

<https://doi.org/10.15407/sofs2020.01.034>

УДК 355.45+303.446

В.В. СОТНИК, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, заступник начальника інституту з наукової роботи, Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, Повітрофлотський проспект, 28, 03049, м. Київ, Україна, <https://orcid.org/0000-0003-1094-6257>
e-mail: sotvladislav@gmail.com

А.В. КУПЧИН, ад'юнкт, Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, Повітрофлотський проспект, 28, 03049, м. Київ, Україна, <https://orcid.org/0000-0003-2013-691X>
e-mail: kupchyn.artem@ukr.net

РОЗВИТОК КРИТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ — ВАЖЛИВИЙ КРОК У МАЙБУТНЄ УКРАЇНИ

Передові держави світу вже давно визначили своїм пріоритетом розвиток науки як рушійної сили зростання економіки та підтримання національної безпеки. Частка витрат на дослідження і розробки у ВВП в цих країнах у середньому становить 2 %. Однак навіть найрозвиненіші країни не мають ресурсів, достатніх для розвитку всіх напрямів науки, що вимагає від них концентрації всіх зусиль на розвитку стратегічно важливих науково-технологічних напрямів, які позначаються терміном «критичні (ключові) технології».

Україна ж демонструє низхідну тенденцію розвитку науки — поступове скорочення як кількості наукових працівників, так і питомої ваги витрат на дослідження і розробки у ВВП, яка у 2017 році становила менше 0,5 %. Проте, незважаючи на негативні тенденції, вихід із такої складної ситуації для України полягає саме у розвитку та впровадженні критичних технологій, зокрема в оборонній сфері.

В статті показано відмінності в підходах до формування переліку критичних технологій в таких країнах як США, Франція, Німеччина та Росія. В переліку критичних технологій у США враховується необхідність значної довготривалої переваги систем озброєння. Європейські ж країни виходять із результатів розвитку науково-дослідницького простору та поглиблення співробітництва науки і промисловості. Критичними технологіями в Росії вважаються такі, що мають важливе соціально-економічне значення або важливе значення для оборони країни та безпеки держави.

Цитування: Сотник В.В., Купчин А.В. Розвиток критичних технологій — важливий крок у майбутнє України. *Наука та наукознавство*. 2020. № 1 (107). С. 34—48. <https://doi.org/10.15407/sofs2020.01.034>

В роботі охарактеризовано хронологію розвитку і впровадження критичних технологій в Україні за весь період незалежності. Проведено стислий аналіз та визначено основні проблеми, які гальмують ефективний розвиток і впровадження критичних технологій в Україні. Це, зокрема, відсутність єдиної термінології та методики включення технологій до переліку критичних, розпорошеність відповідальності за їх розвиток та відсутність паспортів кожної окремої технології. Все це створює значні проблеми в розвитку критичних технологій в оборонному секторі України.

Ключові слова: критичні технології, ключові технології, обороноздатність, дослідження і розробки, оборонно-промисловий комплекс, озброєння та військова техніка.

Вступ. «Наука — це об'єкт соціальної стратегії та засіб для перетворення світу в інтересах людини», — слова видатного вченого, основоположника вітчизняної наукознавчої школи Геннадія Михайловича Доброва [1, с. 3]. До цих слів варто прислухатися, бо в них є правда. Більшість країн світу йдуть саме цим шляхом — шляхом розвитку науки в інтересах людини, але не Україна.

Науково-технологічна сфера сьогодні стала головною ареною конкуренції держав у світі. Володіння передовими технологіями дозволяє країнам-власникам отримувати значні прибутки завдяки реалізації новітніх розробок з високою доданою вартістю. Крім зростання економіки, технологічна сфера може використовуватись як один із вагомих важелів геополітики. Такі технології мають ключове значення для досягнення цілей національної безпеки, насамперед воєнної, воєнно-економічної та науково-технологічної.

Разом із тим, розвиток новітніх напрямів науково-технологічної сфери стає дедалі більш капіталомістким. Навіть найрозвиненіші країни світу не можуть дозволити собі проводити наукові дослідження у всьому науково-технологічному полі. Виділяючи вузькі, найбільш перспективні та стратегічно важливі для держави науково-технологічні напрями і забезпечуючи їх розвиток, розвинені країни створюють передумови для зростання національної економіки. Такі технології називають по-різному (основні, ключові, проривні), але найбільш поширеним є термін «критичні технології» (далі — КТ).

Виокремлення критичних (ключових) технологій використовується також для визначення пріоритетів військово-технічної політики держави, що є визначальним етапом у процесі прийняття стратегічних рішень стосовно створення перспективних зразків озброєння та військової техніки.

Починаючи з 1993 року Україна періодично намагається виділити КТ як стратегічно важливі для держави напрями розвитку. Однак розвиток КТ так і не вийшов за межі нормативного поля.

Опрацьований авторами статті матеріал дозволяє побачити негативну тенденцію розвитку науки в Україні (про це, зокрема, свідчать дослідження Маліцького Б.А., Поповича О.С., Єгорова І.Ю., Булкіна І.О. та ін.), порів-

няти її з іншими країнами та визначити способи вирішення цієї проблеми шляхом впровадження КТ.

Актуальність роботи не викликає сумнівів, оскільки досвід розвинених країн показує, що розвиток КТ забезпечує позитивну динаміку як науково-технологічного сектору, так і економіки загалом. Задля власних національних інтересів Україна має долучитися до такої світової практики.

Аналіз останніх досліджень і публікацій вказує на значну зацікавленість у наукових колах питаннями розвитку і впровадження КТ. Зазначена проблематика розглядається багатьма українськими ученими. Зокрема, Горбулін В.П., Шеховцев В.С. та Шевцов А.І. [2] показують основні причини нинішньої ситуації з формуванням переліку КТ, Мех О. А. робить огляд підходів до визначення поняття «критичні технології» та описує процес формування переліку КТ у різних країнах [3]. Окремі дослідження із зазначених питань проведені такими українськими вченими як Величко О.Ф., Скурський П.П., Дихановський В.М., Заклевський Д.Є., Юрченко О.В., Зубарев В.В. [4–6].

Широке обговорення в наукових колах доцільності та необхідності розвитку КТ в Україні є достатньо красномовним свідченням актуальності порушеної в цій статті проблеми та вказує на необхідність якнайшвидшого її вирішення на державному рівні.

Метою статті є визначення стану науково-технологічного розвитку в Україні порівняно зі світовими тенденціями, проведення аналізу наукових досліджень стосовно розвитку КТ в Україні, виявлення та систематизація основних проблем і гальмівних факторів у цій сфері.

Виклад основного матеріалу дослідження і отриманих результатів. В листопаді 2015 року світовій спільноті було представлено наукову доповідь UNESCO «Towards 2030». Аналіз даних щодо 189 країн вказував на чіткі тенденції в галузі наукових досліджень і розвитку науки загалом. Витрати на дослідження і розробки (далі — ДР) протягом 2007—2013 рр. у світі зростали більш високими темпами, ніж глобальний ВВП. Найвищими темпи зростання інвестицій у ДР були в країнах Південно-Східної Азії («Азіатські тигри»), стабільними — в Бразилії, Індії, Туреччині. Україна, на жаль, до списку лідерів не входить [7, 8].

За даними Державної служби статистики України (рис. 1), з 2010 року спостерігається тенденція до зменшення кількості наукових працівників, що займаються виконанням ДР, у тому числі докторів наук і докторів філософії [9].

Провідний український вчений Попович О.С., автор понад 250 наукових публікацій з наукознавства, інноватики та історії науки, у своїй книзі «Науково-технологічна та інноваційна політика: основні механізми формування та реалізації» визначає, що є всі підстави вважати 2013 рік переломною точкою, пройшовши яку кадровий потенціал української науки переходить у принципово нову стадію свого існування, в якій накопичені за попередні роки внутрішні ресурси розвитку вже практично вичерпані. А це

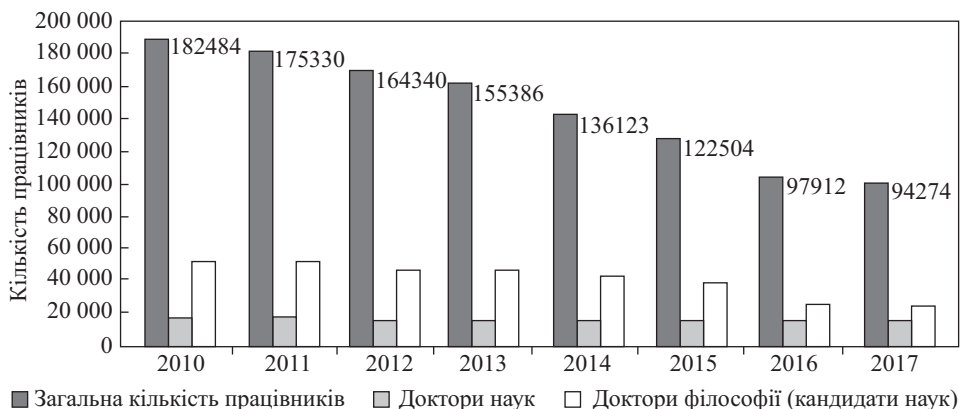


Рис. 1. Кількість працівників, які займаються виконанням досліджень і розробок
Джерело: побудовано за даними Держкомстату України.

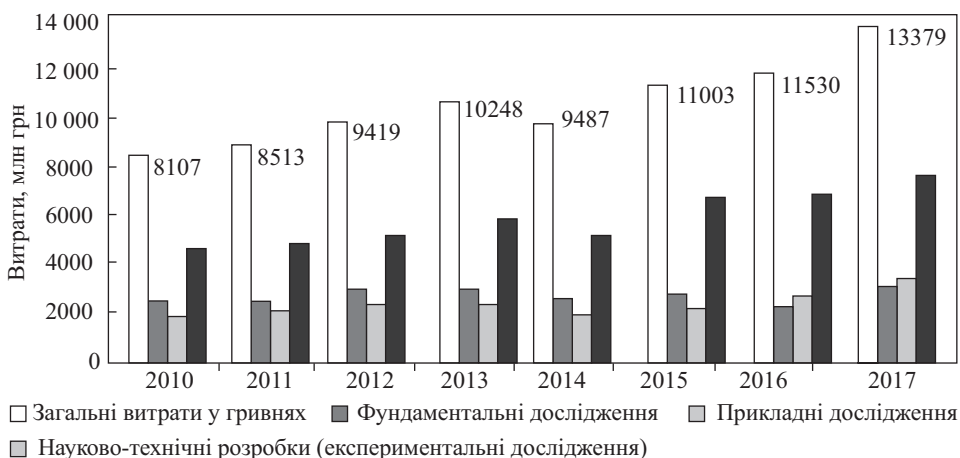


Рис. 2. Витрати на виконання досліджень і розробок в Україні
Джерело: побудовано за даними Держкомстату України.

означає, що спроби відновлення і нарощування цього потенціалу в інтересах суспільства будуть пов'язані зі значно більшими труднощами і вимагатимуть значно більших і триваліших зусиль, ніж до того [10, с. 56].

Витрати ж на виконання ДР постійно зростають, і на перший погляд здається, що Україна має позитивну динаміку фінансування наукових проєктів, але ж реальний стан справ плачевний. Для об'єктивної оцінки розрахуємо частку витрат на виконання ДР у ВВП країни, а також, врахувавши інфляційні процеси та стрімку девальвацію гривні, перерахуємо витрати у долари США. Отримані результати наведено на рис. 2—3.

У країнах ЄС частка витрат на ДР у ВВП у середньому становить 2 %. Більшою за середню вона у 2016 році була у Швеції — 3,25 %, Австрії — 3,09 %,

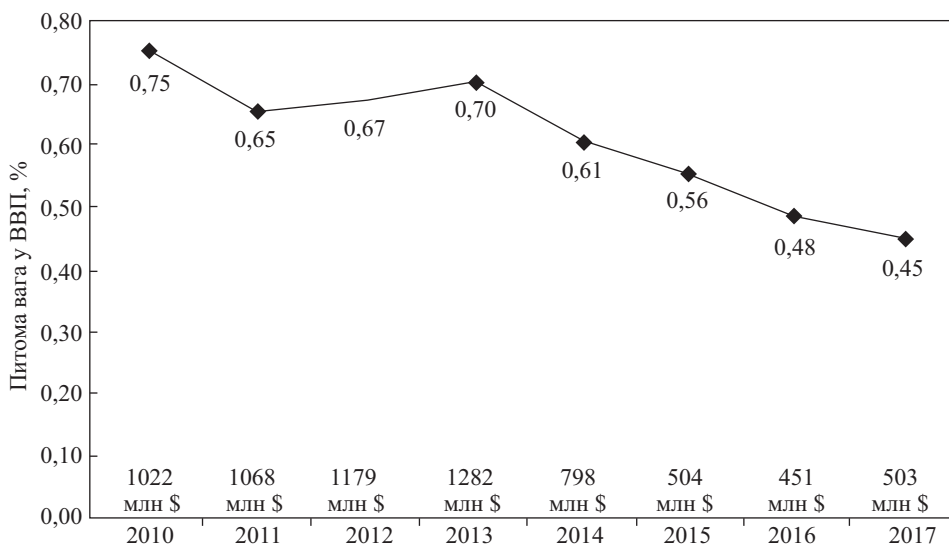


Рис. 3. Питома вага витрат на дослідження і розробки у ВВП України. Перерахунок витрат проведено за середньорічним курсом гривні, який отримано з офіційного Інтернет-представництва НБУ.

Джерело: розраховано за даними Держкомстату України та НБУ.

Німеччині — 2,94 %, Данії — 2,87 %, Фінляндії — 2,75 %, Бельгії — 2,49 %, Франції — 2,25 %. В Україні цей показник дорівнював 0,45 % [9].

Ще одна головна світова тенденція останніх років — це зростання недержавних інвестицій у ДР (слід принаймні згадати SpaceX). Виходячи з результатів експертного опитування, проведеного в рамках Державної програми прогнозування науково-технологічного та інноваційного розвитку, експертами визначено, що найбільш актуальним є не стільки зростання державного фінансування ДР, скільки стимулювання вкладання коштів у науку та інновації з боку приватних підприємств [11, с. 14].

Але в Україні починаючи з 2005 року питома вага ДР у бізнес-сфері поступово зменшується, в той час як в сусідніх країнах, наприклад у Туреччині та Білорусі, суттєво зростає [8].

Ця невтішна динаміка, у разі її продовження, призведе в майбутньому до кардинального технологічного дисбалансу України та передових країн світу і, як результат, погіршить стан економіки, добробуту населення і оборонного потенціалу держави.

При цьому варто додати, що економічне зростання неможливе лише за рахунок розвитку науки, тільки застосування інновацій в технологічній сфері та суворе дотримання міжнародних стандартів ISO створять позитивні передумови для розвитку країни. Як зазначено у [12], інновація — це інструмент економічного зростання; результат масштабного застосування і поширення нових знань, результатів науково-технічної та творчої діяльнос-

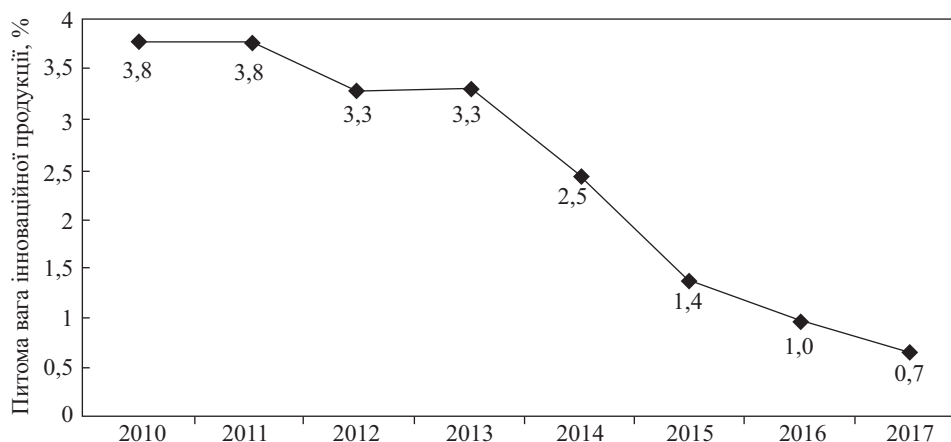


Рис. 4. Питома вага реалізованої інноваційної продукції в загальному обсязі реалізованої продукції промислових підприємств

Джерело: розраховано за даними Держкомстату України.

ті, оснований на систематичних наукових дослідженнях. Якщо для більшості країн інноваційна діяльність як можливість створення конкурентоспроможної продукції вже давно стала запорукою зростання економіки загалом і промисловості зокрема, то в Україні жодна позитивна перспектива навіть не простежується. Як видно з рис. 4, фінансування інноваційної діяльності промислових підприємств в Україні з кожним роком зменшується — так само, як і частка реалізованої інноваційної продукції в загальному обсязі реалізованої продукції промислових підприємств. Для порівняння: у 2011 році на впровадження інновацій в промисловості витрачено майже 1800 млн дол., у 2017 році — 342 млн дол. [9].

Економічна стабільність, національна безпека держави є прямим результатом розвитку науки та проведення фундаментальних і прикладних досліджень, оскільки наукові досягнення неодмінно приносять дивіденди. Держава має забезпечувати сприятливі умови для інвестування бізнесу в ДР і розвиток нових технологій або ж фінансувати їх самостійно, опираючись на довгострокові урядові програми.

Однак навіть найрозвиненіші країни світу не мають ресурсів, достатніх для розвитку всіх напрямів науки. Саме тому виникає необхідність сконцентрувати всі зусилля на розвитку найбільш важливих, ключових напрямів науки і технологій, впровадження яких має стратегічне значення для основних галузей економіки та оборонно-промислової сфери, при дотриманні найважливішої умови — можливості виготовлення кінцевого продукту лише за рахунок внутрішніх ресурсів і в межах країни.

Виокремлення стратегічно важливих технологій (матеріалів) розпочалось у США ще у 20-х роках ХХ ст., а в кінці ХХ — на початку ХХІ ст. світова спільнота поступово запозичила цю практику. Такі технології в різних краї-

нах світу мають різну назву, але їх об'єднує одне — це технології, стратегічно важливі для майбутнього країни. Наприклад, у Франції це «technologies clés» («ключові технології»), у Німеччині — «Schlüssel technologien» («ключові» або «основні» технології), у США, Японії, Росії — «критичні технології» [4].

В переліку американських КТ враховуються насамперед інтереси оборони, тому до нього включаються технології зі значною перспективою гарантування довготривалої переваги систем озброєння США. Європейські ж країни намагаються надати переліку КТ більш фундаментального характеру виходячи з результатів розвитку науково-дослідницького простору та поглиблення співробітництва науки і промисловості [7].

Наприклад, Франція формує перелік КТ як рекомендації та орієнтири для бізнесу. Французькі КТ — це стратегічні технології для підвищення конкурентоспроможності французьких компаній та завоювання нових ринків [13]. Федеральний уряд Німеччини, враховуючи необхідність збереження національних ключових технологій, проводить політику балансування між іноземними та національними оборонними інтересами. Тому КТ Німеччини — це технології, які необхідні та важливі для забезпечення військового потенціалу Бундесверу, а також ролі Німеччини як надійного партнера для співпраці [14].

Критичними технологіями в РФ вважаються ті, що мають важливе соціально-економічне значення або важливе значення для оборони країни та безпеки держави. Востаннє російський перелік КТ було оновлено у 2013 році [15]. Важливим нормативним документом, який визначає пріоритетом держави розвиток КТ, є Воєнна доктрина РФ, в п. 53 якої чітко визначено, що до завдань розвитку оборонно-промислового комплексу (ОПК) належить створення, підтримка і впровадження як цивільних, так і військових базових і критичних технологій, що забезпечують виготовлення та ремонт зразків озброєння та військової техніки (ОВТ), які є на озброєнні та перспективних, а також тих, що забезпечать технологічні прориви з метою розроблення принципово нових зразків ОВТ, які мають раніше недосяжні можливості [16].

В Україні наразі відсутнє визначення поняття «критичні технології».

Методики формування переліку КТ в різних країнах дещо відрізняються, але всі вони мають один базис — вони є комбінацією методів прогнозування. Найбільш популярні з них — це різного роду форсайт-проекти, основою яких є методи експертних оцінок, зокрема метод Делфі [11, 17, 18].

Очевидно, що Україна, як і решта країн світу, не має достатньої кількості ресурсів для активних і повномасштабних досліджень у всьому науковому полі. Концентрація наукових зусиль і матеріальних ресурсів на розвитку КТ в Україні забезпечить високий рівень економіки, обороноздатності та національної безпеки.

У 1993 році в Україні було створено Державну службу з питань спеціальної інформації та критичних технологій, у 1994 році — схвалено Концеп-

цію створення державної системи розвитку і захисту критичних технологій, а також затверджено Національну програму України «Критичні технології» та Положення про механізм розроблення і реалізації Національної програми України «Критичні технології» [19]. Однак вже у 1997 році Державну службу з питань спеціальної інформації та критичних технологій було ліквідовано, і всі зусилля науковців щодо розвитку і впровадження КТ протягом наступних майже двадцяти років були марними.

Війна на Сході України швидко показала всі недоліки та вразливі місця країни як у політичній системі, так і в економіці та ОПК. Адже загальновідомо, що вітчизняні оборонні підприємства суттєво залежні від імпорту російських комплектуючих. Через це ремонт деяких видів озброєння, особливо високотехнологічного, став неможливим взагалі, не кажучи вже про створення нових зразків ОВТ.

Схожа ситуація існувала після Першої світової війни у США, коли залежність американських військових від імпорту деяких матеріалів було визнано вразливим місцем. Тоді Конгрес зажадав, щоб країна підтримувала стратегічний резерв таких «критичних матеріалів» з метою забезпечення готовності на випадок військового конфлікту [5]. З часом список критичних матеріалів перетворився на перелік КТ, про які йдеться в цій статті [20].

У 2015 році в Україні було прийнято нову редакцію Воєнної доктрини як основного нормативного документа з визначення доктринальних положень щодо формування та реалізації воєнної політики України, де визначено, що збройна агресія РФ і порушення територіальної цілісності України є актуальними воєнними загрозами для держави, а одними з основних напрямів воєнної безпеки є забезпечення взаємодії науки та виробництва, збереження і розвиток базових і критичних технологій, створення державного фонду розвитку базових і критичних технологій та підтримка інновацій в ОПК [21, п. 9, 44].

У 2016 році Указом Президента України № 92/2016 було затверджено Концепцію розвитку сектору безпеки і оборони України, де передбачено розвиток базових і критичних технологій, збільшення обсягів власного виробництва критичних комплектуючих виробів і матеріалів, досягнення повної незалежності від Російської Федерації у виробництві ОВТ [22].

Проте конкретні кроки в напрямі розвитку КТ здійснено лише у 2017 році, коли на виконання Указу Президента України № 323/2016 було видано Розпорядження Кабінету Міністрів України № 600-р «Деякі питання розвитку критичних технологій у сфері виробництва озброєння та військової техніки», яке містило затверджений перелік КТ у сфері виробництва ОВТ та План заходів щодо забезпечення державної підтримки розвитку КТ у сфері виробництва ОВТ (далі — План). Планом передбачено, що актуалізація переліку КТ має відбуватись кожні 2 роки починаючи з 2019 року [23].

Наявність переліку КТ у сфері виробництва ОВТ та державна підтримка їх розвитку в перспективі мають забезпечити створення нових зразків

озброєння, які матимуть не гірші тактико-технічні (бойові) характеристики, ніж зразки озброєнь РФ та країн НАТО. При цьому обов'язковою умовою має стати комплектування нових зразків лише українськими або загальнодоступними іноземними (не російськими) складовими. Незважаючи на відсутність національного переліку КТ, факт наявності КТ в оборонній сфері вже свідчить про значні зрушення та перспективи розвитку ОПК і національної економіки загалом.

Але незважаючи на значну кількість нормативних документів щодо всебічної підтримки і розвитку КТ, науковий резонанс і підняття проблематики розвитку та впровадження КТ, навіть у 2019 році залишилась низка проблемних питань, що потребують якнайшвидшого вирішення.

По-перше, немає чіткого розуміння сутності терміна «критична технологія». В наукових колах існує неоднозначна позиція з приводу того, чи варто називати такі технології критичними, оскільки з англійської мови слово «critical» перекладається як вирішальний, граничний, небезпечний, ризикований [4, 24]. У тлумачному словнику української мови термін «критичний» трактується як такий, що перебуває в стані кризи, переломний, надзвичайно складний, важкий, небезпечний, скрутний [25].

По-друге, в Україні немає ані методики визначення переліку КТ, ані самих критеріїв, за якими мав би формуватись і систематично уточнюватись цей перелік.

По-третє, кожна КТ обов'язково має доповнюватись додатковим роз'яснювальним документом — паспортом (програмою) КТ [18], де повинні зазначатись конкретні науково-дослідницькі установи, підприємства і організації всіх форм власності, які займатимуться розвитком конкретної КТ, проведенням науково-дослідницьких робіт і випробувань, шляхи і обсяги фінансування, а також орієнтовні терміни створення експериментальних моделей.

До речі, у США ще у 1998 році налагодили діалог між урядом і промисловістю з питань державної підтримки розвитку технологій, коли почали опитувати керівників підприємств про те, які технології вони вважають ключовими (критичними) для своєї фірми або галузі. На основі конструктивного обговорення та подальших складних досліджень створювався національний перелік КТ [26].

І останнє, напевно найважливіше. Варто визначити один державний орган, який відповідатиме за формування переліку КТ, а також контролюватиме виконання Плану.

Наприклад, у Франції при Міністерстві економіки і фінансів створено Генеральну дирекцію підприємств (DGE), місія якої полягає у проведенні досліджень з визначення стратегічних ключових технологій. Кінцевою метою діяльності DGE є досягнення конкурентоспроможності французьких компаній, розвиток нових секторів економіки, розповсюдження інновацій та підтримка економічних змін. DGE здійснює аналіз найкращого міжна-

родного досвіду, заслуховує економічних суб'єктів та урядовців, залучає експертів і здійснює весь спектр заходів, необхідних для створення переліку критичних (ключових) технологій. Ці дослідження стають довідковим документом для компаній та інституційних суб'єктів, зокрема тих, хто відповідає за державну політику [13].

У Німеччині та Нідерландах за формування переліку КТ відповідають певні міністерства (Нідерланди — Мінекономіки та Міносвіти, Німеччина — Федеральне міністерство освіти та досліджень).

У США створено Інститут критичних технологій (зараз — Інститут науково-технологічної політики), який здійснює аналітичні та прогнозні дослідження, в тому числі готує пропозиції щодо переліку КТ федерального рівня. На замовлення Міністерства оборони США та інших держструктур він проводить дослідження, а державні органи на основі цих пропозицій приймають рішення щодо остаточного переліку КТ [24].

В Україні відповідальність за оновлення переліку КТ та виконання Плану наразі розпорошена між різними державними інституціями (Міноборони, Міністерство освіти та науки, Мінекономрозвитку, Держконцерн «Укроборонпром» та ін.), що в кінцевому підсумку призводить до його невиконання.

Зважаючи на гостроту і актуальність зазначених проблем у подальших дослідженнях будуть розроблені шляхи їх вирішення на базі досвіду передових країн світу, з урахуванням специфіки національної економіки та інтересів України.

Висновки. 1. Одна з головних світових тенденцій останніх років — це зростання недержавних інвестицій в ДР. В Україні питома вага ДР в бізнес-сфері зменшується. Окрім того, негативна динаміка інноваційної діяльності та розвитку науки і техніки в Україні, у разі її продовження, призведе до занепаду науково-технічної галузі та деіндустріалізації країни.

2. Національний перелік КТ в Україні наразі відсутній, але починаючи з 2017 року визначено перелік КТ у сфері виробництва ОВТ та затверджено План заходів щодо забезпечення державної підтримки розвитку КТ у сфері виробництва ОВТ.

3. Незважаючи на значну кількість нормативних документів щодо всебічної підтримки і розвитку КТ, науковий резонанс і підняття проблематики розвитку та впровадження КТ, існує низка проблемних питань, основні з яких — це розпорошеність відповідальності між різними державними інституціями за виконання Плану, відсутність чіткої термінології та методики формування переліку КТ.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Добров Г.М. Социальная стратегия советской науки. *Науковедение и информатика*. 1987. № 28. С. 3—14.
2. Горбулін В.П., Шеховцов В.С., Шевцов А.І. Проблемні питання визначення і впровадження критичних технологій у сфері виробництва озброєння. *Вісник НАН України*. 2018. № 2. С. 3—9.
3. Мех О.А. До окремих питань підтримки критичних технологій в Україні. *Наука та наукознавство*. 2015. № 2. С. 3—11.
4. Дихановський В.М., Заклевський Д.Є., Юрченко О.В. Критичні технології: сутність поняття та підходи до формування їх переліків. *Наука і оборона*. 2013. № 4. С. 42—45.
5. Величко О., Затайнако О., Скурський П. Реалізація національної безпеки держави в контексті глобальних кліматичних змін. *Наука і оборона*. 2011. № 4. С. 23—24, 28—29.
6. Зубарев В.В., Скурський П.П., Величко О.Ф. Стратегічні питання забезпечення науково-технологічної безпеки України та шляхи їх вирішення. *Наука і оборона*. 2009. № 3. С. 18—25.
7. Доклад ЮНЕСКО: Наука в авангарде всемирного движения к устойчивому росту [Электронный ресурс]. URL: <http://e-news.com.ua/show/380595.html> (дата обращения: 19.01.2019).
8. UNESCO science report. Towards 2030 [Electronic resource]. URL: <https://en.unesco.org/node/252168> (last accessed: 19.01.2019).
9. Економічна статистика. Наука, технології та інновації [Електронний ресурс]. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 19.01.2019).
10. Попович О.С. Науково-технологічна та інноваційна політика: основні механізми формування та реалізації. К: Інститут досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки ім. Г.М. Доброва НАН України, 2019. 342 с.
11. Маліцький Б.А., Попович О.С., Онопрієнко М.В. Обґрунтування системи науково-технологічних та інноваційних пріоритетів на основі «форсайтних» досліджень. К: Фенікс, 2008. 86 с.
12. Соловьев В.П. Инноватика — сотрудничество науки, власти и бизнеса. *Наука та наукознавство*. 2017. № 3(97). С. 25.
13. Direction Générale des Entreprises [Electronic resource]. URL: <https://www.entreprises.gouv.fr/dge> (last accessed: 13.02.2019).
14. Strategiepapier der Bundesregierung zur Stärkung der Verteidigungsindustrie in Deutschland [Electronic resource]. URL: https://bdi.eu/media/themenfelder/sicherheit/downloads/20150708_Strategiepapier_der_Bundesregierung_zur_Staerkung_der_Verteidigungsindustrie_in_Deutschland.pdf (last accessed: 18.03.2019).
15. Распоряжение Правительства Российской Федерации № 1273-р от 14.07.2012 [Электронный ресурс]. URL: <http://gov.garant.ru/SESSION/PILOT/main.htm> (дата обращения: 24.01.2019).
16. Военная доктрина Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2014/12/30/doktrina-dok.html> (дата обращения: 24.01.2019).
17. Анипко О.Б., Бусак Ю.М. Критические и базовые технологии, как стратегия инновационного развития техники. *Defense express*. 2012. № 11. С. 10—15.
18. Соколов А.В. Метод критических технологий. *Форсайт*. 2007. № 4. С. 65.
19. Постанови Кабінету Міністрів України № 486 від 26.06.1993, № 310 від 16.05.1994 [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws> (дата звернення: 24.01.2019).
20. National Critical Technologies List [Electronic resource]. URL: https://clintonwhitehouse1.archives.gov/White_House/EOP/OSTP/CTIformatted/AppA/appa.html (last accessed: 24.01.2019).
21. Военна доктрина України [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555/2015> (дата звернення: 24.01.2019).

22. Концепція розвитку сектору безпеки і оборони України [Електронний ресурс]. URL: <https://www.president.gov.ua/documents/922016-19832> (дата звернення: 24.01.2019).
23. Розпорядження Кабінету Міністрів України № 600-р від 30.08.2017 [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/600-2017-p> (дата звернення: 24.01.2019).
24. Дихановський В.М. Методологія розвитку ключових технологій. *Інформаційно-аналітичний бюлетень. Додаток до журналу «Україна: події, факти, коментарі»*. 2018. № 9(147). С. 96—112.
25. Тлумачний он-лайн словник української мови [Електронний ресурс]. URL: <http://ukrlit.org/slovnuk> (дата звернення: 15.01.2019).
26. Popper S., Wagner S., Larson E.. New forces at work. Industry views critical technologies. The monograph/report of the RAND Corporation from 1993 to 2003 [Electronic resource]. URL: https://www.rand.org/pubs/monograph_reports/MR1008-1.html (Last accessed: 28.01.2019).

Одержано 21.10.2019

REFERENCES

1. Dobrov, H.M. (1987). The social strategy of Soviet science. *Science of science and informatics*, 28, 3—14 [in Russian].
2. Gorbulin, V.P., Shekhovtsov, V.S., Shevtsov, A.I. (2018). Problematic issues of identification and implementation of critical technologies in the field of arms production. *Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 2, 3—9 [in Ukrainian].
3. Mekh, O.A. (2015). On some issues of critical technologies support in Ukraine. *Science and science of science*, 2, 3—11 [in Ukrainian].
4. Dikhanovsky, V.M., Zaklevsky, D.E., Yurchenko, O.V. (2013). Critical technologies: the essence of the concept and approaches to forming their lists. *Science and defense*, 4, 42—45 [in Ukrainian].
5. Velichko, O., Zatinaiko, O., Skursky, P. (2011). Realization of national security of the state in the context of global climate change. *Science and defense*, 4, 23—24, 28—29 [in Ukrainian].
6. Zubarev, V.V., Skursky, P.P., Velichko, O.F. (2009). Strategic issues of ensuring the scientific and technological security of Ukraine and ways of solving them. *Science and defense*, 3, 18—25 [in Ukrainian].
7. UNESCO Report: Science at the forefront of the global movement towards sustainable growth. e-news.com.ua. Retrieved from <http://e-news.com.ua/show/380595.html> (last accessed 19.01.2019) [in Russian].
8. UNESCO science report. Towards 2030. unesco.org. Retrieved from <https://en.unesco.org/node/252168>. (last accessed 19.01.2019).
9. Economic statistics. Science, technology and innovation. ukrstat.gov.ua. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua> (last accessed 19.01.2019) [in Ukrainian].
10. Popovich, O.S. (2019). *Scientific and technological and innovation policy: basic mechanisms of formation and realization*. Kyiv: Dobrov Institute for Scientific and Technical Potential and Science History Studies of the NAS of Ukraine, 342 [in Ukrainian].
11. Malitsky, B.A., Popovich, O.S., Onoprienko, M.V. (2008). *Substantiation of the system of scientific-technological and innovative priorities on the basis of “foresight” research*. Kyiv: Phoenix, 86 [in Ukrainian].
12. Soloviov, V.P. (2017). Innovation — the collaboration of science, government and business. *Science and science of science*, 3(97), 25 [in Russian].
13. Direction Générale des Entreprises. entreprises.gouv.fr. Retrieved from <https://www.entreprises.gouv.fr/dge> (last accessed 13.02.2019).
14. Strategiepapier der Bundesregierung zur Stärkung der Verteidigungsindustrie in Deutschland. bdi.eu. Retrieved from https://bdi.eu/media/themenfelder/sicherheit/downloads/20150708_

- Strategiepapier_der_Bundesregierung_zur_Staerkung_der_Verteidigungsindustrie_in_Deutschland.pdf (last accessed 18.03.2019).
15. Directive of the Government of the Russian Federation No 1273-p from 14.07.2012. gov.garant.ru. Retrieved from <http://gov.garant.ru/SESSION/PILOT/main.htm> [in Russian].
 16. Military doctrine of the Russian Federation. rg.ru. Retrieved from <https://rg.ru/2014/12/30/doktrina-dok.html> (last accessed 24.01.2019) [in Russian].
 17. Anipko, O.B., Busyak, Y.M. (2012). Critical and basic technologies as a strategy for the innovative development of technology. *Defense express*, 11, 10–15 [in Russian].
 18. Sokolov, A.V. (2007). The critical technology method. *Foresight*, 4, 65 [in Russian].
 19. Resolutions of the Cabinet of Ministers of Ukraine No 486 from 26.06.1993, No 310 from 16.05.1994. zakon.rada.gov.ua. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws> (last accessed 24.01.2019) [in Ukrainian].
 20. National Critical Technologies List. clintonwhitehouse1.archives.gov. Retrieved from https://clintonwhitehouse1.archives.gov/White_House/EOP/OSTP/CTIformatted/AppA/appa.html (last accessed 24.01.2019).
 21. Military Doctrine of Ukraine. zakon.rada.gov.ua. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555/2015> (last accessed 24.01.2019) [in Ukrainian].
 22. Concept of development of the security and defense sector of Ukraine. president.gov.ua. Retrieved from <https://www.president.gov.ua/documents/922016-19832> (last accessed 24.01.2019) [in Ukrainian].
 23. Regulation of the Cabinet of Ministers of Ukraine No 600-p from 30.08.2017. zakon.rada.gov.ua. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/600-2017-p> (last accessed 24.01.2019) [in Ukrainian].
 24. Dykhanovskiy, V.M. (2018). Methodology for the development of key technologies. Newsletter. Supplement to *Ukraine: Events, Facts, Comments*, 9 (147), 96–112 [in Ukrainian].
 25. Interpretive online dictionary of the Ukrainian language. ukrliit.org/slovyk. Retrieved from <http://ukrliit.org/slovyk> (last accessed 15.01.2019) [in Ukrainian].
 26. Popper, S., Wagner, C., Larson, E. New forces at work. Industry views critical technologies. The monograph/report of the RAND Corporation from 1993 to 2003. rand.org. Retrieved from https://www.rand.org/pubs/monograph_reports/MR1008-1.html (last accessed 28.01.2019).

Received 21.10.2019

В.В. Сотник, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, заместитель начальника института по научной работе, Центральный научно-исследовательский институт вооружения и военной техники Вооруженных Сил Украины, Воздухофлотский проспект, 28, 03049, г. Киев, Украина, <https://orcid.org/0000-0003-1094-6257>
e-mail: sotvladislav@gmail.com

А.В. Купчин, адъюнкт, Центральный научно-исследовательский институт вооружения и военной техники Вооруженных Сил Украины, Воздухофлотский проспект, 28, 03049, г. Киев, Украина, <https://orcid.org/0000-0003-2013-691X>
e-mail: kupchyn.artem@ukr.net

РАЗВИТИЕ КРИТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ — ВАЖНЫЙ ШАГ В БУДУЩЕЕ УКРАИНЫ

Передовые государства мира уже давно определили своим приоритетом развитие науки как движущей силы роста экономики и поддержания национальной безопасности.

Доля затрат на исследования и разработки в ВВП таких стран в среднем составляет 2 %. Однако даже самые развитые страны не имеют ресурсов, достаточных для развития всех направлений науки, что требует от них концентрации всех усилий на развитии стратегически важных научно-технологических направлений, которые обозначаются термином «критические (ключевые) технологии».

Украина же демонстрирует нисходящую тенденцию развития науки — постепенное сокращение как количества научных работников, так и доли затрат на исследования и разработки в ВВП, которая в 2017 году составила менее чем 0,5 %. Однако, несмотря на негативные тенденции, выход из такой сложной ситуации для Украины заключается именно в развитии и внедрении критических технологий, в частности в оборонной сфере.

В статье показаны различия в подходах к формированию перечня критических технологий в таких странах как США, Франция, Германия и Россия. В перечне критических технологий в США учтена необходимость значительного и длительного преимущества систем вооружения. Европейские же страны исходят из результатов развития научно-исследовательского пространства и углубления сотрудничества науки и промышленности. Критическими технологиями в России считаются те, которые имеют важное социально-экономическое значение или важное значение для обороны страны и безопасности государства.

В работе охарактеризована хронология развития и внедрения критических технологий в Украине за весь период независимости. Проведен краткий анализ и определены основные проблемы, которые тормозят эффективное развитие и внедрение критических технологий в Украине. Это, в частности, отсутствие единой терминологии и методики отнесения технологий к перечню критических, отсутствие единой ответственности за их развитие и отсутствие паспортов каждой отдельной технологии. Все это создает значительные проблемы в развитии критических технологий в оборонном секторе Украины.

Ключевые слова: критические технологии, ключевые технологии, обороноспособность, исследования и разработки, оборонно-промышленный комплекс, вооружения и военная техника.

I. V. Sotnyk, PhD (engineering), senior researcher, deputy director on research work,
Central Research Institute of Weapons and Military Equipment
of the Armed Forces of Ukraine,
Povitroflotskyi avenue, 28, 03049, Kyiv, Ukraine,
<https://orcid.org/0000-0003-1094-6257>
e-mail: sotvladislav@gmail.com

A. V. Kupchyn, PhD student,
Central Research Institute of Weapons and Military Equipment
of the Armed Forces of Ukraine,
Povitroflotskyi avenue, 28, 03049, Kyiv, Ukraine,
<https://orcid.org/0000-0003-2013-691X>
e-mail: kupchyn.artem@ukr.net

DEVELOPING CRITICAL TECHNOLOGIES: AN IMPORTANT STEP INTO THE FUTURE OF UKRAINE

The leading countries of the world have long ago prioritized the development of science as a driving force for economic growth and for maintaining national security. The average share of R&D spending in GDP is two percent. However, even the most developed countries do not have a lot of resources to afford the fullest development in all areas of science. Therefore, there is a need to concentrate all efforts on the development of strategically important scientific directions

and technologies, referred to as critical (key) technologies.

Ukraine demonstrates a downward trend for the development of national science. Both the number of researchers and the share of R&D expenditure in GDP have been steadily decreasing. In 2017, these expenditures accounted for less than 0.5 % of GDP. However, despite the negative trends, the way out of such a difficult situation for Ukraine can be found in the development and implementation of critical technologies, in the defense sector in particular.

The article shows the differences in approaches to making up the list of critical technologies of countries such as the USA, France, Germany and Russia. The list of US critical technologies takes into account the need for a significant long-term advantage of weapons systems. The European countries rely on the development of the research area and the deepening of cooperation between R&D and industry. Critical technologies in Russia have a great socio-economic importance or importance for the national defense and security.

The paper describes the chronology of the development and implementation of critical technologies in Ukraine for the entire period of independence. A brief analysis was carried out and the main problems were identified that did not allow for the effective development and implementation of critical technologies in Ukraine. These are the lack of a common terminology and methodology for making the list of critical technologies, the scattered responsibility for their development, and the lack of the passport for each individual technology. All of this erects strong barriers for the effective development of critical technologies in the defense sector of Ukraine.

Keywords: *critical technologies, key technologies, defense capacity, research and development, military-industrial complex, armaments and military equipment.*