

Andrzej KARKOSZKA

Spirala technicznego postępu w systemach broni. O możliwości wyjścia

Abstrakt: Tekst poświęcony jest jakościowemu wyścigowi zbrojeń i czynnikom, powodującym jego ciągłe przyspieszanie. Odpowiada też na pytanie, czy możliwe jest zahamowanie tego procesu. Wyścig zbrojeń jest zjawiskiem znanym ludzkości od wieków. Przebiegał on etapami. Przez większość dziejów odbywał się ewolucyjnie. Jego pierwszy etap trwał kilka tysięcy lat. Naznaczony wyścigiem między „mieczem” i „tarczą”, napędzany był stopniowo przypadkowymi technicznymi udoskonaleniami w stosunkowo prostych narzędziach walki zbrojnej. Ta powolna ewolucja przyśpieszyła w drugim etapie, zapoczątkowanym rewolucją przemysłową XVIII wieku. Ogromny postęp nauki i techniki tego okresu umożliwił powstanie wielu rodzajów uzbrojenia, znanych do dziś. Nowe uzbrojenie umożliwiło walkę zbrojną na lądzie, na- i pod wodą, w powietrzu. Gwałtownie wzrosła siła niszczenia, zasięg ognia, manewrowość i skuteczność działania. Skutki tych zmian ludzie poznali w czasie I i II wojny światowej. W tym okresie znaczenia nabrała zdolność technicznego zaskoczenia przeciwnika, oparta na potencjale naukowym i technologicznym, a także na rozwiniętej bazie przemysłowej państwa. Kulminacją tego etapu było pojawienie się w połowie XX wieku broni jądrowej. Rozpoczęła się era gwałtownego rozwoju arsenałów broni strategicznej. Proliferacja broni jądrowej, wraz z rozwojem różnorodnych środków jej przenoszenia, doprowadziła do „pata atomowego” między grupą państw, dominujących na arenie międzynarodowej. Równowaga potencjałów „masowego zniszczenia” nie powstrzymała wyścigu zbrojeń konwencjonalnych. Szybki rozwój techniki komputerowej, elektroniki i nowych materiałów doprowadził na początku XXI wieku do pojawienia się nie-konwencjonalnej konwencjonalnej broni precyzyjnie kierowanej, „inteligentnej”. Opracowano broń zdalnie kierowaną, zmniejszającą rolę czynnika ludzkiego w jej stosowaniu. Automatyzacja systemów uzbrojenia wkroczyła w erę techniki kwantowej i „sztucznej inteligencji”. Istnieje wiele czynników, wewnątrzrajowych i międzynarodowych, opisanych w tekście, „napędzających” innowacyjność arsenałów uzbrojenia. Zdaniem autora nie ma obecnie możliwości powstrzymania lub zaprzestania tego procesu.

Słowa kluczowe: wyścig zbrojeń; innowacyjność; broń konwencjonalna; broń jądrowa; broń kierowana; broń zdalnie sterowana; broń hipersoniczna; broń wysokoenergetyczna; czynniki sprawcze wyścigu zbrojeń.

The spiral of technological progress in weapon systems: On the possibility of an exit

Abstract: This text is devoted to the qualitative arms race and to the factors influencing its constant acceleration. It responds also to a question whether it is possible to slow down this process. The arms race is a phenomenon known to humanity over ages. It took place in stages. Through most of our times it has had an evolutionary character. Its first stage lasted several thousand of years. It was marked by a race

between a “sword” and a “shield” and was fueled gradually by haphazard technical improvements in the relatively simple tools of the armed battle. This slow evolution speeded up in the end stage, initiated by the industrial revolution of the XVIII century. The enormous progress of science and technology of this period made possible to create several types of armaments, which we know until today. The new weaponry enabled to carry battles on the land, on- and under the water, in the air. The destructive power, range of fire, maneuverability and effectiveness of military actions rapidly expanded. The results of these improvements humanity learned during the I and the II world wars. During these times the ability to technically surprise the enemy, based on the scientific and technological prowess, and on the state’s industrial basis, became a decisive element. The culmination of this stage was an advent of the nuclear weaponry, obtained in the middle of the XX century. An era of the rapid developments in the strategic weapons’ arsenals has begun. The proliferation of nuclear weapons commensurate with the production of various means of weapons’ delivery led to the “nuclear pat” between a group of states dominating on the international scene. The ensuing balance between the “mass destruction” potentials did not stop the arms race in the conventional weaponry. A fast development of the computer technology, electronics and new materials resulted at the beginning of the XXI century in appearance of the precision-guided, “intelligent” non-conventional conventional weapons. The remotely controlled arms were developed which diminished the human factors in its applications. The automatization of weapon systems entered the era of quantum technology and of the “artificial intelligence”. There are many factors, intra-state and international, described in the text, which “drive” the innovativeness in the military arsenals. According to this author there exist today no possibilities to restrain or to stop these processes altogether.

Keywords: arms race; innovation; conventional weapons; nuclear weapons; guided weapons; remotely controlled weapons; hypersonic weapons; high-energy weapons; driving factors of the arms race.

Narzędzia służące człowiekowi do walki z innymi ludźmi, do zabijania ich i niewolenia zmieniały się przez wieki wraz z rozwojem cywilizacji. Zastosowanie pałki, młota czy pierwszego miecza niknie w przeszłości, ale z pewnością dało podstawę do „wynalezienia” tarczy. Łuk używany przez Arianów w wojnie z Persją w dolinie Indusu 2000 lat przed Chrystusem przetrwał niemal niezmieniony do XV wieku, a jego udoskonalona postać w formie kuszy pojawiła się dopiero pod koniec X wieku. Wcześniej, bo 600 lat przed nową erą Fenicjanie zbudowali pierwsze okręty przeznaczone nie do przewozu towarów, ale do przyspieszonego ruchu i taranowania statków przeciwnika. Około ośmiu wieków przed nową erą Chińczycy użyli po raz pierwszy rydwanów, udoskonalanych przez wieki w innych regionach świata. Coraz silniejsze fortyfikacje broniące większych skupisk ludzi, dały asumpt Aleksandrowi Wielkiemu 400 lat przed nową erą do użycia katapult miotających wielkie kamienie za mury umocnień. Pierwsze wyrzutnie palącej się cieczy, w postaci „greckiego ognia”, pojawiły się około 700 roku. W XIII wieku pojawiły się pancerze, halabardy i kusze zdolne przebijać zbroję. W 1346 roku w bitwie pod Crécy użyto po raz pierwszy prochu strzelniczego w urządzeniach, które dały początek działom. Pierwsze znane zastosowanie artylerii, decydujące o zwycięstwie Hiszpanów nad Francuzami w bitwie pod Rawenną, odnotowano 11 kwietnia 1512 roku. Działa upowszechniły się szybko w armiach państw biorących udział w wojnie stuletniej, a następnie na galeonach państw

rozpoczynających ekspansję kolonialną na morzach świata¹. Udoskonalone przez gwintowanie lufy i ładowanie odtylcowe, a także ulepszone pociski stały się wkrótce „Bogiem wojny”. Ustanowione na ruchomych platformach mechanicznych i w angielskich czołgach Mark I przekształciły się w działa samobieżne, przeciwlotnicze i przeciwczołgowe². Swego rodzaju kulminacją rozwoju artylerii były działa zainstalowane na pancernikach angielskich i niemieckich przed pierwszą wojną światową, o kalibrze 15 cali (38 cm). Szukając sposobu na przełamanie linii wroga, Niemcy użyli takich dział, umieszczając je na szynach kolejowych i strzelając pociskiem o wadze około 800 kg na odległość niemal 40 km³.

Powyższy pobieżny rys przemian w broni i urządzeniach obejmuje okres kilku tysięcy lat. Poszczególne wynalazki i usprawnienia były skutkiem konkretnych potrzeb na polu walki, wynikiem jednostkowej heureka zastosowanej dla zwiększenia szans na przełamanie przeciwnika, na zwycięstwo. Zdrowy rozsądek podpowiadał szukanie tarczy, aby obronić się przed mieczem, aby zaatakować z większej odległości. Wszystkie te przemiany miały charakter jakościowy i przynosiły często spodziewane efekty w walce. Ciągłe jednak ważniejsza była liczebność wojsk, umiejętności ich dowódców, przyjęta taktyka i manewry, podstawowe zasoby materialne państw uwikłanych w wojnę. Upowszechnianie się tych nowości technicznych wśród narodów ówczesnego świata było powolne, mierzone setkami lat, zależne w dużej mierze od władcy i wąskiego grona elit politycznych i wojskowych.

Pierwsza runda spirali zbrojeń

Europejska rewolucja przemysłowa i rozwój nauki na przełomie XVII i XVIII wieku przyniosły wiele udoskonaleń w istniejącej technice uzbrojenia, przede wszystkim poprzez rozwój techniki metalurgicznej i chemii. Efektem tego postępu było ulepszenie produkcji prochu strzelniczego i broni ręcznej piechoty, szerokie zastosowanie ruchomej artylerii. Wszystkie potęgi militarne Europy rozwinęły masową produkcję dział, muszkiety zostały zastąpione strzelbami ładowanymi od zamka, pojawiła się spłonka strzelnicza. Kolejne dekady rozwoju techniki przyniosły silniki parowe, umożliwiając zastąpienie napędu żaglowego napędem niezależnym od wiatru. Rozwój kolei żelaznej szybko umożliwił masowy transport sił ludzkich i materiałów na potrzeby wojny. Pod koniec XIX wieku technika cywilna przyniosła telegraf i kabel elektryczny, wchodząc stopniowo do użytku wojskowego. Przyspieszenie rozwoju techniki wojskowej w wyniku pierwszej rewolucji przemysłowej nie miało charakteru skokowego. Było raczej wynikiem ewolucji przemysłu i nauki we wszystkich dziedzinach, rzadko kiedy wynikiem celowego, skoncentrowanego na sferze militarnej wysiłku. Technika wojskowa stosowana na lądzie i na morzu nie była elementem przełomowym w operacjach wojskowych opartych znacznie bardziej na ilościowych parametrach armii.

¹ Military Dictionary and Encyclopedia. Ed. H.S. Bhata. Deep&Deep Publications, New Delhi 1980.

² H.C.P Rogers: A History of Artillery, The Citadel Press, New Jersey, 1975.

³ Mike Bussard: The Long-Max. Guns and Ammo Annual 1979. Peterson Publication Co., Los Angeles, 1978, s. 40–45.

Przełom w rozwoju narzędzi walki przyniósł XX wiek⁴. Pojawiły się wszystkie nowe rodzaje środków prowadzenia wojen, które do dzisiaj stanowią podstawę techniki wojсковej. Z wielokrotnością one siłą destrukcyjną broni; pozwoliły także na wprowadzenie jej do nowych środowisk naturalnych – w powietrze i pod wodę. Szerokie wojskowe zastosowanie znalazły silniki spalinowe, wynaleziono czołg, gaz bojowy, dalekosiężne działa, samoloty, okręty podwodne i pancerniki, torpedy. Rozpoczęto prace nad raketami, radarami i sonarami, a nawet nad pierwszymi bezzałogowymi, zdalnie sterowanymi sygnałem elektrycznym pojazdami nawodnymi (Nicola Tesla w 1898 roku). Przewodzący gospodarczo państwa znacznie zwiększyły budżety wojskowe szukając drogi do uzyskania pozycji dominującej w wykorzystaniu nowych zdobyczy techniki, zapewniających – w mniemaniu rządzących – przewagę w zbliżającym się konflikcie zbrojnym. Przykładem tej tendencji była rywalizacja brytyjsko-niemiecka w budowie pancerników i ich uzbrojenia przed pierwszą wojną światową. Rywalizacja wielkich mocarstw europejskich, do której bardzo szybko dołączyły Stany Zjednoczone, obejmująca szeroki zakres techniki wojennej, zaczęła być określana jako „wyścig zbrojeń”, towarzyszący nam do dzisiaj.

Tragiczne skutki pierwszej wojny światowej nie zmniejszyły tempa wyścigu zbrojeń, mimo wielu głosów argumentujących za jego powstrzymaniem. Międzynarodowe próby racjonalizacji wysiłków zbrojeniowych skupiały się na ich ilościowym aspekcie oraz na eliminacji niektórych, niehumanitarnych rodzajach broni (jak np. broń chemiczna). Tylko nieliczni wskazywali na potrzebę większej kontroli międzynarodowej w sferze badań naukowych i ich aplikacji w nowych typach uzbrojenia. Wszystkie bez wyjątku nowinki techniki wojskowej zastosowane podczas pierwszej wojny światowej zostały udoskonalone. Kulminacją tych wysiłków była całkowicie nowa technika wojskowa – broń jądrowa.

Spirala nuklearnego wyścigu

Bez wątpienia pojawienie się broni, której siła niszcząca tysiące razy przewyższała wszystkie znane dotąd rodzaje uzbrojenia i groziła długotrwałym, niszczącym porażeniem promieniotwórczym ogromnych obszarów, stanowiło szok strategiczny o znaczeniu globalnym. W odróżnieniu od wszystkich wcześniejszych przemian w technice wojennej wymagających dłuższego czasu i mających charakter ewolucyjny lub – jak w wypadku pojawienia się broni palnej, pojazdów motorowych, lotnictwa i okrętów podwodnych – zwiększających siłę rażenia broni o rząd wielkości, wprowadzenie do arsenału państw broni masowego rażenia stanowiło rewolucję w sferze bezpieczeństwa międzynarodowego.

W obliczu gwałtownego starcia ideologicznego, dzielącego świat na dwa obozy państw, zaangażowanych w zimną wojnę, posiadanie potężnej broni w rękach jednego państwa było sygnałem dla innych, szczególnie zaś dla drugiej, antagonistycznej strony w tej wojnie do jak najszybszego zrównoważenia potencjału wojskowego, tym razem nuklearnego.

⁴ H. Christopher, *Technological change and military power in historical perspective*, „Adelphi Paper No. 144. IISS, London, 1978, s. 5–50.

Konwencjonalny wyścig zbrojeń, pozostając ciągle ważnym nurtem wysiłków obronnych wszystkich państw świata, został przyćmiony wyścigiem nuklearnych zbrojeń strategicznych. Kolejne rundy w tym wyścigu trwały coraz krócej, każdy krok techniki w obszarze zbrojeń strategicznych napędzał tempo przygotowywanej reakcji. Stany Zjednoczone użyły dwóch bomb jądrowych w 1945 roku, ZSRR swoją próbę przeprowadził w roku 1949; amerykańska próba z bronią termojądrową nastąpiła w 1952 roku, a radziecka rok później. Próby jądrowe przeprowadziły Wielka Brytania i Francja, a wkrótce także ChRL. Trwał wyścig w przygotowaniu środków przenoszenia ładunków jądrowych najpierw przez bombowce dalekiego zasięgu, a następnie naziemne rakiety międzykontynentalne, które uzyskały operacyjną zdolność w ZSRR i USA w 1957 roku. Umieszczanie tych ładunków na pokładach samolotów i w głowicach rakiet umożliwiła technika miniaturyzacji (regulacji reakcji łańcuchowej) – z pierwszej bomby o wadze 5 ton i sile 20 kiloton do ładunku zaledwie kilkudziesięciu kilogramów i sile około 1 kilotony, stopniowo (po dwóch dekadach) ewoluujących do skali pocisku artyleryjskiego. Rozwój techniki rakiet balistycznych umożliwiły osiągnięcia nauki w opracowaniu silników raketowych na paliwo stałe, udoskonalenie urządzeń naprowadzania inercyjnego, zminiaturyzowanie elektronicznych urządzeń kontrolujących wiele podzespołów rakiet, opracowanie materiałów odpornych na wysoką temperaturę i technik kontroli lotu obiektów powracających w atmosferę ziemską. Groźba ataku samolotów strategicznych dała silny bodziec do rozwoju systemów radarowych bliskiego i dalekiego zasięgu (pozahoryzontalnych)⁵, z kolei rosnące arsenały rakiet balistycznych dwóch mocarstw wymusiły rozwój i instalację systemów obrony przeciw tym rakietom. Systemy te dalekie były od gwarantowania pełnej obrony, ale ich istnienie wymagało poszukiwania lepszej ochrony zdolności arsenałów do użycia – oba mocarstwa rozwinęły więc technikę umieszczania i odpalania rakiet balistycznych z okrętów podwodnych. Zanurzone na dużej głębokości i w znacznym stopniu trudne do wykrycia dawały gwarancję posiadania drugiego uderzenia strategicznego. Zainstalowano rakiety balistyczne na lądowych ruchomych wyrzutniach, kolejowych i lądowych. Każde z mocarstw posiadało więc triadę strategiczną i ponad 10 tysięcy głowic nuklearnych (nie licząc tysięcy taktycznych głowic jądrowych w wojskach lądowych i powietrznych). Już w latach sześćdziesiątych XX wieku obie strony uznały zaistniałą sytuację strategiczną jako pat nuklearny, to jest równowagę strachu w wyniku zdolności do wzajemnego zniszczenia bez względu na to, która strona uderzy pierwsza. Ta konstatacja nie ograniczyła jednak tempa rozwoju techniki broni strategicznej – w latach siedemdziesiątych ubiegłego stulecia pojawiły się wieloładunkowe nośniki głowic jądrowych (3–12 ładunków) samodzielnie naprowadzających się na cel (MIRV, MARV), instalowane na balistycznych rakietach startujących z lądu i spod wody, służące zwielokrotnieniu uderzeń na umocnione i bronione silosy rakiet lądowych. Pojawiła się doktryna uderzenia tylko na środki ofensywne przeciwnika, w odróżnieniu od uderzenia na skupiska ludności. W odpowiedzi zbudowano kolejne wersje systemów obrony przeciwbalistycznej oparte na nowych typach stacji radarowych i rakietach dużej prędkości, działające na różnym pułapie atakującej głowicy. Udoskonalano sieci

⁵ S. Czeszejko, *Radary kontra lotnictwo – niekończący się wyścig*, „Przegląd Sił Zbrojnych”, 1/2023, s. 58–77.

czujników akustycznych instalowanych na dnie oceanów i terenach przybrzeżnych, zdolne do wykrywania i identyfikacji atomowych okrętów podwodnych niosących rakiety balistyczne. W arsenałach ofensywnym mocarstw pojawiły się w latach osiemdziesiątych rakiety manewrujące dalekiego zasięgu (międzykontynentalne) wykorzystujące technikę odczytu ukształtowania terenu (TERCOM) i kierowane według map geofizycznych przygotowanych przez zwiad satelitarny. Wraz z precyzyjnymi systemami inercyjnymi, odbiornikiem GPS i precyzyjnym układem kontroli czasu lotu uzyskały ogromną precyzję trafienia tysiące kilometrów od startu. Ich szerokie stosowanie umożliwiło rozwinięcie małych, ale bardzo wydajnych silników odrzutowych. Ich zasięg i skuteczność zwiększane są tym, że niewielka waga (ok. półtony) pozwala na ich podwieszanie pod samolotami, a specjalne pokrycia i konstrukcja czyni je trudno wykrywalnymi przez radary, tym bardziej że w finalnej fazie lecą bardzo nisko nad powierzchnią lądu lub wody⁶.

Niekończąca się spirala reakcji i przeciwwreakcji uzmysłowiła rządowi dwóch wielkich mocarstw w końcu lat dziewięćdziesiątych daremność dalszego zwiększania potencjałów nuklearnych. Efektem wieloletnich negocjacji były porozumienia SALT I i SALT II, a następnie START ograniczające pułapy ilościowe arsenałów strategicznych. Nie zatrzymały one postępu techniki, a tym samym jakościowych zmian w arsenałach. Znane od lat głowice jądrowe uzyskały zdolność wyboru mocy wybuchu od 0,3 do 5, 10 i 15 kiloton, zależnie od potrzeby operacyjnej. Pojawiły się nowe bombowce strategiczne, zbudowane w technice chroniącej przed wykryciem radaru, uzbrojone w rakiety manewrujące. Wyprodukowano nowe atomowe okręty podwodne, niektóre uzbrojone w superszybkie torpedy (rosyjski Posejdon) o ogromnym zasięgu działania, z głowicami jądrowymi. Nowością stały się od 2002 roku amerykańskie pociski antybalistyczne instalowane na okrętach, wykorzystujących trzy dekady rozwoju w technice radarowej i elektronicznym przetwarzaniu danych (AEGIS – automatyczny system naprowadzania). Od 2016 roku 33 okręty kilku państw zostały zaopatrzone w takie systemy rakietowe. Zarówno w Rosji, jak i w USA i Chinach powstają nowe rakiety balistyczne dalekiego zasięgu. Amerykański program przewiduje wprowadzenie najpierw rakiety Sentinel, mającej zastąpić 450 starych rakiet międzykontynentalnych, a w niedalekiej przyszłości przebrojenie całej Triady strategicznej za 750 mld dolarów w programie porównywanym do Projektu Manhattan z czasu drugiej wojny światowej.

Szczególnie wiele uwagi poświęcono szybkiemu rozwojowi systemów satelitarnych – obserwacyjnych, nawigacyjnych, meteorologicznych i przekaźnikowych – pozwalających wielokrotnie ostrzeganie przed groźbą ataku nuklearnego i kierować środkami obrony w skali globu. W obszarze systemów o znaczeniu strategicznym szczególne miejsce zajmuje system sześciu satelitów globalnego ostrzegania z czujnikami podczerwieni (SBIRS), na orbitach geosynchronicznych i eliptycznych, właśnie ulepszane do nowej generacji⁷. Niedawno utworzone w USA Siły Kosmiczne rozwijają program obsługi i zaopatrywania istniejących i planowanych satelitów, aby zwiększyć ich zasoby energii

⁶ K.P. Werrell, *The cruise missiles. Precursors and problems*, "Air University Review", January-February 1981, XXXII: 2, s. 36–50.

⁷ Next Generation Overhead Persistent IR.

i manewrowość. Ostatnie doniesienia mówią o rozpoczęciu realizacji programu zainstalowania na orbicie 54 satelitów zdolnych do stałego śledzenia i przekazywania koordynatów celów (balistycznych i hipersonicznych) wokół Ziemi. Proliferacja systemów satelitarnych umieszczanych na orbicie przez coraz więcej państw, mających podstawowe znaczenie dla funkcjonowania sił zbrojnych, strategicznych i konwencjonalnych, zrodziła obawę o powstanie kolejnej przeciwbroni w postaci raket i manewrujących satelitów atakujących systemy przeciwnika na orbicie (próby rosyjskie, chińskie, hinduskie i amerykańskie). Z kolei ta nowa sytuacja dała asumpt do zainicjowania w USA opracowania oprogramowania komputerowego, służącego określaniu świadomości sytuacyjnej swoich obiektów w przestrzeni kosmicznej.

Niekonwencjonalna broń konwencjonalna

Okres odprężenia i koniec zimnej wojny po rozpadzie Związku Radzieckiego, zjednoczeniu Wietnamu oraz Niemiec przyniósł wyraźne spowolnienie wyścigu zbrojeń jądrowych, nie wpłynął jednak na zmniejszenie udoskonalania broni konwencjonalnej. Przełom wieków i pierwsze dekady XXI wieku były zaznaczone gwałtownym rozwojem optoelektroniki, techniki materiałowej, metalurgii, urządzeń łączności, techniki energii skierowanej, nanotechnologii, bezprzewodowych sieci czujników, inżynierii molekularnej, litografii, robotyki i wielu innych. Rynek cywilny został zalany produktami masowej komunikacji. Nastąpiło przyspieszenie przepływu nowej techniki ze sfery cywilnej do wojskowej. Sektor cywilny uzyskiwał znacznie szerszy rynek i finansowanie rozwoju różnorodnych nowych technologii, stanowiąc zaplecze sfery militarnej. Wszystkie znane rodzaje uzbrojenia rozpoczęły ekspansję techniczną, opartą na informatyce i elektronice, przekształcając się w broń inteligentną⁸. Jej działanie przestało być uzależnione od odległości, pory dnia i nocy, warunków atmosferycznych. Nastąpiła era broni precyzyjnie kierowanej. Gdy jej rozwój dochodził do użyteczności krańcowej, do granic swoich osiągnięć, nowe zdobycze techniki umożliwiały wprowadzanie innowacji umożliwiających przekraczanie dotychczasowych barier. Początek XXI wieku oznaczał realizację idei przyszłego systemu walki, czyniąc z broni konwencjonalnej niespotykane dotąd w swych możliwościach operacyjnych narzędzie prowadzenia wojny. Pojawiło się dążenie do rozwoju przełomowych innowacji, znanych z rynku cywilnego⁹, a w sferze wojskowej dających w efekcie systemy systemów¹⁰, działających wspólnie, w sposób zintegrowany¹¹. W środowisku tym elektroniczna sieć wielora-

⁸ M. Adamski, K. Ogonowski, *Inteligentne systemy uzbrojenia*, „Przegląd Sił Powietrznych”, X/2005, s. 38–45; S.J. Dudziński, Jr., J. Digby, *The strategic and tactical implications of new weapons technology*, The RAND Corporation Paper P-5765, December 1976; M. Kamyk, *Historia broni precyzyjnie kierowanej*, „Przegląd Sił Powietrznych”, 2/2011, s. 60–65.

⁹ C.M. Christensen, M. Reynor, R. McDonald, *Czym jest przełomowa innowacja?*, „Harvard Business Review Polska”, 2022, s. 39–49.

¹⁰ W. A. Owens, *The emerging US systems-of-systems*, „Strategic Forum”, National Defense University, No.63, February 1996.

¹¹ P. Stanford, *The global automated battlefield*, w: “Current Issues in US Defense Policy”, Center for Defense Information, D.T. Johnson, B.R. Schneider (red.), Praeger Publishers, New York 1976, s. 201–215.

kich czujników zlokalizowanych na ogromnej liczbie platform została połączona w czasie rzeczywistym z ośrodkami sterującymi (podejmującymi decyzje o działaniu) i kinetycznymi, materialnymi środkami walki oddziałującymi na cel¹².

Większość armii świata rozwija intensywnie programy żołnierza przyszłości. Wersja francuska takiego żołnierza obejmuje zdolność obserwacji mikrokamerami elektrooptycznymi, stałą łączność między kolegami w plutonie i dowódcą, wszystko połączone przenośnym komputerem odpowiedzialnym za zarządzanie polem walki. Wersja amerykańska¹³, zamówiona w liczbie 120 tysięcy sztuk, obejmuje zainstalowany na hełmie żołnierza odbiornik GPS (określa stale dokładnie miejsce w terenie), małe czujniki przyspieszeń i żyroskopy śledzące ruchy żołnierza, kamery podążające za ruchem głowy (oczu) określające sytuację wokół. Całość systemu zintegrowana w komputerze, na którego ekranie można wywoływać i wysyłać grafikę i teksty, korzystając także z informacji dostarczonej z chmury informacyjnej. Inny system – przygotowywany w USA – dodaje do takiego zestawu naoczny system zobrazowania terenu, silną ochronę balistyczną (pancerz) oraz stałą kontrolę stanu fizycznego i psychicznego żołnierza. Trwają badania i próby umieszczania na ciele żołnierza implantów wzmacniających działanie zmysłów (oczy, uszy), jak np. program zwany Oko Cyborga, sferyczny implant-receptor z nanorurek perowskitu dający sześciokrotne silniejszy i czterokrotnie szybszy czas reakcji niż ludzkie komórki fotoreceptorowe. Szczególnie popularne są w wielu armiach świata tzw. egzoszkielety, czyli ubrania i konstrukcje nośne wzmacniające zdolność żołnierza do dźwigania znacznie większych ciężarów i ułatwiających jego ruch. Z uwagi na to, że współczesny żołnierz zużywa znaczną ilość energii elektrycznej potrzebnej wielu noszonym przez niego urządzeniom, waga baterii oceniana jest na około 10% wagi całego wyposażenia. Stąd projekt munduru, nazwanego konformalną pokryciową baterią, dającą energię 140 W na godzinę, będącą jednocześnie ochroną balistyczną. Innym nowym rodzajem okrycia żołnierza jest płynny pancierz, następca kevlaru, działający na zasadzie cieczy nienewtonowskiej (płyn silnie uderzony gęstnieje, elastycznie rozprowadza energię uderzenia w całej masie).

Unowocześnienie znanych typów broni konwencjonalnej nie ominęło tak dobrze znanych min lądowych. Mimo niemal powszechnego zakazu min antypersonalnych (nie przyjęły tego zakazu Rosja, USA, Chiny i inne wiodące militarnie państwa) są rozwijane jako urządzenia inteligentne, aktywujące się na sygnał lub z sensorami różnego typu, rozpoznającymi zbliżający się pojazd. Inne – niezabójcze – wytwarzają ogłuszający, obezwładniający huk lub wyrzucają strefowo kilkaset gumowych kul.

Wśród nowinek technicznych broni ręcznej wyróżniają się kule karabinowe kalibru 12,7 mm typu „odpal i zapomnij”, skuteczne w warunkach zmiennego wiatru. Korygowane są one w locie lub samonaprowadzają się na cel dzięki przyczepionym do pocisku lotkom i czujnikowi optycznemu, sterowanemu promieniem lasera i 8-bitowym minikomputerem oddziałującym na elektromagnetyczne mikroświatłowodniki. Innym rozwiązaniem jest amunicja

¹² Codzienne serwisy informacyjne portali: Breaking Defense, Defense One, C4ISRNet, Air Force Times, Defense24, portale marketingowe firm Lockheed Martin, Raytheon, Northrop Grumman, Boeing, AeroVironment.

¹³ Program IVAS – integrated visual augmentation system.

Cav-X wykorzystująca zjawisko superkawitacji. Wchodząc z dużą prędkością do wody, nie odbija się od powierzchni, lecz tworzy za pociskiem i wokół niego ciśnienie i rodzaj pęcherza powietrza, znacznie przyspieszając swój ruch.

Mimo obowiązującego zakazu (Ottawa 1997 rok) dalej rozwija się znana od dziesięcioleci broń kasetowa. Niesiona przez raketę lub bombę, pocisk artyleryjski lub w zasobnikach zawiera wiele podpocisków, które na odpowiedniej wysokości rozcalają się i opadają na spadochronach. Zaopatrzone w czujniki podczerwieni lub emitory mikrofalowe wykrywają cel na ziemi i eksplodują, tworząc pociski formowane wybuchowo, przebijające pancierz pojazdu. Inne typy tej broni atakują siłę żywą odpalając po wybuchu setki małych szrapneli. W tej samej klasie broni zakazanej umową międzynarodową są znane od lat ładunki paliwowo-powietrzne, zwane inaczej bronią termobaryczną, rozpylające po wybuchu mieszanek łatwopalną i po zapaleniu jej wywołujące nagły, potężny wzrost ciśnienia i pochłaniające całość tlenu w obszarze wybuchu.

Od 2017 roku znana jest (stosowana w Iraku, Syrii, Afganistanie, Somalii i Libii) wyjątkowa konwencjonalna broń, zwana Ninja, wykorzystująca raketę Hellfire, która zamiast ładunku wybuchowego niesie sześć ostrzy długości 1 m, rozkładających się w momencie uderzenia w pojazd nieopancerzony, tnąc go na kawałki. Nie powoduje tzw. strat ubocznych i jest szczególnie przydatna w działaniu w terenie zurbanizowanym.

Prawdziwą eksplozję innowacyjności w uzbrojeniu konwencjonalnym przeżywają w ostatnim dwudziestolecu platformy sterowane zdalnie, przewodowo lub bezprzewodowo, lądowe, na- i podwodne, powietrzne. Upowszechniły się one we wszystkich armiach świata i są nieprzerwanie udoskonalane i integrowane z istniejącymi systemami uzbrojenia¹⁴. W 2010 roku analitycy amerykańscy oceniali, że istnieje już ponad dwieście rodzajów zdalnie sterowanych typów bezzałogowców (dronów), a ich liczebność przekracza 100 tysięcy sztuk. Teraz ich liczebność jest liczona w milionach. Bezpilotowe platformy są ogromnie zróżnicowane. Są jedno- lub wielokrotnego użycia, jedno- lub wielofunkcyjne. Mają różny zasięg (kilkadziesiąt metrów do tysięcy kilometrów), różny pułap (kilka do kilkunastu tysięcy metrów), różną długotrwałość lotu i działania (na ziemi, na i pod wodą) – od minut do 24 godzin, różny udźwig (od kilku gramów do kilkuset kilogramów). Te działające w powietrzu mogą startować z ręki, z szyn prowadnicowych, katapult, z pokładów okrętów na- i podwodnych, luf dział, samolotów i śmigłowców; coraz więcej typów ma zdolność pionowego startu i lądowania. Najważniejszym ich wyróżnikiem, cechą szczególnie atrakcyjną dla wojskowych, jest wielofunkcjonalność zależna od niesionych na ich pokładzie czujników i uzbrojenia – w tym precyzyjnych rakiet i urządzeń generujących energię skierowaną, komputerów, urządzeń odbiorczo-nadawczych. Wśród tych wielu funkcji wyróżniają się rozpoznanie w wielu pasmach widma, naprowadzanie na cel innych środków ataku, precyzyjne niszczenie pojazdów nie- i opancerzonych, okrętów i umocnień, przekazywanie danych i łączności. O tej atrakcyjności świadczy fakt

¹⁴ J.M. Brzeziński, *Atak dronów*, Wojskowy Instytut Wydawniczy, Warszawa 2013; Ł. Ujma, *Zagrożenia generowane przez bezzałogowe systemy powietrzne*, „Przegląd Sił Zbrojnych”, 1/2023, s. 78–84; M. Ługowski, *Napędy platform bezzałogowych*, „Przegląd Sił Zbrojnych”, 12/2013, s. 71–75.

użycia dziesiątków tysięcy takiej broni przez obie strony w wojnie Rosji w Ukrainie. Szczególnie zaawansowanym rozwiązaniem technicznym w sferze środków bezzałogowych jest izraelski Projekt Legion X, czyli koncepcja platform-robotów współpracujących bezprzewodowo z rojem dronów, jak atakujący z zawisu Lanius (150 g ładunek) czy Magni X przeznaczony do rozpoznania i monitoringu (2 kg udźwigu i 5 km zasięgu), czy Thor zdolny do przenoszenia i rozrzucania czujników śledzących, czy wreszcie lądowy Rook zdolny do udźwigu ponad tonę, pomagający w zaopatrzeniu i wspomagający jazdę innych pojazdów w terenie. Podobny projekt jest realizowany w Stanach Zjednoczonych, przy czym funkcję bezzałogowców pełnią mikroszybowce (30 g wagi) zaopatrzone w płytki montażu czujników elektronicznych i mikrosterowniki przewidziane do walki elektronicznej i zagłuszania elektronicznego na wielkim obszarze¹⁵. Inny, jeszcze bardziej zaawansowany projekt roju opracowywany w Stanach Zjednoczonych ma mieć zdolność reagowania na zmianę sytuacji bojowej, wykorzystując autonomiczne sensory kierowane algorytmami komputerowymi i kierującymi zdalnie innymi takimi pojazdami w roju. Również amerykański LASSO, wyrzucany z lufy, jest zdolny do zawisu na niskim pułapie, z urządzeniem umożliwiającym precyzyjną kontrolę lotu i zaopatrzone w elektrooptyczne i działające w podczerwieni czujniki wykrywające i zdolne do niszczenia pojazdów pancernych. Miniaturowym dronem o wadze 200 g jest Drone 40 wyrzucany ręcznie przez żołnierza lub wystrzeliwany z moździerza, zawisający na pułapie 200 m przy użyciu baterii elektrycznej napędzającej cztery wirniki, dostarczający dokładny obraz terenu na konsolę użytkownika. Wyjątkowy jest nawodno-podwodny bezzałogowiec pod nazwą Manta K40 wykorzystujący podwodne skrzydła z włókien węglowych, zdolny do przenoszenia mniejszych podwodnych dronów i dużego zestawu urządzeń rozpoznawczych oraz do walki elektronicznej. Zupełnie nowatorski jest z kolei pomysł autonomicznej platformy Ravu X, której koszt jest oceniany na 1 miliard dolarów – startująca z lotniska i wynosząca się na wysokość 10–20 km rakieta nośna z satelitą na pokładzie, wraca na ziemię do ponownego użycia. Cała operacja może być powtórzona co 180 min – niezależnie od warunków atmosferycznych, dając operatorowi zdolność szybkiego umieszczania satelitów na orbicie. Niedawno nadeszły informacje o próbach stratosferycznego globalnego obserwatora, zdolnego do lotu przez 5–7 dni na pułapie około 30–40 km, z napędem hybrydowym (elektrycznym i z silnikiem na ciekły wodór), niosącego najlepsze kamery i czujniki obserwacyjne.

Rosnąca liczba zastosowań bezzałogowców zrodziła we wszystkich armiach dążenie do rozwinięcia odpowiedniej przeciwbroni. Główną przyczyną takich wysiłków jest skuteczność operacyjna, a jednocześnie efektywność nawet najtańszych dronów w niszczeniu wielomilionowej wartości obiektów i pojazdów. Poza stosowanymi wśród systemów obrony przed dronami o znaczeniu taktycznym tradycyjnymi karabinami maszynowymi i działkami wielolufowymi opracowano najpierw lance emitujące silne pole elektromagnetyczne powodujące zakłócenie aparatury kontrolnej, a następnie małe rakiety z głowicami

¹⁵ A. Pawłowski, *Legion X – izraelska wizja cyfrowego pola walki*, „Raport”, 8/2023, s. 12–18; T. Hypki, *Inteligentny rój*, „Raport”, 1/2020, s. 18–22.

rozpryskowymi, wreszcie wciąż są rozwijane emiterzy laserowe, których waga, potrzeby energetyczne i systemy chłodzenia dają się pomieścić na niedużych pojazdach. Nadal jednak taktyka działania dronów (roje, niski pułap), ich niewielkie rozmiary i duża manewrowość czynią z nich przełomowy rodzaj uzbrojenia.

Szczególną odmianą pojazdów bezałogowych są lądowe roboty bojowe uzbrojone w działka i rakiety (przeciwczołgowe, przeciwlotnicze), z dookólnymi urządzeniami rozpoznawczymi, zdolne do noszenia ciężkich materiałów (amunicja). Przewidziane są do pierwszego kontaktu bojowego z przeciwnikiem. Taki jest np. niemiecko-hiszpański Mission Master, niosący różne typy uzbrojenia, w tym laserowo naprowadzane rakiety przeciwpancerne, system Trophy (obrona kinetyczna przed takimi pociskami), przekazując dane z wielu czujników do centrum dowodzenia w formie rozszerzonej rzeczywistości, umożliwiając kierowanie innymi autonomicznymi pojazdami. Jak stwierdził były szef sztabu generalnego Wielkiej Brytanii „w ciągu dekady w 120-tysięcznej armii lądowej będzie 30 tysięcy robotów”.

Ogromne i niezwykle kosztowne prace badawczo-rozwojowe dotyczą unowocześniania samolotów bojowych. Amerykańska DARPA rozwija X65 CRANE lecący bez tradycyjnych sterów w formie rombu, wykorzystujący do manewrów aktywną kontrolę opływu powietrza. Z kolei bliski wprowadzenia do sił powietrznych USA jest zaprojektowany w pełni przy użyciu techniki cyfrowej B-21 Raider, na którego próby i badania w 2024 roku przeznaczono ponad 5,6 mld dolarów (w sumie cały program opiewa na 34,8 mld). Jest to latający płat z trzema typami uzbrojenia i super techniką dookólnych sensorów i awioniki. Wyjątkową platformą jest Stratolaunch, złożony z dwóch kadłubów (117 m rozpiętości skrzydeł), w pełni kompozytowy, napędzany sześcioma silnikami turbowentylatorowymi, zdolny do udźwigu 230 t. Przeznaczony jest do wynoszenia raket, posyłanych z satelitami w kosmos. Innym innowacyjnym rozwiązaniem jest X51 Waverider startujący w powietrzu (na 18 km) z bombowca B52, gdzie włącza silnik raketowy, rozpędzając się następnie silnikiem strumieniowym do prędkości ponad Mach 6. Z kolei X37B, samolot kosmiczny¹⁶ jest obecnie w próbach gromadzenia energii Słońca w wysokowydajnych akumulatorach i przekazywania energii mikrofalami do odbiorników wojskowych na Ziemi. Radykalnie nowym projektem jest zbudowanie samolotu powietrzno-podwodnego¹⁷ łączącego przeciwstawne dotąd zadania techniczne (środowisko o diametralnie różnej gęstości, konstrukcja lekka dla samolotu, bardzo ciężka dla okrętu pod wodą). Ma on zasięg i prędkość samolotu (do 1600 km), znaczny zasięg na powierzchni (160 km) i zdolność do przepłynięcia 20 km pod wodą. Idąc za światowymi tendencjami w tym zakresie rozwija się także idea hybrydowego lub w pełni elektrycznego samolotu. Do początku 2024 roku odbyło się już ponad 55 prób takiego zasilanego bateriami samolotu. Innym rozwiązaniem jest Sceptor¹⁸, w którym silniki elektryczne napędzają powietrze pod skrzydłami ułatwiając wzlot. Ostatnio

¹⁶ Space Solar Power Incremental Demonstration.

¹⁷ R. Scott, *DARPA launches submersible aircraft project*, “Jane’s International Defense Review”, December 2008, s. 20.

¹⁸ Scalable convergent electric propulsion.

technika samolotowa zamierza imitować pojazdy lądowe, przygotowując się do kinetycznej obrony przed pociskami przeciwlotniczymi (dotąd taka obrona polegała na powierzchniach przeciwradiacyjnych, pułapkach na podczerwień, oddziaływaniu elektronicznym, szybkim manewrze). W niewielkiej komorze samolotu ma być umieszczona wyrzutnia rurowa, w której znajdzie się układ radarowo-laserowy, uruchamiający przeciw pocisk, niszczący nadlatującą rakietę przeciwnika „Kula przeciw kuli”.

Zaawansowany i testowany w locie (w 2024 roku badania te mają kosztować 392 mln dolarów) jest system łączący człowieka z maszyną, czyli połączenie samolotu F-35 z towarzyszącym mu w locie samolotem bezzałogowym Kratos XQ58 Valkyrie. Podobnym programem jest Ghost Bat. Taki tandem głównej, pilotowanej przez człowieka platformy i jej lojalnego skrzydłowego ma mieć zdolność do wspólnej walki powietrznej, co oznacza niezwykle zdolności komunikacyjne i komputacyjne po obu stronach, oparte na wielości algorytmów sytuacyjnych (sztucznej inteligencji)¹⁹.

Renesans techniczny przeżywają znane od dziesięcioleci aerostaty (balony). Okazały się niezwykle atrakcyjne jako tanie platformy radarowe i sensorów elektrooptycznych, ułatwiających wykrywanie rakiet krążących i samolotów stealth (słabe odbicie wiązki radarowej), lecących na niskim pułapie. Obecnie stosuje się w nich lekkie powłoki polimerowe, zgrzewane na gorąco zamiast klejone. Umocowane są zazwyczaj na holu przewodzącym sygnały elektrooptyczne i energię. Niektóre są zdolne do samodzielnego lotu dzięki silnikom napędowym, jak angielski Airlander 50, czteropiętrowy, zdolny unieść w powietrze 50 t. urządzeń i paliwa na ponad 6 tysięcy m. DARPA opracowała w 2007 roku nowe typy balonów z radarem wbudowanym w powłokę, autonomiczny i sterowany z Ziemi, zasilany bateriami słonecznymi i zdolny do pracy przez cały rok.

Współczesne okręty wojenne poza różnymi rodzajami rakiet przeciwlotniczych, przeciwokrętowych i torped wyposażone są w wiele typów radarów i czujników akustycznych i innych. W 2023 roku podjęto za 200 mln dolarów zbudowanie na lotniskowcu system overmatch. Składa się z 1500 stanowisk komputerowych będących morską częścią większego systemu JADC²⁰, czyli połączenia sensorów i platform bojowych wszystkich rodzajów wojsk (lotnictwo, jednostki lądowe, wojska kosmiczne) z pełną wymianą danych w jeden zintegrowany system działania. Bardzo tłoczno robi się pod wodą: obecnie znanych jest ponad 250 typów autonomicznych pojazdów podwodnych badających i rejestrujących kształt dna, dokonujących instalacji podsłuchowych, identyfikujących denną infrastrukturę innych państw. Stany Zjednoczone planują wkrótce zainstalować wiele dennych pylonów (wysięgników) zasilanych kablem, które umożliwią przekazywanie energii i ładowanie baterii podwodnych dronów. Duży rozgłos uzyskał na- i podwodny pojazd ukraińskiej produkcji Kronos, zbudowany z materiałów kompozytowych (zmniejsza odbicie wiązki radarowej i echosond), mający jedenastoosobową załogę, udźwig 3 t., zdolny do zanurzenia na 250 m, z napędem elektrycznym rozpędzającym pojazd na powierzchni do 80 km/

¹⁹ J.M. Brzezina, *Harpi Szpon. Bezzałogowy „lojalny skrzydłowy”*, „Lotnictwo. Aviation International”, styczeń 2020, s. 29–37.

²⁰ Joint all-domain command and control.

godz. lub z silnikiem wysokoprężnym, niosący 4–6 torped i wiele urządzeń rozpoznawczych. Z kolei izraelski bezzałogowy okręt podwodny Blue Whale (11 m), transportowany lądem, samolotem lub wodą ma zdolność pływania do czterech tygodni, a wyposażony jest w radar, czujniki elektrooptyczne, sonar z aperturą syntetyczną, teleskop obserwacyjny i wysuwane anteny do komunikacji z satelitami i ośrodkami kontrolnymi. W działaniach morskich pomocą ma idea pływających portów, a właściwie mobilnych, nawodnych baz przeładunkowych. Pierwszy taki port (200 × 100 m) za 1,5 mld dolarów, o nośności 25 tys. t. składa się z licznych zbiorników na paliwo i wodę. Jest wyposażony w cztery silniki wysokoprężne (po 7500 kW mocy), dwa silniki elektryczne (29 tys. kW) i cztery ośmiometrowe śruby pędne. Jest nie tylko bazą logistyczną, ale może być też bazą dla desantu czy szpitala.

Nowy pułap spirali zbrojeń

W długotrwałym wyścigu o supremację technologiczno-wojskową wiodących gospodarczo i technicznie państw głębokie innowacyjne zmiany dotarły do wszystkich elementów hierarchii technologicznej: od materiałów (włókna szklane, półprzewodniki), do komponentów (układy scalone), do części funkcjonalnych (przrządy optyczne, komputery pokładowe), do podsystemów (żyroskopy, dalekomierze), do platform bojowych (czołgi, rakiety), do systemów broni (lotniskowce, centra dowodzenia i kierowania)²¹. Stopniowo te osiągi techniczne proliferują do innych państw, prowadząc do wyrównania potencjałów. Stale poszukiwane i znajdowane są więc nowe zdolności techniczne stwarzające szanse na uzyskanie przełomowych zdolności operacyjnych.

Takim przełomowym uzbrojeniem może się okazać działło szynowe, w którym energia elektromagnetyczna, generowana w sile miliona amperów uwalniana w milisekundy, powoduje przesunięcie się pocisku z siłą 64 MJ, nadając mu prędkość 1700 m/s (Mach 7.4) pozwalającą osiągać odległość do 100 km. Broń taka rozwijana jest intensywnie w Stanach Zjednoczonych, Wielkiej Brytanii, Chinach, Francji, Japonii i Rosji. Z uwagi na znaczny ciężar źródła energii urządzenie to jest obecnie instalowane na okrętach do obrony przeciwrakietowej i przeciwlotniczej. Inną bronią na energię kierowaną jest rakiet samosterująca CHAMP²². Wystrzeliwana z samolotów leci nisko nad ziemią wysyłając silne impulsy mikrofalowe niszczące urządzenia elektroniczne przeciwnika, przenikając nawet przez umocnienia i bunkry. Z kolei urządzenie zwane Chimera, wysyłające strumienie wysokiej energii mikrofal jest zdolne śledzić w sposób stały ruchomy cel – dron lub raketę. Wielkim zainteresowaniem cieszy się także broń na impulsy elektromagnetyczne wytwarzane przez silne baterie lub generatory obezwładniające urządzenia sterownicze obiektów w powietrzu. Umieszczono już na amerykańskich niszczycielach potężne

²¹ Military technology. Innovation and stability in a changing world, w: W.A. Smit, J. Grin, L. Voronkov (red.), VU University Press, Amsterdam, 1992, s. 15.

²² Counter electronic high power microwave advanced missile.

(osiągają 300 kW) lasery HELIOS²³, niszczące cele nawodne i powietrzne, oślepiające również urządzenia elektrooptyczne wroga. Zastosowanie wysokoenergetycznych laserów bojowych i emiterów cząstek rozszerza się w armiach świata dzięki opracowaniu wielu ich rodzajów (na układach scalonych, włóknach światłowodowych, chemicznych). Ocenia się obecnie, że produkcja broni na energię kierowaną osiągnęła w 2020 roku wartość 5,3 mld dolarów, aby dojść w 2027 roku do wartości ponad 13 mld dolarów. Powoli technika laserowa umożliwia instalowanie ich na pojazdach lądowych (projekty Blue Halo, AMP-HEL)) i samolotach. Celem tych wysiłków jest opracowanie broni znacznie tańszej od obecnie stosowanych i drogich rakiet służących do zwalczania atakujących samolotów, rakiet i dronów.

Prawdziwą nowością o ogromnym potencjale rozwojowym są rakiety supersoniczne (HS), czyli przekraczające prędkość Mach 5, najczęściej stosujące silniki strumieniowe z naddźwiękową komorą spalania. Rozwijane są one w coraz większej liczbie państw – poza USA i Rosją przodującymi w tym rodzaju nowej broni. Próby z różnymi typami rakiet supersonicznych prowadzi Chiny, Indie, Japonia, Wielka Brytania, Francja, Iran, Norwegia. W Indiach rakiet HSTDV przeznaczona do ataków na cele naziemne i do wynoszenia satelitów rozwija prędkość Mach 6, odpalana jest z samolotu, aby na wysokości 30 km włączać silnik strumieniowy. Podobny start ma rakiet amerykańska AGM183 i rosyjska rakiet HS Kindżał, obie dalekiego zasięgu (do 3 tys. km) i samosterujące – wszystkie z ładunkiem konwencjonalnym. Rakiety te najpierw wznoszą się lotem balistycznym, aby w końcowej fazie lotu przyspieszać lotem ślizgowym. Reagując na to nowe zagrożenie są obecnie badane supersoniczne przeciwrakiety wymagające szczególnie czułych radarów dalekiego zasięgu i sensorów, połączonych z wyjątkowo sprawnymi systemami naprowadzania na cel, opartymi na komputerach wielkiej mocy przeliczeniowej. Rakiety HS muszą być wyposażone w czujniki odbierające sygnały w czasie rzeczywistym, być zbudowane ze zminiaturyzowanych baterii i komputerów oraz z odpornych na przeciążenia i bardzo wysokie temperatury (opór powietrza) materiałów kompozytowych. Najbardziej nowoczesny w tej dziedzinie broni ma się stać amerykański system natychmiastowego uderzenia globalnego²⁴. Zadaniem supersonicznych rakiet tego systemu będzie ciągłe okrążanie kuli ziemskiej, uruchamianie głowic do precyzyjnego ataku lotem ślizgowym. Rakiet ma być zbudowana z niezwyklejnych materiałów (aluminium, tytan, tantal, tungsten, włókna węglowe, krzem, chrom, nikiel), posiadać baterie litowe-jonowe dla układu sterowania. System ma być zdolny do niszczenia każdego punktu na Ziemi w ciągu 1–2 godz.

Ostatnią nowością technologicznego wyścigu w sferze wojskowej staje się technika kwantowa i sztuczna inteligencja. Ta pierwsza jest wykorzystywana do opracowania nowych systemów pozycjonowania platform wojskowych, zastępujących lub uzupełniających systemy GPS. Czujniki kwantowe o wysokiej czułości na zmiany magnetyczne i elektroniczne w połączeniu z algorytmami w sterowniku obiektu są odporne na zakłócenia z zewnątrz. Technika kwantowa jest podstawą budowy komputerów kwantowych zdolnych

²³ High energy laser and integrated optical dazzler with surveillance.

²⁴ CPGS – conventional prompt global strike.

wykonywać jednocześnie ogromną liczbę obliczeń, wykorzystując podstawową kwantową, elementarną cząstkę informacji – kubit. Podczas gdy klasyczny komputer operuje bitami, czyli informacjami binarnymi (0:1), komputer kwantowy wykorzystuje kubity, przyjmujące jednocześnie wszystkie możliwe stany informacyjne między zerem i jedynką. Nie wchodząc w skomplikowane wyjaśnienia tych procesów, podkreślić trzeba, że komputer kwantowy może dokonywać rozwiązywania skomplikowanych algorytmów (obliczeń) miliony razy szybciej niż klasyczny komputer. Pojawiła się groźba, że ogromna ilość danych zarejestrowanych nawet w odległym czasie (np. wyniki prób z tajnymi wzorami uzbrojenia), również tych najbardziej zaszyfrowanych, będzie można przy użyciu komputerów kwantowych odtajnić i wykorzystać. Na taką groźbę wskazują przede wszystkim państwa, które najwięcej inwestują w supernowoczesne systemy broni, licząc na technologiczno-wojskową dominację. W niedalekiej przyszłości możliwa będzie analiza wielkich zbiorów informacyjnych dostarczanych nieprzerwanie, wykładniczo, przez współczesne systemy broni do wykorzystania w operacji bojowej.

Coraz więcej mówi się w kręgach wojskowych o sztucznej inteligencji, czyli zdolności maszyn do wykonywania zadań wypełnianych dotąd przez człowieka²⁵. Idzie o takie umiejętności, jak rozpoznawanie obiektów i ludzi, analiza obrazów, procesy decyzyjne o użyciu broni, klasyfikacja zagrożeń, osiągnięcie lepszej świadomości sytuacyjnej w różnych środowiskach naturalnych, identyfikacja obiektów aktualnie widzianych z ich wzorami. Takie zdolności mogą się stać krytyczne dla ludzi na polu walki z uwagi na rosnące tempo, dynamikę i wielostronność oddziaływania różnych bodźców. Rozpoczyna się wyścig zbrojeń na algorytmy. Wagę tego zagadnienia podkreśla Pentagon, rozwijając szeroki program angażowania instytucji naukowych i firm przemysłowych i przeznaczając na to ogromne środki.

Czynniki sprawcze wyścigu zbrojeń – napęd technicznych innowacji

Czynników innowacji technologicznych jest wiele²⁶. Trywialne jest stwierdzenie, że wyścig zbrojeń jest wynikiem decyzji politycznych, opartych na argumentach dotyczących bezpieczeństwa narodowego – obiektywnych i subiektywnych. Ważnym powodem takich decyzji – często skrywanym – jest zamiar uzyskania przewagi nad potencjalnym przeciwnikiem w możliwie szerokim spektrum ilościowym i jakościowym²⁷. Najlepiej gdy ta przewaga jest wyraźnie widoczna i nie budzi wątpliwości w ocenie własnej i innych państw. Jednakże taka sytuacja rzadko zdarza się w relacjach przeciwstawnych potencjałów o rozbudowanej strukturze, trudnej do jednoznacznej oceny. Czasami takie dążenie prowadzi

²⁵ M. Fryc, *Nowoczesne technologie kształtujące rozwój sił zbrojnych i ich operacyjne użycie do 2039 roku*, „Bezpieczeństwo Narodowe”, 42/2023; R. Kasprzyk, *Inteligentne maszyny w siłach zbrojnych*, „Przegląd Sił Zbrojnych”, 6/2020, s. 45–51; M. Dąbrowski, *Sztuczna inteligencja na polu walki*, „Przegląd Sił Zbrojnych”, 5/2020, s. 146–153.

²⁶ A.L. Velocci, *The innovation imperative*, „Aviation Week and Space Technology”, October 26-November 2, 2009, s. 50–77.

²⁷ Jak pisze Reinhard Rode: „USA nigdy nie były gotowe zaakceptować równości” (R. Rode, *High-tech: a Janus face*, „Bulletin of Peace Proposals”, Nr 2, vol. 17, 1986, s. 185–195).

do destabilizacji sytuacji międzynarodowej i załamania równowagi. Rywalizacja między państwami o dominację wojskowo-polityczną, o przewodnictwo w globalnym układzie sił trwa nieprzerwanie. Szczególnie dotyczy to państw posiadających nuklearne arsenały strategiczne, zwłaszcza gdy uzyskały one niekwestionowaną zdolność drugiego uderzenia. Ich relacje oparte są wtedy na dynamicznie zmieniających się parametrach i ocenach wskazujących na jakość dwóch ważnych elementów strategii odstraszenia nuklearnego – zdolności do zniechęcania (*disuasion*) i gotowości do użycia. Pierwszy element pozostaje w sferze subiektywnej oceny, drugi musi być materialnie i funkcjonalnie wiarygodny. Oceny takie są prowadzone przez różne gremia wojskowe i wywiadowcze, często powodowane odrębnymi interesami. Ogromne znaczenie ma zdolność przewidywania wartości operacyjnej swoich i przeciwnych systemów broni, a te rzadko znane są z dużą dokładnością²⁸. Stąd tendencja do utrzymywania szerokiego frontu badań, inwestycji, prób na wypadek nieprzewidzianych pomyłek i niedoszacowań w potencjale przeciwnika. Jest przy tym mała tolerancja dla błęd pominięcia jakiegoś wynalazku czy systemu broni, jeśli kiedyś okaże się niezbędny. Z kolei duża jest tolerancja w administracjach państwowych dla błęd przesadzenia w inwestowaniu w system, który okaże się zbędny (dziesiątki programów przerywano we wszystkich państwach²⁹), ale usprawiedliwia się go jako podtrzymujący zdolności techniczne.

Wszystkie duże programy zbrojeniowe trudno zatrzymać, bo toczą się na zasadzie inercji produkcyjnej, technologicznej i biurokratycznej – stoją za nimi wielkie firmy przemysłowe, laboratoria, ośrodki naukowe, cały kompleks wojskowo-przemysłowy, o którego sile przestrzegał prezydent Eisenhower w 1961 roku. Siłą wymuszającą stałe przyspieszanie wojskowych wysiłków badawczo-rozwojowych i produkcyjnych jest fakt, że są one zawsze otoczone tajemnicą, a więc ich skutki będą trudno przewidywalne. Stąd jednym z najsilniejszych bodźców nasilającego się wyścigu zbrojeń jakościowych w historii była obawa przed technologicznym zaskoczeniem. Przykładów takich technicznych niespodzianek, w tym tych o znaczeniu zasadniczym dla przyspieszenia programów zbrojeniowych jest sporo. Takim szokiem strategicznym była parada radzieckich bombowców nad Moskwą w 1952 roku wskazująca na przepaść bombowcową (przewagę ZSRR), czy wystąpienie satelity Sputnik przez ZSRR w 1957 roku, wskazujące na istnienie przepaści raketowej na korzyść strony radzieckiej. W rzeczywistości żadnej przepaści między mocarstwami nie było, a w obu dziedzinach, jak się okazało, strona amerykańska była znacznie silniejsza. Jednakże polityczny i medialny alarm podniesiony na wielką skalę w obu przypadkach umożliwił gwałtowne przyspieszenie procesów innowacyjno-produkcyjnych. Aby zapobiegać takim technologicznym zaskoczeniom proponuje się utrzymanie inicjatywy technologicznej, zapewnienie skuteczności wywiadu, rozwijanie opcji technologicznych, posiadanie mechanizmu reagowania na niespodziankę techniczną, stworzenie bazy współpracy między

²⁸ D.G. Brennan, *Fashions in military technology fifty years hence*, „Hudson Institute Paper”, 12 February 1968, New York, 1968.

²⁹ J.P. Ruina, *Aborted military systems, w: Impact of new technologies on the arms race*, B.T. Feld, T. Greenwood, S. Weinberg (red.), The MIT Press, Cambridge, 1971, s. 304–327.

naukowcami, inżynierami i dowódcami³⁰. Innowacyjność systemu nabywania nowych technologii przejawia się na różnych etapach: od badań podstawowych (często niezwiązanych z aplikacjami wojskowymi), do badania możliwych zastosowań, szukania najlepszych rozwiązań dla tych zastosowań, wreszcie do decyzji o zaawansowanym rozwoju prototypów i ich testowaniu, do wysiłków inżynierskich prowadzących do decyzji o produkcji³¹. Niezwykle silnym bodźcem dla procesów innowacyjnych, zwłaszcza na bardziej zaawansowanych etapach rozwoju jakiegoś systemu broni są wymagania operacyjne. Określane są one przez gremia wojskowe (i akceptowane bez możliwości ich podważania przez cywilnych liderów politycznych – potrzeby obronne są święte). Idzie tu jednak nie o potrzeby aktualnie prowadzonych operacji wojskowych (nie generują bezpośrednio innowacji, chociaż dają doświadczenia prowadzące do udoskonalień), ale o operacje przewidywane, symulowane, planowane. Takimi wymaganiami operacyjnymi są wymagania posiadania przez wojsko zdolności do działania w każdych warunkach pogodowych i klimatycznych, duża wiarygodność funkcjonowania skomplikowanych systemów, mobilność platform, obserwacja i identyfikacja obiektów, gromadzenie dużych zbiorów danych z wielu sensorów itd. Choć znacznie więcej jest dowodów na to, że nowa technika wojskowa wpływa na doktrynę wojskową i taktykę działania bojowego, istnieje również zjawisko odwrotne – wymagania doktrynalne wojska i doświadczenia z pola walki narzucają tendencje rozwoju techniki, są jednym z motorów napędowych innowacji w rozwoju broni. Tak było z doktryną walki powietrzno-łądowej (AirLand Battle), która była impulsem do rozwoju elektronicznego pola walki.

Wśród czynników o charakterze militarnym oddziałujących na tendencje techniczne trzeba również pamiętać o potrzebie zastępowania personelu wojskowego, coraz mniej dostępnego i kosztownego – techniką i automatyką wojskową. Dla przemysłu zbrojeniowego zdolność do innowacyjności i poszukiwanie nowych produktów w postaci systemów broni lub ich elementów składowych jest podstawą egzystencji na rynku, źródłem dochodów, gwarancją utrzymania kadry inżynierskiej. Czynnikiem interesu finansowego i rynkowego jest więc potężnym bodźcem dla procesów innowacyjnych. Innym jest imperatyw ciągłości produkcji – firma jest zmuszona do oferowania coraz nowszych produktów (rodzajów broni, unowocześnionych podzespołów), aby trwać na rynku broni, na którym rywalizują państwa, ale coraz częściej głównymi graczami stają się wielkie firmy zbrojeniowe. Nie idzie im o dominację polityczną, lecz o dominację rynkową w skali międzynarodowej, o wygraną poprzez sprzedaż. O ile ciągle głównym źródłem finansowym innowacji technicznych są budżety państwowe, o tyle coraz większe znaczenie mają własne fundusze firm przemysłowych i organizowane przez nie wewnętrzne ośrodki badawczo-rozwojowe. Gdy kompleks zbrojeniowy danego państwa jest rozbudowany walka idzie o dominację rynkową w skali krajowej. Walka o rynek i zyski ma postać bratobójczą. Zapobiega jej częściowo rozdzielanie zamówień i funduszy rozwojowych przez władze państwowe, organizowanie dwutorowych, dobrze opłacanych programów na podobny produkt

³⁰ G.G. Heilmeyer, *Guarding against technological surprise*, „Strategic Studies”, vol. II, no. 2, Autumn 1978, s. 80–86.

³¹ A. Smit, J. Grin, L. Voronkov, op. cit., s. 86.

końcowy (nawet przegrana rywalizacja bywa opłacalna). Tak zorganizowany podwójny wyścig po intratne zamówienie przyczynia się do udoskonalania produktu, do innowacji. Najlepszy efekt uniknięcia konfliktów wewnątrz narodowego kompleksu przemysłowego daje konsolidacja firm, co obserwowaliśmy zwłaszcza w końcu XX wieku we wszystkich państwach posiadających duże kompleksy zbrojeniowe. Rządy coraz częściej organizują cały system na potrzeby innowacyjności w dziedzinie zbrojeń; powstały strategie państwowe w celu koordynacji bazy przemysłowej i naukowej kraju, państwowej i prywatnej i skierowaniu jej na ściśle określone dziedziny technologii³². W USA nawołuje się do przyjęcia nowej, czwartej strategii offsetowej państwa niwelującej wysiłki techniczno-wojskowe potencjalnych przeciwników. Pierwsza była strategia równoważenia ZSRR na początku zimnej wojny (przyniosła stabilność poprzez odstraszanie nuklearne), drugą podjęto w celu wykorzystania technologii broni precyzyjnej, trzecią przeprowadzono, aby wykorzystywać automatyzację pola walki i środki zdalnie kierowane. Teraz głównie po to, aby zniwelować szybki wzrost potencjału Chin, potrzeba adaptacyjnych systemów łączności i przekazu danych w drodze stosowania algorytmów w procesach podejmowania decyzji i tworzenia zdefiniowanych sztuczną inteligencją sił połączonych, w pełni interoperacyjnych (w tym zestawów człowiek-maszyna). Dąży się do ściślejszego powiązania trzech sił: użytkowników techniki wojskowej z grupami naukowców i inżynierów i oddelegowanymi przedstawicielami firm przemysłowych – w tym celu wszystkie wyższe dowództwa amerykańskie rodzajów sił zbrojnych utworzyły wyspecjalizowane biura. W dużej mierze steruje tymi wysiłkami Rada Innowacji Obronnych w Pentagonie. Podobne instytucje i biura powstały w wielu innych państwach. Wielkie firmy przemysłowe od lat organizują otwarte konkursy na rozwiązywanie różnorodnych, często unikatowych problemów technicznych, pomagających w znajdowaniu konkretnych aplikacji przemysłowych. Zarówno USA, jak i Izrael utworzyły specjalne fundusze inwestycyjne wspomagające setki małych firm, tzw. start-upów, aby przyspieszyć przepływ nowych idei na rynek i do wojska. Wszystko to wskazuje na większe niż kiedykolwiek znaczenie badań naukowych³³, teoretycznych i stosowanych, w celu nieprzerwanego napływu nowych idei technicznych oraz pobudzenia procesów innowacyjnych. Budżety państw na badania i rozwój tych idei pęcznią z roku na rok – w USA w 2012 roku na projekty związane z nową technologią przeznaczano 4% budżetu wojskowego (857 mld dolarów), czyli 34 mld. Rok później było to już ponad 40 mld dolarów, ale sumy te nie dotyczą funduszy na tzw. zaawansowane badania i rozwój, ale ukierunkowane są już na praktyczne zastosowania w technice wojskowej, które w 2023 roku opiewały na 92 mld dolarów. Znacznie więcej na te cele przeznaczają wielkie państwowe i prywatne firmy zbrojeniowe w ramach własnych projektów. Nie sposób precyzyjnie określić, jak wiele inwestycji badawczo-rozwojowych firm rynku cywilnego działających w technologiach podwójnego przeznaczenia znajduje

³² J. Lynch, J. J. Lee, *Offset X: now is the time for the Pentagon to change how it approaches technology*, „Breaking Defense”, 16 June 2023.

³³ R. Williams, *Science, technology and the future of warfare*, w: *War in the next decade*, R.A. Beamont, M. Edmonds (red.), The University Press of Kentucky military studies, The Macmillan Press Ltd., London 1975, s. 157–179.

klientów w wojsku. W historii rozwoju techniki wiele jest przykładów takiego przepływu z dziedziny cywilnej do wojskowej i na odwrót. To sprzężenie zaciera granice między czysto wojskowymi i cywilnymi dziedzinami techniki. Taka granica pojawia się dopiero w fazie inżyneryjnej i produkcyjnej. Na poziomie badań podstawowych nie ma jej. Płaszczyzną rozwoju innowacji technicznych dla sił zbrojnych jest coraz szersza współpraca międzynarodowa. Pomimo bezwzględnej walki o rynek wymogi polityczne i wojskowe coraz częściej wymuszają przełamywanie partykularnych interesów firm, umożliwiając – na wzór takich przedsięwzięć w programach cywilnych – partnerstwo badawczo-rozwojowe nakierowane na określony wspólny produkt. Na przykład została podjęta współpraca francusko-brytyjska w dziedzinie nowych materiałów kompozytowych dla techniki raketowej oraz związana z opracowaniem wspólnego samolotu myśliwskiego VI generacji. W trosce o zapewnienie interoperacyjności sił zbrojnych, a także o innowacyjne ukierunkowanie armii państw NATO powstała w 1919 roku grupa doradcza ds. pojawiającej się technologii obronnej, w 2021 roku ustanowiono sieć współpracy innowacyjnej DIANA³⁴, a w 2023 roku powołano specjalny Fundusz Innowacyjny NATO. Zakres tej współpracy: sztuczna inteligencja, systemy autonomiczne, systemy kosmiczne, broń supersoniczna, informatyka kwantowa, biotechnologia, technika materiałowa, napędy raketowe i lotnicze, sieci komunikacyjne³⁵. W sferze cywilnej, mającej bez wątpienia znaczenie dla powstania bazy dla innowacji także w sferze wojskowej, podobne programy powstały w Unii Europejskiej (ESPRIT, BRITE, RACE, EUREKA).

Czy można zatrzymać spiralę wyścigu zbrojeń

Zainteresowany w odpowiedzi na to pytanie może być ten, kto widzi w tej spirali zagrożenie dla człowieka, dla społeczności międzynarodowej, dla przyszłości świata związane z narastającymi technicznymi możliwościami prowadzenia wojny. Wielu ludzi obawia się groźby przypadkowego wybuchu wojny, dehumanizacji procesów użycia coraz bardziej śmiertelnych rodzajów uzbrojenia, ogromnych kosztów przygotowania i zakupu nowoczesnej broni. Inny punkt widzenia reprezentują ludzie odpowiedzialni za swoje państwo. Oparty jest na dylemacie bezpieczeństwa, którego nigdy nie można lekceważyć, gdyż jest oparty na trudnych do przewidzenia okolicznościach w dynamicznym i często wrogim środowisku międzynarodowym. Niwelacja dylematu bezpieczeństwa możliwa jest tylko w międzypaństwowych relacjach opartych na wspólnych egzystencjalnych interesach, na absolutnym wzajemnym zaufaniu – na wartościach, które w historii ludzkości nigdy nie istniały.

Wśród najgorętszych adwokatów powstrzymania wyścigu zbrojeń od samego początku takich dążeń byli ludzie, którzy brali w nim aktywny, często decydujący udział – wynalazcy, naukowcy, byli członkowie administracji państwowej i instytucji wojskowych.

³⁴ Defense Innovation Accelerator for the North Alliance.

³⁵ I. Abrycht, *Miejsce Polski w ekosystemie innowacji technologicznych NATO*, „Bezpieczeństwo Narodowe”, 43/2023.

Wiedzieli najlepiej, jakie – masowe i nieodwracalne – skutki może mieć zastosowanie owoców ich pracy. Raz otwarta puszką Pandory nie może być zamknięta, ale – w mniemaniu wielu – jej groźne oddziaływanie może być poddane kontroli, moderacji, ograniczeniu. Takie pozytywne podejście charakteryzowało działanie Związku Zaniepokojonych Naukowców (Union of Concerned Scientists) i ruchu Pugwash, w którym przez wiele lat brało udział wielu wybitnych fizyków, chemików, inżynierów, laureatów Nagrody Nobla – w przeszłości twórców wszystkich znanych dzisiaj supernowoczesnych systemów broni. W swych najwybitniejszych pracach poświęconych sposobom ograniczenia tempa zbrojeń strategicznych i konwencjonalnych nie znaleźli jednoznacznego rozwiązania³⁶.

Próbowano niejednokrotnie ograniczyć skalę i tempo zbrojeń w drodze porozumień międzynarodowych, ustalając pułapy dla zbrojeń ilościowych określonej kategorii uzbrojenia, zakazując stosowania niektórych rodzajów broni, przyjmując dobrowolnie zewnętrzny (naziemny, z powietrza) wgląd w terytoria potencjalnych przeciwników (aby uniknąć niespodzianek i wzmacnić wzajemne zaufanie). Próby te miały bez wątpienia znaczenie polityczne dla wzmocnienia międzynarodowego bezpieczeństwa. Jednakże aż nazbyt często zobowiązania te były łamane, ich czas trwania był ograniczony. Przede wszystkim jednak nie miały one większego wpływu na spowolnienie tempa wyścigu technologicznego, jakościowego³⁷.

Zupełnym fiaskiem zakończyły się wysiłki ustanowienia instytucji międzynarodowych (Liga Narodów, ONZ), których rolą miało być zorganizowanie stosunków międzypaństwowych, aby zwiększyć zaufanie w ich stabilność i zapobiegać agresji, co mogłoby stworzyć podstawy porozumień rozbrojeniowych. Przykładem międzynarodowych prób ograniczenia niektórych rodzajów broni była rezolucja Rady Europy z 2023 roku, mówiąca o moralnej i etycznej powinności oraz prawnym obowiązku regulacji broni autonomicznej (bez udziału człowieka)³⁸.

W kręgach specjalistów szukających sposobów na ograniczenie wyścigu zbrojeń pojawiła się koncepcja nie ofensywnej obrony (*non-offensive defense*), czyli wzajemnego samoograniczania się w nabywaniu ofensywnych, a więc szczególnie zaawansowanych technicznie i groźnych rodzajów broni. Podobną myślą wśród teoretyków rozbrojenia była idea nieprovokacyjnej obrony. Przemienęły one jednak bez echa, pozostając pomysłami bez znaczenia.

Jednym z możliwych sposobów na ograniczenie dynamiki innowacyjności w systemach broni i ograniczenia jej skutków z punktu widzenia reperkusji u oponenta w tym wyścigu, jest ingerencja władz państwowych na możliwie wczesnych etapach rozwoju nowej technologii. Tu pojawia się dylemat kontroli³⁹ polegający na tym, że trudno jest ocenić skutki we wczesnym stadium jej rozwoju, a w kolejnych etapach jest oceniana zazwyczaj na tak

³⁶ *Impact of new technologies on the arms race. A Pugwash monograph*, B.T. Feld, T. Greenwood, G.W. Rathjens, S. Weinberg (red.), MIT, Cambridge, 1971.

³⁷ P. Gummet, *Military R&D and arms control*, Proceedings of the 41st Pugwash Conferences on Science and World Affairs. Beijing, 17–22, IX, 2091, s. 273–297.

³⁸ Sz. Zaręba, Regulation of autonomous weapons faces challenge, „PISM Bulletin”, nr 71/2190 z 13 czerwca 2023.

³⁹ A. Smit, J. Grin, L. Voronkov, op. cit., s. 69.

atrakcyjną, że silniejsze są naciski wojskowo-biurokratyczne, aby móc ją zatrzymać. Jak na razie kontrola procesów innowacyjnych polega jedynie na kierowaniu nimi w kierunku pożądanym przez inicjatorów i inwestorów. Jak mówił Jerome Wiesner, doradca prezydenta Kennedy'ego: „jesteśmy w wyścigu zbrojeń z samymi sobą, i wygrywamy”⁴⁰. Jednym z poważniejszych mechanizmów moderacji skutków rozwoju nowych narzędzi walki był praca i publikacje Amerykańskiej Agencji Kontroli Zbrojeń, która ustawowo była zobligowana do corocznych raportów dla Kongresu na temat wpływu technologii na kontrolę zbrojeń (*arms control impact statements*). Traktowane były one jednak bardziej jako sygnały dla administracji niż jako podstawa decyzji politycznych.

Systematyczne podejście do oceny perspektyw zatrzymania spirali innowacyjnego rozwoju systemów broni wymaga racjonalnego określenia szans na przeciwdziałanie wymienionym wyżej czynnikom sprawczym tego rozwoju. Trzeba więc zapytać: Czy możliwe jest naprawienie antagonistycznych stosunków politycznych między państwami, czy można moderować rywalizację państw dbających o dominację na rynku zbrojeń, czy możliwe jest zatrzymanie budżetów państw przeznaczanych na badania i rozwój w sferze obronnej, czy możliwy jest hamujący wpływ na partykularne interesy firm zbrojeniowych, czy można zatrzymać przepływ technologii ze sfery cywilnej do wojskowej, czy można zmienić doktrynę strategiczną i operacyjną, narzucającą politykę zbrojeniową państw? Wydaje się, że działanie tych przemożnych bodźców „podaży” i „popytu” nie jest możliwe do zatrzymania. Spirala zbrojeń będzie trwała.

⁴⁰ Ibidem, s. 217.