без отримання квантового ключа.

Для повного усвідомлення всіх можливостей наукові армійські підрозділи досліджують розподілені квантові системи, які можуть зберігати, обробляти та передавати інформацію за допомогою квантових мереж.

Квантові гравіметри зараз виходять із лабораторії і обіцяють більшу чутливість і надійність, ніж традиційні гравіметри, потенційно будуть легшими у використанні, стабільнішими і стійкішими до зовнішніх джерел шуму [46].

Швидке і точне зондування гравітації могло б, серед інших застосувань, дозволити виявляти атомні підводні човни [46].

Навігація є спорідненою областю застосування, квантова навігація може бути набагато точнішою, ніж існуючі акселерометри та гіроскопи, і є альтернативою глобальним навігаційним супутниковим системам (GNSS), таким як GPS, особливо якщо GPS не працює або в місцях, де GPS відсутня. Це може покращити експлуатаційні можливості підводних човнів, які під водою зазвичай не можуть використовувати GNSS; це також дозволить сконструювати нові додатки, забезпечуючи навігацію в приміщеннях або під землею.

Квантові технології обробки зображень QuantIC мають застосування в багатьох галузях, включаючи безпеку – виявляються об'єкти та їхнє переміщення за межами прямої видимості ("бачити кути"). Це має очевидні оборонні застосування, зокрема виявлення ворожої присутності, а також для забезпечення функціонування автономних транспортних засобів.

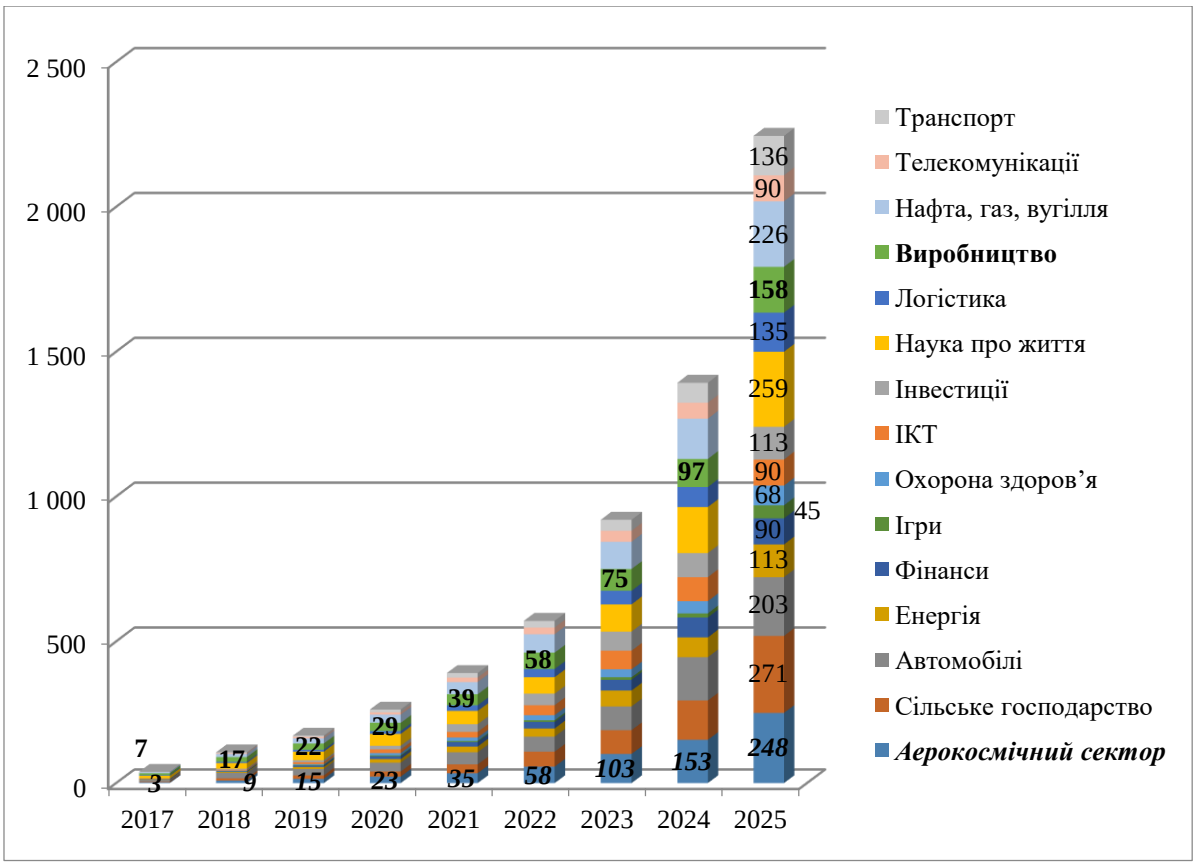
Квантові комп'ютери. У даний час Google розробила 72-кубітний комп'ютер. Однак для створення високопродуктивних комп'ютерів, які зможуть виконувати такі завдання, як прорив у шифруванні, потрібні порядки більше 72 кубітів, тому дослідження із створення квантового компʼютеру продовжуються. За прогнозами, швидкість передачі інформації і обчислень квантовими комп'ютерами буде на рівні швидкості світла, недоступною для класичних комунікаційних і обчислювальних систем [47, 46].

Проблеми. Накопичення помилок протягом тривалого часу, відомі квантові алгоритми, які порушують існуючі форми шифрування в Інтернеті.

Оцінка ринку. Дослідження показують, що найбільший обсяг доходів у 2025 році *квантові компютери* принесуть сільському господарству, наукам про життя та аерокосмічній промисловості (рис. 8), із загальної суми у $2,2 млрд.

За прогнозом уряду Великої Британії [48], загальна сума інвестицій у квантові технології тільки в цій країні сягне 800 мільйонів фунтів стерлінгів до 2024 року, що виведе країну у лідери цієї сфери.

Сектор може стати порівнянним з виробництвом споживчої електроніки, який зараз досягає 240 млрд фунтів стерлінгів у рік.



Джерело: Global enterprise quantum computing market revenue 2017-2025, by industry. - Statista, 2019.

Рис. 8 Перспективи ринку квантових компютерів за видами діяльності у світі до 2025 р., млн $

Кібербезпека стає все більш центральним аспектом стратегії національної та військової безпеки. Як свідчить зростаюча кількість персоналу з кіберзахисту в арміях світу, кібербезпека тепер розглядається як невід'ємна складова сучасної оборони. Хоча секретність накладає більш високі вимоги, збройні сили теж оцифровують свою діяльність, як і цивільний світ, використовують подібні інструменти і тому стикаються з подібними проблемами безпеки.

У цій сфері військові технології охоплюють кібер-війну, кібер-можливості для військового використання до і під час конфлікту: кіберзброя, яка в рамках військової кампанії може порушити енергопостачання, транспорт і логістику або звичайні (чи навіть ядерні) системи зброї; шифрування; військову кібер-здатність; хакерство; фінансовий тероризм тощо. Використання кіберінструментів для шпигунства також стає все більш важливим моментом у дипломатичних відносинах між країнами.

Широкою стратегічною метою є стримання кібер-супротивника, демонструючи силу оборони нації, і, таким чином, значно змінюючи вартість витрат чи вигоди противника: стримування через відмову кібер-доступу.

Програми провідних країн світу, що ведуть дослідження з цієї теми, включають програми технологічної політики, міжнародної безпеки, оцінку кібер-

вразливості критичної оборонної інфраструктури, дослідження і технології кіберзахисту, зупинки та стримування небажаних кібер-операцій тощо.

Технічні засоби захисту включають автоматичний моніторинг мереж для виявлення вторгнень, що базуються на сучасній інформації про технічну природу, спосіб роботи та наміри будь-якого потенційного "нападу". Деякі держави вивчають більш «активні» заходи у своїх ширших національних мережах, щоб вийти за межі простого виявлення до автоматичного блокування порушень та усунення «атак».

Уряд Японії визначив 13 важливих секторів критичної інфраструктури кібер-простору: інформаційні та комунікаційні системи, фінанси, авіація, залізниці, виробництво та постачання електроенергії, газ, державні та адміністративні послуги, медичні послуги, водопостачання, логістика, хімія, інфраструктура кредитних карт і нафта.

У межах попередження кібератак та виконання завдань Японської стратегії кібербезпеки [49], яка вважається еталоном або "контрольною вежею" сфери кібербезпеки, застосовувались різні інструменти, такі як безперервний моніторинг мережі, проведення аудитів кібербезпеки та аналізу серйозних інцидентів.

У військовій сфері Японський уряд розрізняє два окремих типи широкомасштабної кібератаки: атаки на збройні сили та кібертероризм [50]. У Стратегію [49] включено тільки заходи для упередження кібер-інцидентів у мирний час та виключені кібератаки у воєнний час.

Кібертероризм визначаєтьсяч як кібератака на основні системи критичної інфраструктури [51]. Щоб запобігти відповідним загрозам японський уряд у 2014 р. створив групу кіберзахисту (МО) як спільний підрозділ під керівництвом головного командування з питань управління, зв'язку та комп'ютерних систем. На сьогодні штат МО складається з 150 осіб, але очікується його зростання до 1000 осіб. Для виконання своєї місії група постійно відслідковує та оновлює дві унікальні інформаційні системи та бази даних: інфраструктура оборонної системи, у т.ч. інформаційної, та інфраструктура центрального командування. Ці системи постійно контролюють всі необхідні комунікації.

Проблеми:

дефіцит навичок персоналу практично за кожною позицією у сфері кібербезпеки, але найбільш гострий дефіцит у висококваліфікованому технічному персоналі;

труднощі при координації зусиль урядових структур та уряду з приватним сектором;

можливість “зламу“ багатьох інженерних систем. Фінансовий і військовий сектори стикаються з такими загрозами протягом багатьох десятиліть, і розвиток захисту і контрзаходів часто називають безпекою інформаційних систем або інформаційних технологій (IT;

формування та оперативна адаптація державної політики, національної регуляторної бази у сфері кібербезпеки до розвитку кіберпростору, досягнення сумісності з відповідними стандартами передових країн світу (у т. ч. ЄС та НАТО).

Необхідні дії: освіта в галузі кібербезпеки, координація діяльності із приватним сектором для вирішення кіберзагроз; розроблення заходів із розвитку структур і доктрин для управління кібер-ризиками, співпраця на національному рівні, розвиток політичного і нормативного консенсусу між країнами з питань безпеки; розроблення міжнародних стандартів з кібербезпеки щодо захисту даних, конфіденційності і прозорості, наприклад, шляхом встановлення зобов'язань щодо звітування про інциденти.

Оцінка ринку. Кіберзлочини призводять до щорічних збитків у світі до $600 млрд [52]. У країнах ЄС витрати можуть досягати 1,6% ВВП [53]. Фінанси, ІКТ та енергетичний сектор демонструють найвищі витрати на інциденти.

Зростаюче розуміння загрози з боку кібер-операцій призвело до збільшення інвестицій урядами та приватним сектором у сферу захисту мереж, даних та інформації.

Оборонний бюджет США на 2019 рік пропонує виділити $ 14,98 млрд витрат на фінансування найважливіших ініціатив і досліджень у просторі кібербезпеки, порівняно з $14,4 млрд у 2018 році і $13,1 млрд у 2017 році. Крім зростаючої кількості заходів, що сприяють зростанню кібербезпеки, кількість венчурних угод у сфері кібербезпеки також зростає. Венчурні компанії інвестували близько $ 13,6 млрд у кібербезпечні акції з 2013 року.

Світовий ринок послуг із забезпечення кібербезпеки, за даними німецької компанії Statista, досягне у 2023 р. $248,3 млрд порівняно з $59 млрд у 2018 році.

За останні кілька років оборонний ринок динамічно змінювався. Розвиток у сфері інформаційних технологій, підвищення ступеня активності озброєння за допомогою розвідувальних даних та систем розвідки і спостереження, а також зростаючий обсяг систем, що збирають конфіденційні дані, зробив важливим використання надійних і досконалених програм кібербезпеки для військової сфери.

Послуги тільки моніторингу безпеки та оповіщення, а також дистанційне управління інцидентами військової сфери, за даними Gartner, у світі у 2017 році досягли приблизно $100 млрд (збільшення на 15% порівняно з 2016 роком) [54].

Очікується, що ринок кібербезпеки цієї сфери зареєструє зростання у 10,03% протягом періоду 2018-2023 рр.

Зв'язок 5 G. 5 G – бездротові комунікації з високою швиднкістю, що діють на частотах 3,4–3,8 ГГц. 5G комунікації менш чутливі до перешкод у вигляді стін, перегородок і лиття, мають кращий коефіцієнт відображення, зберігаючи потужність сигналу і вимагаючи менших витрат на обладнання при розгортанні

мережі. У перспективі для даної технології є всі шанси повністю замінити Wi-Fi обладнання, не прив'язувати абонента до точки доступу з обмеженим радіусом дії.

Наступне покоління мобільної мережі забезпечить широкий спектр нових послуг завдяки ультрашвидкому з'єднанню та реагуванню. Спектр застосувань цієї технології широкий – від віддаленої хірургії до автомобілів, які безпосередньо спілкуються один з одним, щоб уникнути аварії, підтримки нових типів додатків, що з'єднують пристрої та об'єкти (Інтернет речей) до віртуалізації програмного забезпечення, що дозволяє інноваційному бізнесу моделювати свою діяльність (наприклад, у транспорті, охороні здоров'я, виробництві, логістиці, енергетиці, медіа та розвагах). Хоча ці перетворення вже розпочалися на основі існуючих мереж, 5G сприятиме досягненню повного потенціалу в найближчі роки. Вважається, що саме завдяки 5 G безпілотні авто, віртуальна реальність та інтернет речей активно увійдуть у наше життя.

5 квітня 2019 р. у Південній Кореї запрацювала перша у світі комерційна мережа 5G, ще у декількох країнах такі мережі запустяться у найближчий час, включаючи США. Проголошено про початок формування інфраструктури 5G у Корейській військовій академії в Сеулі. Технології п’ятого покоління будуть використовуватися для підготовки курсантів, сповіщає ЕНВ зв зноскою на The Korea Herald.

Застосування 5 G у сфері оборони та озброєння охоплює потужні транзистори RF, MMIC, комутатори, підсилювачі потужності, лазери, а також інтегровані модулі, що дозволяють реалізовувати формування енергоефективних гнучких і вузько-орієнтованих променів, технології бездротової інфраструктури. Самокеровані машини, промислові роботи, "розумні міста", критично важливі інфраструктурні системи, наука, зв'язок, національна оборона і правоохоронна діяльність – все це в усьому світі дуже скоро буде працювати на бездротових системах п'ятого покоління. Вони зможуть передавати гігантські обсяги інформації, необхідні для ідеальної і синхронної роботи мільярдів самих різних пристроїв.

Сотовий *Інтернет речей* (Cellular IoT) стане одним з основных стимулів використання мереж 5G, включаючи автономні автомобілі, безпілотні літальні апарати та роботи, датчики, які можуть бути вбудовані практично в усе. Розгортанню сотового IoT сприяло розроблення малих сот MCSC (Millimeter Wave Capable Small Cells), що використовують архітектуру бездротових мереж MAA (Modular Antenna Array) зі зворотним каналом для Mesh-мереж, спрямованих на задоволення потреби в істотному збільшенні пропускної здатності при одночасному зниженні перешкод і підвищення гнучкості.

Вузькополосний Інтернет речей (NB-IOT) – основна технологія, що задовольняє умовам вартості, терміну дії батарей, покращання зв’язку та розширення області покриття масового обміну даними між машинами (massive MTC).

Оцінка ринку. У 2025 році доходи 5G у світі досягнуть за прогнозами €225 млрд [55] та $540 млрд до 2030-го [56].

Інше джерело вказує на те, що переваги впровадження 5G у чотирьох ключових галузях промисловості можуть досягти € 114 млрд на рік [57].

Прогноз інвестицій.

На сьогодні інвестиції на 5G направляються у волоконно-оптичні мережі.

Протягом 2018–2020 років європейські оператори прогнозують інвестування у розмірі €67 млрд у капітальні вкладення. Тим не менш, широке розгортання 5G, ймовірно, потребуватиме капіталовкладень вище цієї цифри. Збільшення капіталовкладень вище 15% прибутків очікуються протягом 2018–2020 років. Приріст буде залежати від різних факторів, включаючи охоплення цільової мережі, діапазону смуг та наявності волоконно-інфраструктурної складової.

Генеральний директор Deutsche Telekom Тімотеус Хьоттгес (Timotheus Höttges) підрахував, що вартість розгортання 5G в Європі буде значно вищою, ніж 4G, у розмірі від 300 до 500 мільярдів євро. Тим часом, Європейський комісар з питань цифрового ринку Андрус Ансіп вважає, що для досягнення цілей регіонального підключення до 2025 року потрібно буде принаймні €500 млрд інвестицій. Хоча початкові інвестиції у 5G вже йдуть, а такі компанії, як Ericsson та Nokia, отримали кредити від Європейського інвестиційного банку (ЄІБ) для стимулювання необхідних досліджень і розробок, більшість капітальних витрат, ймовірно, прийде після 2020 року [58].

За даними Європейської Комісії, комерційні послуги 5G могли б бути широко впроваджені у 2020 році, тоді як оснащення цією технологією міських територій та основних доріг і залізниць може бути встановлено до 2025 року.

У 2019 році видання флагману серії GSMAпоказує, що 16 основних ринків у світі перейдуть на комерційні 5G мережі цього року після перших 5G запусків у Південній Кореї та США. Підраховано, що мобільні оператори по всьому світу в даний час інвестують близько $160 млрд на рік на розширення та модернізацію своїх мереж, незважаючи на регуляторний та конкурентний тиск.

“Впровадження технології 5G є головною частиною світового шляху до ери інтелектуального підключення, яка поряд з розвитком Інтернету речей, великих даних та штучним інтелектом, стане головною рушійною силою економічного зростання в найближчі роки“, – сказав Матс Гранрід, генеральний директор GSMA.

Новий прогноз GSMA показує, що:

число 5G-з'єднань до 2025 року досягне 1,4 мільярда – 15% від загального обсягу. Передбачається, що 5G займатиме 30% ринку зв’язку Китаю та Європи і близько половини загального обсягу в США;

4G продовжить значне зростання протягом цього періоду, що становитиме майже 60% глобальних зв'язку до 2025 року порівняно з 43% минулого періоду;

глобальні доходи від IoT збільшаться у чотири рази – до 1,1 трильйона доларів.

Загальна кількість абонентів мобільного Інтернету до 2025 року досягне 5 мільярдів (більше 60% населення).

Програма Цифрової Європи, Європейська Комісія та держави-члени нададуть спільні ресурси для забезпечення інвестицій у високотехнологічну інфраструктуру 5G для використання в ЄС у п'яти сферах: суперкомп'ютер, штучний інтелект, кібербезпека, цифрові навички та цифрове перетворення.

Останній пункт стосується сприяння більш широкому використанню високотехнологічної інфраструктури державним сектором та створення інноваційних центрів, де малі підприємства можуть отримати доступ до цих нових технологій [59].

3D-принтер та 3D-сканер. 3D-принтер працює за різними технологіями в залежності від матеріалу – може застосовуватися світло видимого діапазону, лазерний луч, ультразвук, рентгенівське та гамма-випромінення, і з різними матеріалами – пласмаса, метал, кераміка, гіпс, дерево, вода із силікованою олією [60].

Три головних тренда у сфері 3D-друку:

- збільшення камери побудови, швидкості друку, використання декількох матеріалів або нових матеріалів;
- стереолітографічний 3D-друк (технологія SLA) – в першу чергу, невеликі принтери, в тому числі ювелірні, що працюють із випалювання матеріалів. Безліч високоякісних SLA-принтерів пропонується китайськими компаніями;
- аддитивна установка 3D-друку металами зі змінними блоками для переходу на новий матеріал, що дозволяє значно скоротити цикл завантаження матеріалів (DMG Mori Lasertec 30 SLM).

Трендом 2018 года називають *автоматизацію контролю якості на основі 3D-сканування.* Такі системи пропонують лідери ринку – GOM и Creaform (Cube-R), Solutionix.

Все сильніше проявляється тренд на створення роботизованих систем. Виробники розглядають 3D-сканер вже як самостійний пристрій, що працює строго за заданим алгоритмом.

3D-друк та 3D-сканер у військовій сфері знаходять застосування у різноманітних областях – від будівельнх 3D-принтерів до дронів, як окремої продукції, так і з датчиками визначення хімічного зараження і лазерних сканерів, що створюють тривимірні карти театру воєнних дій. У майбутньому передбачається використання 3D-друку у космосі.

Будівельний 3D-принтер має наполовину зменшити витрати будівельних матеріалів і на 62% зменшити затрати праці на зведення напівтимчасових будівель

для військових. Машина у процесі «друку» будівель забезпечує горизонтальне і вертикальне армування бетонної укладки.

Система сканування FARO або лазерне сканування дозволяє робити ло 800 тис. трьовимірних вимірянь у секунду. ФБР і поліція Нью-Йорку використовує подібну систему на місці злочинів, що дозволяє створити тривимірну модель місця злочину зі всьома ключовими дистанціями та відстанями між об'єктами за 40 хвилин. Сканер визначає положення плям крові, відбитків подошв і допомогає обраховувати траєкторію пуль.

У військовому середовищі даний прилад ще не використовується, але ця система може застосовуватися для створення тривимірних електронних карт театру військових дій та для прокладання маршрутів слідування конвоїв. За даними військових, система може бути розміщена на роботизованих платформах або техніці і виводити тривимірні образи на швидкості 55 міль у час (88 км за год.) і у повній темряві.

Іншими напрямами наукових досліджень і застосування 3D-друку є:

- масштабований синтез малих молекул, таких як фармацевтичні препарати та вибухові речовини. Ще один напрям – знищення хімічних агентів з розробкою нових методів обробки, щоб забезпечити систему відновлення, яка може обробляти будь-який хімічний агент на місці зберігання, автоматизація цього процесу;

- створення оптичних будівельних блоків міліметрового масштабу;

- розроблення програмних продуктів із використання природних ресурсів у виробництві із застосуванням 3D-друку, зниження його складності за рахунок нових форматів сировини і технологій переробки [34];

- 3D-друк алмазних композиційних конструкцій [61];

- медичний 3D-друк (для протезування) [62];

- виготовлення нано добавок і нових нанорозмірних матеріалів для мікрохвильових схем, побудованих за допомогою 3D-друку; інші передові технології 3D-друку; одновимірні напівпровідникові матеріали; мікросистеми з використанням метаматеріалів, напівпровідникових матеріалів [63];

- розроблення і демонстрація 3D-друкованих довгоживучих та надійних електронних компонентів запалювання і технології для їх упаковки для гіперзвукової проникаючої зброї [64].

Проблема: лазерне сканування відбувається тільки у прямій видимості [65].

Драйвери:

- розроблення та створення нових матеріалів, у першу чергу композитних. Адитивні технології знімають багато обмежень традиційного виробництва (особливо з точки зору матеріалів, що підлягають верстатній обробці), оскільки дозволяють відтворити будь-які форми. З'являються можливості по створенню матеріалів, яких раніше не було, наприклад, композитів;

- 3D-технології довели свою конкурентоспроможність, впроваджуються у цілому ряді технологічних процесів. Компанії, які впроваджують ці технології,

стали передовими або з обсягів продажів, або із зайняття нішевих ринків, стають привабливими для інвесторів;

– можливість розроблення виробів складної геометричної форми, зменшення термінів виробництва і витрат, виробництво малими партіями, зменшення кількості конструкцій, віддалене виробництво та деякі інші.

Оцінка ринку.

Прогноз Wohlers Associates, зроблений у 2017 р., передбачав, що до 2021 р. галузь вироблятиме до $26 млрд прибутку у світі.

3D-друк у переробній промисловості у 2019 р. оцінюється у 12 трил. долларів [66].

У подальшому передбачається зростання продажів 3D-принтерів у кількісному виразі на 25-30% за рік, але у вартісному виразі обсяги не зростуть внаслідок зниження ціни цього принтеру.

Системи оперативного бойового управління, зв’язку, комп’ютерів, розвідки (C4ISR)

Система C4ISR включає командування, контроль, зв’язок, комп’ютери, розвідку, спостереження і рекогносцировку у збройних силах.

Цей термін означає інтеграцію бойових систем на полі бою, мереж управління, обчислювальної техніки, засобів зв'язку і розвідки. Це не тільки розгортання цифрових мереж з метою забезпечення як вертикальної, так і горизонтальної інтеграції всіх учасників операції, а й зміна тактики дій військових формувань з розосередженими бойовими порядками, оптимізація розвідувальної діяльності, спрощення процедур узгодження та координації вогневого ураження, а також деяка економія коштів у ланках управління. Більш того, підвищення бойових можливостей сучасних формувань відбувається внаслідок поліпшення інформаційного обміну і зростання ролі самої інформації.

Для цього розробляються і приймаються на озброєння найперспективніші комплекси озброєння, включаючи високоточну зброю великої дальності, різноманітні засоби розвідки, зв'язку і передачі даних, здатних інтегруватися в систему управління театром військових дій і забезпечувати отримання командуванням інформації в реальному масштабі часу. Інтеграція подібних комплексів і засобів звязку дозволяє сформувати дійсно ефективну розвідувально-інформаційно-ударну систему в будь-який операції і вибирати найбільш підходящий засіб ураження. Такі системи у майбутньому дадуть можливість проводити дистанційні безконтактні військові дії шостого покоління.

Означені системи включають значну кількість складових, зокрема:

- мережі зв'язку;
- системи безпеки;
- інформаційні системи управління аварійними ситуаціями;
- системи підтримки тактичного командування армії;
- системи C4I (Command, Control, Communications, Computing& Intelligence);
- системну інтеграцію тощо.

Окремі технології цього напряму розглянуті у попередньому розділі, деякі – у наступних розділах щодо новітнього озброєння.

Військові мережі. Різноманітні фіксовані та тактичні військові мережі надають комплексні послуги звязку для всіх рівнів командування, наприклад VOIP, PSTN, ROIP, відео та розподіл даних, бездротові мережі (IP, ATM), стільниковий, супутниковий зв'язок, у поєднанні з військовими стандартами.

Деякі характеристики мереж:

висока живучість, доступність – дотримання військових стандартів, використання чисельного резервного обладнання та маршрутів тощо;

безпека – впровадження надійного шифрування, фізичної безпеки, контролю доступу, сильного аудиту, заходів з інформаційної безпеки та заходів проти злому;

фізичне розділення – EMI (електромагнітні перешкоди) і RFI (радіочастотні перешкоди).

Системи C4I – впровадження рішень для мережевого управління цивільним та військовим секторами.

Характеристики системи: інтеграція з операційними системами; резервні командні центри для можливості дублювання важливої роботи (систем) та доступності; плани на випадок непередбачених обставин (командування має швидко перейти від повсягденного до стану готовності, нейтралізувати загрози мережам та забезпечити підтримку мобільних сил).

Наступні покоління систем бойових дій C4I мають посилити можливості, ефективність та потужність військових частин.

Інтегровані технології включають платформи та засоби зв'язку, GPS, GIS тощо. Так, система глобального позиціонування (GPS) використовується для позиціонування ракет перед запуском і виправлення їх траєкторії під час польоту, інерційної системи навігації для квазібалістичних ракет. Однак корекція може здійснюватися для існуючих ракет лише на 20-30%, для нових ракет – на 70%, зокрема, за допомогою покращених рульових приводів і механізмів поділу стадій [67].

Командування та управління радіообладнанням - планування, розробка та впровадження систем управління та керування радіообладнанням. Ця система має розширені можливості, такі як розподілене керування із складними алгоритмами розподілу, передає дані, голос та відео. Впроваджується система додатків для C4I, які контролюють тактичні радіостанції. Ці програми використовують різні технології для різноманітних середовищ (КПК, тактичні комп'ютери тощо).

Серед провідних ринкових систем – мережа надзвичайних комунікацій (MEECN), розподілена загальна наземна система (DCGS), інформаційна мережа Warfighter-Tactical (WIN-T) і SQQ-89 (V) Система.

Інтегровані технології та пристрої наступного покоління – деякі напрями технологічного розвитку:

регульовані КПК (мобільні телефони останнього покоління, андроїди);

карманні комп'ютери;

удосконалені системи відображення – 3D, гнучкий LCD;

мобільні та захищені сканери та принтери;

розширені командні інтерфейси – спрощені клавіатури, голографічні клавіатури, розпізнавання голосу і сенсорні екрани [68].

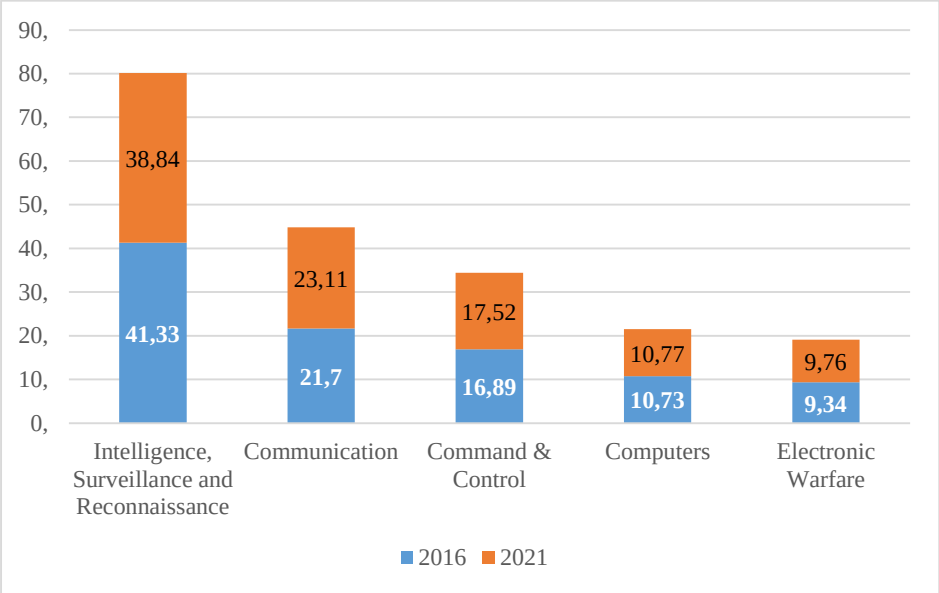
Щоб отримати перевагу в інформаційній війні необхідно порушувати роботу управління, комунікацій, комп'ютерів, розвідки (C4I) та знищувати ключові команди супротивника. Для цього використовується комбіноване накладання інформації (CIO).

CIO виявляє інформаційний потік в організаційній структурі противника, який у поєднанні з оцінками розвідки чітко відображає вузли прийняття рішень і

командного контролю. Для цього CIO охоплює спостереженням інфраструктуру фізичного зв'язку, наприклад, станції супутникового зв'язку, вежі стільникових операторів, волоконно-оптичні лінії, вишки радіозв'язку, радіостанції AM і FM, телевізійні станції, підрозділи підтримки зв'язку та військових кур'єрів.

Це дозволяє зрозуміти плани супротивника, а потім розробити плани його фізичного знищення або порушення його роботи, а також не дати можливість відновити супротивнику порушений зв'язок [69].

Оцінка ринку. В області C4ISR прогнозується найбільше зростання доходів у 2021 р. від технологій ІКТ – до 43,64% (рис. 9). Загальний прогнозний обсяг реалізації товарів і послуг в області C4ISR досягне $110 млрд.



Джерело: Revenue of General Dynamics in 2018, by major products and services (in million U.S. dollars). - Statista, 2019.

Рис. 9 Розподіл ринку основних товарів і послуг в області C4ISR, %

Прогноз тільки C4I, який стосується всього ринку комунікацій (радіостанції, мережі зв'язку, системи кіберзахисту, канали передачі даних та системи датчиків), якими оснащені сьогоднішні збройні сили або перебувають у стадії розробки, на період 2019-2033 рр. становить виробництво 521765 одиниць систем C4I на суму $100,49 млрд.

Основними гравцями з точки зору вартості є Raytheon, Northrop Grumman, Lockheed Martin, Harris і Saab Electronics Defense.

Raytheon лідирує за ринковою вартістю із часткою у 11,05%.

Автономні системи озброєння

Автономне озброєння має багато визначень і інтерпретацій, але зазвичай розуміється як здатність машини виконувати поставлене завдання без втручання людини за допомогою взаємодії датчиків і комп'ютерного програмування з навколишнім середовищем.

Автономія спирається на різноманітні технології, але, насамперед, на програмне забезпечення. Можливості автономії залежать від (а) здатності розробників програмного забезпечення сформулювати поставлене завдання з точки зору математичної логіки та знаходження рішення; (б) можливості попереднього відображення або моделювання операційного середовища.

Автономність може бути створена або вдосконалена за допомогою машинного навчання, яке в системах зброї все ще є експериментальним, оскільки продовжує створювати фундаментальні проблеми щодо передбачуваності. Автономія вже використовується для підтримки різних можливостей у системах озброєння, включаючи мобільність, орієнтацію, розвідку, оперативну сумісність та управління.

Система автоматичного розпізнавання цілей (ATR) – технологія, що дозволяє автономно використовувати зброю, існувала з 1970-х років. Системи ATR все ще мають обмежені інтелект і можливість прийняття рішення. Їх продуктивність знижується, оскільки робочі середовища стають більш заплутаними, а погодні умови погіршуються.

Існуючі системи зброї, які можуть знайти і атакувати цілі автономно, є в основному оборонними системами. Вони експлуатуються під наглядом людей і призначені для автономного вогню лише в ситуаціях, коли час для прийняття рішення і відповіді вважається занадто коротким для того, щоб люди могли зреагувати. Час ухиляння і географічні зони розгортання, а також категорії цілей, які можуть бути атаковані, визначаються людиною заздалегідь.

Збройні безпілотники та інші автономні системи із зниженим рівнем людського контролю в даний час використовуються та розвиваються високотехнологічними військовими країнами, включаючи США, Китай, Ізраїль, Південну Корею, Росію та Велику Британію.

Автономне озброєння включає:

Системи протиповітряної оборони спеціально розроблені для протидії ворожим атакам з повітря. Вони відносяться до різних категорій залежно від кінцевого використання, наприклад, системи протиракетної оборони, протиповітряні системи та системи ближньої зброї (CIWS). Усі ці системи діють однаково: вони використовують радар для виявлення і відстеження вхідних загроз (ракет або літаків противника), а також керовані комп'ютером системи нападу, яка може визначати пріоритети, вибирати і потенційно автономно атакувати ці загрози. Більшість систем протиповітряної оборони використовують заходи «убити», щоб запобігти вхідним загрозам. Вони стріляють ракетами або

кулями (а в майбутньому лазером) у вхідну ціль. Деякі системи також можуть використовувати «м'які» заходи – електронні системи змінюють електромагнітну, акустичну або іншу характекристику цільової системи, змінюючи таким чином поведінку загрози.

Системи активного захисту (APSs) призначені для захисту бронетехніки від протитанкових ракет або снарядів. APS функціонує на тому ж принципі, що й система протиповітряної оборони. Вони поєднують систему датчиків, як правило, з радіолокаційним, ІЧ або УФ датчиком, що виявляє вхідні снаряди, з системою управління вогнем, яка відстежує, оцінює і класифікує вхідну загрозу.

Системи застосовують відповідні оптимальні контрзаходи (hard-kill або soft-kill): стрільба ракетами або вибухи вхідних снарядів, щоб: змінити кут, під яким вони наближаються до броньованого транспортного засобу; зменшити шанси на проникнення; викликати передчасне або неправильне функціонуванняі бойової частини або знищити зовнішню оболонку.

М’які заходи включають використання перешкод, імітаторів лазерних точок або перешкод для радіолокації, щоб заблокувати боєприпаси.

Лише обмежена кількість країн розробляє та виробляє APS:

- 9 країн-виробників: Франція, Німеччина, Ізраїль, Італія, Південна Корея, Росія, Південна Африка, Швеція та США;

- 10 країн-користувачів готових бронетранспортерів, оснащених APS: Канада, Китай, Франція, Німеччина, Ізраїль, Італія, Росія, Південна Корея, Швеція та США. Є дані про те, що Ізраїль і Росія використовували APS у бойових умовах

Робототехнічне сторожове озброєння – гармати, які можуть автоматично виявляти, відслідковувати та (потенційно) атакувати цілі. Їх можна використовувати як стаціонарну зброю або монтувати на різних типах транспортних засобів. Вони, як правило, меншого калібру і зазвичай використовуються як протипіхотна зброя.

Робототехнічне сторожове озброєння залишається відносно рідкісним. SIPRI визначила лише три різні моделі, а саме: SGR-A1 компанії Samsung (Південна Корея), Sentry Tech (Ізраїль) і Super aEgis II (Південна Корея). Розробка кожної з цих систем була завершена лише зовсім недавно.

Ізраїль і Південна Корея є єдиними країнами, які в даний час виробляють і продають протипіхотну сторожову зброю. Обидві країни ініціювали розвиток цих систем з метою забезпечення безпеки на кордоні. Ізраїльські збройні сили використовували технологію Sentry Tech для захисту кордону Ізраїлю вздовж сектора Газа. Південна Корея інвестувала у розвиток SGR-A1 та Super aEgis II для потенційного розгортання в демілітаризованій зоні на кордоні між Північною і Південною Кореєю.

Керовані боєприпаси, які також називаються розумними бомбами або прецизійними боєприпасами, є вибуховими снарядами, які можуть коригувати

початкові цілі або помилки після того, як вони були випущені або запущені [70]. Надання детального картографування існуючих керованих боєприпасів є самостійним дослідженням [71].

Керовані боєприпаси охоплюють широкий спектр систем – ракет, торпед, сенсорних боєприпасів та інкапсульованих мін торпед, які можуть мати дуже різні характеристики і властивості.

Захоплююча зброя («боєприпаси» чи «самогубці») – гібридний тип системи зброї, яка відповідає ніші між керованими боєприпасами та безпілотними повітряними системами (UCAS). Зброя поєднує в собі ціль і режим атаки керованих боєприпасів (бойові дії зброї, що вибухає, бомби) з маневреністю UCAS. Вони можуть подовжити час польоту, щоб знайти і завдати удару по землі.

Їхня експлуатаційна корисність полягає в тому, що вони не спрямовані на заздалегідь визначену ціль, а скоріше на цільову область (на відміну від керованих боєприпасів), і є одноразовими. Вони можуть проводити наступальні та оборонні місії, які можуть вважатися небезпечними або ризикованими для інших типів безпілотних систем.

Найчастіше вони являють собою малі або середні (до 1,5 метрів) моделі для боротьби з повстанцями як артилерійська підтримка або повітряна підтримка на близькій відстані. Найменша модель може бути доставлена в рюкзаку солдата і швидко розгорнута. США є піонером розвитку цих систем і разом з Ізраїлем домінує на ринку. Проте подібні системи тепер також розробляються рядом країн із середніми можливостями, такими як Іран, Польща та Туреччина.

Автономія та контроль над людьми – переважна більшість такого типу зброї діє під дистанційним управлінням. Набір даних SIPRI ідентифікував лише чотири операційні системи, які можуть знаходити, відстежувати і атакувати цілі у повній автономії після запуску: Ізраїльська, США, Німецька, Великої Британії.

Занепокоєння викликає різноманітність доступних датчиків і досягнень у галузі штучного інтелекту, яка робить все більш можливою розробку систем зброї, які б націлювалися і атакували без будь-якого людського контролю. Якщо тенденція до автономії продовжиться, люди почнуть зникати з процесу прийняття рішень для певних військових дій, можливо, зберігаючи лише обмежену наглядову роль, або просто встановлюючи параметри місії [72].

У листопаді минулого року Стокгольмський міжнародний інститут з питань досліджень миру (SIPRI) оприлюднив свій перший звіт про розвиток автономії в системах озброєння [73] і визначив принаймні 381 автономну систему, розроблену для оборонних цілей, у тому числі 175 – для систем зброї, найбільше – для дистанційно керованих дронів. Улітку 2018 року в Парижі на міжнародній виставці збройних сил оборонні підрядники з усього світу демонстрували низку високотехнологічних систем озброєння, що включали технології штучного інтелекту і автономних функцій, від дистанційно керованих танків до мініатюрних дронів та бойових боєприпасів.

Досягнення автономності машин здійснюється завдяки дослідженням у трьох дисциплінах: штучний інтелект (AI), робототехніка та теорія управління.

Основні напрями досліджень AI та робототехніки, які мають ключове значення для розвитку автономії:

1. Комп'ютерний зір. Розробка комп'ютерів і роботів, здатних отримувати, обробляти, аналізувати і розуміти візуальні дані.

2. Природна обробка мови. Розробка комп'ютерів і роботів, здатних обробляти, аналізувати і генерувати людську мову.

3. Машинне навчання. Розробка комп'ютерів і роботів, здатних адаптуватися до середовища і підвищити продуктивність на основі минулого досвіду і навчання, а не на заздалегідь запрограмованої моделі.

4. Пошук і планування. Розробка комп'ютерів і роботів, здатних розробляти або адаптувати плани дій для досягнення бажаних цілей.

5. Логічне і символічне міркування. Розробка комп'ютерів і роботів, здатних до міркувань і складання висновків на базі фактичних даних і логічних правил.

6. Взаємодія людини з машиною. Розробка вдосконаленого способу спілкування і спільної праці людини і машини (або комп'ютера чи робота).

7. Маніпулювання. Розробка робототехнічних систем, здатних маніпулювати фізичними пристроями точним способом (наприклад, підтримуючи правильний рівень тиску).

8. Локомотив. Розробка ножних робототехнічних систем, здатних автономно керувати рухом.

9. Спільний інтелект. Розробка декількох окремих машин, здатних виконувати завдання спільно (наприклад, як рій).

10. Валідація та перевірка. Розробка методів забезпечення інтелектуальних систем бажаними властивостями та формальними вимогами [74].

Незважаючи на те, що серйозні виклики, які виникають внаслідок повністю автономної зброї, за останні п'ять років набули широкої уваги, прогрес держав у вирішенні проблем, пов'язаних з цим, був повільним. Були визначені та досліджені ключові правові, операційні, моральні, технічні та інші проблеми, що виникли через дозвіл машинам відбирати та атакувати цілі без подальшого людського втручання. Наразі існує широка згода щодо необхідності збереження певної форми контролю над майбутніми системами озброєння і застосуванням сили.

Драйвери автономної зброї: зменшення кількості робочої сили та економія коштів для виплати заробітної плати. Практично всі системи зброї, які використовуються сьогодні, експлуатуються одним оператором незалежно від того, чи є система пілотною або безпілотною. Дослідження, проведене у США, виявило, що перехід до моделі, коли один оператор контролює безпілотні літальні апарати, дає можливість зменшити кількість персоналу на 50% або більше. Цей аргумент зазвичай використовується для підтримки переходу до безпілотних

автономних літаків. Встановлено, що одним з найважливіших факторів витрат, пов'язаних з використанням бойового літального апарату, є необхідність постійної практики – пілоти мають літати від 10 до 20 годин на місяць для підтримання навичок.

Проблеми: Повністю автономна зброя сама вирішує, хто живе і вмирає, без людського втручання, що перетинає моральний поріг. Машинам бракує людських характеристик, таких як співчуття, необхідне для складних етичних виборів.

Оцінка ринку. Опитування 26 країн, проведене у грудні 2018 року компанією з досліджень ринку Ipsos під лозунгом «Зупинити роботів-вбивць», показало, що більше трьох з кожних п'яти людей, які відповіли на опитування, виступають проти розвитку систем озброєнь, які вибирають і атакують цілі без втручання людини [75].

У 2018 р. та 25-29.03.2019 р. у Женеві пройшди конференції ООН щодо автономних систем озброєнь. Участники конференцій обговорили політичну декларацію щодо загроз, які несуть подібні системи, та можливість заборони їх виробництва. У серпні 2018 року міжнародна правозахисна організація Amnesty International закликала ввести заборону на роботів-вбивць. На думку правозахисників, технічний прогрес у даній сфері йде вперед міжнародного права.

Росія та США виступають за подальший розвиток систем автономного озброєння, 26 країн – проти, а Німеччина – за покрокову заборону. Наступний етап переговорів запланований на серпень 2019 року.

Європейським Союзом 8 квітня 2019 р. під час ухвалення програми досліджень Європейського оборонного фонду на 2021-2027 рр. [76] заборонено фінансувати розробку смертоносних автономних видів зброї, так званих роботів-вбивць. Також не фінансуватимуться дослідження щодо систем зброї, заборонених міжнародним правом, такі як наземні міни, ядерна, хімічна та біологічна зброя.

Аерокосмічна система

Сучасний повітряний бій – це не поєдинок винищувачів. Перевага у повітрі тепер залежить від електронної війни, мережевих можливостей і контролю над електромагнітним спектром. Зараз у передових арміях світу використовуються винищувачі п'ятого покоління, розвивається шосте покоління, які поєднують стелс-технологію, надзвукову швидкість, суперманевреність і високо інтегровану авіоніку, мають електронний скануючий радар (AESA), значний запас палива та збільшену тривалість польоту, можливості розвідки і можливості перевозити великі обсяги боєприпасів та наносити удари.

Висококонкурентні бойові літаки – це F-22 Raptor (США), Chengdu J-20 (Китай), Su-57 (Росія), F/A-18E/F Super Hornet (США), безпілотники X-47B для палубних систем (США), Saab JAS 39 Gripen (Швеція), MQ-1C Grey Eagle (США).

Виробництво нових військових літаків напралено на:

- створення літака-невидимки, а також багатофункціональних та надманеврених літаків. Основними технологіями невидимості є форма літака та спеціальне покриття, що поглинає або відводить радіохвилі, які випромінює радар. Але останнім часом все більшого поширення набувають технології, засновані на використанні методів радіоелектронної протидії, такі системи самі випромінюють потужні штучні шумові сигнали, які блокують роботу приймача радару;

- підвищення життєздатності літаків;

- виробництво винищувачів наступного покоління;

- виробництво важкого транспортного літака;

- проектування і виробництво бойових літаків наступного покоління, які включатимуть значний безпілотний компонент [77].

Lockheed Martin / Boeing першими у світі створили оперативний стелс літак, який визнаний найбільш передовим і найдорожчим військовим винищувачем [78].

Нові розробки, які планується впровадити після 2020 року:

- безпілотник MQ-25 Stingray для дозаправки паливом у повітрі;

- гвинтокрили Sikorsky S-97 Raider та MD 969 Twin Attack Helicopter,;

- малопомітний дозвуковий бомбардувальник B-21 Raider [79];

- Lockheed Martin SR-72 - гіперзвуковий безпілотник зі швидкістю до 6 махів (тобто, майже у 6 разів перевищує швидкість звуку) для розвідки, спостережень та здатного нести гіперзвукові ракети;

- безпілотна авіаційна система MQ-4C Triton (висотний безпілотний літальний апарат у парі з наземною станцією управління), яка має сенсорне охоплення у 360 °, підтримує широкий спектр місій, включаючи розвідку сигналів, пошуково-рятувальну та комунікаційну ретрансляцію, висоту польоту понад 10 миль, термін польоту 24 годин та здатність контролювати мільйон квадратних морських миль в одному польоті. Армія США вважає, що перешкоди сигналу і зв'язку домінуватимуть в електронній боротьбі;

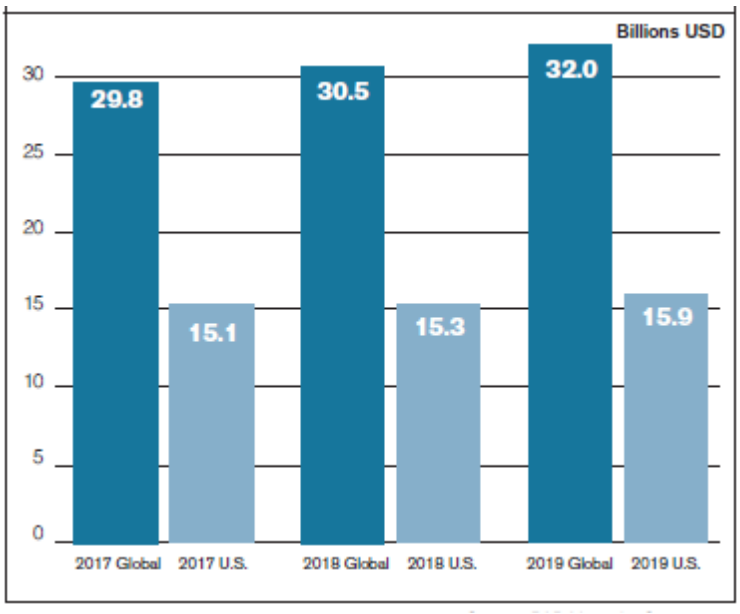
- KJ-600 (Китай) – розвідувальний палубний літак, оснащений радіолокаційною системою (складним радаром AESA), яка допомогає виявляти ворожі літаки-невидимки на великій відстані;

- бомбардувальник B-21 Raider – стелс-літак із важким навантаженням, здатний доставляти термоядерну зброю. Стелс-технологія включає нанесення покриттів та конструювання конфігурації, а також технології приглушення теплового сигналу, компютерного моделювання;

- модернізація системи націлювання, покращання координації та управління авіаудару, а також збір аналітичних даних після авіаударів і вивчення можливих нових цілей на основі оновлення програмного забезпечення.

Останнім часом зявляються відомості про можливості розроблення літаків на атомному паливі. Lockheed Martin у 2024 р. готується представити серійну версію потужного і компактного термоядерного реактору CFR (Dubbed the compact fusion reactor), який теоретично може змінити обличчя всієї енергетики у світі. Новий термоядерний реактор розмірами з вантажний автомобіль та потужністю у 100 МВт буде застосовуватися на землі та в космосі. Ця технологія створюється у секретній військовій лабораторії Skunk Works [80].

Аерокосмічні оборонні дослідження впродовж останніх двох десятиліть розвиваються швидкими темпами (рис. 10).



Джерело: 2019 GLOBAL R&D FUNDING FORECAST. – 2019. – 36 p.

Рис. 10 Фінансування науково-дослідних робіт в аерокосмічній оборонній галузі у світі та США, млрд $

У планах військових відомств на 2019-2021 рр. наукові дослідження та інновації в аерокосмічній сфері військового призначення направлені, крім вищезазначених напрямів, на:

Розвиток електронно-керованих автономних аерокосмічних апаратів для космічних та бойових систем, військової техніки:

Стійкість у просторі є життєво важливим і всеосяжним заходом, який досягається за допомогою таких заходів, як кібербезпека наземних станцій, підвищення живучості супутників і швидке відновлення у випадку деградованих операцій. Нові розробки спрямовані на запуск і використання космічних апаратів, мініатюризацію супутників і впровадження послуг на вимогу.

В основному постачальники і розробники відповідного промислового обладнання знаходяться у США, їхні розробки, здійснені з використанням обладнання, компонентів та систем підводного спорядження (Ocean Technology Systems – OTC), направлені на створення і виробництво човникових космічних апаратів та мініроботів, зокрема:

- човникового реактивного автомобіля, який розробляє Boeing, перший політ якого заплановано через два роки. Довгострокова мета Boeing – щоденні рейси такого автомобіля (Phantom Express);
- мініроботів, які мають розробити 3D-карту Всесвіту. Апарат DESI розроблено вченими та інженерами Національної лабораторії ім. Лоуренса в Берклі (США). Він представляє собою надзвичайно складний прибор, який складається з 5 тис. крихітних роботів, що керують напрямом погляду оптоволоконних об'єктивів. Кожний з об'єтивів має вивчати окрему галактику, так що DESI зможе спостерігати одночасно за 5000 галактик, витрачаючи на один цикл спостережень 20 хвилин. У 2019 р. DESI буде встановлений на телескопі Mayall Національної обсерваторії Кітт-Пік.

Іншою тенденцією є розвиток аналітики. Служби оборони та національної безпеки вже досягли вражаючих тактико-аналітичних можливостей. Але важливо, щоб дані були представлені у легкозасвоюваному форматі. Дослідження за даною тематикою направлені на розроблення стратегії аналізу та візуалізації даних із включенням різних способів отримання інформації, що має важливе значення для максимальної швидкості та точності прийняття рішень [81].

Розроблення обладнання та озброєння для військових літальних апаратів:

- системний інтелект, який максимально спрощує взаємодію пілота з технікою (напр, Matrix, створений Lockheed Martin, який може самостійно управляти дослідницьким гвинтокрилом SARA за допомогою датчиків);

- потужне і компактне лазерне озброєння для установки на літаках-винищувачах. Згідно з планами керівництва лабораторії AFRL Lockheed Martin, перший експериментальний винищувач, озброєний новим лазером, повинен піднятися у повітря вже у 2021 році;

- проектування, виробництво та підтримка електроніки та авіоніки для військових літаків;

- розробка оптичних систем і технологій – комбінації мультихвильових спектрометрів, довгомірних інфрачервоних лазерних радіолокаторів, коротких імпульсних лазерів. Інтеграція 3D-лазерного радіолокатора в безпілотний літак [82];

- розроблення компонентів авіаційного двигуна.

Розроблення обладнання для протиракетної та повітряної оборони:

- сенсорів нижнього рівня повітряної протиракетної оборони;
- протиповітряної оборони короткого діапазону;

- передових систем виявлення безпілотних повітряних загроз та їх пом'якшення з використанням нових методів виявлення;

- портативного, рухомого (встановленого на автомобілі) та кінетичного комплексу захисту від дронів, здатного виявляти, відстежувати, ідентифіковувати та знищувати невелику безпілотну систему літаків;

- тестування електронного скануючого радару з відкритою архітектурою тощо.

Розроблення та виробництво безпілотних систем наступного покоління:

- тактичних безпілотних систем;

- модульної багатофункціональної швидкорегульованої ручної малої безпілотної авіаційної системи із загальним контролером, здатною переналаштовуватися в полі для виконання конкретних завдань;

- нової генерації малого безпілотного літального апарату, стабілізованого карданним підвісом, що інтегрує лазерні технології;

- безпілотних літаків універсального призначення;

- безпілотної повітряної системи, здатної розгортатися попереду руху бойової сили і забезпечити принаймні 8,5-хвилинний період надання розвідувальних даних через спостереження та розвідку тощо.

Удосконалення і підтримка бойових літаків, зокрема Tornado; F-35 Lightning II та інших [83].

Інші напрями наукових досліджень та інновацій в аерокосмічній сфері військового призначення:

- розробка систем оборонної інформації;

- розроблення та удосконалення електромагнітних методів обстеження землі, що використовуються в даний час для характеристики зон посадки для військових літаків.

- проектування і виробництво ракет і ракетних систем [84];

- визначення впливу хімічних бойових речовин на персонал військово-повітряних сил;

- біологічне знезараження гарячого повітря, спрямованого на дезактивацію чутливого обладнання, інтер'єру літаків$

- керування повітряним рухом тощо.

Нові наукові дослідження стосуються також технологічних квантових стрибків, квантової радарної системи, яка працюватиме в умовах високого рівня фонових шумів, що дозволить цьому радару безпомилково знаходити і супроводжувати літаки і ракети, обладнані найсучаснішими стелс-технологіями, в тому числі і активними [85].

Основними експортерами на ринку військової аерокосмічної техніки у світі є США, Росія, Велика Британія. Україна на цьому ринку зпосідає 11 місце.

*Драйвери рост*у. Створення космічних сил США у 2020 році є сприятливим фактором для збільшення науково-дослідних розробок в аерокосмічній галузі щодо

нових супутників і технологій, які допоможуть військовим виграти конфлікти в космосі.

Незважаючи на те, що зростання промисловості аерокосмічного озброєння (A&D) у першу чергу здійснюється Сполученими Штатами, деякі інші регіони, включаючи Китай, Францію, Індію, Японію, Близький Схід і Великук Британію, піключаться до цієї діяльності в найближчому майбутньому.

Більше того, космос стає важливою частиною загальної екосистеми оборонної промисловості, оскільки зростаюча глобальна напруженість може становити загрозу для космічних ресурсів, таких як супутники, на які часто покладаються військові операції, включаючи спостереження, зв'язок і ракетне націлювання. Важливо захистити ці активи, оскільки це може призвести до мілітаризації простору. США, Китай і Росія вже почали встановлювати домінування в космосі, а інші країни, такі як Північна Корея та Індія, поступово за ними слідують.

Проблеми. Вільна торгівля є важливою для A&D промисловості, оскільки експорт літаків і озброєнь призводить до зростання доходів, особливо для компаній з розвинених країн. Наприклад, A&D є провідною нетто-експортною галуззю у США, яка в 2017 році створила профіцит зовнішньої торгівлі торгівлі в розмірі $86 млрд.

Але існує ймовірність того, що назрівання трансатлантичних і транстихоокеанських торгівельних напружень може вплинути на це, оскільки імпортні мита, що покладаються на сталь та алюміній – ключову сировину для виробників A&D, впливають на ціну. Більше всього можуть постраждати оборонні компанії, які у першу чергу продають іноземним урядам літаки. Компанії A&D, що працюють у такому середовищі невизначеності, матимуть успіх завдяки підтримці довгострокових стабільних промислових партнерських відносин та управлінню своїми глобальними ланцюгами поставок. Деякі компанії A&D розглядають можливість переносу виробництва в інші країни, щоб уникнути великих тарифів і порушень ланцюгів поставок та їх затримок.

Оцінка ринку. У 2018 році світова аерокосмічна та оборонна промисловість (A&D) відновилася, оскільки світові військові витрати зросли. Очікується, що промисловість продовжить своє зростання у наступні роки внаслідок збільшення виробництва комерційних і військових літаків та значних оборонних витрат. Приблизно 38 000 літаків, як очікується, будуть вироблені в усьому світі протягом наступних 20 років [2].

За військово-авіаційним прогнозом, у 2019-2033 роках виробництво військових літаків становитиме 8016 од. на суму $578,6 млрд. Основними гравцями є Lockheed Martin, Boeing, Northrop Grumman, Airbus, AVIC і UAC [86].

Системи зброї, озброєння і боєприпаси

Система зброї, озброєння та боєприпасів фокусується на військово-морській зброї, артилерії, передовій зброї, прецизійних боєприпасах, вибухових речовинах і паливах.

Удосконалена технологія точного керованого озброєння тепер є необхідною умовою сучасної армії. Короткохвильові протитанкові і антимаршеві установки, ракети короткої, середньої і великої дальності, озброєння "повітря-повітря", "повітря-земля", балістичні і крилаті ракети тепер складають центральний елемент найбільш передових національних військових сил. Збільшення кількості таких систем значною мірою залежить від їхньої військової ефективності [67].

Також у систему зброї, озброєння і боєприпасів входить група танків, легких гусеничних і колісних транспортних засобах, тактичних та технічних транспортних засобів. M1 Abrams, Leopard 2, M88A2, M998 серії HMMWV, MRAP і AAV7 / LVTP7 – це лише зразки таких транспортних засобів.

Доступне дальнє і високоточне наведення – одby з дуже популярних напрямів останніх років. Для цього розробляється лазерне та висоенергетичне озброєння.

Високоенергетичні лазерні системи захисту або озброєння:

- лазерні захисні установки, створені у США за програмою HELLADS, є досить точними, швидкими і потужними, щоб вчасно ліквідувати ворожі ракети, артилерійські снаряди і безпілотники. В основі технології лежить твердотільний високоенергетичний лазер з рідинним охолодженням;
- лазерна штурмова гвинтівка ZKZM-500. У даний час ведуться заключні роботи з підготовки виробництва нового виду зброї, і нова гвинтівка ZKZM-500 вже скоро опиниться на озброєнні спецпідрозділів китайської поліції для проведення антитерористичних операцій. Згідно з наявною інформацією, гвинтівка ZKZM-500 здатна вражати цілі на дистанції до 1 кілометра, її лазерний промінь має достатню потужність, щоб обвуглити людську шкіру або запалити ємності з горючими матеріалами. Також лазерну гвинтівку можна використовувати у тайних військових операціях. Вона не потребує боєприпасів. Вбудована літій-іонна батарея здатна забезпечити до 1000 лазерних пострілів, тривалість кожного з яких становить дві секунди [87];
- нове покоління *гіперзвукового енергетичного озброєння*. Енергетична зброя не потребує пороху та вибухової речовини, функціонує повністю за рахунок електричної енергії. США розробило і почало випробування електромагнітної рельсотронної гармати (ElectroMagnetic RailGun, EMRG), яка забезпечує швидкість польоту снаряду до 6 Махів (7 350 км/час) та дальність ураження цілі на 185 км. При такий швидкості снаряд має значну кінетичну енергію і йому не потрібен заряд вибухової речовини. Високошвидкісні снаряди (High-Velocity Projectile, HVP), які використовуються в EMRG зброї, є керованими снарядами з низьким опором повітрю, сумісними з іншими типами озброєнь. Рельсотронні гармати можуть

використовуватися в якості як традиційних артилерійських, так і зенітних гармат [88]. Найбільш поширеними напрямами НДДКР у США в даній області є:

- розробка, моделювання, інтеграція і випробування над- і гіперзвукових крилатих ракет, гіперзвукових літальних апаратів (ГЛА) багаторазового використання, а також гіперзвукових бойових блоків балістичних ракет;
- прискорений розвиток високошвидкісної авіаційної ракетного зброї великої дальності, а також технологій теплового захисту і планера;
- вивчення нових концепцій гіперзвукової аеродинаміки з метою поліпшення льотно-технічних характеристик і керованості ГЛА, а також зменшення їх масогабаритних характеристик;
- вивчення динаміки газів і аеродинаміки плазми для розрахунку надзвукових і гіперзвукових потоків стосовно перспективного маневреного розвідувально-ударного розвитку ГЛА;
- всебічний аналіз технологій створення жароміцних конструкцій для ГЛА, вивчення властивостей і можливостей теплозахисних матеріалів, розробка легких і стійких до впливу високих температур металів і покриттів для поліпшення системи теплозахисту перспективних ГЛА;
- вдосконалення методів обробки і виробництва структурно інтегрованих систем теплозахисту для ГКР;
- розвиток методів діагностики стану елементів конструкції ГЛА;
- розробка і вдосконалення технологій вуглеводного палива, розрахованих на діапазон швидкостей від 5 до 7 числа М;
- розробка варіантів камер згоряння для високошвидкісних повітряно-реактивних двигунів і проведення їх випробувань у діапазоні швидкостей від 3,5 до 7 числа М;
- дослідження методів та розробка пристроїв стабілізації процесу горіння вуглеводневого палива в камері згоряння, оцінка і проведення випробувань поліпшених і спеціальних видів вуглеводневого палива, а також альтернативного палива;
- оцінка і проведення випробувань елементів паливної системи двигунів комбінованого циклу, прямоточних і гіперзвукових прямоточних повітряно-реактивних двигунів;
- розвиток технологій і систем управління ГЛА [89].

- *нелетальна енергетична зброя*. Одним з видів такого озброєння є лазерна система, здатна створювати плазменні шари, які генерують звуки для налякування людей або передачі сигналу про небажаність наближення людей до визначених обєктів або руху у якомось напряму.

Високоточні боєприпаси і безпілотні системи. Все більшого поширення набувають високоточні боєприпаси – від артилерійських снарядів і мін, до авіабомб і крилатих ракет. Знижується і вартість таких засобів ураження. Можна припустити, що через 10-15 років буде вигідніше використовувати керовані боєприпаси для вирішення будь-яких завдань [90].

Стрілецька зброя:

- компютеризований гранатометный комплекс XM25 для знищення живої сили противника;

- мініатюрна електромагнітна пушка для есмінців;

– високоточна снайперська гвинтівка, яка сама вміє визначати точне місце попадання пулі [91].

Нова енергетичні технології або технологія Fuze. Розробка спільних / модульних архітектур детонаторів; інноваційні технології запалювання; датчики; інструменти та моделі для встановлення детонатора наступного покоління; джерела живлення – ці технологічні новинки будуть забезпечувати менші, більш економічно ефективні рішення при задоволенні або перевищенні продуктивності існуючих технологій. Розробка цих технологій дозволить розробити більш адаптивну та меншого розміру зброю, а також поліпшити можливості виявлення цілей.

Авіаційно-ракетний центр США виконує проекти із поліпшення енергетики та ефективності енергетичної зброї. Успіхи в енергетиці призведуть до озброєння довгого діапазону без додаткового обсягу або ваги.

Планується:

- продемонструвати прототип бездротової системи для передачі енергії та даних на повітряні ракети та невеликі керовані боєприпаси для використання на ротаційних літаках;

- продемонструвати автономну висоту вибуху і систему визначення цілі для підвищення летальності боєприпасів;

- продемонструвати мініатюрні, малоенергетичні пристрої виявлення цілей у зоні впливу зброї;

- розробити технологію мініатюрних акумуляторних батарей для швидкості і високої потужності для невеликих боєприпасів [82].

Ракетне озброєння. Протягом останніх 10 років ракетні технології швидко розвивалися у промислово розвинених країнах. Ця тенденція характеризується поширенням новітніх ракетних технологій, насамперед в Росії, Китаї або США, а також в Ірані і Північній Кореї. Модернізація ракетних сил країн стосується обчислень, мініатюрних підсистем, нових матеріалів, моделювання, а також їх інтеграції в більш ефективні системи.

Наприклад, виробництво нових сплавів із високоміцних сталевих і композиційних матеріалів призведе до випуску більш легких корпусів, резервуарів і більш потужних двигунів (рідких) і форсунок. У поєднанні з виробництвом більш потужних паливних двигунів, цей комплекс модернізації надасть країнам, що розвиваються, можливість виробляти більш надійні та довгоживучі системи зброї.

Нові напрями технологічного ракетного розвитку зосереджені, як правило, на балістичних системах зброї (балістичних ракет середньої дальності, міжконтинентальних балістичних ракет), а також космічних пускових установках, програмах розвитку зброї масового знищення.

У середньостроковій перспективі головна вісь розвитку балістичних технологій, ймовірно, буде направлена на космічне співробітництво і отримання

передових промислових інструментів для виробництва більш потужних компонентів двигуна. Поширення цих технологій від країн, що розвиваються, до країн, які мають намір розвивати балістичні можливості через космічні програми, є серйозною загрозою.

Маневрені боєголовки широко використовуються Китаєм для ракет короткої, середньої дальності.

Відбувається повільне розповсюдження ракет великого діаметру, таких як іранський Sejjil або північнокорейський KN11, у бік країн, що розвиваються. Проте промислові виклики залишаються істотними, про що свідчить припинення тестового запуску Sejjil вже більше восьми років тому. Більшу тривогу викликають твердопаливні ракети середнього діаметру, які виробляються такими країнами, як Туреччина, Південна Корея, Бразилія, що збільшує ризик їхнього розповсюдження через продаж на міжнародних ринках та міжнародне співробітництво.

Ще один напрям досліджень – перегляд надзвукових і гіперзвукових ракетних швидкостей. Надзвукова швидкість коливається від 1 до 5 Махів, а гіперзвукова – від 5 Махів та вище. США має групу високошвидкісних ракетних проектів, що базуються на твердопаливній зброї: AGM183A Airlaunched Rapid Response Weapon і Hypersonic Conventional Strike Weapon та Hypersonic Airbreathing Weapon Concept. Китай і Росія працюють над високошвидкісними колісними транспортними засобами (HGV) і крилатими ракетними комплексами [67].

Зброя масового знищення охоплює ядерну, біологічну та хімічну зброю. Не дивлячись на ряд міжнародних договорів, конвенцій і режимів експортного контролю, таких як Договір про нерозповсюдження ядерної зброї, Конвенція про заборону хімічної і біологічної зброї та Режим контролю за ракетними технологіями, держави, що розвиваються, розробляють системи зброї, які можуть бути звичайним озброєнням, а можуть ефективно поєднуватися з ядерними пристроями. Ця еволюція чітко співвідноситься з технологією управління, яка поступово дає можливість деяким країнам, що розвиваються, розробляти більш точні ракети, навіть у великих діапазонах. Поряд з тим, індустріалізовані нові балістичні сили мають доступ до управлінських і навігаційних технологій, що дозволяє розробку і виробництво звичайних *точних (прецисійних) систем зброї*, сприяючи ризику їхнього поширення. Таке поширення і зростаюча дихотомія між зброєю масового знищення і балістичними технологіями повільно, але неминуче підриває існуючий режим контролю ракетних технологій через появу неконтрольованих виробників, а також через специфічні вимоги на національних рівнях [67].

Армія США визначила технології *точного озброєння* або LRPF (THE LONG-RANGE PRECISION FIRES FAMILY) своїм пріоритетом модернізації №1. До такого озброєння відносяться ракети, гаубиці, снаряди, які є більш точними і більш смертельними на більш довгому діапазоні. Ці нові системи повинні мати здатність спрямовувати та знищувати або деградувати системи противника і забезпечувити свободу маневру та дій сил нападу.

Так, ракети Precision Strike повинні замінити застарілу тактичну ракетну систему армії у 2023 році, з розширеним діапазоном (до 499 км), поліпшеною

стійкістю до перешкод GPS, підвищеною швидкістю стрільби від однієї до двох ракет за раз і меншою вартістю однієї ракети.

Оновлена гаубіца є набагато швидшою за попередника. Дальність стрільби ракетними снарядами збільшиться з 22 км до 30 км, кількість залпів – до 1000 за день.

Прототип нового покоління гарматного дівізіону (ERCA) передбачається випустити у 2025 році. ERCA складається з двох частин: нової ракетно-підсиленої оболонки і довшої трубки гаубиці. На додаток ERCA буде мати повністю автоматизовану систему завантаження боєприпасів і систему зв'язку, яка буде працювати у середовищах, позбавлених GPS.

Армія працює над створенням гарматних систем, які здатні точно вражати цілі на відстані 100 км. Гіперзвукові гарматні снаряди, які досягнуть цілі на відстані у 100 км, забезпечать збільшену летальність і зменшать потребу у більш дорогих ракетах [92].

Розумна, швидка та багатофункціональна або інтелектуальна зброя

У багатодоменних операціях армії братимуть участь в операціях на суші, морі, у повітрі, кіберпросторі та в космосі одночасно, і їм потрібно буде швидко виконувати різноманітні місії. Для цього необхідна найсучасніша зброя, яка буде найбільш ефективною в різних сценаріях. Науково-дослідна лабораторія армії США (ARL) розробляє технології для підтримки багатофункціональної точної і розумної зброї. Обмінюючись даними, обчислювальними та навігаційними можливостями, використовуючи мережу датчиків, ця зброя буде передавати інформацію військовому командуванню, включаючи ситуаційну обізнаність для прийняття обґрунтованих рішень.

Вчені ARL також шукають можливості для надання цій зброї властивостей прискорюватися до надзвукових швидкостей і приймати різні форми, щоб пристосуватися до нових умов, використовуючи інформацію, отриману від ворога.

Розробляються нові концепції для авіаційних ракет, які можуть бути застосовані будь-якою армійською силою (нарпр., морською), яка може вимагати застосування гіперзвукових боєприпасів.

Людські ресурси. Оскільки армія США і морська піхота прагнуть розширити свої можливості для підготовки до потенційного «близького» конфлікту, посилюється акцент на найважливішому і незмінному учаснику війни – окремому солдаті.

Ключові напрями досліджень щодо живої сили армій: максимізація виживаємості; оптимізація нічного бачення; ситуаційна обізнаність; маневреність; використання розширеної реальності [93].

До екіпіруючих технологій відноситься розроблення солдатського камуфляжу, який має автоматично підлаштовуватися під оточуюче середовище. Технологія базується на властивостях метаматеріалів, за допомогою яких світло може не відображатися від обєкта (що робить його видимим), а огинати його.

До навчальних технологій наступного покоління відноситься володінням малою стрілецькою зброєю – поєднання стрілецької зброї з віртуальною реальністю. Так, британська інженерна фірма Meggitt розробила систему підготовки вогнепальної зброї (FATS) 180LE – 180-градусний куб віртуальної реальності, в якому три великих екрани без полів моделюють різні ситуації реального життя у високому розрізі, що дає військовим можливість підвищити реакцію на загрози і точність стрільби. FATS 180LE моделює до 20 різних озброєнь, включаючи пістолети, гвинтівки, рушниці, а також менш смертельну зброю, такі як перцевий спрей і TASER. Солдати, які використовують центр FATS, можуть також тренуватись у повній темряві, використовуючи ліхтарики, вбудовані у зброю, для імітації нічних ситуацій [94].

Новітні танки, легкі гусеничні транспортні засоби тощо

Ринок бойових танків стрімко розвивався протягом останнього десятиліття. Незважаючи на перенасичення, ринок залишається прибутковим для тих гравців, які мають успішні програми. Модернізація направлена на розроблення, виробництво та поставку бойових машин нового покоління (NGCV) та обладнання для них, зокрема:

- безпілотних транспортнихі засобів із здатністю швидко знаходити складні цілі у складних умовах;
- новітнього обладнання, спрямованого на зменшення загроз для бойових машин без збільшення ваги броні. Активні системи захисту – датчики, процесори та інші компоненти – не є заміною для броні, але вони можуть значно підвищити живучість транспортних засобів і солдатів шляхом інтеграції систем жорсткого і м'якого вбивства супротивника (системи жорсткого вбивства – вибухи або снаряди, щоб знищити або відвернути вхідний вогонь; системи м'якого вбивства – використовують датчики, які виявляють сигнали зброї і відправляють імпульси на її подавлення). Майбутні інновації – активне зниження рівня вибуху, адаптивна броня та інгібітори обскурантів;
- наземних транспортних засобів із робототехнічною операційною системою, що охоплює спектр автономії та робототехніки, включаючи роботів із малими вибухонебезпечними боєприпасами;
- систему допоміжного розпізнавання цільових об'єктів (AITP), щоб зменшити навантаження на персонал і дозволити їм ефективніше виконувати свої місії. Солдати в бою або при патрулюванні виконують одночасно декілька завдань: підтримку загальної ситуаційної обізнаності, спілкування з вищим командуванням, планування і коригування маршрутів для пілотованих і безпілотних транспортних засобів, моніторинг місця розташування датчиків і збір інформації від декількох датчиків. Ураховуючи всі ці завдання, вони можуть не зосередитися на зображеннях датчиків, які можуть містити багато об'єктів та які можна інтерпретувати як цілі. Визначення та прийняття рішень щодо обгрунтованості потенційних цілей є критично важливим, тому розроблено вищеозначену систему. Алгоритми для підтримки цілеспрямованості та прийняття рішень разом з новими вдосконаленими датчиками будуть здатні знаходити приховані цілі в різних фонах і в різних умовах. Вони забезпечують автоматичне виявлення як стаціонарних, так і рухомих загроз, збільшуючи живучість і летальність NGCV [95];

- створення легкобронированной бойової машини не дуже великих розмірів, яка за рахунок маневреності та інших технологій здатна успішно протистояти сучасним системам протитанкових озброєнь і задоволяняти таким вимогам: зменшення габаритів і ваги машини на 50% (у порівнянні з танками середнього і легкого класу); зменшення чисельності екіпажу мінімум на 50% без зниження ефективності їх дії; збільшення мінімум на 100% швидкості пересування; здатність переміщення практично по будь-якій пересіченій місцевості; максимальне зменшення теплового сліду і зниження радарної "видимості“ [96].

Проблеми. Для ефективного функціонування новітнього озброєння необхідно дуже багато енергії, джерел якої у достаньо компактному виконанні на сьогодні не існує. Використання малогабаритних ядерних реакторів може бути виправдано у дуже рідких випадках, що пов’язано як з економічними причинами, так і з ризиками безпеки [97].

Драйвери. Прагнення до підвищення точності, дальності та швидкості є драйвером для керованої зброї, незалежно від класу систем і характеру вимог. Разом вони сприяють зростанню загальної ефективності та летальності ракет.

Оцінка ринку. Прогнози для систем боєприпасів включають артилерію, зенітну артилерію, багаторазові ракетні системи, повітряно-десантні засоби, диспенсери боєприпасів, переносні протитанкові / протиугонні системи, стрілецьку зброю. Наприклад, самохідна гаубиця CAESAR 155 мм, протиповітряна артилерійська система L / 70, PC3 M270, BLU-109 / B і серія GBU-10 Paveway, лазерна керована бомба і т.д.

Прогноз на 2019-2033 роки передбачає виробництво 2426648 одиниць озроєння на суму у $28 млрд. Основні гравці – Boeing (щонайменше 21,23%), American Ordnance, Raytheon, Rosoboronexport, and NORINCO.

Прогнози щодо транспортних засобів стосуються танків, легких гусеничних і колісних транспортних засобів, тактичних транспортних засобів логістики та інженерних транспортних засобів. Наприклад, M1 Abrams, Leopard 2, M88A2, M998 серії HMMWV, MRAP і AAV7 / LVTP7 тощо.

Прогноз на 2019-2033 роках склав 89575 одиниць на суму $67,86 млрд.

Основними гравцями є Oshkosh Truck (20,6%), Iveco Defense Vehicles Division, BAE Systems, NORINCO та Ізраїльська MOD/IDF [98].

Біотехнологічна зброя

Технологічний прогрес у біологічних науках давно став викликом для міжнародних та національних урядів, особливо щодо запобігання розповсюдженню біологічної та хімічної зброї і запобігання іншим біологічним ризикам, таким як випадкове вивільнення патогенів. Програма роззброєння ООН, опублікована у 2018 році, оприлюднила певні занепокоєння щодо "здатності нових технологій зменшити бар'єри із доступу та використання забороненої зброї, як це може бути у випадку синтетичної біології та редагування генів".

У даний час біотехнологія стрімко вийшла на передові позиції науково-технічного прогресу і це обумовлено рядом її особливостей:

- біотехнологічне виробництво є наукомістким, а це значить, що його розвиток тягне за собою істотне підвищення ефективності економіки;

- у сфері біотехнологій важко розмежувати фундаментальні дослідження, з одного боку, і прикладні – з іншого. Це знаходить своє вираження в тому, що в біотехнології практично відсутній часовий розрив між отриманням фундаментального результату і розробкою технологій, що дозволяють здійснити його практичне освоєння;

- технології, засновані на використанні клітин і біологічних молекул, надають великі можливості у використанні природного різноманіття, результати фундаментальних біотехнологічних досліджень мають відносно хорошу можливість програмування і потенційну практичну важливість;

- біотехнологія забезпечує можливість заміни невідновлюваних ресурсів відновлюваними, тому вона розцінюється як засіб вирішення проблем, пов'язаних із дефіцитом невідновлюваних природних ресурсів;

- біотехнологія забезпечує більш легкий доступ до знань, інструментів і компонентів для створення живих організмів;

- біотехнологія має швидко розповсюджуваний набір інструментів для модифікації генів і організмів (наприклад, CRISPR);

- біотехнологія легко зближується з іншими галузями науки і техніки (наприклад, хімією, інженерією, інформатикою);

- відбувається оцифрування та автоматизація біологічних експериментів, виробництва та даних.

До 2020 року очікується створення компактного медичного обладнання прийнятної вартості, яке дозволить продукувати найважливіші органи людського організму зі стовбурових клітин в умовах державних і приватних клінік США, країн Західної Європи, Ізраїлю та Японії.

Синтетична геноміка стає відносно легкою через появу «автоматизованих, високопродуктивних ДНК-синтезаторів», здатних відтворювати патогенний ген або інфекційний вірус із послідовності ДНК, що зберігається в комп'ютері [99]. Продуктивність цих інструментів зростає темпами, які обернено пропорційні їх вартості.

Дискусії щодо конвергенції біотехнологічних досягнень із досягненнями в інших галузях науки і техніки, наприклад, в хімії, інформатиці або інженерній діяльності, почалися давно, зокрема в рамках Конвенції про біологічне і токсинне озброєння 1972 року. Проте існуюча система управління біологічними технологіями має обмежену здатність всебічно аналізувати та належним чином реагувати на ризики та проблеми, що виникають у зв'язку зі швидкістю та складністю технологічного прогресу в окремих областях. Особливо це стосується технологій адитивного виробництва (3D друку), штучного інтелекту (AI), квантової технології і робототехніки – ці технології мають величезний потенціал, але також збільшують можливості зловживання біотехнологіями та розповсюдження біологічної зброї [100].

Міжнародні структури з контролю над озброєннями та нерозповсюдженням не розробили узгоджених технічних стандартів для визначення якостей нових технологій та оцінки їх ризиковості.

Досягнення в галузі біотехнології обіцяють значні переваги для суспільства, включаючи біозахист від патогенів, модифікацію генів та організмів, особливо тих, що викликають захворювання. Проте вони також несуть значні ризики суспільству. Наукові досягнення зробили теоретично можливим створення абсолютно нової біологічної зброї шляхом синтезу або відтворення існуючих, вимерлих або зовсім нових патогенів; шляхом зміни імунної системи, нервової системи, геному або мікробіоми; за допомогою зброї "генних приводів", які можуть швидко і дешево поширювати шкідливі гени через популяції тварин і рослин; шляхом доставки патогенів і біологічних систем новими засобами.

Ризики для безпеки:

• більш легкий для широкого кола людей доступ до зловживань результатами наукових досліджень;

• значний потенціал нецільового використання через конвергенцію з іншими новими технологіями;

• більша можливість атаки і підвищення вразливості;

• розширення сірої зони між дозволеною оборонною діяльністю та забороненими наступальними діями;

• важкість виявлення і визначення призначення використання біологічної зброї [101].

Взагалі біологічна зброя складається із небезпечного біологічного агента і системи доставки. Вибір, проектування, розробка та маніпулювання агентом для конкретної військової мети відрізняється від простого використання біологічних матеріалів, включаючи патогени або токсичні агенти, ціллю – для зловмисного використання та забезпечення ефективної фатальності.

Відповідний патоген може інфікувати ціль (співробітників установи, населення регіону, країни, материку тощо) і викликати хворобу або смерть після поширення, не зазнаючи впливу на навколишнє середовище.

Система доставки біологічної зброї є пристроєм, що полегшує належне розповсюдження і диспергування агента таким чином, щоб зробити ціль більш

сприйнятливою до ефекту патогену. Наприклад, балон для розпилення у літаку, ін'єкція агента, можливо, покрита захисним матеріалом капсула або гранула, або спрей для цілеспрямованого вбивства У разі дисперсії аерозолю ефективність залежить від того, чи частинки патогену мають потрібний розмір для поглинання дихальною системою мішені.

Широка категорія передових автоматизованих технологій виробництва включає конвергенцію біотехнологій з 3D друком, AI, робототехнікою.

3D друк може виробляти об'єкти практично будь-якої форми шляхом нанесення матеріалів шар за шаром та їх злиття з використанням різних методів, таких як екструзія з розрідженням, струменевий друк, стереолітографія, спікання і плавлення лазером або електронним променем.

Конвергенція методів виробництва 3D друку – те, що часто називають біопринтом, є одним з найбільш перспективних методів регенеративної медицини. Біопринт має потенціал друкувати цілі органи із живої тканини. На відміну від матеріалів, що використовуються в якості вихідної сировини в інших машинах, 3D друк використовує пластмаси, метали або інші неживі матеріали із включенням додаткової складової із живих клітин, які дуже чутливі до умов навколишнього середовища, його факторів росту та диференціації, а також особливостей побудови тканини [102].

Для біопринта застосовуються й інші матеріали. Наприклад, гидрогель біоінфекції можна наносити шляхом екструзії або в крапельному вигляді з використанням струменевого друку. Стереолітографія, яка використовує фотоіндуковану полімеризацію для затвердіння точної структури рідкої смоли шляхом впливу, наприклад, ультрафіолетового світла, може бути використана для побудови точних пористих каркасів для інженерії тканин. Можливості методів 3D друку варіюються залежно від їх придатності для різних типів тканин і використовуваних методів тканинної конструкції, особливо в залежності від підтримуючих структур і матриць, що використовуються для імітації або структури тканин клітини.

Три основні компоненти 3D друку, які є ключовими: прилад (машина); сировинні матеріали; цифрові файли збірки, які надають інформацію про об'єкт для друку.

Можливості, що випливають з конвергенції біології та адитивного виробництва

3D друк може запропонувати підвищену адаптивність та поліпшити логістику як для військових операцій, так і для ліквідації наслідків катастроф або кризових ситуацій, дозволяючи виробництво на місці події. Наприклад, розгортання мобільних лабораторій в зонах конфлікту для ремонту і виробництва запасних частин. У майбутньому 3D друк може потенційно збільшити можливості медичних підрозділів шляхом виробництва тканин або імплантатів на місці.

Головною перевагою 3D друку є здатність виробляти індивідуальні елементи без необхідності виготовляти нові форми кожного разу, переконфігурувати верстати або використовувати навички ручного виготовлення.

Використання біопринтів можливо також для друку повнофункціональних донорських органів, які можна імплантувати і підтримувати в організмі людини, можливо, десятиліттями, виробництва різних видів тканин для медичних досліджень і тестування [103].

Застосування 3D друку викликало занепокоєння щодо поширення біологічної зброї, особливо у зв'язку з можливістю використання біопринтерів для обходу бар'єрів, що накладаються національними системами експортного контролю. Порядок денний ООН із роззброєння класифікує 3D друк як приклад, який демонструє "здатність нових технологій допомагати у небажаному або невизначеному розповсюдженні контрольованих або чутливих предметів" – особливий виклик, який необхідно розвязати, можливо заборонити як частину міжнародного роззброєння та нерозповсюдження зусиль [104].

Штучний інтелект та біотехнологія

Машинне навчання, яке відповідає за розширення застосувань штучного інтелекту (AI) – підхід, що складається з побудови систем, які можуть навчати себе виконувати конкретне завдання. Він відрізняється від традиційних методів AI програмування, в яких у фіксованих, математичних термінах визначається спосіб, в якому завдання повинно бути виконане системами.

Розвиток нових методів машинного навчання, до яких відносяться глибинне навчання, уточнені версії «штучної нейронної мережі» та які спираються на знання людського мозку, статистики та прикладної математики, стався на початку 2010-х років завдяки успішній адаптації до «глибинного навчання». Просування глибинного навчання було здійснено внаслідок комерціалізації графічних процесорів (GPU), типу комп'ютерного чіпа, та розвитку технології великих даних, на основі яких можна скласти алгоритми машинного навчання.

Дві основні задачі, де використовується машинне навчання, є розпізнавання зображень і розпізнавання мови. У секторі охорони здоров'я глибинне навчання створює нові можливості для автоматизації аналізу медичних зображень, таких як рентгенівське та магнітно-резонансна томографія.

Машинне навчання має великі перспективи, але, як і інші AI технології, може створити великі ризики для людства.

У військовій сфері методи машинного навчання зазвичай застосовуються для розпізнавання мішені, що в широкому сенсі є проблемою розпізнавання зображень; у програмах розвідки та спостереження на основі даних БПЛА, оснащених датчиками візуалізації; у системах підтримки прийняття рішень, які використовуються в різних додатках, таких як системи медичної діагностики, виробництво, маркетинг, біотехнологіях тощо.

Машинне навчання має великий потенціал у дослідженні біологічних інцидентів. Машинне навчання може підтримувати визначення того, чи є біологічний інцидент результатом цілеспрямованої дії або відбувається природно, наприклад, ідентифікуючи біологічну зброю, отриману за допомогою генної інженерії. Виявлення генно-інженерних організмів вже можливе, однак може зайняти кілька тижнів, машинне навчання може значно прискорити процес виявлення.

У військовій сфері можуть бути створені нові можливості для вдосконалення людини: «процес наділення людини здатністю, що виходить за рамки типового рівня або статистично нормального діапазону функціонування для людини в цілому». AI може допомогти військовим визначити, чого потребує солдат, а потім передбачити, як цей солдат може реагувати на посилення потрібних якостей. На підставі даних про геном і здоров'я, військові могли б також визначити, які види персоналізованої медичної допомоги (вакцина, антибіотики або інша медикаментозна терапія) буде необхідна солдату для конкретної місії. Лікування може, наприклад, підвищити опір воїна до певного патогена і навіть, потенційно, певного типу біологічної зброї.

Останні досягнення в галузі AI також мають великі перспективи в галузі біозахисту. AI може допомогти національним та міжнародним органам, відповідальним за запобігання та боротьбу з біологічними інцидентами, будь-то навмисні або природні, щоб отримати кращу ситуаційну обізнаність і підвищити свою здатність приймати обгрунтовані рішення в критичних ситуаціях. Наприклад, машинне навчання може використовуватися для об'єднання даних з декількох джерел [105].

Машинне навчання могло б також допомогти з інтеграцією даних, зібраних в зоні ураження хворобою, портативними лабораторіями геномного секвенування, такими як лабораторія в коробці, що використовується в Гвінеї та Бразилії для відстеження еволюції вірусів Ебола і Зіка. Що стосується прогнозування, то машинне навчання може також використовуватися для прогнозування того, які захворювання можуть виникнути або поширитися в конкретній області.

Застосування AI в галузі біотехнології посилює численні ризики, пов'язані з розробкою та використанням біологічної зброї.

По-перше, використання AI для біологічного та медичного аналізу може відкрити можливість ультра-цільової біологічної війни. У минулому біологічна зброя націлювання на географічний регіон. Досягнення в галузі біотехнології зробили можливим вплив біологічної зброї лише на цільових осіб через знання геноміки, даних про здоров'я, попереднього впливу вакцин визначених осіб.

По-друге, AI може полегшити розвиток передових біологічних агентів, принаймні теоретично. Оцифровка біологічних даних у поєднанні зі зростаючою доступністю синтетичної біології вже різко зменшила бар'єр входження новачків у процес розвитку біологічної зброї. Зловмисний актор завдяки машинному навчанню вже може втручатися в характеристики збудника, оптимізувати мутації патогена, збільшити його передачу або вірулентність, не маючи прямого доступу до фізичної лабораторії [106].

По-третє, розповсюдження додатків штучного інтелекту в біотехнології збільшує експозицію оцифрованих біологічних даних для кібератак. Компанії, що зберігають геномні або медичні дані або використовують AI для їх обробки для комерційних цілей, можуть бути орієнтовані на зловмисних акторів, які прагнуть вкрасти необроблені геномні та медичні дані або інформацію, отриману в результаті аналізу даних [107]. Цей ризик посилюється тим, що компанії, які збираються геномні дані і дані про здоров'я за допомогою додатків для смартфонів, часто використовують хмарні сховища даних, які можуть бути більш вразливими до

кібератак. Потім викрадені дані можуть експлуатуватися злочинцями для промислового шпигунства або шахрайства, розробки гіпотетичної ультра-цільової біологічної зброї, описаної вище.

Проблеми. Рівень фінансування та експертизи, а також технічна база, необхідні для розробки цільової біологічної зброї, означає, що лише винахідливий і мотивований суб'єкт, ймовірно, дослідить цю можливість. Інші актори будуть використовувати звичайні методи – вогнепальна зброя або отрута. Застосування AI для ультра-цільової біологічної війни на сьогодні не може представляти невідкладного або великого ризику.

Біологія плюс робототехніка

Біотехнологія підвищує глобальну здатність виявляти та лікувати хвороби, викликані природним збудником або внаслідок злочинного діяння.

При виявленні та моніторингу біологічних інцидентів новою технологією є «лабораторія на мікросхемі» (LOC). Пристрої в LOC інтегрують лабораторні функції в один комп'ютерний чіп і автоматично проводять широкий спектр завдань, включаючи виявлення та моніторинг патогенів. Крім економії фінансових і людських ресурсів, необхідних для проведення комплексної діагностики, технологія LOC може прискорити виявлення біологічних інцидентів шляхом медичної діагностики на місці надання допомоги без надсилання тестових зразків для лабораторного аналізу.

Досягнення в робототехніці також дозволяють запобігати та швидко реагувати на біологічні інциденти. Дронів, наприклад, можна використовувати для швидкої доставки лікарських засобів і постачання крові до віддалених місць. Деякі компанії вже пропонують цю послугу в США, Швейцарії та деяких країнах Африки. Роботи також можуть використовуватися для обробки небезпечних (хімічних, біологічних або радіологічних) матеріалів у надзвичайній ситуації. Сучасні правоохоронні органи, як правило, вже мають такі системи.

Робототехніка також надає нові можливості для доставки біологічної зброї. Комерційні безпілотні літаки можуть бути використані для здійснення агротероризму (тобто терористичних актів, спрямованих на сільськогосподарську промисловість або постачання продовольства для населення, зокрема шляхом використання біологічних агентів проти худоби або культур). Рекреаційні дрони, такі як DJI Phantom, також можуть бути оснащені розпилювачем і використовуються для розпилення збудника в громадських або переповнених просторах. Уже є дані про використання безпілотних літальних апаратів для поширення в повітрі заражених комах і різних типів капсул для доставки хімічних і біологічних рецептур. Є можливість спорядження капсул транквілізаторами, отруйними, радіоактивними та наркотичними речовинами і збудниками інфекційних захворювань [109].

Роботизація лабораторних робіт може зробити розвиток біологічної зброї легшим, швидшим і, можливо, більш доступним, процесом для більш широкого кола суб'єктів. У доповіді Національної академії наук США зазначається, що інструменти автоматизації дозволяють дослідникам переглядати все більші

колекції генетичних послідовностей або фізичних зразків для широкого спектру властивостей і виробляти сотні тисяч клонів і варіантів за лічені тижні. Можна скористатися цими можливостями, наприклад, для спрощення тестування агентів, підвищення вірності та тонкої настройки націлювання.

Проблеми. Обмежена довговічність акумуляторів залишається основним інженерним завданням. Роботи, які працюють від батареї, рідко можуть працювати протягом тривалого часу. Для енергоємних завдань роботи повинні бути прив'язані до джерела енергії або використовувати паливний двигун, що ускладнює їх використання в певних середовищах.

Переваги роботизації:

- сприяння автоматизації лабораторних робіт, що в свою чергу покращує ефективність і відтворюваність експериментів;
- підвищення продуктивності, оскільки роботи можуть потенційно проводити експерименти 24 години на добу, кожен день тижня, без втручання працівника;
- можливість дистанційно проводити експерименти через хмарні технології;
- можливості для експлуатації AI в біологічній сфері. Робототехнічні лабораторії генерують масивні обсяги даних (наприклад, за допомогою автоматизованого скринінгу геномних даних патогену), які можуть потім аналізуються системами штучного інтелекту.

У військових колах обговорюється питання так званої «революції у військовій справі», яка стосується глибокого впливу інформаційних технологій та інших передових наукових розробок у біо- та нанотехнологіях, на майбутні системи озброєнь і, можливо, на саму природу ведення війни. Дослідження, що проводяться зараз, будуть основою для вироблення зброї через 10 або 20 років у майбутньому [108].

Деякі *перспективні напрями науково-дослідної діяльності*:

- дослідження щодо різних етнічних реакцій населення на особливо небезпечні інфекційні захворювання;
- вивчення потенційних агентів біологічної зброї: збудники туляремії, сибірської язви, бруцельозу, лихорадки денге, конго-кримської геморагичної лихорадки та ін., що передаються комахами [109];
- дослідження щодо нових біоматеріалів;
- забезпечення обізнаності про традиційні та нетрадиційні біологічні загрози;
- дослідження щодо біоконтролю, попередження та підтримки прийняття рішень, моделювання можливостей;
- дослідження щодо вакцин проти медичних контрзаходів, для терапевтичних засобів, спрямованих на знищення біологічних загроз;

- розробка та тестування хімічного / біологічного шлейфу після вибуху, збір даних для моделювання результатів використання біологічної зброї [100] тощо.

Проблеми. Загроза застосування біологічної зброї у сучасному світі постійно підвищується. Це обумовлено як впливом політичних змін, так і бурхливим розвитком технологій в таких галузях, як біологія, генетика і протеоміка (вивчення білків, їх функцій і взаємодії в живих організмах).

Протидія поширенню біологічної зброї займає серйозне місце в ряду світових проблем забезпечення безпеки. Для її вирішення необхідні значні зусилля світової спільноти щодо прийняття дієвих та узгоджених заходів, а також введення санкцій для порушників, заснованих на загальносвітових принципах з неухильним їх дотриманням.

Підвищені ризики, пов'язані з використанням генетичних даних, також перешкоджають зростанню біотехнологічного ринку.

Драйвери. Розвиток ринків Азіатсько-Тихоокеанського регіону, Близького Сходу, Африки та Латинської Америки. Такі країни, як Китай, Індія, Австралія, ОАЕ, Саудівська Аравія та Бразилія закуповують біоактивні сполуки або харчові препарати з метою поліпшення життя своїх громадян.

Оцінка ринку. Ринок біотехнологій оцінюється багатьма оргнізаціями, але оцінки військового сегменту цього ринку є недоступними.

Більше половини обороту сучасної світової біоіндустрії припадає на США. Обсяг фінансування тільки наукової програми хіміко-біологічного захисту на 2019 р. становить $1048 млн, в інших програмах також передбачені заходи із захисту та протидії біологічній зброї. Іншими країнами, що здійснюють дослідження та випускають значну частка світової біотехнологічної продукції, є Китай та Індія.

Ринок біотехнологій оцінювався на рівні $218012,1 млн у 2017 р. і, за прогнозами, досягне $471336,4 млн до кінця 2025 р., збільшуючись щорічно на 10,5% протягом 2018 - 2025 рр. Сегмент тканинної інженерії та регенерації, біоінформатики будуть найбільш швидко зростаючими у прогнозному періоді.

Інженерія тканин є галуззю, яка підпадає під біомедичну інженерію і регенеративну медицину, що стосується заміни або регенерації клітин, тканин або органу для відновлення його природного біологічного функціонування.

Застосування сегменту біоінформатики включає обчислювальний підхід до вивчення живих істот на молекулярному рівні, а саме: управління та зберігання біологічних даних, включаючи результати геномних, протеомічних, транскриптомічних, хемоінформативних, ветеринарних, сільськогосподарських досліджень, даних судової науки і біообезпечення та екологічних досліджень, що вимагаються різними фармацевтичними, біотехнологічними компаніями та постачальниками медичних послуг, таких як лікарні, страхові компанії та ін. Розвиток інформаційних технологій та узгодження підвищених вимог до біотехнології, швидше за все, сприятимуть зростанню сегменту біоінформатики в прогнозованому періоді [110].

За прогнозами Grand View Research, Inc., ринок біотехнологій до 2025 р. досягне $727,1 млрд із темпами росту у 7,4% [111].

За прогнозами компанії Ernst&Young, очікується зростання ринку біотехнологій на 5-30% в залежності від сектору. Найвище зростання очікується в областях лікарських препаратів та діагностики, рекомбінування та секвектування ДНК [112].

За прогнозами ще однієї компанії – Transparency Market Research, ринок біотехнології зростає у середньому на 11,6% щорічно [113].

Протягом останніх п'яти років глобальна індустрія біотехнологій зростала і досягла прибутку у $3019 млрд у 2019 році [114].

За усередненими оцінками можна очікувати зростання глобального ринку біотехнологій на рівні 10% щорічно.

Ключові компанії, що мають і матимуть найбільшу частку ринку в глобальній біотехнологічній галузі, включають Thermo Fisher Scientific Inc., Merck KGaA, PerkinElmer, Inc., Agilent Technologies, Inc., F. Hoffmann-La Roche Ltd., Danaher, QIAGEN, BD, Bio-Rad Laboratories, Inc., Illumina, Inc., Johnson & Johnson, Roche Holding AG, Gilead Sciences Inc., Pfizer Inc., Novartis International AG і Amgen Inc.

ВИСНОВКИ

Основними інноваційними напрямами в області озброєнь є комплекси взаємодії машин і військовослужбовців, безпілотні бойові машини і роботи, автономна зброя, гіперзвук, спрямована енергія, а також соціальні технології, такі як «управління талантами», тобто розвиток творчого потенціалу та залучення військовослужбовців і співробітників оборонних підприємств в інноваційний процес.

І звичайно, найперспективніший напрямок – штучний інтелект (AI). Зараз навіть те, що вже створено в області машинного навчання та AI, має значний потенціал для забезпечення національної безпеки, Подальший розвиток цього напрямку якісно змінить армії і види озброєнь, як колись це відбулося з винаходом пороху, появою літаків і танків, створенням ядерної зброї.

Відомий бізнесмен Ілон Маск заявив, що штучний інтелект в кінцевому підсумку знищить людство, тому він і ще 116 експертів, науковців та представників компаній сектору нових технологій направили клопотання на адресу ООН, в якому міститься заклик заборонити розробку будь-яких видів автономних технологій та озброєнь, які використовують AI. Група бізнесменів і вчених стверджує, що введення автономних технологій буде рівнозначно «третій військовій революції» після появи пороху і ядерної зброї.

Темпи змін будуть найбільш стрімкими протягом наступних 20 років у комп'ютерній сфері та робототехніці. «Закон Мура», в якому йдеться про те, що пропускна здатність і швидкість комп'ютерів подвоюються кожні 18-24 місяців, можливо і перестане діяти, але швидкий прогрес, ймовірно, продовжиться.

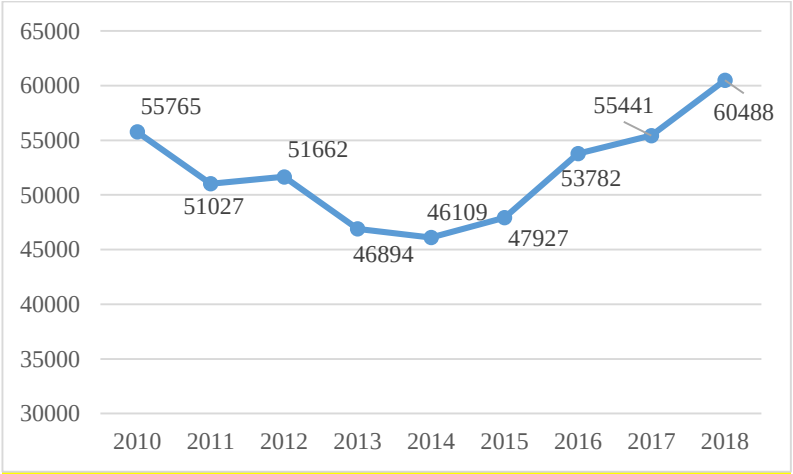
Міністерство оборони США збільшило загальні річні витрати на великі дані, квантові обчислення, а також пов'язані з ними зусилля з $ 5,6 млрд до $ 7,4 млрд в період між 2012 роком та 2017 рр.

Сім категорій військових технологій, швидше за все, теж зазнають зростання, але меншими темпами – хімічні датчики, радіозв'язок, лазерний зв'язок, радіочастотна зброя, нелетальна і біологічна зброя. Ще 19 категорій ключових військових технологій, що включають в себе сенсорні технології або основні компоненти збройових платформ, таких як наземні бойові машини, літальні апарати, кораблі і ракети, швидше за все, будуть розвиватися лише з помірними темпами.

Додаток А

Бюджетні витрати США на наукову та інноваційну діяльність у сфері оборони, озброєння та виробництва військової техніки

Обсяги бюджетного фінансування наукових досліджень в оборонній сфері у США протягом 2010-2018 рр. досягли майже $470 млрд за 9 років та $60,5 млрд у 2018 р. (рис. 1), що становить 81,7% відповідних витрат країн ОЕСР в цілому за 9 років та від 79,4% до 83,6% в окремі роки. Одночасно витрати на оборонні дослідження становили від 41,0% до 46,7% бюджетних витрат на науку загалом у США в означений період.



Джерело: Government budget allocations for R&D. - https://stats.oecd.org/#

Рис. 1 Обсяги бюджетного фінансування наукових досліджень в оборонній та військовій сферах у США протягом 2010-2018 рр., млн $

Бюджетом США [115] **на 2019 р.** виділено $716 млрд на національну безпеку, з яких $685 млрд – для Міністерства оборони:

Модернізація (інноваційні тренди). Пріоритет надано наземним, повітряним, морським і космічним силам:

повітряні сили (77 F-35 Joint Strike Fighters, 15 КЦ-46 *заміна танкерів,* 24 F / A-18s, 60 гелікоптерів AX-64E, 6 гелікоптерів VH-92, 10 *літаків* П-8А, 8 CH-53K King Stallion);

морські сили або кораблебудування (2 підводні човни класу Virginia, 3 ескадрени міноносці DDG-51 /Arleigh Burke Destroyers/, 1 прибережний корабель, авіаносець класу CVN-78, 2 танкери (T-AO), 1 експедиційна морська база);

наземні системи (5113 спільних легких тактичних транспортних засобів, 135 модифікацій танків M-1 Abrams, 30 амфібійних бойових автомобілів, 197 броньованих багатоцільових транспортних засобів);

космічні інвестиції (5 транспортних засобів /Evolved Expendable Launch Vehicles/, система глобального позиціонування, космічна інфрачервона система);

протиракетна оборона (шарувата протиракетна оборона та протидія як ракетним загрозам, так і загрозам балістичних ракет Північної Кореї – 43 AEGIS ПРО (SM-3), наземна оборона мідуна – антибалістичний ракетний

комплекс, 82 THAAD ПРО, 240 ракет-перехоплювачів (PAC-3). Крім того, національна стратегія оборони вимагає формування спеціальних сил для виконання різноманітних завдань в повітряних і протиракетних мережах супротивника, із знищення енергетичних мобільних платформ. Бажані боєприпаси – 43594 боєприпаси прямого нападу, 9733 керованих багаторазових ракетних системи (GMLRS), 6826 бомб малого діаметра I, 1260 бомб малого діаметру II, 7045 ракет Hellfire, 360 крилатих ракет (Joint Air-to-Surface Standoff Missile-Extended Range), 1121 ракета "повітря-земля";

ядерне стримування (включаючи ядерне командування, контроль і зв'язок та підтримуюча інфраструктура, зокрема стратегічні бомбардувальники дальнього діапазону, субмарини класу Columbia, крилаті ракети на базі ядерного повітряного судна, балістичні ракети земного базування);

дослідження та технології (гіперзвук (hypersonics), кіберпростір, космос, спрямована енергія, електронна війна, безпілотні системи та штучний інтелект).

Бюджет 2020 року [116] передбачає виділення фінансових ресурсів для таких чотирьох напрямів:

1. *Інвестиції в нові космічні та кібернетичні області* для підготовки нового середовища безпеки. Майбутні війни будуть вестися не тільки у повітрі, на землі і в морі, а й у просторі і в кіберпросторі, збільшуючи складність ведення війни. У 2018 році було створено кібер-командування і оголошено про випуск кібер-стратегії (2018 DoD Cyber Strategy) і вперше в історії кібер-положення (DoD Cyber Posture Review). Бюджетний запит на 2020 рік посилює ці дії, визнаючи зростаючу важливість космічної та кібер-війни.

Фінансування космічної програми – $ 14,1 млрд на:

- формування нового штабу космічних сил США (2020 р. - $ 72,4 млн);
- зниження ризиків перешкод для супутникового зв'язку ($ 1,1 млрд);
- збільшення глобальної системи позиціонування супутників і системи оперативного контролю ($ 1,8 млрд);
- покращання можливостейі попередження про ракетно-космічні ракети (1,6 млрд);
- посилення космічної потужності ($1,7 млрд).

Фінансування кібер-програми – $ 9,6 млрд на:

- підтримка наступальних і оборонних операцій в кіберпросторі (2020 р. – $ 3,7 млрд);
- зниження ризику для мереж, систем та інформації Міністерства оборони шляхом посилення кібербезпеки ($ 5,4 млрд);
- модернізацію мульти-хмарного середовища Міністерства оборони ($ 61,9 млн).

2. *Модернізація повітряних, морських та наземних сил армії для підвищення летальності*. Технологічний прогрес змінює характер війни, бюджет на конкурентної переваги.

Повітряні сили ($57,7 млрд). У 2018 - 2019 рр. департамент збільшив підтримку військовослужбовців повітряних сил, забезпечив придбання передових винищувачів. Бюджетний запит на 2020 рік передбачає придбання:

- літаків 4-го і 5-го покоління ($ 13,9 млрд, 110 од.);
- танкерів КС-46 ($ 2,3 млрд, 12 од.);
- ракет середнього діапазону дальності (AMRAAM) ($ 651 млн; 389 од.);
- ракет земля-космос розширеного діапазону (JASM-ER) ($ 582 млн; 430 од.).

Морські сили ($34,7 млрд). Бюджети 2018 і 2019 рр. провели розбудову верфі, інвестували у судноплавство і суднобудівні програми, почали збільшувати розмір флоту. Бюджетний запит на 2020 рік збільшує та диверсифікує варіанти уражень, включаючи наступальні наземні та підводні судна, а також передові ракети великого радіусу дії:

- великі безпілотні судна (USVs) ($447 млн, 2 од.);
- великого радіусу протикорабельні ракети (LRASM) ($ 209 млн, 48 од.);
- тактичні томагавки (TACTOM) ($ 707 млн, 90 од.);
- розширення бойового флоту з 296 у 2019 році до 301 у 2020 та до 314 у 2024 р., з акцентом на більшій спроможності суден (2020 р. – $ 23,8 млрд) – 3 підводних човни класу Virginia ($ 10,2 млрд), 3 есмінці DDG-51 ($ 5,8 млрд), 1 фрегат FFG (X) ($1,3 млрд).

Наземні сили ($ 14,6 млрд). У бюджетах 2018-2019 рр. розширено армійсько-військові можливості, прискорено роботу бригад армійських сил безпеки, розширено бойові можливості наземного базування, створено оперативну групу із боротьби у ближньому бої і підвищено летальність танків.

У бюджеті на 2020 р. Департамент зосереджується на розширенні наземних бойових можливостей та потенціалу:

- придбання нових 6402 бойових і тактичних моторних транспортних засобів (2020 р.- $ 7,2 млрд), у т.ч.

- 4090 об'єднаних легких тактичних транспортних засобів для забезпечення мобільності та захисту вогневої потужності (2020 р. - $ 1,6 млрд);

- 56 кораблів-амфібій, бронетранспортерів для морської піхоти, включаючи можливість плавання ($ 395 млн)

- інвестувати у близькобойові системи (у межах 200 метрів), у т.ч у прилади бінокулярного нічного бачення, оптику та теплову систему.

Багатопрофільна сфера.

Ракетна сфера та оборона ($ 13,6 млрд). У бюджетах 2018, 2019 рр. Департамент профінансував встановлення 20-силової ракетної системи у Форт-Грілі, Аляска, а також придбання есмінців протиракетної оборони Військово-Морських Сил.

Бюджетний запит на 2020 р. передбачає:

- розширення можливостей і потужностей засобів протиракетної оборони наземного базування ($ 1,7 млрд);
- розширення потенціалу / потужності термінальної оборони високогірних зон (THAAD) ($ 753,8 млн; 37 од.) і регіональної протиракетної оборони "Іджис" (SM-3) ($ 1,7 млрд; 37 ракет і 36 установок);
- покращання захисту від ракетно-космічних ракет, захисту та поліпшення наземного контролю за гіперзвуковими загрозами ($ 174 млн);
- розроблення системи протиракетної оборони, що використовують потужну (імпульсну) фазу (стадію), та передові технології, включаючи кінетичні перехоплювачі зі спрямованою енергією та повітряними запусками ($ 331 млн);
- покращання можливостей знищення наземних ракет супротивника перед запуском ($ 844 млн).

Ядерне озброєння ($ 14,0 млрд). Огляд ядерної політики 2018 р. вказав на необхідність ядерної тріади, підтвердивши довготривалу рекапіталізацію ядерних сил країни, ракет, підводних човнів, бомбардувальників, літаків з подвійною спроможністю та відповідну інфраструктуру, щоб утримати американські ядерні стримуючі засоби надійними і модернізованими протягом десятиліть. Бюджетами 2018, 2019 рр. здійснено інвестиції у підводний човен з балістичними ракетами класу Колумбія, зброю довгострокового протистояння, назему стратегічну стримуючу зброю (зброю стримування) та модернізацію B-52.

Бюджетним запитом на 2020 р. передбачено:

- рекапіталізація потенціалу зброї наземного стратегічного стримування ($570 млн), бомбардувальника B-21 ($ 3 млрд), далекобійної зброї ($ 712 млн);
- посилення стратегічного стримування за допомогою підводного човна класу Колумбія ($ 2,2 млрд);
- покращення можливостей попередження ракетного нападу;
- покращення можливостей ядерного командування, контролю та зв'язку (NC3) у всьому спектрі військових операцій ($ 2,5 млрд).

Сили особливого призначення (SOF) ($ 3,4 млрд). У бюджетах 2018, 2019 рр. розпочато останні покращення SOF і збільшено додаткові можливості. Бюджет на 2020 р. відображає стратегію національної оборони, спрямовану на боротьбу з противниками шляхом збільшення фінансування наукових досліджень і розробок, модернізації та розширення можливостей для високого рівня бойових дій при підтримці операцій у боротьбі з тероризмом, координуючи Місію «Зброя масового знищення» (CWMD) та підтримку нерегулярної війни (IW) як основної компетенції.

Бюджет на 2020 р. підтримує покращення SOF, підвищення готовності та летальності шляхом модернізації та рекапіталізації, а також інвестування в нові технології, зокрема:

- зброю спрямованої енергії ($ 27,2 млн);
- літаки AC / MC-130J / бойові кораблі ($ 342,8 млн);
- літаки CV-22 ($ 45 млн);

- додаткові системи поверхневих і підповерхневих морських суден ($105 млн).

3. *Швидке впровадження інновацій у ключові операційні сфери для посилення конкурентних переваг*. У бюджетах 2018, 2019 рр. розпочалася переорієнтація Міністерства оборони на залучення науки і техніки у відновлення конкурентної переваги США, включаючи створення ф'ючерсів для командування армії, прискорення розвитку гіперзвукового озброєння і розкриття потенціалу штучного інтелекту (включаючи Стратегію AI Міністерства оборони від 2018 р.). Бюджет 2020 р. інвестує в технології, орієнтовані на боротьбу високого класу. Нові зусилля включають:

- безпілотні / автономні засоби – покращена свобода маневру і летальності у суперечливих (оскаржених) середовищах шляхом розробки судна безпілотного походження, безпілотні підводні транспортні засоби та автономні логістичні платформи ($ 3,7 млрд);
- штучний інтелект – розширені військові переваги спільного Центру штучного інтелекту (JAIC) і розширеного розпізнавання зображень (Project Maven) ($ 927 млн);
- аеродинаміка гіперзвукових швидкостей (Hypersonics) – дозволяє прототипу ВПС здійснити морський традиційний запуск швидкого удару та надає обмежену експлуатаційну спроможність (обмежений оперативний потенціал) сухопутним військам ($ 2,6 млрд);
- зброя направленої енергії (DE) – продовжує розвивати наступальні та оборонні можливості DE. Підтримує реалізацію спрямованої енергії для базового захисту; дозволяє проводити тестування і закупівлю декількох типів лазерів; збільшує обсяги досліджень і розробок для масштабованих моделів з високою щільністю енергії ($ 235 млн).

Хоча ці інвестиції в інновації можуть призвести до невизначеного результату, зусилля є необхідними для збільшення конкурентних переваг проти супротивників. Бюджет 2020 р. – найбільший запит на дослідження та розробки протягом 70 років, що зосереджений на технологіях, необхідних для високого рівня боротьби.

4. *Підтримка військових сил і розширення готовності до поточних операційних зобов'язань і майбутніх загроз.* У бюджетах 2018, 2019 рр. змінено підходи до готовності, зокрема у сферах підготовки кадрів і боєприпасів для боротьби з потенційними конкурентами.

Бюджетний запит на 2020 р. заснований на цьому прогресі:

- включає кошти на підвищення заробітної плати на 3,1%;
- підвищує кількість зайнятих приблизно на 7700 у порівнянні з 2019 р.;
- модернізує та трансформує військову систему охорони здоров'я;
- підтримує ініціативи підтримки сім'ї (наприклад, догляд за дітьми, школи, комісарські операції тощо) ($ 8,0 млрд);

- інвестує у ключові операційні та навчальні засоби та покращує якість життя для членів служби та їхніх сімей;
- підготовка та підтримка фондів на рівні виконавчих послуг у різних сферах послуг ($ 124,8 млрд);
- продовжується процес покращення готовності тактичної авіаційної місії на 80% ($ 41,2 млрд);
- підвищуються ресурси вдосконалених навчальних закладів (баз) і квот (Спільний Тихоокеанський Комплекс Аляски, бойовий літак ближнього спрямування) ($ 1,5 млрд);
- збільшується фінансування підготовки кадрів для кібер-операцій ($ 2,6 млрд).

Наукові дослідження та розробки для потреб Міністерства оборони грунтуються на сотнях науково-дослідних програмах, як військового, так і подвійного напряму. На 2019 р. виділено на ці програми $96 млрд [117, 118], які розподілено за основними органами влади, відповідальними за розроблення технологій і проведенн досліджень військового характеру.

Агентство оборонних наукових досліджень – DARPA [117] ($3,4 млрд), у т.ч. на:

фундаментальні дослідження – $470 млн – біомедичні, інформаційно-комунікаційні, тактичні, військово біологічні, біологічні, електронні технології, нові матеріали;

прикладні дослідження – $1,5 млрд – передові аерокосмічні системи, космічні програми і технології, електронні технології, командні комунікаційні технології, технології мережево-центричних бойових дій, сенсорні технології.

Дослідницька стратегія DARPA [119] ґрунтується на портфельному підході через сотні програм, у той час як частина з них може зазнати невдачі, що є природним ризиком, весь портфель забезпечує успіх.

Сьогодні DARPA зосереджує свої стратегічні інтереси на чотирьох основних напрямках:

Переосмислення складних військових систем: модульність, модернізованість та вдосконаленість зброї; забезпечення переваги у повітряному, морському, наземному, космічному та кібер-просторі; поліпшення положення, навігації і синхронізації без залежності від супутникової системи глобального позиціонування; посилення захисту від тероризму.

Оволодіння інформаційним вибухом: DARPA розробляє нові підходи до отримання інформації з масивних наборів даних, використовуючі потужні інструменти великих даних big-data. Технології забезпечення надійності та захищеності даних та систем: автоматизовані можливості кіберзахисту та методи створення принципово більш безпечних систем. Забезпечення конфіденційності на різних рівнях потреби, у т.ч. для національної безпеки.

Біологія як технологія: Для досягнення останніх проривів у галузі неврології, імунології, генетики та суміжних галузей DARPA у 2014 році створила свій офіс з біологічних технологій, що дозволило сформувати портфель інноваційних програм

– синтетичної біології, запобігання поширенню інфекційних хвороб та нових нейротехнологій.

Розширення технологічного рубіжу: подолання фізичних та інженерних бар'єрів та використання нових можливостей для потреб національної безпеки. DARPA працює над досягненням нових можливостей з використанням математики, хімії, процесів і матеріалів, квантової фізики.

DARPA є лідером у просуванні та застосуванні *технологій AI*, сьогодні фінансується широкий портфель програм з досліджень і розробок, починаючи від фундаментальних досліджень до розвитку передових технологій. DARPA вважає, що це майбутнє, де системи здатні набувати нові знання через генеративні контекстуальні та пояснювальні моделі, які буде реалізовано після розробки та застосування технологій AI третьої хвилі [120].

Основні напрями:

• Автоматизація наукових знань (ASKE)

• Штучний інтелект (AIPA)

• Інтелектуальні нейронні інтерфейси (INI)

• Мікромасштабні мережі біоміметичних надійних мереж штучного інтелекту (μBRAIN)

• Фізика штучного інтелекту (PAI)

• Послідовна взаємодія в інформаційних іграх, що застосовується до складних військових рішень (SI3-CMD) тощо.

Наприклад, *програма з інформаційно-комунікаційних технологій* підтримує наукові дослідження та експерименти щодо нових математичних та обчислювальних алгоритмів, моделей, направлених на забезпечення вимог національної безпеки. Цей проект має на меті пом'якшити *кіберзагрози*, використовуючи нові математичні та обчислювальні можливості, включаючи обчислювальні соціальні науки, *штучний інтелект, машинне навчання, моделювання складних систем та теорію обчислень*.

Проект «Електронні науки» призначений для базового дослідження електронних та оптоелектронних пристроїв, схем та концепцій обробки для задоволення потреб військових у зборі, передачі та обробці інформації в режимі реального часу.

Інші AI програми:

прискорене молекулярне виявлення (Accelerated Molecular Discovery) [121] – ефективне виявлення і виробництво нових хімічних молекул із застосуванням AI для цілого ряду військових потреб – від розробки безпечних імітаторів бойових речовин і лікарських засобів до виробництва покриттів, барвників і спеціальних видів палива;

штучний соціальний інтелект або використання AI для створення безпечної, ефективної та продуктивної співпраці людина-машина (ASIST) [122]. Сучасний AI II здатний реагувати на команди і виконувати інструкції, але не здатний зрозуміти наміри, очікування, емоції та інші аспекти соціального інтелекту людей. ASIST направлений на розроблення агентів, які можуть працювати в більш складних умовах, адаптуватися до раптових змін і використовувати спостереження для розробки складних висновків і прогнозів;

система автоматизації кабіни екіпажу повітряного судна Aircraft Labor In-Cockpit Automation System (ALIAS);

гарантована автономія Assured Autonomy;

великий механізм Big Mechanism тощо.

Проект «Тактичні біомедичні технології» – розробка нових підходів до надання медичної допомоги, що рятує життя на полі бою. Неконтрольована втрата крові є основною причиною можливої смерті солдатів на полі бою. У даний час жоден метод крім хірургічного втручання не може ефективно лікувати внутрішньопорожнинні кровотечі. У центрі уваги в цьому напрямку є розробка агента (ів) на основі матеріалів і механізму доставки, здатного контролювати гемостаз і рану в черевній порожнині, незалежно від геометрії рани або розташування. Цей напрям також досліджує неінвазивні методи та обладнання для використання лазерної енергії для лікування внутрішньочерепної кровотечі через череп і тканини в дохірургічному середовищі. Нарешті, для вирішення логістичних затримок, пов'язаних із доставкою необхідних терапевтичних засобів на поле бою, цей проект направлений на розроблення аптеки на вимогу, яка забезпечить можливість швидкого реагування і виробляти дрібномолекулярні препарати та біопрепарати [123].

Програма боротьби з безпілотними суднами (ASU) та з підводним човном (ASW) має три головні цілі: (1) побудувати та продемонструвати експериментальне безпілотне судно; (2) продемонструвати технічну життєздатність експлуатації автономних безпілотних кораблів у театрах військових дій з дистанційним наглядом і керуванням; і (3) використовуючи унікальні характеристики ACTUV змінювати можливості гри для виявлення і відстеження навіть найбільш тихих дизельних електричних підводних загроз. Ключові технічні сфери включають методологію розробки безпілотних морських суден, надійність суднової системи, розроблення датчиків високої точності для забезпечення чіткості сигналу.

Агентство протиракетної оборони [124] ($6,8 млрд у 2019 р.) – агентство з досліджень, розробок систем протиракетної оборони, у т.ч. із розроблення передових *технологій балістичних ракет або системи захисту від балістичних ракет (BMDS), сенсорів, космічних систем, морських радарів, гіперзвукового захисту тощо.*

BMDS включає систему зброї GMD, програму Aegis (у т.ч. закупівлю 37 ракет SM-3 IB і 6 ракет SM-3 IIA), радіолокатори, зокрема великої дальності, програмне забезпечення для комплексної авіаційної та протиракетної оборони (IAMD) тощо.

На 2019 р. пріоритетами визначено *розширення сенсорної мережі, прискорення розвитку технологій протиракетної оборони та кібербезпеку*.

Майбутні задачі – сенсорна архітектура датчиків BMDS; високопотужне лазерне масштабування – розроблення потужного лазеру зі спрямованою енергією (спрямована енергетична зброя), інтеграція та тестування безпілотних платформ для великої висоти; багатофункціональні технології: гіперзвукова зброя та захист від неї, система спостереження, зокрема за космосом, захист і знищення транспортних засобів; технологія твердого палива; інфраструктура цифрового моделювання та

апаратного забезпечення, необхідні для тестування аеромобільного обладнання, модульних відкритих архітектурних моделей.

Так, *програма захисту і знищення транспортних засобів* сфокусована на зниженні ризиків і підвищенні стійкості транспортних засобів (MOKV) для балістичних ракет (просунуті датчики, системи відхилення та контроль, інтегрована авіоніка та інерційні одиниці вимірювання), розробленні технології знищення ворожих транспортних засобів [125].

Програма космічного сегменту національної безпеки складається з двух компонентів: повітряної і наземної. Перша компонента складається з мережі малих інфрачервоних датчиків, кожен з яких приєднаний до супутника. Загальна кількість датчиків і місця, де вони розміщені в мережі, спеціально розроблені для місії оцінки знешкодження. Наземна компонента – це невелика мережа настільних комп'ютерів, серверів і маршрутизаторів, які контролюють стан датчиків на орбіті, командують датчиками щодо оцінювання знешкодження ворожого об’єкту і аналізують дані. Наземний сегмент включає також обладнання, необхідне для забезпечення безпеки зв'язку та отримання інформації.

Офіс секретаріату Міністерства оборони (OSD) [126] – на RDT&E бюджет у 2019 р. виділив близько $4,6 млрд.

Бюджет OSD RDT & E поділяється на сім бюджетних проектів (BA 1-7): фундаментальна наука, STEM освіта, лабораторні дослідження, інновації та технології, виробничі інститути, боротьба з тероризмом, військові навчання, фізична та кібербезпека, системна інженерія, малий бізнес та багато іншого.

До фундаментальних досліджень відноситься програма Мінерва – дослідницька ініціатива в галузі соціальних наук, направлена на побудову фундаментального розуміння джерел нинішніх і майбутніх конфліктів. Це єдина з основних наукових оборонних програм відноситься до соціальних наук, що підтримують національну безпеку. Мінерва сприяє глибшому розумінню соціального та культурного середовища, де розвиваються такі загрози, як радикалізація та регіональна нестабільність, і підтримує більш ефективні стратегічні та оперативні політичні рішення.

Програма Vannevar Bush підтримує дослідників світового класу, які здійснюють дослідження в наукових галузях, що мають критичне значення для Міністерства оборони. Дослідження охоплюють широкий спектр нових наукових напрямів, включаючи квантові інформаційні дослідження, нові матеріали, когнітивну неврологію, інженерну біологію, робототехніку, аналітику даних та інші. Програма сприяє налагодженню тісних зв'язків між науковими закладами та науково-технічними підприємствами оборонної промисловості.

Нижче наведено окремі прикладні програми, що підтримуються офісом Міністерства оборони.

Прикладна програма «Joint Munitions Technology» – програма прикладних досліджень, направлених на поліпшення летальності, надійності, безпечності та довготерміновності боєприпасів і систем зброї. Мета полягає в розробці спільних технологій, які можуть використовуватися для різної зброї. Програма інвестує в

дослідження технологій з найширшим застосуванням, уникаючи дублювання зусиль – групу технологій боєприпасів (MATGs) і групу технологій потужностей (FATG) – детонатори, беззмістовні боєприпаси, технології вибухозабезпечення.

Програма прикладних досліджень щодо S&T пріоритетів: електронні війни, людські можливості, автономні та кіберсистеми, нові матеріли, біомедицина, озброєння, квантові прилади і системи, командний контроль, комунікації, компютер та розвідка. Наприклад, програма квантових досліджень (QSEP - $ 15,000 млн) включає:

- підвищення продуктивності квантових елементів з карбіду кремнію за допомогою використання ізотопно чистих елементів у процесі росту кристалів;
- демонстрація заплутаності спін-фотонності кристалів карбіду кремнію як джерела фотонів;
- посилення властивостей квантового матеріалу для виготовлення більш просунутих квантових ретрансляторів і систем з квантовою комунікацією;
- демонстрація квантового ретранслятора з чотиригранною квантовою системою пам'яті.

Програма «Engineering Science and Technology» розглядає необхідність досягнення більш доступних і стійких сучасних засобів обчислювальної техніки, можливостей моделювання та оцінки торгового простору, засоби візуалізації в межах операційної діяльності. Ці інтегровані інструменти стосуються організаційної діяльності Міністерства оборони за трьома напрямами: моделювання (M&S), інженерні системи (SE) та інженерні можливості для забезпечення стійкості, економічної ефективносі складних систем, які підтримують весь спектр місій та операцій Міністерства оборони.

Так, M&S направлений на підтримку інноваційних рішень, що відповідають вимогам оборони та національної безпеки для забезпечення технічної переваги та економії ресурсів:

• планування, координація та управління фондами для виконання замовлень Міністерства оборони на рівні підприємств;

• об'єднання зацікавлених сторін для усунення бар'єрів для взаємодії, повторного використання, спільності, ефективності та ефективності;

• розробка, координація та пропаганда технологій, стандартів, передового досвіду та процесів стратегічного планування. Технологічне забезпечення включає розроблення інструментів із покращення можливостей M&S, технічну підтримку кіберзв'язку та архітектури M&S, технологічні спостереження (сканування горизонту) за новими можливостями M&S для спрямування інвестицій та стратегічного планування;

• координація та правовий захист, обмін інформацією та взаємодія Міністерства оборони з іншими відомствами та агенціями США, міжнародними союзниками, промисловістю та науковими колами;

• стандартизація (LSA) – розроблення стандартів та методологій M&S.

Інженерні можливості включають, зокрема, розвиток людського капіталу – прискорення професійного розвитку висококваліфікованих системних інженерів та

технічних працівників, оприлюднення результатів шляхом публікацій статей, монографій, моделювання орієнтованих процесів прийняття рішень, розробку робочого місця системного аналітика в лабораторіях Міністерства оборони та Федеральних науково-дослідних центрах.

Програма «High Energy Laser Advanced Development». Системи лазерних озброєнь (HEL) мають багато переваг через високу швидкість світла, високу точність, низьку вартість, а також зменшені вимоги до логістики через відсутність потреби в запасах боєприпасів або боєголовок. Як результат, HELs мають потенціал для виконання різноманітних військових місій. Програма націлена на збільшення вихідної потужності, поліпшення якості променя, розроблення ефективних схем управління потужністю та тепловою енергією лазерної зброї.

Програма «Operational Energy Capability Improvement» (HESM) має на меті: підвищення енергоефективності та енергозбереження обладнання для покращення експлуатаційних енергетичних характеристик та військових можливостей Міністерства оборони і, можливо, зменшення витрат; зберігання гібридної енергії (HESM), розроблення передових технологій зберігання енергії для максимального підвищення продуктивності та надійності, а також для забезпечення майбутньої зброї високої потужності та систем датчиків на автомобілях, літаках та кораблях наступного покоління.

Цілі HESM полягають у тому, щоб розробити системи зберігання енергії з високою щільністю енергії, масштабованими до всіх рівнів потужності, які зменшують загальний попит на логістику; збільшити здатність системи підтримувати операції під час військових операцій; зменшити технічне обслуговування.

Програма «CWMD Systems: Advanced Technology Development» фокусується на закритті прогалин, виявлених спеціалізованими військовими підрозділами. Основна увага Програми направлена на підвищення ситуативної обізнаності, зокрема щодо можливостей інформаційних систем для зменшення загроз, підвищення ситуативної обізнаності – отримання доступу та обмін відповідними розвідувальними матеріалами із ЗМІ та з партнерами Міністерства оборони. Існуючі інформаційні системи, мережі та додатки DoD використовуються та / або замінюються новими з підвищеними технологічними можливостями.

Програма «Nuclear and Conventional Physical Security/Countering Nuclear Threats» [127] стосується захисту від зброї масового знищення; запобігання несанкціонованому доступу до обладнання, установок, матеріалів та документів; заходів проти шпигунства, саботажу, пошкодження і крадіжок, а також контролю розвитку сучасних інженерних розробок за сімома підпрограмами: (1) виявлення та оцінка; (2) контроль доступу; (3) установка та безпека транспортування; (4) зберігання та гарантії; (5) запобігання; 6) системи підтримки прийняття рішень; (7) аналітична підтримка. Технологічний напрям досліджень направлений на розроблення систем запобігання ядерним загрозам, радіологічного виявлення і спільного персонального дозиметру, останні дві розробки мають попередити інциденти, подібні аварії на АЕС Фукусіма в Японії.

Програма «Prompt Global Strike Capability Development» [127] має на меті проектування, розробку та експериментування бустерів, транспортних засобів для доставки корисного навантаження, неядерних боєголовок, систем теплового захисту, систем наведення, модернізацію тестового діапазону. Програма забезпечує проведення досліджень, моделювання, наземні випробування, командні та контрольні інтерфейси, підтримку тестового діапазону та інфраструктури запуску системи.

Підпрограми:

Гіперзвукові системи – розробляє технології та програми з дуже коротким періодом часу впливу на ціль, контролю польоту від запуску до цілі; маневреності для уникнення проблем із перельотом; контрольованості стадії падіння. Цей проект також розробляє безядерні технології подолання чутливих до часу цільових показників для різних додатків.

*Альтернативна система повторного входу / боєго*ловка – перевірка та оцінювання альтернативних варіантів підсилювача та транспортного засобу – має на меті завершити тестування гіперзвукового тіла і гільз, розпочати виготовлення і випробування гіперзвукового гліс-підсилювача, здійснити закупівлю та виготовлення апаратних засобів для майбутніх систем льотних випробувань, а також провести дослідження ринкових можливостей різних альтернативних систем.

Програма хімічного та біологічного захисту OSD RDT&E [128] ($4,6 млрд на 2019 р.)

Загроза хімічної, біологічної, радіологічної та ядерної зброї є реальною і зростаючою. Постійне використання хімічної зброї на Близькому Сході та загроза застосування зброї масового знищення на Корейському півострові ілюструють реальність загроз, з якими ми зіткнулися. Хоча багато із старих загроз залишаються в арсеналах супротивників, різноманіття загроз зростає. Поява технологій подвійного використання та розширення доступу до спільної інформації підвищують можливості використання цих технологій для незаконних цілей. Розповсюдження технологій, збільшення простоти доступу, часта неможливість виявлення незаконної діяльності та обмежена спроможність передбачення використання зброї масового знищення збільшують ризик непередбачених нападів на США або його союзників.

Програма хімічної та біологічної оборони постачає засоби для протидії зброї масового знищення від бойових операцій до засобів запобігання та реагування під час внутрішніх інцидентів як частини комплексної та багаторівневої оборони.

Стратегічні напрями програми:

Раннє попередження – розробка вдосконалених засобів спостереження за навколишнім середовищем та розгортання діагностичних пунктів щодо хімічної та бактерологічної зброї:

- біоспостереження – технології раннього попередження та визначення характеристик техногенних та природних небезпек у майже реальному часі. Постійні спостереження забезпечить вчасне сповіщення про небезпеку та підтримає ефективне управління наслідками виникнення та повторного спалаху інфекційних

захворювань, генетично сконструйованих та синтетичних біологічних агентів, а також хімічних небезпек;

- просунута діагностика – включає наукові дослідження, розробку систем та закупівлю діагностичного обладнання для пунктів необхідної допомоги.

Уникання, запобігання та готовність до нападу – досягнення в галузі біології та хімії, а також природна еволюція можуть призвести до появи нових загроз, яким потрібно протистояти. Підпрограма має ідентифікувати та вивчити ці загрози / агенти, науково охарактеризували та підтвердити чи заперечити навність небезпеки, забезпечити неможливість їх поширення і виникнення загроз епідемії, ураження або швидко пом'якшити їхні наслідки. Зони фокусування включають:

о нетрадиційні агенти (НТА) - розроблення технологій, що попереджують виникнення загроз від існуючих та нових НТА та забезпечать багаторівневий та інтегрований захист і більш гнучке управління наслідками;

о синтетична біологія - прогрес у біотехнології відкриває широкий спектр потенційних нових викликів від генно-інженерних організмів. Швидка характеристика нових загроз та розробка контрзаходів залишаються основними напрямами досліджень.

Інтегрована, шарова оборона – розроблення різних додаткових можливостей для захисту від хіміко-біологічної зброї. Рішення є всеосяжними та стосуються всього спектру та часової еволюції відповідних подій:

- медичні контрзаходи – розробка вакцин, терапевтичних препаратів і діагностичних можливостей, які забезпечують безпечний і ефективний медичний захист від підтверджених біологічних агентів (бактерій, токсинів і вірусів), нових інфекційних захворювань, традиційних і нетрадиційних хімічних агентів;
- засоби індивідуального та колективного захисту – інжиніринг матеріалів і систем підвищення захисних властивостей від широкого кола загроз (модульні та настроювані рішення);
- детектори та датчики – розроблення наступного покоління відповідних, ефективних та доступних можливостей широкого спектру виявлення агентів. Зусилля зосереджуються на підвищенні точності, діапазону та ефективності датчиків, а також забезпеченні безперебійного інтегрування даних детекторів та датчиків до відповідних інформаційних баз даних та систем;
- зменшення небезпеки – дезактивація персоналу, утилізація масових жертв і людських останків, а також дезактивація матеріальних засобів, яка включає чутливе обладнання та літаки. Нові підходи до дезактивації фокусуються на створенні обладнання та платформ із широкою придатністю працювати у хімічно або бактерологічно заражених регіонах з мінімільною шкодою для людей.

Інші програми **[129]** у кількості більше 30 од. направлені на забезпечення потреб інших органів влади із виконання завдань у сферах оборони, озброєння та військової техніки, у т.ч. :

Програма розроблення технологій (ManTech) – розвиток передових технологій, необхідних для досягнення оперативності та ефективності вітчизняної

промисловості, яка своєчасно відповідає на потреби бойових сил. У її межах затверджено програму з адитивного виробництва.

Програми з Адитивного Виробництва (BATTNET) – розроблення наступного покоління акумуляторів – більш економних, з довшим терміном придатності, більш легких та з вищою енергоємністю. BATTNET проводить також R&D дослідження, спрямовані на розроблення технічних рішень для виробництва окремих груп батарей, зокрема передових літієвих незарядних і акумуляторних батарей.

Програма мікроелектронних технологій розробляє рішення для забезпечення функціонування системи зброї, підвищення рівня її складності або попередження нових загроз національній безпеці. Ці напрями використовують унікальну мікроелектроніку з високим ресурсом, малим об'ємом, що є необхідною для військових потреб, але не є комерційно доступною, і включає:

- ракетну, артилерійську, мінометну системи (C-RAM), F-18 Super Hornet, F-22 Raptor, F-35, RQ-4 Global Hawk, жатку MQ-9, систему AEGIS Advanced Surface Missile, розширені середньомасштабні ракети повітря-повітря (AMRAAM), HH-60G Pave Hawk Helicopter, ракети ESSM)
- модернізацію старих систем зброї;
- встановлення обладнання для виготовлення напівпровідників у досконало чистому приміщенні. DMEA розпочне інтеграцію критичного 200-мм процесу у 200-міліметрову установку.

Програма «Support to Information Operations (IO) Capabilities» [129] направлена на надання Міністерству оборони закритої, стабільної, географічно розподіленої інтернет-мережі із системами управління та контролю для роботи командування. IO надає можливість партнерам і ключовим союзникам тестувати та отримувати спільне розуміння передових можливостей кіберпростору та електронної війни (EW) в існуючих та майбутніх середовищах. IO об'єднує доступні кіберпростори з навчальними аудиторіями, включаючи критичну інфраструктуру, кібер-цілі, інтернет-трафік і протиборчі сили; підтримує підготовку, сертифікацію та ресертифікацію 6000-х кібер-місій і DoD тощо.

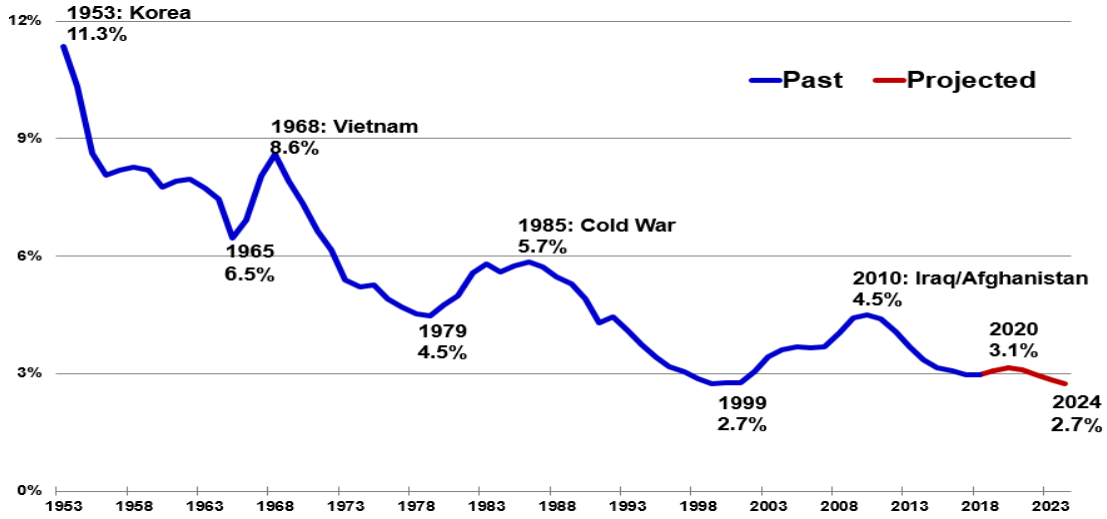
На 2020 р. передбачається виділення $104,3 млрд [130] на наукові дослідження і розробки для армії, флоту, повітряних сил, оборони Директорату з операційного тестування та оцінки.

Програма з охорони здоров'я (DHP) підтримує надання медичної допомоги персоналу Міністерства оборони та їх сім'ям. Ресурси наукової частини програми RDT & E підтримують науково-дослідні роботи з раку молочної залози, простати та яєчників; травматичних ушкоджень головного мозку; ортопедії та протезування; інших захворювань.

Програма знищення хімічних речовин і боєприпасів підтримує дослідження щодо знищення летальних хімічних речовин і боєприпасів США.

Бюджетний запит на 2020 р., створений на основі успішних бюджетів 2018, 2019 рр., відновляє "пошкоджену" готовність армії США і знаменує собою ключові зрушення у підготовці стримування чи перемоги противників великої держави в майбутньому. Затвердження Конгресом бюджету на 2020 р. (рис. 2) допоможе країні

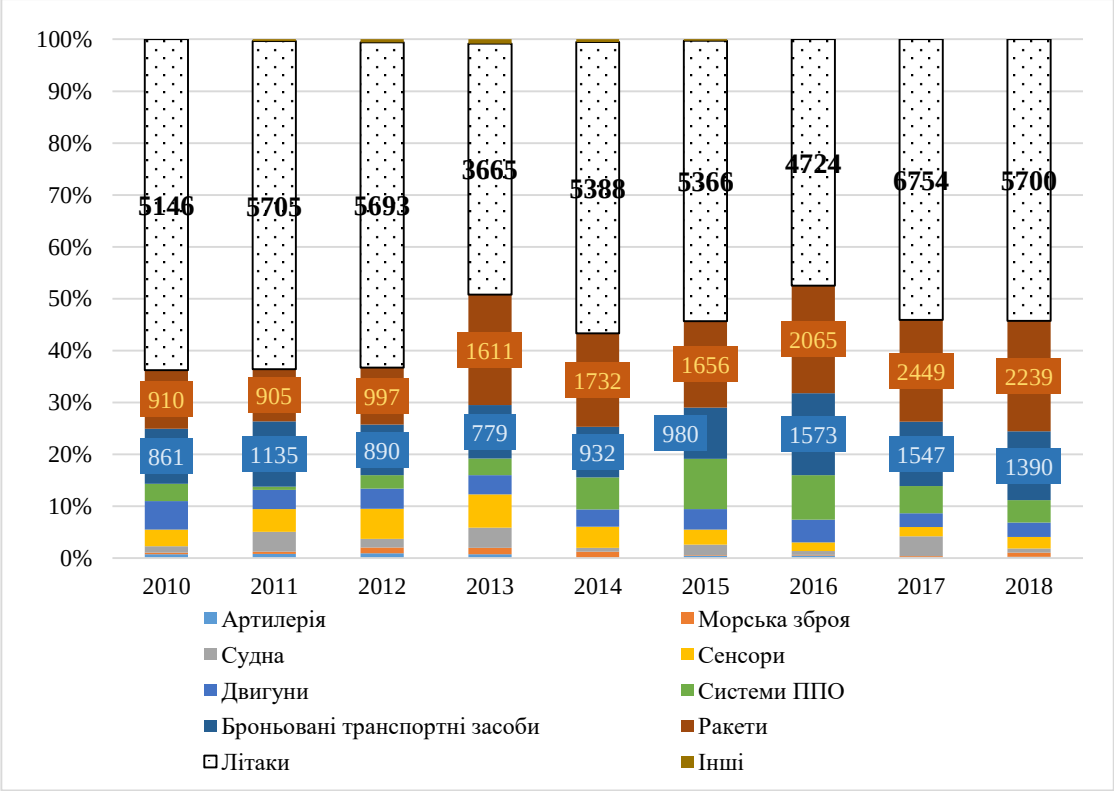
бути на один крок попереду загроз, які постають від Китая і Росії, і зберегти конкурентні переваги.



Джерело: витрати Міністерства оборони у відсотках ВВП : реальні до 2018 р., прогнозовані на період 2019-2024 рр. та історичні та прогнозовані обсяги ВВП за даними Адміністративно-бюджетного управління (OMB).

Рисунок 2. Витрати Міністерства оборони у 1953-2023 рр., % ВВП

Оцінка ринку. Ринкові можливості військової сфери США характеризуються обсягами експорту продукції військового призначення у 2010-2018 рр. (рис. 3). Найвищі прибутки приносить аерокосмічна техніка – більші, ніж усі інші популярні області разом узяті. Частка світового ринку військової техніки та озброєння, яку має США, становить за 9 років 33,5%, а в окремі роки вона коливалась від 27,9% до 38,1% (2018 р.).



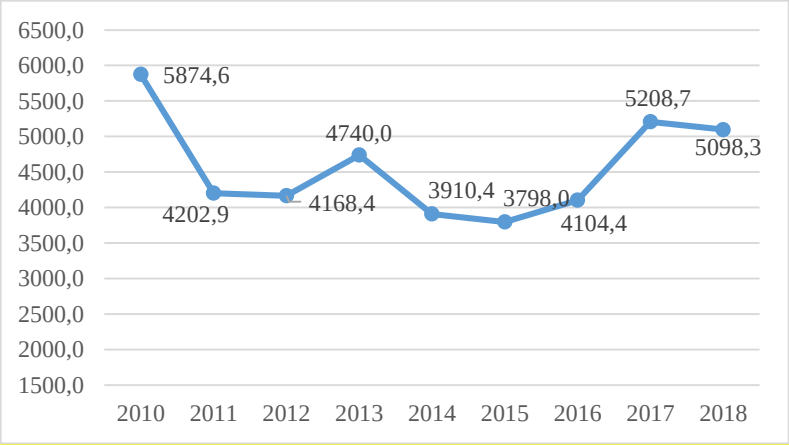
Джерело: SIPRI Arms Transfer Database

Рисунок 3. Обсяги експорту продукції військового призначення США у 2010-2018 рр., млн $

Додаток Б

Пріоритети досліджень із підвищення військової спроможності країн – членів ЄС

Бюджетне фінансування наукових досліджень оборонного характеру країнами ЄС протягом 2010-2018 рр. становило в цілому $41,1 млрд у поточних цінах за ПКС та коливалось від $3,8 млрд до $5,9 млрд (за ПКС) (рис. 1) в окремі роки. Ці суми становлять 5,1% частку загального бюджетного обсягу фінансування наукових досліджень країнами-членами ЄС у цілому за 2010-2018 рр. та 4,5-6,8 % в окремі роки [131].



Джерело: Government budget allocations for R&D. - https://stats.oecd.org/#

Рис. 1 Обсяги бюджетного фінансування наукових досліджень в оборонній сфері країн-членів ЄС протягом 2010-2018 рр., млн $ у поточних цінах за ПКС

У 2018 р. було визначено 11 Пріоритетів розвитку військової спроможності ЄС [132], які охоплюють наступні області:

забезпечення операцій з кібер-реагування:

- *кібер-співпраця та синергія;*
- *кібер-R&T;*
- *інженерні системи для кібер-операцій;*
- *кібер-освіта та навчання;*
- *кіберзахист у повітряному, космічному та наземному просторі;*

космічні (просторові) інформаційні та комунікаційні послуги:

- *спостереження землі;*
- *позиціонування, навігація і синхронізація;*
- *космічна ситуаційна обізнаність;*
- *супутниковий зв'язок;*

інформаційна перевага:

- *управління радіочастотним спектром;*
- *тактичний CIS;*
- *управління інформацією;*
- *розвідка і спостереження (ISR);*

наземні бойові можливості:

- *модернізація та розвиток наземних платформ (пілотовані / безпілотні, прецизійний удар);*
- *розвиток та удосконалення сил захисту (CBRN, CIED, індивідуальне військове обладнання);*

покращені логістична та медична підтримка:

- *військова мобільність;*
- *розширена логістика;*
- *медичне забезпечення;*

морська маневреність:

- *ситуаційна обізнаність;*
- *поверхнева перевага;*
- *сила;*

підводний контроль:

- *мінна війна;*
- *антипідводні війни;*
- *захист гавані;*

перевага у повітрі:

- *можливість повітряного бою;*
- *повітряні ISR платформи;*
- *можливість відмови у доступі до зони (A2 / AD);*
- *заправка повітря-повітря;*
- *балістичне реактивне озброєння ПРО (BMD);*

повітряна мобільність:

- *стратегічний авіатранспорт;*
- *тактичний повітряний транспорт, включаючи повітряну медичну евакуацію;*

інтеграція військових повітряних можливостей в авіаційний сектор:

- *доступ військових до повітряного простору;*
- *захист конфіденційної критично важливої інформації;*
- *координація з цивільними авіаційними органами;*
- *адаптація можливостей військового повітря / простору C2;*

міжгалузеве співробітництво:

- *інноваційні технології для розширення майбутніх військових можливостей;*
- *автономний потенціал ЄС для перевірки та кваліфікації розроблених ЄС можливостей;*
- *забезпечення автономного функціонування.*[133]

Для кожного з 11 пріоритетів будуть представлені огляди ландшафту придатності та можливості генерування спільних проектів. Будуть також представлені необхідні дорожні карти з визначеними цілями та етапами для тих сфер, де держави-члени доручають Європейському оборонному агентству (EDA) залучати експертів з країн-членів ЄС, НАТО, інших відповідних багатонаціональних зацікавлених сторін, а також представників оборонної промисловості.

Європейська програма досліджень в галузі оборони повязана з наступними багаторічними фінансовими рамками ЄС (2021–2027 рр.). Європейська Комісія просить на наукові оборонні дослідження 13 млрд євро на 7 років, 25 млн євро з 500 млн запланованих витрат на оборону у 2019-2020 рр.

Кожен пункт вищеозначених планів передбачається здійснювати розробленням відповідної програми. Окремі проекти програм наведено нижче.

Комісія сповістила про оголошення дев'яти конкурсних пропозицій у 2019 році, та ще 12 – у 2020 році, що охоплюватимуть проекти у сфері повітряного, наземного, морського, кібер- та космічного захисту:

-підтримка розвитку безпілотного літака Eurodrone, безпілотні системи, такі як безпілотники;

- інтеграція дронів та безпілотних підводних човнів в операції флоту для поліпшення морських спостережень;

- європейське безпечне програмне забезпечення, військова система зв'язку;

- радар, комунікації та електронна війна;

- автономна навігація, штучний інтелект, квантові технології, можливості удару на далькі відстані з високою точністю;

- технології збільшення фізичних і розумових можливостей солдатів;

- розроблення камуфляжу для солдатів, стійких до датчиків [134].

На 2021-2027 рр. передбачається розроблення і реалізація таких програм [135, 132]:

Програма «Військова мобільність». У лютому 2018 року EDA представила Наглядовій раді дорожню карту про військову мобільність, розроблену спеціальною робочою групою Агентства з прикордонного військового транспорту у тісній координації з ЄСЗД, ЄСМС, Комісією та іншими зацікавленими сторонами. Дорожня карта згодом була використана як основа Плану дій військової мобільності, розробленого Агентством та Європейською Комісією.

Програма «Заправка повітря-повітря (AAR)» продовжує попередню програму багатонаціонального багатоцільового транспортного флоту (ММФ), наразі число її учасників досягло п'яти країн (Нідерланди, Німеччина, Люксембург, Норвегія, Бельгія), які мають вісім літаків-танкерів MTT (Multi Role Tanker Transport), які будуть експлуатуватися об'єднаними силами. У вересні 2018 року Агентство організувало першу в Європі конференцію, де було визнано наявність дефіциту у цій сфері, який визнається ключовим чинником подальшого її розвитку та зміцнення.

Програма «Кіберзахист». Більш широкий кібернетичний домен визначено як ключову область, де Європі необхідно посилити свої оборонні можливості, беручи до уваги, що всі армейські підрозділи мають свій операційний домен (земля, повітря, море, космос) і свої власні кіберпроблеми.

Програма на 2018-2019 рр. передбачала створення платформи освіти, навчання, та оцінки (ETEE) в рамках Європейської безпеки і оборони із встановлення рамок співпраці шляхом обміну досвіду та найкращими практиками у сфері кібербезпеки, кіберзахисту та розслідування кіберзлочинності.

Наступними напрямами було визначено розробку нових можливостей або вдосконалення існуючих:

дослідження і технологія кіберзахисту, особливо у важливих областях, таких як технології кібер-ситуаційної обізнаності, оборонні кібер-технології, автономні системи кібер-відповідей, можливості розвідки кіберзагроз, прогнозований аналіз і моделювання;

система інженерних розробок для кібер-операцій, яка може надавати державам-членам спільні словникові, технічні, процедурні та організаційні вказівки та стандарти, на основі яких розробити та впровадити кібер-можливості;

продовжити гармонізовану та адекватну кібер-освіту, навчання та оцінку;

вирішити кібернетичні проблеми, специфічні для наземних, морських, повітряних та космічних сил.

Програма «Космічні інформаційні та комунікаційні послуги». Інформаційні та комунікаційні послуги, що базуються на космічній діяльності, є актуальними в будь-якій військовій системі або платформі, оскільки вони забезпечують командування та управління інформацією, підтримку навігації / позиціонування та підвищують ситуаційну обізнаність через надання інтелектуальної інформації, результатів спостереження та розвідки. Крім того, космічні активи будуть дедалі більше кидати виклик системам ІКТ через накопичення космічного сміття і схильності до збоїв.

У цьому контексті визначені пріоритетні сфери включають, серед іншого:

- можливості космічного спостереження Землі (SBEO);
- позиціонування, навігація для підтримки військової діяльності;
- поінформованість про ситуацію в просторі, а також можливості космічного спостереження та розвідки;
- супутниковий зв'язок для держав-членів та суб'єктів СПБО.

Програма «Інформаційна перевага». Військові операції у сучасному світі покладаються на інформаційні та комунікаційні послуги, на командування та контроль з використанням цих послуг, спостереження та розвідку, збір та обмін даними розвідки. Тому ці послуги вимагають потужної, надійної і безпечної мережевої інфраструктури зв'язку та інформаційних систем, які мають бути вбудовані в існуюче цифрове навколишнє середовище. Передові технології, які вже використовуються у громадянській сфері, такі як хмара, великі дані та програмне забезпечення радіостанцій / мереж, будуть ключовими для задоволення потреб оборонних сил у майбутньому розвитку ІКТ.

Пріоритетними є такі сфери:

- здатність збройних сил використовувати радіоспектр для військових дій;

- сумісність тактичних інфраструктур зв'язку та інформаційних систем, що дозволить здійснювати автономний, надійний, сумісний, швидкий і безпечний обмін та передачу даних / комунікацій;

- управління інформацією в рамках місій і операцій під проводом ЄС;

- мережеві можливості інтелектуальних технологій для спостереження та розвідки (ISR).

Програма «Наземні бойові можливості». Завдяки еволюції оборонного середовища в Європі, сухопутні війська мають пристосуватися до дій у середовищі з високою інтенсивністю загроз з потенційно технічно розвиненими противниками. Пріоритетні наземні бойові заходи стосуються широкого спектру дій – від необхідного оновлення різних типів бронетанкових машин і пов'язаної з цим вогневої міці для захисту до боротьби з вибуховими пристроями (C-IED), хімічними, біологічними, радіологічними, ядерними та вибуховими матеріалами ($CBRN_e$) і відновленням персоналу, що включає персональні захисні засоби та обладнання. Усі заходи мають бути включені в операційне середовище із пілотованими та безпілотними системами і командами.

Пріоритетні напрями наземних бойових можливостей включають:

- поточні та майбутні танкові наземні платформи: головні бойові танки, бойові машини піхоти та бронетранспортери;
- наступне покоління наземних засобів точного удару, включаючи непряму підтримку вогню, і протитанкове озброєння;
- безпілотні наземні бойові можливості;
- посилення захисту зусиль в областях C-IED та $CBRN_e$ та методів відновлення персоналу;
- індивідуальне військове обладнання.

Програма «Покращена логістична та медична підтримка». Можливість швидкого переміщення військ і військової техніки і забезпечення в будь-який час адекватної матеріально-технічної та медичної їхньої підтримки, у т.ч. через кордони і в складних топографічних і кліматичних умовах, є ключовою для ЄС.

Пріритети майбутнього:

- процедури перетину кордонів з точки зору військової мобільності і доступності, доступності цивільного транспорту та інфраструктури військових платформ;
- загальноєвропейські процедури прийому, поставки, подальшого руху;
- співробітництво з комерційними логістичними операторами з метою посилення військової логістики;
- забезпечення військових поставок;
- процедури щодо отримання, зберігання та передачі палива та енергії з відновлюваних джерел;
- логістичне аддитивне і передове виробництво (3D-друк);
- сумісність національних систем медичної допомоги та розгортання польових лікарень для використання в багатонаціональних операціях;
- сумісність можливостей медичної евакуації, включаючи безпілотні літальні апарати і безпілотні наземні транспортні засоби.

Програма «Морська маневреність». Морська оборона та захист її сил є ключовими передумовами для розгортання морських дій.

У цій сфері було визначено декілька пріоритетів, зокрема:

- досягнення морської ситуаційної обізнаності шляхом інформування про результати спостережень морськими патрульними силами та літаками, морською розвідкою, прибережних радіолокаційних мереж далекого радіусу дій, тактичним радіолокаційним морським наглядом, сформованого автоматичними системами зв'язку;

- досягнення переваги на морі за допомогою безпілотних платформ високого класу, багатофункціональних бойових кораблів і адаптованих морських патрульних суден;

- прогнозування потужностей військово-морської авіації (включаючи можливості удару), багатовимірного захисту військово-морських сил, у тому числі за допомогою бортових антипідводних активів.

Програма "Підводний контроль». Забезпечення захисту морських сил є необхідною умовою для розгортання військово-морських сил.

Визначені пріоритетні області в цьому домені включають:

- військово-морську боротьбу/захист від мін з використанням безпілотних систем, а також інших засобів протидії мінам;

- протичовнові можливості, засновані на концепції використання безпілотних, фіксованих систем виявлення, торпед та на інших системах виявлення за допомогою повітряних приладів;

- захист від портових загроз шляхом постійного виявлення причалів порту з моря і підвищення стійкості морської критичної інфраструктури.

Програма «Перевага у повітрі». Ця пріоритетна сфера охоплює різні специфічні теми, такі як платформи повітряного бою, повітряної розвідки і спостереження (ISR), а також можливості відмови у доступі до визначеної зони (A2 / AD), доповнені захистом балістичними ракетами. Програма передбачає інтеграцію повітряних бойових систем зі всієї Європи, підготовку літаків-винищувачів наступного покоління, зменшення можливостей протиповітряної оборони супротивника, підвищення здатності здійснювати глибокі удари і підготовку ударного вертольота наступного покоління (включаючи зброю). У майбутньому всі вони будуть експлуатуватися шляхом комбінації пілотованих і безпілотних платформ, інтегрованих у великі операційні системи.

Визначені пріоритетні напрями в цій сфері включають:

- підвищення боєздатності держав-членів шляхом придбання та інтеграції винищувальних систем 5-го покоління, наступного покоління повітряних бойових платформ з посиленими можливостями, існуючих і майбутніх флотів бойових вертольотів, озброєних дистанційно-пілотних літальних систем (RPAS) з фіксованим і поворотним крилом, зменшення можливостей протиповітряної оборони противника (SEAD), підвищення точності повітряного удару і можливостей повітряної атаки;

- відповідний спектр повітряних платформ ISR на базі RPAS, літальних платформ великої висоти, морських патрулів і літаків морського спостереження, а також пов'язаних з ISR бортових навантажень і датчиків;

- спроможність до заборони доступу до зон, які містять радари далекого радіуса, БПЛА та тактичні засоби протиракетної оборони, а також системи протиповітряної оборони короткого діапазону;

- здійснення дозаправки повітря-повітря (AAR) на основі стратегічних та тактичних можливостей для транзиту винищувачів, автоматизованих можливостей AAR (A3R);

- підвищення можливостей балістичної протиракетної оборони.

Програма «Повітряна мобільність». Повітряна мобільність необхідна для військових операцій. Стратегічний транспорт між театрами має важливе значення на ранній стадії швидкого оперативного розгортання в усьому світі, тоді як тактичні повітряні перевезення та медична евакуація в основному використовуються на пізніх етапах операцій. Обидві з них були визначені як пріоритетні напрями діяльності:

- стратегічні можливості повітряного транспорту, що ґрунтуються на доступі до негабаритних вантажопотоків, а також розробці нових транспортних засобів;

- тактичні можливості повітряного транспорту (стаціонарне та ротаційне крило) для конкретних європейських груп користувачів, нові можливості європейського транспортного / комунального вертольота і безпілотні рішення.

Програма «Інтеграція військових повітряних можливостей». Військова авіація має використовувати та впроваджувати технологічну зміну парадигми в управлінні повітряним рухом, керуючись цифровізацією, автоматизацією, новими формами зв'язку і штучним інтелектом. У цьому контексті ключовими викликами є інтеграція існуючих і майбутніх військових можливостей повітряного руху, а також еволюція військових можливостей і засобів навігаційного спостереження. Військові сили повинні забезпечити доступ до європейського повітряного простору для існуючих і майбутніх укомплектованих і безпілотних повітряних суден для підготовки, транспортування, розгортання та оперативного використання.

Пріоритети в цій галузі повинні бути зосереджені на:

- доступі військових літаків до повітряного простору;

- здатності захищати конфіденційність критично важливої інформації і забезпечувати стійку та надійну передачу даних та обмін нею мережею цивільної авіації;

- оперативній сумісності та координації з цивільними авіаційними структурами, інфраструктурами та процедурами, зберігаючи оперативну сумісність між військовими силами;

- можливості військового освоєння повітря / космосу C2 та засобів навігаційного спостереження (CNS), адаптованих до мінливого контексту сектору цивільної авіації та автоматизованої діяльності з управління повітряним простором.

Програма «Міжгалузеве співробітництво». Ряд міждисциплінарних заходів визначені у Глобальній стратегії ЄС 2016 року пріоритетними для досягнення Європою нового рівня амбіцій (стратегічної автономії), зокрема:

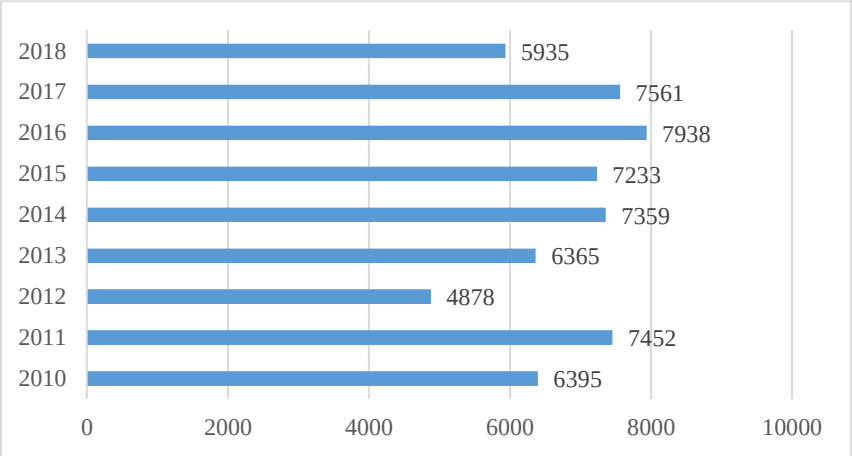
- інноваційні технології для розширення майбутніх військових можливостей за пріоритетними ключовими областями: штучний інтелект (AI), безпілотні системи,

дистанційно керовані або автономні медичні системи, автономне та автоматичне керування, навігація і управління (GNC) та виготовлення техніки для пілотованих і безпілотних систем, багаторівневий контроль або сучасні матеріали, процеси і технології;

- автономна здатність ЄС перевіряти та кваліфікувати європейські оборонні можливості до розгортання операцій та місій;

- створення можливостей для автономного функціонування в рамках ЄС, таких як Постійне стратегічне, військово-стратегічне та тактичне командування, контроль і стабілізація / нарощування потенціалу ЄС.

Оцінка конкурентоспроможності військово-промислового комплексу країн-членів ЄС оцінюється на основі обсягу експорту цієї продукції та його частки на світовому відповідному ринку (рис. 2). Загальна сума експорту такої продукції за 2010-2018 рр. становила $61,1 млрд або 23,75% загальносвітового відповідного обсягу, а в окремі роки коливалась від 17,2% до 27,4%.



Джерело: SIPRI Arms Transfer Database

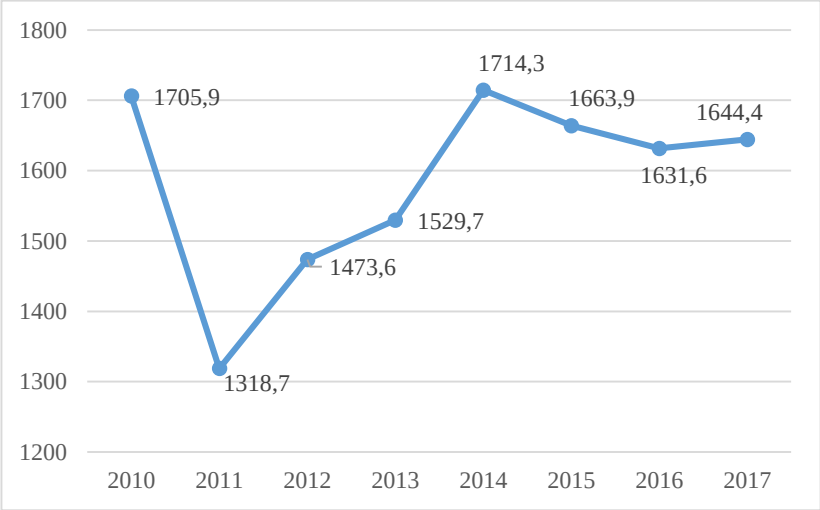
Рис. 2 Експорт із країн ЄС військової продукції у 2010-2018 рр., млн $

Додаток В

Велика Британія

Велика Британія посідає стабільне третє місце серед країн ОЕСР за обсягами фінансування науково-дослідних робіт для оборонної та військової сфер та шосте місце у світі за обсягами експорту продукції військового призначення у 2010-2018 рр. в цілому, але за обсягами експорту продукції військового повітряного транспорту – третє місце.

За 9 років (2010-2018 рр.) (рис. 1) країна витратила на фінансування військових наукових досліджень із бюджету 12,7 млрд фунтів стерлінгів (1,64 млрд фунтів стерлингів у 2017 р.) або 15,1% загального обсягу бюджетного фінансування науки у країні. Одночасно ця частка становила від 3,1% до 4,3% відповідного обсягу фінансування країнами ОЕСР.



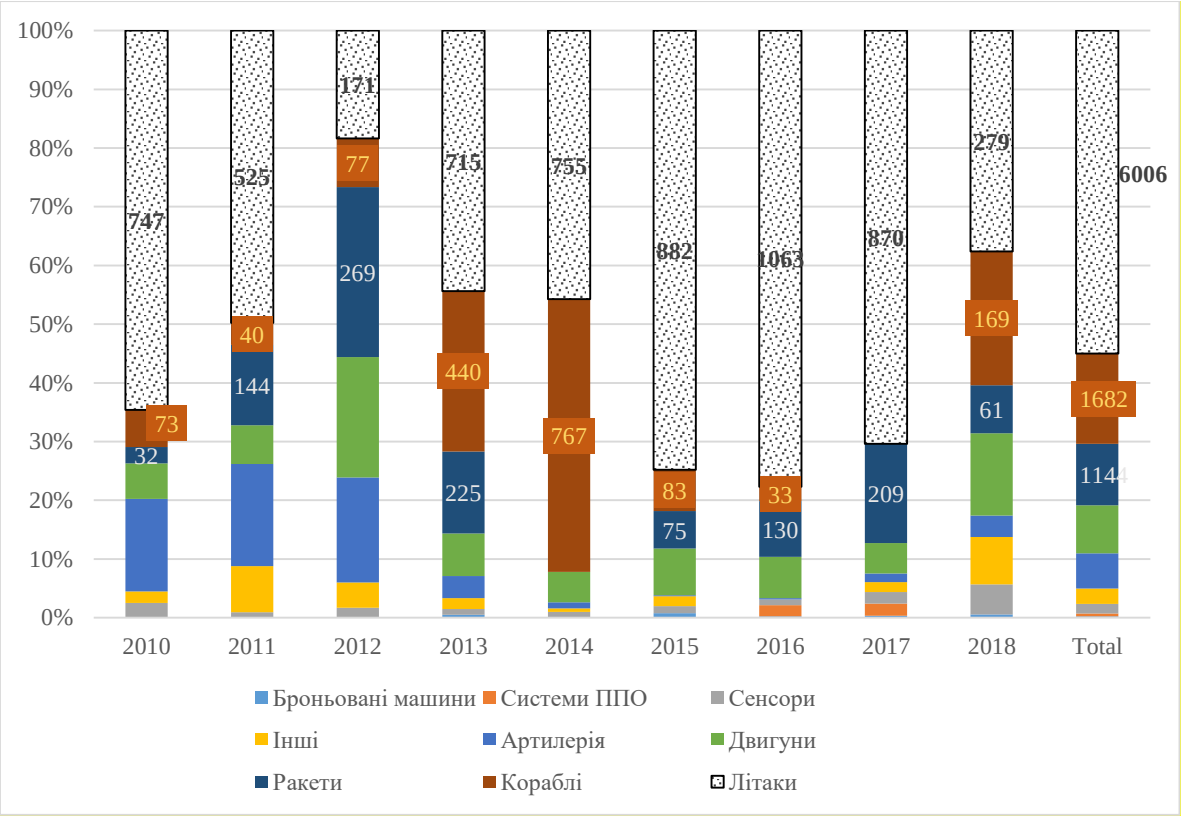
Джерело: Government budget allocations for R&D. - https://stats.oecd.org/#

Рис. 1 Обсяги бюджетного фінансування наукових досліджень в оборонній та військовій сферах у Великій Британії протягом 2010-2018 рр., млн фунтів стерлінгів

Військово-промисловий комплекс (ВПК) Великої Британії експортував у 2010-2018 рр. у цілому військової продукції на суму 10,9 млрд фунтів стерлингів – від 0,7 до 1,7 млрд щорічно. Частка Великої Британії на ринку озброєнь країн світу протягом означеного періоду становила 4,2% – від 2,7% у 2018 р. до 6,1% у 2014 р. [136].

Найвищі обсяги експорту припадають на військові літаки та кораблі, ракети (рис. 2). Велику роль в успіху країни на зовнішньому ринку має науково-дослідна система країни.

Науково-технологічні військові та оборонні дослідження у Великій Британії здійснюютиься на основі значної кількості програм [137]. Нижче наведені найбільш важливі з них.



Джерело: SIPRI Arms Transfer Database

Рис. 2 Експорт із Великої Британії військової продукції за категоріями у 2010-2018 рр. в цілому, млн дол. США

Програма «Air Systems» [138] – координатор науки і технологій (S&T) та інтеграційний центр оборонної авіації в повітряному, морському і наземному середовищі.

Передові повітряні системи є ключовим фактором успіху збройних сил Великої Британії – від бойових дій і підтримки ядерного стримування до надання допомоги в гуманітарних кризах і миротворчих місіях.

Програма забезпечує:

розробку та оцінку майбутніх систем повітряного транспорту та систем інформування з майбутнього напрямк вдосконалення можливостей повітряних сил;

проведення S&T щодо життєздатності платформ і екіпажів;

розроблення концепції критичних авіаційних технологій та концепцій оборони;

підтримку планування можливостей повітряних систем, управління цими можливостями та придбання нового обладнання.

Програма опікується високошвидкісними реактивними літаками, великими літаками, гвинтокрилами, повітряним командуванням і управлінням, а також безпілотними авіаційними системами. Дослідження та розробки охоплюють розробку концепції, захист платформи та інтегровану життєздатність, льотну придатність, безпеку повітряних суден та зменшення ризику старіння, автономні системи та відповідну підтримку прийняття рішень та операційний аналіз.

Програма оцінює і демонструє інтеграцію нових технологій і систем у бойовий повітряний флот, морську авіацію та зони повітряної підтримки, як для літаків з фіксованим крилом, так і для літаків з поворотним крилом.

Основні напрями діяльності:

концепція майбутніх бойових повітряних можливостей системи повітряної платформи;

виявлення загроз та їх нівелювання для захисту повітряної платформи;

розширені інтерфейси людина-машина;

розробка та оцінка підходів відкритої архітектури для протипіхотних систем;

лазерний захист очей;

підтримка бойових літаків Typhoon і F-35 Lightning II.

Програма «Above Water Systems» [139] є центром науково-технічної діяльності з ефективного функціонування морського військового транспорту, боротьби із воєнними силами супротивника та посилення можливостей системи військово-морського флоту країни.

Програма забезпечує:

зниження ризиків для суден та екіпажів під час військових операцій;

підвищення живучості кораблів під час нападу повітряних сил за більш доступною ціною;

швидку і безпечну доставку амфібійних сил на берег;

демонстрацію автономних систем;

підвищення ефективності, доступності та адаптивності суден.

Програма має скоротити довгострокові витрати на оборону, пом'якшити ризики оборони і забезпечити критичні можливості Великобританії в галузі науки і техніки.

Основні напрями діяльності:

розроблення нової концепції та рішень S&T щодо бойових систем протиповітряної оборони і маневрів на воді;

дослідження з оцінювання та надання консультацій щодо розробки архітектур корабельних відкритих систем;

інтеграція захисту платформ та життєздатних автономних систем;

розробка і використання нових технологій для забезпечення вищеозначених та визначення нових можливостей і розроблення нових концепцій;

підтримка планування спроможностей, управління можливостями на основі аналізу, досліджень та експериментів.

Програма майбутніх кінетичних ефектів і систем зброї

Зброя і кінетичні військові ефекти є ключовими факторами у Великій Британії, які мають оперативну перевагу і свободу дій. Програма майбутніх кінетичних ефектів і систем зброї є *координаційним та інтеграційним центром для науково-технічної діяльності, орієнтованої на зброю*.

Основні напрями діяльності:

передові технології керування, навігації та управління;

гіперзвукова зброя;

звичайна енергетика;

направлена енергетична зброя.

Нові технології для оборонної програми

Програма розробки нових технологій для оборони з використанням нових технологій направлена на:

- визначення та розроблення нових технологій, які можуть революціонізувати оборонне та безпекове середовище;

- розроблення інноваційних моделей, інструментів і методів, які могли б забезпечити просування у зміні стратегічних рішень;

- стратегічну академічну взаємодію та підтримку стратегічного міжнародного наукового співробітництва;

- проведення досліджень з високим рівнем ризику, які дозволять обороні працювати більш ефективно, здійснюючи довгострокову економію коштів.

Ця програма має дати можливість створити середовище для S&T, щоб кинути виклик традиційним підходам і дослідити високоризикові, висовартісні можливості; забезпечити використання сканування горизонту для поліпшення обсягу, якості та кількості доказів для інформування вищих керівників.

Основні напрямки діяльності:

досягнення цілого ряду академічних дослідницьких схем;

співпраця з Інститутом Алана Тьюрінга, провідним дослідницьким центром у Великій Британії, що займається скануванням горизонту наукових досліджень для портфелю досліджень у сфері оборони;

дослідження нових галузей техніки.

Електромагнітне (ЕМ) середовище включає багато важливих компонентів для оборони Великої Британії, у т.ч. розвідку, командування та управління, контроль над зброєю та контрзаходи.

Програма електромагнітного середовища [140] досліджує нові концепції свободи дій британських сил у повітрі, в морі, на суші або в кіберпросторі.

Вона включає:

електронні контрзаходи – запобігання або зменшення ефективного використання електромагнітного спектру противником шляхом використання електромагнітної енергії, наприклад, шляхом електронного заклинювання, обману та нейтралізації;

електронна атака – використання електромагнітної енергії для наступальних цілей.

Традиційно ці елементи були розроблені окремо для конкретних військових платформ або операційних середовищ. Зосереджуючись на майбутніх науково-технічних та нових технологіях, програма забезпечить роботу у різних середовищах та користувачах, максимізуючи їх переваги та підвищивши ефективність захисту. Разом це призведе до змін у життєздатності – досягнення оптимальної живучості за доступною ціною.

Основні напрями діяльності:

електронна війна (електронна атака та електронна оборона);

електронні контрзаходи для протидії саморобним вибуховим пристроям;

морська електронна війна;

життєздатність у суперечливому повітряному просторі.

Кібер - Програма

Кіберзагроза є одним з найбільш значних ризиків для інтересів Великої Британії. Збройні сили залежать від інформаційних та комунікаційних систем, як у Великій Британії, так і по всьому світу. Крім того, послуги та інфраструктура є привабливими мішенями для злочинців, іноземних розвідувальних служб та злочинців, які прагнуть експлуатувати персонал, порушувати бізнес та операції, корумпувати та красти інформацію.

Програма безпеки кібер-систем є невід'ємною частиною трансформаційної програми, спрямованої на надання *високоефективних і еволюційних британських кібер-можливостей, гарантуючи, що Велика Британія є більш стійкою до кібер-атак і може використовувати можливості кіберпростору*.

Програма систем безпеки допомагає протистояти загрозам, що виникають внаслідок появи терористичної зброї. Велика Британія має бути готова реагувати на весь спектр існуючих і потенційних терористичних озброєнь.

Основні напрями діяльності:

продовження розробки та забезпечення можливості судово-вибухових речовин;

розробка систем виявлення, діагностики, ідентифікації та утилізації існуючих та нових вибухових речовин (включаючи пошук собаками вибухових речовин);

подальше розуміння вибухової загрози;

рішення майбутньої авіаційної безпеки (під керівництвом Департаменту транспорту та внутрішніх справ);

розширення міжнародного співробітництва.

Інші напрями досліджень та дій оборонного характеру Великої Британії:

- Велика Британія стикається з дефіцитом навичок, пов'язаних з наукою, технікою, технологіями та математикою (STEM). Оборонні науково-технічні роботи взаємопов'язані із загальнонаціональним станом, тому Міністерство оборони разом з Міністерством освіти та Департаментом бізнесу, енергетики та промислової стратегії визначили пріоритети із підготовки майбутніх спеціалістів: STEM навчання; підготовка інженерів завтрашнього дня; підготовка первинних інженерів.

Для цього поширюється вивчення предметів STEM у школах і демонструється корисність і цікавість кар'єри в STEM. Королівський військово-морський флот, британська армія, Королівські військово-повітряні сили та державна служба зайнятості визначили єдиний центр, який відповідатиме за координацію зусиль між численними групами з питань охоплення освітою STEM молоді [141];

- зменшення ваги і технологічне вдосконалення обладнання військовослужбовців – розробка та просування майбутнього бачення обладнання (FSV), що включає дослідження та експертизу із створення інтегрованої системи

обладнання, яке врівноважує військові потреби з технологічними можливостями [142];

- забезпечення комфортним, високоякісними житлом та робочим місцем військовослуєбовців. На додаток до програми будівництва, що передбачає будівництво або реконструкцію 562 будівель та знесення 496, 35-річний проект охоплює широкий спектр допоміжних послуг: харчування, прибирання, транспорт, управління нерухомістю, виробництво та обробка, зберігання та утилізація відходів. Проект має загальну вартість близько 8 млрд фунтів стерлінгів [143];

- забезпечення працівників Міністерства оборони професійними знаннями та реальним практичним досвідом щодо новітніх засобів тактичного зв'язку, нової системи ІТ, захисту мереж ІТ від потенційних загроз [144] тощо.

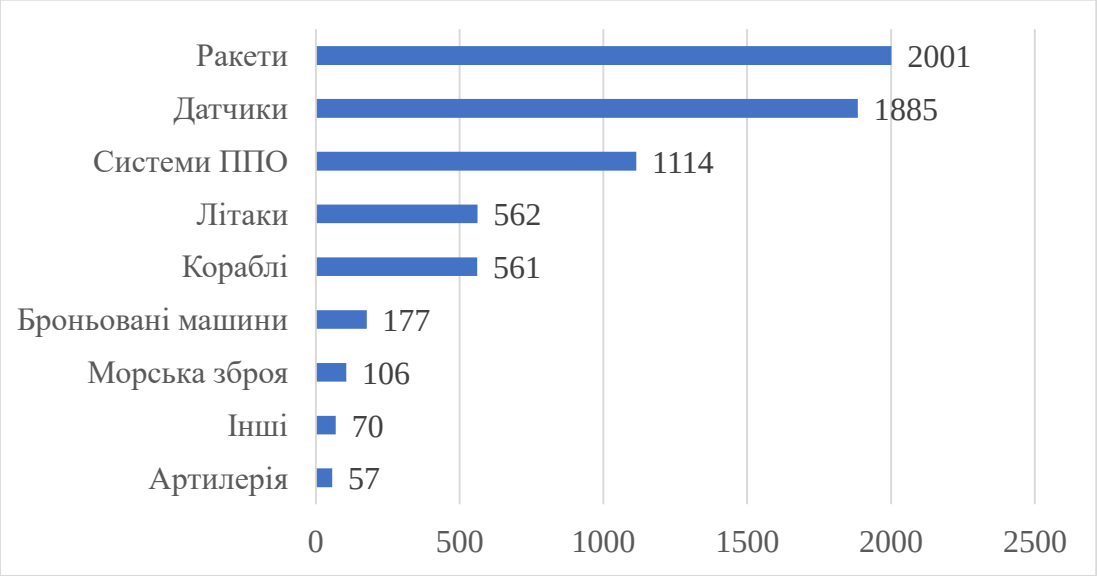
Додаток Г

Ізраїльські військові наукові дослідження

Рівень технічної оснащеності та боєздатності ізраїльської армії – один з найвищих у світі, при цьому якісні характеристики військової техніки постійно удосконалюються [145].

Вся науково-дослідницька діяльність, пов'язана з обороноздатністю країни, координується Міністерством оборони Ізраїлю. На сучасному етапі багатогалузева військова промисловість країни орієнтована на розробку все більш сучасних і складних зразків озброєнь і військової техніки. Незважаючи на постійну потребу у поставках сучасних систем озброєння органам безпеки країни, військово-промисловий комплекс (ВПК) Ізраїлю насамперед орієнтований на експорт своєї продукції. У 2010-2018 рр. Ізраїль піднявся з 10 на 8 місце у переліку світових експортерів озброєнь. Частка Ізраїлю на світовому ринку озброєнь протягом означеного періоду становить 2,6% [146].

Найвищі обсяги експорту припадають на ракети, датчики, системи ППО (рис. 1).



Джерело: SIPRI Arms Transfer Database

Рис. 1 Експорт із Ізраїлю військової продукції у 2010-2018 рр., млн дол. США

На військові НДДКР Ізраїль витрачає до 9% військових асигнувань (для порівняння: Туреччина – 1%, Південна Корея – 5,4%).

Дослідження і розробки, що проводяться ізраїльськими оборонними фірмами, призводять до розробки продуктів, корисних як для цивільного, так і для оборонного і військового секторів.

З рис. 1 видно, що зусилля Ізраїлю в галузі досліджень і розробок дали країні і її фірмам технологічну і конкурентну перевагу. Більшість військової продукції та обладнання, що експортується, особливо датчики, ракети та літаки, отримали значні ресурси від науково-дослідних робіт. Ізраїль також є головним експортером оборонних послуг.

Основними напрямами досліджень є:

• аерокосмічна промисловість: виробництво літаків, технічне обслуговування, модернізація, авіаційне та повітряне обладнання, імітаційні та пілотні тренінгові рішення, модернізація вертольотів, електронна боротьба та протидія, безпілотні літаки, космічна техніка та оборона балістичних ракет;

• військово-морські сили: військово-морські судна та суднове обладнання, військово-морські засоби захисту та атаки, сонарні системи, моделювання та навчання;

• сухопутні війська: танки і бойові машини, бойові засоби захисту, активний захист, засоби індивідуального захисту, охорона кордонів, артилерія, електронні засоби боротьби, протипіхотне обладнання, сухе зберігання, військова техніка, стрілецьке озброєння, знос, очищення, системи протиповітряної оборони, аеростатичні системи;

• безпілотні системи та робототехніка: безпілотні літальні апарати, безпілотні наземні транспортні засоби, роботи;

• C4I: військові комунікаційні системи та обладнання, розвідка;

• оптроніка: день / ніч ЕО системи і лазери, ракетні компоненти, повітряно-десантні ЕО, тепловізійне зображення;

• електронні компоненти та підсистеми: навігація;

• послуги: консультації з питань оборони та навчання, проектування, планування [147].

З моменту свого створення в 1948 році Ізраїль зіткнувся з численними ризиками безпеки, що призвело до того, що лідери країни приділяли багато уваги науково-дослідним роботам у секторі оборони та високих технологій. Інвестиції в НДДКР також сприяли росту економіці країни шляхом збільшення оборонного експорту. Цей технологічний ривок компенсував недоліки Ізраїлю, пов'язані з обмеженою географічною територією та населенням. Ізраїльська нація інвестувала велику кількість фінансових і людських ресурсів у розбудову військової та технічної компетенції для захисту від внутрішніх і зовнішніх загроз.

Список посилань

1 Emerging military and security technologies [Електронний ресурс]. –Режим доступу: https://www.sipri.org/research/armament-and-disarmament/emerging-military-and-security-technologies

2 2019 global aerospace and defense industry outlook [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www2.deloitte.com/global/en/pages/manufacturing/articles/global-a-and-d-outlook.html

3 Рекомендації з оборонного планування на основі спроможностей у Міністерстві оборони України та Збройних Силах України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.mil.gov.ua/content/other/Recommendationson_CBP_120617.pdf

4 Zhang Ke Domeprotectingtechnologiesforoverseashigh-velocityguidedmissiles/ Zhang Ke; Chen Zhiguang; Zhao Yuyin// Infrared and Laser engineering. – 2013. – V. 42, № 1. – pp. 154-158.

5 Acosta M. Factors affecting the diffusion of patented military technology in the field of weapons and ammunition / M. Acosta, D. Coronado, R. Marin, P. Prats // SCIENTOMETRICS. – 2013. –V. 94. - № 1. - pp. 1-22.

6 Kim Dong Ha Quantifying technology-industry spillover effects based on patent citation network analysis of unmanned aerial vehicle (UAV) / Kim DH; Lee BK; Sohn SY// TECHNOLOGICAL FORECASTING AND SOCIAL CHANGE. – 2016. – V. 105. - pp. 140-157.

7 Cho Yu-Seup The Representative Technology Field Analysis of Domestic Defense Companiesin Communication – electronicsbasedon Patent Information Data / Yu-Seup Cho // Journal of Korea Academia-Industrial Cooperation Society. – 2017. - V. 18, № 4. – pp. 446-458.

8 Kim Jinki A Studyon Technological PerformanceofJapaneseDefenseIndustry: FocusedonPatentsApplicationActivitiesofJapaneseDefenseCompanies / Jinki Kim// National Strategy, 2015. – V. 21, № 4. – pp. 29-50.

9 Андрощук Г.О. Патентний ландшафт як інструмент прогнозування світових технологічних трендів: сфера озброєння та військової техніки / Андрощук Г.О., Кваша Т.К. // Наука, технології, інновації. 2019. - № 4 (12). - С. 28-40.

10 Lovalekar Mita International consensus on military research priorities and gaps - Survey results from the 4th International Congress on Soldiers' Physical Performance / Lovalekar Mita; Sharp Marilyn A.; Billing Daniel C.; et al. // JOURNAL OF SCIENCE AND MEDICINE IN SPORT, 2018. – Vol. 21. - Issue 11. - pp. 1125-1130.

11 Андрощук Г. О. Трансфер технологій в оборонно-промисловому комплексі України: проблемні питання (Частина І та ІІ) / Г. О. Андрощук // Наука, технології, інновації. - 2018. - № 1, 2. - С. 62-71; 38-47.

12 Кваша Т.К. Прогноз напрямів технологічного розвитку у сфері озброєння та військової техніки / Т.К. Кваша // Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції Інформація, аналіз, прогноз – стратегічні важелі ефективного державного управління, м. Київ, 18 жовтня 2018 р. // МОН України; УкрІНТЕІ. – Київ : УкрІНТЕІ, 2018. – 306 с. – С. 113-126.

13 Коваль В.В. До питання застосування методів науково-технічного прогнозу розвитку озброєння і військової техніки на основі аналізу патентної та науково-технічної інформації / В.В. Коваль, О.А. Коршець, С.О. Котляр, О.В. Кузнєцова // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил, 2011. - Випуск 2(28). – С. 34-36.

14 Толубко Є. В. Трансформерні технології у військовій справі / Є. В. Толубко // Озброєння та військова техніка. - 2014. - № 3. – С. 40-44.

15 Струцинський О. В. Визначення напрямків та технічних рішень щодо підвищення бойової ефективності зенітного ракетного озброєння на підставі модернізації його штатних обчислювальних комплексів за рахунок впроваджування в їх склад сучасних комп'ютерних технології та персональних ЕОМ / О. В. Струцинський, С. А. Бортновський, О. В. Калита, Ю. І. Головчак // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. - 2017. - № 5. - С. 85-88. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZKhUPS_2017_5_19

16 Левченко М. А. До питання перспектив розвитку озброєння і військової техніки, тактики зенітних ракетних військ / М. А. Левченко, В. Г. Паталаха // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. - 2014. - № 1. - С. 136-141. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/sitsbo_2014_1_29

17 Павловський О. В. Прогнозування величини відверненого збитку військ, зумовленого функціонуванням системи їх забезпечення озброєнням та військовою технікою / О. В. Павловський // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. - 2016. - № 1. - С. 87-91. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/sitsbo_2016_1_19

18 Слюсар В. И. Информационные технологии в артиллерийских системах стран НАТО / В. И. Слюсар // Озброєння та військова техніка. - 2018. - № 3. - С. 69-74. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ovt_2018_3_12

19 Галак О. В. Сучасні технології нейтралізації хімічно-небезпечних речовин / О. В. Галак, М. Д. Сахненко, Г. В. Каракуркчі, О. С. Брянкін, І. О. Бєлоусов // Системи озброєння і військова техніка. - 2018. - № 2. - С. 106-114. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/soivt_2018_2_17

20 Data provided to the Munich Security Conference by the Center for the Study of the Drone at Bard College

21 Slaying the Dragon – We must address arms control: speech of Heiko Maas on the Conference "2019. Capturing Technology. Rethinking Arms Control" (15 March 2019 at the German Federal Foreign Office) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://rethinkingarmscontrol.de/message-from-federal-foreign-minister-maas/

22 Jennifer Hillman How to Make the Trade War Even Worse / Jennifer Hillman // The New York Times, 17 December 2018) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.nytimes.com/2018/12/17/opinion/trade-war-china-wto.html .

23 Military Technology [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.csis.org/topics/cybersecurity-and-technology/military-technology

24 Kaman Looks To Bring Pilot-optional K-Max to Market [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.ainonline.com/aviation-news/business-aviation/2019-03-06/kaman-looks-bring-pilot-optional-k-max-market

25 Рои беспилотников [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://robotrends.ru/robopedia/roi-bespilotnikov

26 Drones: Technology Driving Innovation. - Goldman Sachs Research [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.goldmansachs.com/insights/technology-driving-innovation/drones/

27 Airbus Begins Shore-to-ship Port Drone Deliveries [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.ainonline.com/aviation-news/business-aviation/2019-03-15/airbus-begins-shore-ship-port-drone-deliveries

28 Оценки и прогнозы в области военных беспилотников [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://robotrends.ru/robopedia/ocenki-i-progozy-v-oblasti-voennyh-bespilotnikov

29 Global Swarm Intelligence Market - Analysis and Forecast 2018-2028 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.asdreports.com/market-research-report-470850/global-swarm-intelligence-market-analysis-forecast

30 Anti-Drone Market - Global Forecast to 2024 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.asdreports.com/market-research-report-474372/anti-drone-market-global-forecast

31 Морские военные роботы [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://robotrends.ru/robopedia/morskie-voennye-roboty

32 Надводная военная робототехника [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://robotrends.ru/robopedia/nadvodnaya-voennaya-robototehnika

33 Корабль-призрак на службе ВМС США [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://robotrends.ru/pub/1912/korabl-prizrak-na-sluzhbe-vms-ssha

34 Defense Advanced Research Projects Agency. Defense-Wide Justification Book. Volume 1 of 5. Research, Development, Test & Evaluation, Defense-Wide. – USA, Department of Defense, 2018. – 278 pp.

35 Американские подводные роботы научились действовать группой [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://robotrends.ru/pub/1826/amerikanskie-podvodnye-roboty-nauchilis-dyaystvovat-gruppoy

36 Каталог наземных военных роботов различного назначения [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://robotrends.ru/robopedia/katalog-nazemnyh-voennyh-robotov-razlichnogo-naznacheniya

37 Unmanned Ground Vehicle Market worth $8.26 Bn by 2020 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.asdnews.com/news-56920/unmanned_ground_vehicle_market_worth_$8.26_bn_by_2020.htm

38 Unmanned Ground Vehicles (UGV) Market - Global Forecast to 2025Unmanned Ground Vehicles (UGV) Market - Global Forecast to 2025. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.asdreports.com/market-research-report-474920/unmanned-ground-vehicles-ugv-market-global-forecast

39 New domains of crossover and concern in cyberspace [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.sipri.org/commentary/topical-backgrounder/2017/new-domains-crossover-and-concern-cyberspace

40 CAPTURING TECHNOLOGY. RETHINKING ARMS CONTROL: CONFERENCE READER. – Berlin, 2019. – 52 pp. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: file:///E:/PAIV/звіти%20наукові/2019/определение%20приоритетов/2019.-Capturing-Technology.Rethinking-Arms-Control_-Conference-Reader.pdf

41 Искусственный интеллект в военном деле [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://encyclopedia.mil.ru/encyclopedia/dictionary/details_rvsn.htm?id=13200@morfDictionary

42 Использование для распознавания лиц в темноте и через стены [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Искусственный_интеллект_в_ВПК#.D0.98.D1.81.D0.BF.D0.BE.D0.BB.D1.8C.D0.B7.D0.BE.D0.B2.D0.B0.D0.BD.D0.B8.D0.B5_.D0.98.D0.98_.D0.B2_.D0.92.D0.9F.D0.9A_.28.D0.BC.D0.B8.D0.BB.D0.B8.D1.82.D0.B0.D1.80.D0.B8.D0.B7.D0.B0.D1.86.D0.B8.D1.8F_-_.D0.B0.D0.B2.D1.82.D0.BE.D0.BD.D0.BE.D0.BC.D0.BD.D0.BE.D0.B5_.D0.BE.D1.80.D1.83.D0.B6.D0.B8.D0.B5.29

43 Военный искуственный интеллект [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://arsenal-otechestva.ru/article/990-voennyj-iskusstvennyj-intellekt

44 Искусственный интеллект в ВПК [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Искусственный_интеллект_в_ВПК

45 Искусственный интеллект как оружие массового поражения [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.computerra.ru/232167/iskusstvennyj-intellekt-kak-oruzhie-massovogo-porazheniya/

46 Philip Inglesant Responsible Innovation in Quantum Technologies applied to Defence and National Security / Philip Inglesant, Marina Jirotka, Mark Hartswood [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://nqit.ox.ac.uk/sites/www.nqit.ox.ac.uk/files/2018-

11/Responsible%20Innovation%20in%20Quantum%20Technologies%20applied%20to%20Defence%20and%20National%20Security%20PDFNov18.pdf

47 SPECIAL REPORT: Defense Community Slow to Grasp Potential of Quantum-Based Tech. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.nationaldefensemagazine.org/articles/2019/3/13/defense-community-slow-to-grasp-potential-of-quantum-based-devices

48 Quantum technologies: Government Response to the Committee's Twelfth Report [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://publications.parliament.uk/pa/cm201719/cmselect/cmsctech/2030/203002.htm

49Basic Act on Cybersecurity (Act no. 104 of 12 Nov. 2014), Japanese Law Translation Database System website operated by Japan Ministry of Justice [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.japaneselawtranslation.go.jp/law/detail/?ft=1&co=01&ia=03&x=0&y=0&ky=%E3%82%B5%E3%82%A4%E3%83%90%E3%83%BC&page=2&re=02

50 Integrating Cybersecurity and Critical Infrastructure. National, Regional and International Approaches. – SIPRI? 2018. – 56 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.sipri.org/sites/default/files/2018-04/integrating_cybersecurity_0.pdf

51 Japan National Police Agency (ed.), *White Paper on Police, 2016*, 2016, p.18 (in Japanese).

52 Ryan Hass, "Principles for Managing U.S.-China Competition," Brookings Institution, August 2018 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.brookings.edu/research/principles-for-managing-u-s-china-competition/ .

53 Discussion on implementing the NIS Directive and enhancing competitiveness [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.enisa.europa.eu/news/executive-news/discussion-on-implementing-the-nis-directive-and-enhancing-competitiveness

54 Study on CSIRT landscape and IR capabilities in Europe 2025. – Enisa, 2019. – 34 p.

55 ABI Research Projects 5G Worldwide Service Revenue to Reach $247 Billion in 2025 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.abiresearch.com/press/abi-research-projects-5g-worldwide-service-revenue/

56 Самые популярные мировые бизнес-тренды: предприниматели делают ставку на 5G и здоровье [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.segodnya.ua/economics/business/samye-populyarnye-mirovye-biznes-trendy-predprinimateli-delayut-stavku-na-5g-i-zdorove-1241620.html

57 Studying automotive, health, transport and energy sectors [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/study-identification-and-quantification-key-socio-economic-data-strategic-planning-5g

58 The Mobile Economy Europe 2018 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.gsmaintelligence.com/research/?file=884c77f3bc0a405b2d5fd356689be340&download

59 Commission's new €9.2B procurement programme aims to grab EU the lead in supercomputing [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://sciencebusiness.net/news/commissions-new-eu92b-procurement-programme-aims-grab-eu-lead-supercomputing

60 Перспективы 3D-печати в Украине и мире: от керамики до жилья [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.segodnya.ua/ukraine/perspektivy-3d-pechati-v-ukraine-i-mire-ot-keramiki-do-zhilya-1156151.html

61 Missile Defense Agency (MDA). Defense-Wide Justification Book, Volume 2a of 5. Research, Development, Test & Evaluation, Defense-Wide/ - US. Department of Defense. – 2018. - 954 pp. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://comptroller.defense.gov/Budget-Materials/FY2019BudgetJustification/#rdte

62 Defense Contract Audit Agency. Defense-Wide Justification Book. Volume 5 of 5. Research, Development, Test & Evaluation, Defense-Wide. - US. Department of Defense. – 2019. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://comptroller.defense.gov/Portals/45/Documents/defbudget/fy2020/budget_justification/pdfs/03_RDT_and_E/01_0400_DCAA_PB2020.pdf

63 Office of the Secretary Of Defense. Defense-Wide Justification Book, Volume 3A of 5. Research, Development, Test & Evaluation, Defense-Wide, Budget Activities 1−3. - US. Department of Defense. – 2018. – 446 pp. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://comptroller.defense.gov/Budget-Materials/FY2019BudgetJustification/#rdte

64 Office of the Secretary Of Defense. Budget Estimates FY 2018. RDT&E Program. Volume 3 of 5. – US. Department of Defense. – 2018. – 960 pp. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://comptroller.defense.gov/Portals/45/Documents/defbudget/FY2018/budget_justification/pdfs/03_RDT_and_E/OSD_0400_PB_18_Justification_Book_Final.pdf

65 Военная база Форт Леонард Вуд и 3-d печать на войне [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://fastsalttimes.com/sections/technology/1822.html

66 Polymers, Productivity and Policy: 3D Printing Trends in 2019 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.materialise.com/en/blog/polymers-productivity-and-policy-3d-printing-trends-2019

67 Capturing technology.rethinking arms control: Conference reader.- Berlin: Federal Foreign Office, 15 march 2019. – 52p.

68 C4I – Command, Control, Communication, Computers and Intelligence [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.liacom.co.il/expertise/c4i/

69 Integrating Information Warfare / Lt. Col. Jonathan Rittenberg, Maj. Mike Barry, Maj. Daniel Hickey, Maj. Bryan Rhee, Capt. Holly Cross // Military Review. - №2. – 2019. – pp. 100-107. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://pentagonus.ru/load/zhurnaly/military_review/military_review_2_2019/71-1-0-2246

70 Watts, B. D., Six Decades of Guided Munitions and Battle Networks (Centre for Strategic and Budgetary Assessments: Washington, DC, Mar. 2007), pp. ix–18.

71 An overview of the autonomous capabilities of many guided munitions can be found in Roff, H., 'Dataset: survey of autonomous weapons systems', Arizona State University, Global Security Initiative, Sep. 2016.

72 UN seeks to retain human control over force [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.stopkillerrobots.org/2018/08/unsg/?lang=ru

73 *Mapping the Development of Autonomy in Weapon System s*[Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.sipri.org/sites/default/files/2017-11/siprireport_mapping_the_development_of_autonomy_in_weapon_systems_1117_1.pdf

74 Mapping the development of autonomy in weapon systems [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.sipri.org/sites/default/files/2017-11/siprireport_mapping_the_development_of_autonomy_in_weapon_systems_1117_1.pdf

75 Global poll shows 61% oppose Killer Robots [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.stopkillerrobots.org/2019/01/global-poll-61-oppose-killer-robots/?lang=ru

76 European Parliament approves defence R&D deal with national governments. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

77 France, Germany kick off race for 'quantum leaps' in aircraft and tank tech [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.defensenews.com/global/europe/2018/06/19/france-germany-kick-off-race-for-quantum-leaps-in-aircraft-and-tank-tech/

78 Innovation at the edge: the to p air defence trends by domain [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.airforce-technology.com/features/innovation-edge-top-air-defence-trends-domain/

79 Военное обозрение [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://topwar.ru/armament/aviation/

80 Lockheed Martin готовит переворот в энергетике [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://topwar.ru/61093-lockheed-martin-gotovit-perevorot-v-energetike-v-rossii-ne-veryat.html

81 2018 Defense and National Security Industry Outlook [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www2.deloitte.com/global/en/pages/public-sector/articles/gx-national-security-industry-outlook.html

82 Office of the Secretary Of Defense. Budget Estimates FY 2019. RDT&E Program. Volume 3A of 5. - US. Department of Defense. – 2018. – 446 pp. [Електронний

ресурс]. – Режим доступу: https://comptroller.defense.gov/Budget-Materials/FY2019BudgetJustification/#rdte

83 France, Germany kick off race for ‘quantum leaps’ in aircraft and tank tech [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.defensenews.com/global/europe/2018/06/19/france-germany-kick-off-race-for-quantum-leaps-in-aircraft-and-tank-tech/

84 Annual Report 2018. - BAE System, 2019. – 224 p.

85 Начато создание квантового радара, от которого не спасут никакие стелс-технологии [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.dailytechinfo.org/military/10179-nachato-sozdanie-kvantovogo-radara-ot-kotorogo-ne-spasut-nikakie-stels-tehnologii.html

86 Military aircraft forecast [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.forecastinternational.com/fistore/prod.cfm?fissys_recno=23&title=military-aircraft-forecast

87 ZKZM-500 - китайский лазерный "аналог" АК-47, способный поражать цели на километровой дистанции [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.dailytechinfo.org/military/10324-zkzm-500-kitayskiy-lazernyy-analog-ak-47-sposobnyy-porazhat-celi-na-kilometrovoy-distancii.html

88 Американские военные приступили к полевым испытаниям электромагнитного рельсотронного орудия [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.dailytechinfo.org/military/10399-amerikanskie-voennye-pristupili-k-polevym-ispytaniyam-elektromagnitnogo-relsotronnogo-orudiya.html

89 Кондратюк Е. Основные направления развития гиперзвукового оружия воздушного базирования в США / Е. Кондратюк. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://pentagonus.ru/publ/osnovnye_napravlenija_razvitija_giperzvukovogo_oruzhija_vozdushnogo_bazirovanija_v_ssha_2018/16-1-0-2844

90 Как изменят мир военные технологии будущего? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://regnum.ru/news/2515313.html

91 Военные технологии будущего [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://dnpmag.com/2019/01/17/voennye-texnologii-budushhego/

92 Maj. Gen. Cedric T. Wins RDECOM’S ROAD MAP TO MODERNIZING THE ARMY: LONG-RANGE PRECISION FIRES / Maj. Gen. Cedric T. Wins // Army AL&T Magazine. - October-December 2018. – pp. 25-29.

93 Future Soldier Technology USA Conference [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.asdevents.com/event.asp?id=20346&utm_source=asdnews&utm_medium=affiliate&utm_campaign=news-pr&utm_content=text

94 The future of small arms training with virtual reality [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.airforce-technology.com/features/future-of-defence-sctx-2019/

95 RDECOM’S ROAD MAP TO MODERNIZING THE ARMY: NEXT GENERATION COMBAT VEHICLE / Maj. Gen. Cedric T. Wins // Army AL&T Magazine. - January-March 2019. – pp. 13-17 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: file:///C:/Users/User/Downloads/Army%20ALT%20January-March%202019.pdf

96 GXV-T - концепт легкой и маневренной боевой машины, которая будет действовать эффективней обычных танков [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.dailytechinfo.org/military/6195-gxv-t-koncept-legkoy-i-manevrennoy-boevoy-mashiny-kotoryy-budet-deystvovat-effektivney-obychnyh-tankov.html

97 Как изменят мир военные технологии будущего? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://regnum.ru/news/2515313.html.

98 2018 Defense and National Security Industry Outlook [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www2.deloitte.com/global/en/pages/public-sector/articles/gx-national-security-industry-outlook.html

99 Tucker J. B. The bioweapons threat is broader and closer than commonly thought / Tucker J. B. // Bulletin of the Atomic Scientists, 26 Mar. 2008.

100 Brockmann K. BIO PLUS X. Arms Control and the Convergence of Biology and Emerging Technologies / Kolja Brockmann, Sibylle Bauer, Vincent Boulanin. – SIPRI, 2019. – 56 p.

101 The Global Risks Report 2019, 14th edn. [Електронний ресурс]. - WEF: Geneva, 2019. - pp. 44–53. – Режим доступу: https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2019

Kirkpatrick J. Editing Biosecurity: Needs and Strategies for Governing Genome Editing [Електронний ресурс] / J. Kirkpatrick, Koblentz Gregory D., Palmer Megan J., Perello Edward, Relman David A., Denton Sarah W. - Institute for Philosophy and Policy et al. - Dec. 2018. – 110 p. – Режим доступу: https://pdfs.semanticscholar.org/9703/4253313e8a88bf0087fff02a8525079745e4.pdf?_ga=2.224197659.123685577.1581756200-938863280.1566130732

Biodefense in the Age of Synthetic Biology [Електронний ресурс]. – Washington DC: National Academies of Sciences, Engineering and Medicine, National Academies Press. – 2018. – 188 p. -– Режим доступу: https://www.nap.edu/catalog/24890/biodefense-in-the-age-of-synthetic-biology

Robin Fears Assessing the Security Implications of Genome Editing Technology: Report of an international workshop [Електронний ресурс] / Robin Fears // InterAcademy Partnership (IAP), Herrenhausen, Germany, 11–13 Oct. 2017. - IAP: Washington DC, 2018. – 34 p. – Режим доступу: https://www.interacademies.org/43251/Assessing-the-Security-Implications-of-Genome-Editing-Technology-Report-of-an-international-workshop

Trends in Synthetic Biology and Gain of Function and Regulatory Implications [Електронний ресурс] // Royal Society and National Academy of Sciences, Sackler Forum 2015. – London: Royal Society, Sep. 2016. – 40 p. - Режим доступу: https://royalsociety.org/-/media/policy/Publications/2016/sackler-report-09-2016.pdf

The Biological and Toxin Weapons Convention: Implications of Advances in Science and Technology [Електронний ресурс]. - InterAcademy Partnership (IAP): Dec. 2015. – 11 p. - Режим доступу: https://royalsociety.org/topics-policy/projects/biological-toxin-weapons-convention/

102 Murphy S. V. 3D bioprinting of tissues and organs / Murphy S. V. and Atala A. // Nature Biotechnology, vol. 32, no. 8. - Aug. 2014. - pp. 773–85. - p. 773.

103 Ferrari A. Additive Bio-manufacturing: 3D Printing for Medical Recovery and Human Enhancement / Ferrari A. et al. // European Parliamentary Research Service,

Science and Technology Options Assessment, IP/G/STOA/FWC/2013-001/LOT5/C2. - European Parliament: Brussels. - July 2018. - pp. 63–65.

104 United Nations, Office for Disarmament Affairs, Securing Our Common Future: An Agenda for Disarmament. - United Nations: New York, 2018.

105 Awad M. Artificial intelligence for biosurveillance/real-time situational awareness. US Department of Homeland Security/ Awad M. // Pandora Report, 3 Mar. 2018.

106 Dunlap G. The intelligent and connected bio-labs of the future: promise and peril in the fourth industrial revolution / Dunlap G. and Pauwels, E. // Wilson Briefs, Wilson Center, Sep. 2017. - p. 4.

107 Pauwels E. How our unhealthy cybersecurity infrastructure is hurting biotechnology / Pauwels E. and Vidyarthi A. // Wilson Briefs, Wilson Center, Mar. 2016; Pauwels and Vidyarthi (note 70).

108 TERRITORIAL ARMY RESTRUCTURING [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://publications.parliament.uk/pa/cm199899/cmselect/cmdfence/273/27313.htm

109 Состояние и развитие военно-биологической деятельности США [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://pentagonus.ru/publ/sostojanie_i_razvitie_voenno_biologicheskoj_dejatelnosti_ssha_2019/3-1-0-2890

110 Biotechnology Market to 2025 - Global Analysis and Forecasts by Technology, Application and Geography [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.researchandmarkets.com/research/vs3jmn/global?w=5

111 Biotechnology Market Worth $727.1 Billion By 2025 | Growth Rate: 7.4% [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.grandviewresearch.com/press-release/global-biotechnology-market

112 Biotechnology Report 2017 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-biotechnology-report-2017-beyond-borders-staying-the-course/$FILE/ey-biotechnology-report-2017-beyond-borders-staying-the-course.pdf

113 Прорывное направление [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://lenta.ru/articles/2017/09/13/biotexmed/

114 Global Biotechnology Industry [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.ibisworld.com/industry-trends/global-industry-reports/business-activities/biotechnology.html

115 DoD Releases Fiscal Year 2019 Budget Proposal [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://dod.defense.gov/News/News-Releases/News-Release-View/Article/1438798/dod-releases-fiscal-year-2019-budget-proposal/

116 Overview – FY 2020 Defense Budget [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://comptroller.defense.gov/Portals/45/Documents/defbudget/fy2020/fy2020_Budget_Request_Overview_Book.pdf

117 Department of Defense Fiscal Year (FY) 2019. Budget Estimates. Defense Advanced Research Projects Agency. Defense-Wide Justification. Book Volume 1 of 5. Research, Development, Test & Evaluation, Defense-Wide [Електронний ресурс]. –

Режим доступу: https://comptroller.defense.gov/Portals/45/Documents/defbudget/fy2019/budget_justification/pdfs/03_RDT_and_E/DARPA_RDTE_MasterJustificationBook_Defense_Advanced_Research_Projects_Agency_PB_2019.pdf

118 Research, Development, Test & Evaluation, Defense-Wide // Fiscal Year (FY) 2019 Budget Estimates. - Department of Defense. Defense Logistics Agency, 2018. – 126 p.

119 Our Research [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.darpa.mil/program/our-research/more

120 AI Next Campaign [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.darpa.mil/work-with-us/ai-next-campaign

121 Accelerated Molecular Discovery (Archived) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.darpa.mil/news-events/accelerated-molecular-discovery

122 Using AI to Build Better Human-Machine Teams [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.darpa.mil/news-events/2019-03-21b

123 Department of Defense Fiscal Year (FY) 2019. Budget Estimates. Defense Advanced Research Projects Agency. Defense-Wide Justification. Book Volume 1 of 5. Research, Development, Test & Evaluation, Defense-Wide [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://comptroller.defense.gov/Portals/45/Documents/defbudget/fy2019/budget_justification/pdfs/03_RDT_and_E/DARPA_RDTE_MasterJustificationBook_Defense_Advanced_Research_Projects_Agency_PB_2019.pdf . – pp. 1-58.

124 Defense Wide Budget Documentation - FY2019 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://comptroller.defense.gov/Budget-Materials/FY2019BudgetJustification/#rdte

125 Department of Defense Fiscal Year (FY) 2019. Budget Estimates. Defense-Wide Justification Book Volume 2a of 5. Research, Development, Test & Evaluation, Defense-Wide. - pp. 2a-39 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://comptroller.defense.gov/Portals/45/Documents/defbudget/fy2019/budget_justification/pdfs/03_RDT_and_E/U_RDTE_MasterJustificationBook_Missile_Defense_Agency_PB_2019_1.pdf

126 Office of the Secretary of Defense (OSD). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://comptroller.defense.gov/Portals/45/Documents/defbudget/fy2019/budget_justification/pdfs/03_RDT_and_E/RDTE_DAs_Vol_3A_of_5_OSD_FY19PB-RDTE_Exhibits_BA1-3.pdf

127 Research, Development, Test & Evaluation, Defense-Wide Budget Activities 4−7. Defense-Wide Justification Book Volume 3B of 5. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://comptroller.defense.gov/Portals/45/Documents/defbudget/fy2019/budget_justification/pdfs/03_RDT_and_E/RDTE_DAs_Vol_3B_of_5_OSD_FY19PB-RDTE_Exhibits_BA4-7.pdf

128 Chemical and Biological Defense Program. Defense-Wide Justification Book Volume 4 of 5. Research, Development, Test & Evaluation, Defense-Wide. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://comptroller.defense.gov/Portals/45/Documents/defbudget/fy2019/budget_justifica

tion/pdfs/03_RDT_and_E/RDTE_DAs_Vol_4_of_5_CBDP_FY19PB-RDTE_Exhibits.pdf

129 Defense-Wide. Defense-Wide Justification Book Volume 5 of 5. Research, Development, Test & Evaluation, Defense-Wide. - Department of Defense Fiscal Year (FY) 2019 Budget Estimates. – 2018. – 1344 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://comptroller.defense.gov/Portals/45/Documents/defbudget/fy2019/budget_justification/pdfs/03_RDT_and_E/RDTE_DAs_Vol_5_of_5_RDTE_MasterJustificationBook_Defense-Wide_PB_2019.pdf

130 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://comptroller.defense.gov/Budget-Materials/

131 Share of GBAORD allocated to defence and total civil socio-economic objectives [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=tsc00008&plugin=1

132 ANNUAL REPORT 2018. - European Defence Agency, 2018. – Brussels, Belgium. – 32 p.

133 Capability Development Plan [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.eda.europa.eu/what-we-do/our-current-priorities/capability-development-plan

134 Commission kicks off €500M defence industry programme and publishes €25M defence research calls [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://sciencebusiness.net/framework-programmes/news/commission-kicks-eu500m-defence-industry-programme-and-publishes-eu25m

135 The EU Capability Development Priorities [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.eda.europa.eu/docs/default-source/eda-publications/eda-brochure-cdp

136 TIV of arms exports from the top 50 largest exporters, 2010-2018 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.sipri.org/databases/armstransfers

137 Dstl's programmes of work [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.gov.uk/government/collections/dstls-areas-of-work-programmes-and-project-portfolios#dstl's-programmes-of-work

138 Air Systems Programme [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.gov.uk/guidance/air-systems-programme

139 Above Water Systems Programme [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.gov.uk/guidance/above-water-systems-programme

140 Contested Electromagnetic Environment Programme [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.gov.uk/guidance/contested-electromagnetic-environment-programme

141 Defence STEM engagement [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.gov.uk/guidance/defence-stem-engagement

142 Supporting the Army's Future Soldier Vision [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.gov.uk/government/case-studies/supporting-the-armys-future-soldier-vision

143 Project Allenby Connaught [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.gov.uk/guidance/defence-infrastructure-organisation-service-family-accommodation-allenby-connaught

144 MOD Digital Technology Apprenticeship [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.gov.uk/government/collections/mod-information-apprenticeships

145 Система безопасности Израиля: без «стратегической глубины», но со стратегическим взглядом [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://hvylya.net/analytics/geopolitics/sistema-bezopasnosti-izrailya-bez-strategicheskoy-glubinyi-no-so-strategicheskim-vzglyadom.html

146 TIV of arms exports from the top 50 largest exporters, 2010-2018 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.sipri.org/databases/armstransfers

147 Israel Directory 2018/19. Defense [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.sibat.mod.gov.il/defense/

Israel Defense Directory 2016/17 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.sibat.mod.gov.il/Industries/Directory/Documents/Defense%20Directory%202015_16.pdf

Наукове електронне видання

Автор: Кваша Тетяна

Світові наукові та технологічні тренди у сфері забезпечення національної безпеки

Відповідальний за випуск – Т. Кваша
Формат: PDF
Об'єм даних 0,5 Мб.
Інтернет-адреса видання: http://www.uintei.kiev.ua/sites/default/files/kvasha_svitovi_naukovi_ta_tehnologichni_trendy_u_sferi_zabezpechennya_nacionalnoyi_bezpeky_2019.pdf

Верстка та оригінал-макет: Т. Кваша

Редакція: ДНУ «Український інститут науково-технічної експертизи та інформації» (УкрІНТЕІ)
03150, м. Київ, вул. Антоновича, 180
Тел. (044) 521-00-10, e-mail: uintei@uintei.kiev.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 5332 від 12.04.2017 р.