

Primjena umjetne inteligencije u suvremenom ratovanju: iskustva iz Rusko-ukrajinskog rata i globalna perspektiva

prof. dr. sc. Dražen Smiljanić

Sveučilište obrane i sigurnosti „Dr. Franjo Tuđman“, Zagreb

drazen.smiljanic@sois-ft.hr

Izraz umjetna inteligencija (UI) korišten je desetljećima kad god su se pojavile nove generacije strojne inteligencije. Primjene takvih tehnologija u području obrane uključuju, na primjer, automatsko prepoznavanje savezničkih snaga i neprijatelja ili odabir i navođenje cilja projektila. Očekuje se da će sustavi umjetne inteligencije u budućnosti osigurati značajnu prednost korisnicima takvih aplikacija, dajući im superiornost u tehnološkom pogledu. Kao rezultat, države diljem svijeta svake godine ulažu milijarde dolara u daljnji napredak i iskorištavanje ove obećavajuće tehnologije.

Umjetna inteligencija se pojavila kao transformacijska tehnologija i u oružanom sukobu između Rusije i Ukrajine (započetim invazijom Rusije na Ukrajinu u veljači 2022. godine), pokazujući potencijal preoblikovanja dinamike modernog ratovanja. Referirajući se na Clausewitza, koji razlikuje prirodu rata, kao trajnu i nepromjenjivu, od njegovog karaktera, kao promjenjivog i podložnog utjecaju konkretnih okolnosti, moguće je razmatrati utjecaj novih tehnologija, poput umjetne inteligencije, u suvremenim sukobima. Clausewitz smatra da se karakter rata može mijenjati, osobito kada prevladavanje jedne vrste oružja modificira način vođenja rata (Clausewitz, 1984: 287). U tom smislu, umjetna inteligencija se nameće kao tehnologija koja ima potencijal preoblikovanja karaktera rata, premda pri tome ne mijenja njegovu temeljnu prirodu, koja uključuje sukob volja i primjenu sile u svrhu ostvarenja političkih ciljeva. Primjena UI u Rusko-ukrajinskom ratu jasno pokazuje kako se promjene u tehnologiji mogu odraziti na operativne, taktičke i strateške aspekte vođenja rata. Automatizacija odlučivanja, primjena dronova s UI navođenjem, obrada velikih količina podataka u realnom vremenu i kibernetičko ratovanje su aspekti koji ilustriraju ovu novu dimenziju borbenih djelovanja.

Takva transformacija podupire tezu da UI, iako ne mijenja ontološku bit rata, mijenja način na koji se rat vodi, uključujući metode, brzinu odlučivanja, ulogu čovjeka i operativne domene djelovanja (npr. kibernetički prostor). U tom kontekstu, Rusko-ukrajinski rat može se promatrati kao prekretnica u razvoju suvremenog ratovanja, gdje nova tehnologija, poput UI, igra ulogu „prevladavajućeg oružja“ koje, kako bi rekao Clausewitz, utječe na karakter oružanog sukoba.

Pored toga, rat u Ukrajini pozicionirao je umjetnu inteligenciju kao alat u funkciji postizanja strateške prednosti, koji obuhvaća aplikacije u rasponu od obavještajnih poslova (prikupljanje, obrada i distribucija podataka na bojnopolju) do kibernetičke sigurnosti.

Cilj rada je analizirati primjenu umjetne inteligencije u suvremenom ratovanju na studiji slučaja Rusko-ukrajinskog rata, s naglaskom na taktičke, strateške i etičke aspekte njezine uporabe te anticipirati globalne implikacije i razvojne perspektive UI tehnologija u vojnim kontekstima. U radu se daje pregled načina na koji su obje zaraćene strane, Rusija i Ukrajina, koristile umjetnu inteligenciju na bojišnici, s fokusom na inovativne pristupe Ukrajine i načine na koji Rusija koristi UI za postizanje strateških ciljeva. Nakon toga, daje se globalna perspektiva uporabe UI za vojne svrhe te perspektive uporabe i razvoja ovih tehnologija u području obrane, poglavito iz perspektive NATO-a.

Ukrajina: inoviranje radi preživljavanja

Od početka rata (veljača 2022. godine), Ukrajina je pokazala domišljatost u korištenju umjetne inteligencije da bi nadoknadila razliku u veličini vojnih snaga i resursa (borbene moći i opreme) u odnosu na snažnijeg protivnika.. Ukrajinsko Ministarstvo digitalne transformacije (GOV UA, 2024) i partnerstva s globalnim tehnološkim liderima bili su ključni u integraciji umjetne inteligencije u vojne i civilne operacije. Na temelju dostupnih podataka i relevantne literature, mogu se izdvojiti četiri ključna područja primjene umjetne inteligencije u Ukrajini: potpora obavještajnim funkcijama na bojištu, uporaba autonomnih sustava i dronova, borba protiv dezinformacija i jačanje kibernetičke sigurnosti te razvoj civilnih aplikacija i inovacijskog ekosustava.

U kontekstu potpore obavještajne funkcije na bojištu, sustavi umjetne inteligencije kao što su *GIS Arta*¹ i alat za upravljanje bojnopoljem *Delta* poboljšavaju svijest o situaciji i precizno koordiniraju topničke udare, zbog čega su dobili nadimke kao što je „*topnički Uber*“ (Bendett, 2023; Goncharuk, 2024). Platforme (oružani sustavi) koje pokreće umjetna inteligencija objedinjuju podatke iz bespilotnih letjelica, satelita i društvenih medija, da bi pružile djelotvornu obavještajnu sliku u samo 28 sekundi (Tregub, 2024). Sustav *Delta* razvijen je za potrebe vojske i razvila ga je ukrajinska vojska, a predstavlja najveću je ukrajinsku integracijsku platformu i nacionalno podatkovno jezero koje radi u oblaku. Jedinstven je po svojoj sposobnosti stvaranja alata za situacijsku svijest, kao što je platforma za digitalne karte koja omogućuje ručni unos informacija ili integraciju s raznim senzorima, uređajima za praćenje, radarima i pružateljima satelitskih usluga. Ovo korisnicima omogućuje praćenje lokacije prijateljskih snaga i prepoznavanje položaja neprijatelja. Njegova interoperabilnost sa sustavima NATO-a testirana je i na godišnjoj vježbi NATO članica *CWIX 2024* (NATO ACT, 2024).

Vezano za uporabu autonomnih sustava i dronova u borbenim operacijama, Ukrajinu se može smatrati pionirima u korištenju bespilotnih letjelica s pogledom iz prvog lica (eng. *first-person view* - *FPV*). Pored toga, ovi sustavi imaju mogućnosti rojenja (eng. *swarming capabilities*) uz pomoć umjetne inteligencije, što omogućuje jednom operateru upravljati s više bespilotnih letjelica za izvidničke ili napadne zadaće (Goncharuk, 2024; Tregub, 2024). Razvoj autonomnih navigacijskih sustava omogućuje vozilima bez posade sigurno obavljati logističke zadatke i razminiranje (Goncharuk, 2024). Upravo je korištenjem ovih sustava Ukrajina u velikoj mjeri kompenzirala razliku u borbenoj moći, koja je (u pogledu kvantitete) na strani Rusije. Naime, suočeni s neprijateljem koji posjeduje nadmoć u broju vojnika i oklopu, ukrajinski branitelji odolijevaju napadima uz pomoć sićušnih dronova vrijednih nekoliko stotina dolara kojima daljinski upravljaju operateri, koji mogu isporučiti eksplozivno punjenje

¹ Web stranice tvrtke mogu se otvoriti na poveznici: <https://gisarta.org/en/>

Smiljanić, Primjena umjetne inteligencije u ratovanju

u stanju uništiti ruski tenk vrijedan više od 2 milijuna USD (Melkozerova, 2023).

Jedno od važnih područja primjene umjetne inteligencije u Ukrajini odnosi se na borbu protiv dezinformacija i jačanje kibernetičke sigurnosti. UI alati kao što su *Mantis Analytics*² i *Osavul*³ otkrivaju kampanje dezinformacija, označavaju *deepfake* i analiziraju neprijateljske komunikacijske mreže (Goncharuk, 2024; Tregub, 2024). Napori kibernetičke obrane koriste prediktivnu umjetnu inteligenciju za otkrivanje prijetnji i odgovor na njih, jačajući kritičnu infrastrukturu (Goncharuk, 2024).

Umjetna inteligencija u Ukrajini također nalazi primjenu u civilnom sektoru u razvoju civilnih aplikacija i poticanje inovacijskih ekosustava. Platforme poput *Brave1*⁴ pojednostavljaju proces obrambenih inovacija, skraćujući razvojne cikluse proizvoda s godina na mjesece. Ovakav pristup potaknuo je snažan rast ekosustava *startupa* i javno-privatnih partnerstava (Tregub, 2024).

Rusija: ograničene, ali razvijajuće UI sposobnosti

Za razliku od otvorenog i transparentnog pristupa Ukrajine u primjeni umjetne inteligencije, ruske strategije i metode ostaju slabije dokumentirane, a njihov razvoj dodatno otežavaju međunarodne sankcije. Ipak, postoje pokazatelji sve većeg ruskog interesa za integraciju UI-ja u vojne svrhe, osobito u tri ključna područja: primjeni umjetne inteligencije u borbenim sustavima, informacijskom ratovanju te suradnji s Kinom u razvoju naprednih UI tehnologija.

Primjena umjetne inteligencije u borbenim sustavima jedan je od vidljivijih smjerova ruskog razvoja. Rusija je testirala kamikaza-dronove pokretane umjetnom inteligencijom, poput sustava *Lancet*, koji koriste neuronske mreže za identifikaciju ciljeva (Global Defense News, 2024; Bendett, 2023; Tregub, 2024). Paralelno s tim, ulažu se napori u razvoj borbenih vozila za kopnenu vojsku bez posade, poput sustava *Marker*, što upućuje na ambiciju uspostave autonomnih operacija na bojištu. Ipak, praktična primjena tih sustava zasad ostaje ograničena zbog tehničkih izazova, nedostatka borbene provjere i učinaka međunarodnih sankcija koje usporavaju razvoj ključnih komponenti (Automated Decision Research, 2024; Bendett, 2023).

Primjena umjetne inteligencije u informacijskom ratovanju čini važan aspekt ruskih strateških komunikacijskih napora. UI se koristi u kampanjama dezinformiranja i kibernetičkim operacijama, s ciljem oblikovanja percepcije i destabilizacije protivnika (Bendett, 2023). Rusko Ministarstvo obrane osobito je u ranim fazama rata u Ukrajini nastojalo primijeniti UI u propagandne svrhe, no dostupni dokazi ukazuju na raskorak između očekivanih rezultata i stvarnog učinka na ukrajinsku vojsku i civilno stanovništvo. Ilustrativan primjer takvih pokušaja je *deepfake* video u kojem Volodimir Zelenski poziva Ukrajinke na predaju, koji je brzo prepoznat kao lažan i uklonjen s platformi (Miller, 2022).

Suradnja Rusije s Kinom na području umjetne inteligencije dodatno ilustrira težnju ruskog vodstva za jačanjem tehnoloških kapaciteta unatoč međunarodnim ograničenjima. Partnerstva s kineskim tvrtkama obuhvaćaju zajednička istraživanja i razvoj u područjima poput prepoznavanja lica i autonomnih sustava, čime Rusija nastoji kompenzirati posljedice sankcija i ograničen pristup zapadnim tehnologijama (Tregub, 2024). Između ostalog, ruski predsjednik Vladimir Putin naložio je ruskoj

² Web stranice tvrtke mogu se otvoriti na poveznici: <https://mantisanalytics.com/>

³ Web stranice tvrtke mogu se otvoriti na poveznici: <https://www.osavul.cloud/>

⁴ Web stranice platforme mogu se otvoriti na poveznici: <https://brave1.gov.ua/en/>

vladi i Sberbanku da intenziviraju tehnološku suradnju s Kinom u području umjetne inteligencije, a ova inicijativa ima za cilj ubrzati razvoj naprednih tehnologija UI, unatoč zapadnim sankcijama (Noreika, 2025).

Perspektive uporabe UI za vojne svrhe (implikacije i etička razmatranja)

Rusko-ukrajinski sukob

Rusko-ukrajinski sukob, u određenoj mjeri, naglašava i potencijalne etičke dileme te regulatorne izazove povezane s uporabom umjetne inteligencije u ratovanju. To uključuje osiguranje poštivanja međunarodnih zakona i sprječavanje zlouporabe tehnologija potaknutih umjetnom inteligencijom u kršenju ljudskih prava (Goncharuk, 2024; Tregub, 2024).

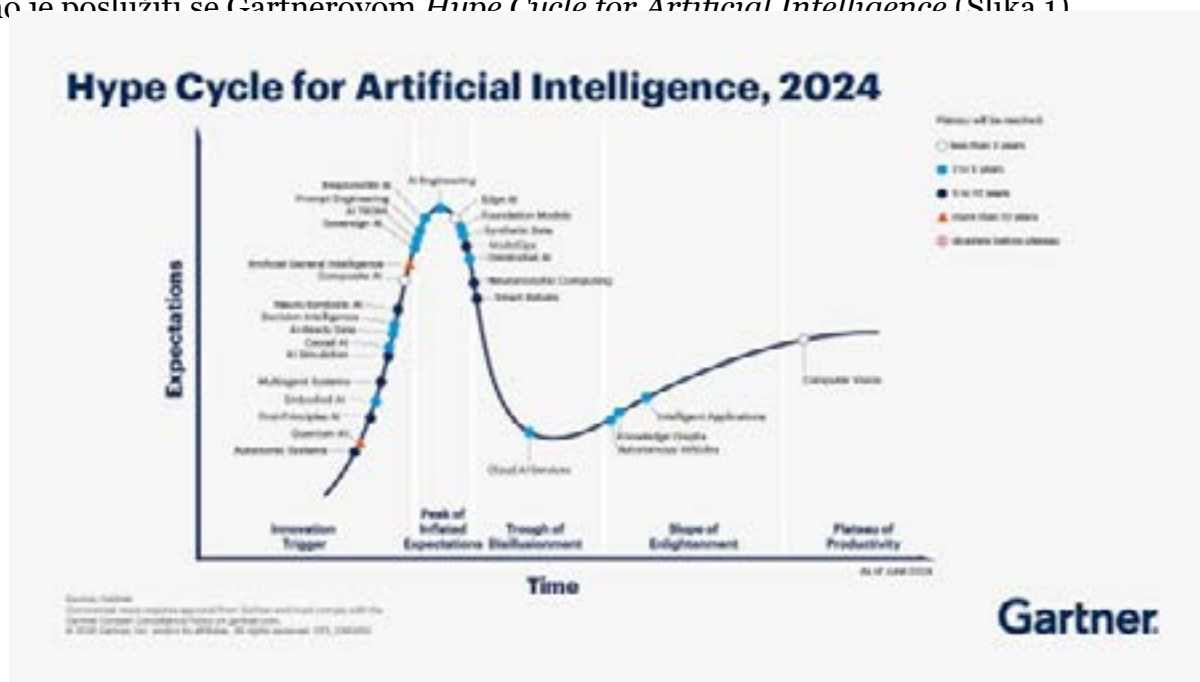
Ukrajinska bojišnica primjer je oružanog sukoba u kojem se bitka vodi i u području razvoja i primjene naprednih tehnologija. Na primjer, ometanje veza (upravljačkih funkcija) s dronovima potaknulo je potrebu za većom autonomijom tih sustava (Borchert et al., 2024). Kao posljedica, ruska vojska u Ukrajini sve češće koristi dronove upravljane putem optičkih kablova zbog njihove otpornosti na elektroničko ometanje, što ih čini izuzetno učinkovitim u suvremenom ratovanju. Za razliku od tradicionalnih dronova koji se oslanjaju na radio-sigale i stoga su podložni ometanju, ovi dronovi koriste optičke kablove za komunikaciju, čime se osigurava stabilna i neometana veza između operatera i drona, čak i u područjima s intenzivnim elektroničkim ratovanjem. Ukrajinske snage, suočene s tim izazovom, razvijaju protumjere da bi neutralizirale ovu prijetnju, uključujući različite metode detekcije i neutralizacije, kao što su: korištenje infracrvenih senzora za uočavanje toplinskog potpisa dronova, akustičnih sustava za otkrivanje zvuka njihovih motora, vizualno praćenje refleksije svjetla na optičkim kablovima radi lociranja operatera, te upotreba preciznog oružja i vlastitih dronova za uništavanje ciljanih platformi ili presijecanje komunikacijskog kabla (Looijen, 2025). No, upravo ovakva situacija na bojišnici stvara povoljne uvjete (rast potreba) za korištenjem dronova s autonomnim funkcijama.

Rusko-ukrajinski rat zbog toga generira implikacije i za buduće sukobe, stvarajući potrebu da države (državni akteri) uravnoteže tehnološke inovacije s etičkim razmatranjima. Uporaba umjetne inteligencije u ovom sukobu razotkrila je niz (potencijalnih) moralnih dvojbi koje jasno ilustriraju složenost integracije autonomnih sustava u ratovanje. Posebno se izdvajaju pitanja odgovornosti za odluke koje donosi UI, jer se gubi jasnoća u lancu zapovijedanja u slučajevima kada stroj djeluje bez izravnog nadzora čovjeka (Herzfeld, 2022). Nadalje, algoritamsko odlučivanje bez empatije dovodi do dehumanizacije rata i potencijalno neselektivne primjene sile. Zabrinjava i netransparentnost sustava strojnog učenja, gdje operateri često ne mogu razumjeti na temelju kojih podataka UI donosi preporuke (Stewart i Hinds, 2023). Pored toga, postoji i rizik od „trovanja podataka“, gdje bi protivnik mogao manipulirati obukom UI sustava, na primjer, s ciljem pogrešne identifikacije neprijateljskog cilja kao prijateljskog (Gingrich, 2019). Osim toga, UI teško može „uvažiti“ pravne i moralne principe međunarodnog humanitarnog prava, poput razmjernosti i razlikovanja ciljeva (Wagner, 2014). Kao rezultat, u kombinaciji s povećanjem operativne autonomije i brzinom djelovanja, postoji stvarna prijetnja nenamjerne eskalacije i gubitka ljudskog nadzora nad UI upravljanim sustavima u primjeni smrtonosne sile.

Globalna perspektiva

Rusko-ukrajinski rat ponekad se naziva i „Prvim ratom umjetne inteligencije“ (Goncharuk, 2024; Tregub, 2024), s obzirom na to da predstavlja mjesto za testiranje vojne primjene umjetne inteligencije. Treba, ipak, reći da je Izrael bio pionir uporabe UI u vojnim operacijama. 2021. godine IDF je pokrenuo ono što se ponekad naziva „prvim svjetskim UI ratom“, u sklopu jedanaestodnevne vojne operacije u Gazi, poznate kao „Operacija Čuvar zidova“ (eng. *Operation Guardian of the Walls*). Izraelski vojni čelnici opisali su umjetnu inteligenciju kao značajan multiplikator sile (vojnih sposobnosti), omogućujući Oružanim snagama Izraela (IDF-u) korištenje autonomnih robotskih rojeva bespilotnih letjelica za prikupljanje podataka nadzora, prepoznavanje ciljeva i pojednostavljenje (procesa) ratne logistike. No, izraelska upotreba oružja poboljšanog umjetnom inteligencijom postala je meta kritike zbog etičkih pitanja vezanih za protjerivanje Palestinaca, premda je takvo vođenje ratovanja, u ekonomskom smislu, predstavljalo značajan napredak jer je smanjivalo izraelske potrebe za ljudskim i materijalnim resursima angažiranim u operaciji (Mhajne, 2023).

U širem kontekstu, za promišljanje o mogućim smjerovima i dometima uporabe UI za vojne svrhe korisno je poslužiti se Gartnerovom *Hype Cycle for Artificial Intelligence* (Slika 1).



Slika 1: Ciklus intenzivnog promoviranja za umjetnu inteligenciju. Izvor: Gartner (Jaffri, 2024)

Gartnerov prikaz ciklusa pruža okvir za razumijevanje zrelosti, usvajanja i potencijala novih UI vezanih tehnologija. U kontekstu vojne primjene, ovaj model može biti posebno zanimljiv u izradi strategija integracije i implementacije rješenja temeljenih na umjetnoj inteligenciji u vojne sposobnosti.

Primjena tehnologija umjetne inteligencije u vojnim sustavima, uključujući autonomne bespilotne letjelice, sustave za prediktivno održavanje u logistici i alate za podršku u odlučivanju, često prati razvojnu dinamiku Gartnerovog modela *Hype Cycle*. Ovaj model opisuje tipičan tijek prihvatanja novih tehnologija u pet faza: (1) faza pokretanja inovacije, u kojoj se pojavljuju prvi koncepti i prototipovi, (2) vrhunac prenapuhanih očekivanja, kada se tehnologiji pripisuju pretjerane mogućnosti, (3) korito razočaranja, koje nastupa kad se ne ostvare početna očekivanja, (4) nagib prosvjetljenja, kada se jasnije razumije realna primjenjivost i ograničenja te, konačno, (5) visoravan produktivnosti, gdje

se tehnologija stabilno integrira u operativne sustave.

Faza pokretanja inovacije (eng. *Innovation Trigger*) odnosi se na trenutak kada se pojavljuju prve tehnološke ideje i koncepti, koji privlače pozornost, ali još uvijek nedostaje konkretnih dokaza o njihovoj široj primjenjivosti i učinkovitosti. U kontekstu vojnih tehnologija temeljenih na umjetnoj inteligenciji, u ovoj se fazi nalaze primjerice autonomni sustavi za izviđanje, koji koriste algoritme za prepoznavanje uzoraka poput oklopnih vozila, topništva ili pokreta protivničkih postrojbi na terenu. Iako se njihova upotreba prepoznaje kao strateški vrijedna, tehnologija se još razvija, a dokazana operativna učinkovitost u kompleksnim borbenim uvjetima često je ograničena ili još uvijek u fazi testiranja. Unutar NATO-a prepoznati su glavni pravci razvoja i potencijalne primjene umjetne inteligencije u obrambenom sektoru, uključujući kibernetičku sigurnost, elektroničko ratovanje, obavještajni rad, nadzor i izviđanje (npr. NATO-ov sustav *Alliance Ground Surveillance*), protuzračnu i proturaketnu obranu (poput izraelskog sustava *Iron Dome*, čiju funkcionalnost NATO promatra kao referentnu), te koncepte *rojne autonomije* (*swarms*) gdje veliki broj manjih autonomnih platformi surađuje u izvođenju taktičkih zadaća (NATO, 2023). Ova faza je obilježena entuzijazmom i početnim ulaganjima, ali i visokom razinom nesigurnosti u pogledu tehničke izvedivosti, etičke prihvatljivosti i dugoročnog strateškog učinka takvih tehnologija.

Vrhunac prenapuhanih očekivanja (eng. *Peak of Inflated Expectations*) označava fazu u kojoj rastući interes za novu tehnologiju generira pretjerana očekivanja, koja su često iznad onoga što je u datom trenutku tehnički izvedivo. U kontekstu vojne primjene umjetne inteligencije, ovaj fenomen se osobito primjećuje u području potpore odlučivanju na višim razinama zapovijedanja, posebice operativnoj i strateškoj razini. Iako se UI već koristi u obradi podataka na taktičkoj razini, ova tehnologija još uvijek ne posjeduje sposobnost sagledavanja kompleksnih sustava, konteksta i međudjelovanja koji su ključni za odlučivanje na višim razinama ratovanja. Time se potencijal UI-ja u tim područjima često precjenjuje. Dodatno, u segmentu prepoznavanja uzoraka, primjerice identifikacije borbene opreme ili vozila, kvaliteta i pouzdanost UI sustava snažno ovise o načinu provođenja procesa strojnog učenja. Ovdje dolazi do izražaja i velika prednost UI-ja, mogućnost nadogradnje sposobnosti sustava putem dopune podataka, primjerice unošenjem slika nove generacije glavnog borbenog tenka. Time se povećava učinkovitost prepoznavanja bez potrebe za zamjenom cijelog sustava. Takva modularnost omogućuje uštede tijekom životnog vijeka vojne opreme i bržu prilagodbu promjenama u bojišnom okruženju. Međutim, ova fleksibilnost istovremeno otvara prostor za novi oblik prijetnje, takozvano trovanje podataka (engl. *data poisoning*). Ako protivnik uspije infiltrirati zatrovane ili manipulirane podatke u proces obuke UI sustava, on može učiniti da sustav, na primjer, pogrešno klasificira neprijateljsko naoružanje i borbene sustave kao prijateljsko. Takva varka može dovesti do pogrešnog odgovora sustava, neprepoznavanja prijetnje ili čak izostanka reakcije. Poseban problem predstavlja činjenica da se takvi napadi teško otkrivaju, a obrana protiv njih zahtijeva sofisticirane protumjere i kontrolu kvalitete podataka tijekom svih faza učenja. Stoga, iako je faza vrhunca očekivanja često popraćena investicijama i uzbuđenjem zbog tehnoloških obećanja, ona također nosi rizik neopravdanog oslanjanja na još nezrele tehnologije, posebno kada se koriste u osjetljivim domenama poput zapovijedanja i nadzora tijekom oružanog sukoba.

Korito razočaranja (eng. *Trough of Disillusionment*) nastupa kada inicijalna očekivanja od tehnologije naiđu na tehnička ograničenja i operativne izazove, što dovodi do smanjenog interesa, pada povjerenja i mogućeg smanjenja financiranja. U vojnom kontekstu, brojni rani projekti koji uključuju primjenu umjetne inteligencije mogu naići na poteškoće u fazama testiranja i integracije u postojeće sustave, što često rezultira razočaranjem ključnih dionika. Naime, čak i napredne UI tehnologije mogu generirati nelogične ili potpuno pogrešne zaključke, koje ljudski operater nikada ne bi napravio. To je često rezultat nedostatka konteksta, razumijevanja i racionalnog pristupa. Međutim, takve pogreške mogu

ozbiljno narušiti povjerenje operativnog osoblja u sustav, osobito u situacijama kada je potrebno donošenje odluka u realnom vremenu, pod visokim pritiskom i uz ograničene informacije. Dodatno, ozbiljan problem predstavlja i ograničena sposobnost generalizacije. Primjerice, ako je sustav uvježban za prepoznavanje tenkova, neće moći identificirati zrakoplove, jer se radi o potpuno različitoj klasi objekata. U takvim slučajevima sustav mora biti ponovno treniran od nule, što zahtijeva dodatne podatke, vrijeme i računalne resurse. Ova specifičnost i usmjerenost UI sustava znači da svaka nova primjena zahtijeva vlastiti proces razvoja i validacije, što može značajno usporiti operativno uvođenje. Osim toga, mnoge UI aplikacije, osobito one koje se temelje na dubokom učenju, zahtijevaju iznimnu računalnu snagu i velike skupove podataka za učenje, što povećava tehničke i financijske zahtjeve. U nekim slučajevima, povezani troškovi razvoja, obuke i održavanja mogu biti previsoki u odnosu na vojni proračun ili očekivane operativne koristi. Zbog svih ovih izazova, tehnologije koje su inicijalno doživljene kao revolucionarne mogu u ovoj fazi biti privremeno napuštene ili stavljene na čekanje, sve dok se ne razviju stabilniji, robusniji i ekonomičniji sustavi koji zadovoljavaju i tehničke i operativne zahtjeve vojnog okruženja.

Nagib prosvjetljenja (eng. *Slope of Enlightenment*) i plato produktivnosti (eng. *Plateau of Productivity*) označavaju faze u kojima se tehnologija polako udaljava od faze razočaranja i ulazi u zreliju i stabilniju primjenu. U kontekstu vojne umjetne inteligencije, to znači da se s vremenom određene aplikacije počinju usavršavati, a modeli uporabe postaju konkretniji, skalabilniji i operativno održivi. Primjeri takvih stabilnih područja primjene uključuju optimizaciju logističkih lanaca, prediktivno održavanje te analizu i detekciju prijetnji u nadzornim i obavještajnim sustavima. Kako vojne organizacije akumuliraju iskustvo s umjetnom inteligencijom, one sve više postižu praktične i stabilne implementacije koje su tehnički održive i taktički korisne. Ipak, jedno ključno pitanje ostaje otvoreno – koliki udio u donošenju odluka treba ostati u rukama čovjeka?

Zbog toga se potencijalne koristi umjetne inteligencije u vojnom kontekstu moraju procjenjivati individualno, od slučaja do slučaja, uzimajući u obzir specifične ciljeve, operativne uvjete i razinu pouzdanosti koju pojedini sustav može jamčiti. Ovakva procjena zahtijeva multidisciplinarni pristup, uključujući tehnička, pravna, etička i taktička gledišta, da bi se osigurala upotreba UI sustava koja je istodobno učinkovita i odgovorna. Dodatni segment nesigurnosti proizlazi iz činjenice da se umjetna inteligencija brže razvija u civilnom sektoru, posebno u komercijalnim i tehnološkim industrijama, a tehnologije razvijene izvan vojnog konteksta često se naknadno pokušavaju prilagoditi za obrambene svrhe, što dovodi do neizvjesnosti u predviđanju stvarnih vojnih sposobnosti koje UI može omogućiti. Ta razlika između civilnog i vojnog razvoja dodatno naglašava potrebu za opreznim planiranjem, realističnim očekivanjima i jasnim etičkim i pravnim okvirom pri implementaciji umjetne inteligencije u oružane snage.

Zaključno, u kontekstu vojne primjene umjetne inteligencije, mnoge tehnologije trenutno se nalaze između korita razočaranja i nagiba prosvjetljenja. Na primjer, autonomne letjelice često se suočavaju s operativnim ograničenjima i pravnim i moralnim izazovima, dok sustavi za analizu podataka i potporu odlučivanju sve više pronalaze praktičnu primjenu u realnim borbenim uvjetima.

U kontekstu trendova, tehnologije u nastajanju koje je identificirao Gartner, kao što su autonomni UI sustavi i humanoidni roboti, blisko su povezane s potrebama vojske u poboljšanju operativnih sposobnosti uz istovremeno smanjenje rizika (ljudskih gubitaka, pogrešne ljudske procjene, ali i pogrešne strojne procjene). Ovi sustavi, sposobni za rad uz minimalnu ljudsku intervenciju, imaju značajan potencijal redefinirati područja poput prepoznavanja uzoraka, logistike i vođenja borbe korištenjem bespilotnih letjelica. Korištenjem *Hype ciklusa*, vojne organizacije mogu donositi informiranije odluke o tome kada i kako usvojiti UI tehnologije da bi maksimizirale njihovu učinkovitost i izbjegle potencijalne zamke povezane s „prenapuhanim“ (u smislu očekivanih performansi) ili nedovoljno

razvijenim sustavima. Opći pokretači koji moraju biti uspostavljeni da bi se izvukla maksimalna korist od umjetne inteligencije uključuju organizacijske i kulturološke promjene, učinkovito upravljanje resursima podataka i mreža te pouzdanu interakciju čovjeka i stroja (NATO STO, 2023). I NATO-ova *Strategija umjetne inteligencije* (eng. *NATO's AI Strategy*) naglašava potrebu za odgovarajućim upravljanjem umjetnom inteligencijom da bi se održala ljudska odgovornost (NATO, 2024).

Vjerojatni razvojni rokovi tehnologija povezanih s umjetnom inteligencijom, prema procjenama stručnjaka uključenih u projekte NATO-ve Organizacije za znanost i tehnologiju (*NATO Science and Technology Organization*), obuhvaćaju četiri vremenska horizonta: do 2 godine, do 5 godina, do 10 godina i više od 10 godina (Dijagram 1).



Dijagram 1: Procjena napretka i potencijala umjetne inteligencije u primjeni za potrebe vojske. Izvor: vlastiti, prema Von Kármán Horizon Scan on AI (NATO STO, 2023).

Dijagram 1 prikazuje predviđenu vremensku dinamiku razvoja i integracije umjetne inteligencije u obrambene sustave u četiri faze. U početnoj fazi (iz perspektive 2023. godine), unutar prve dvije godine, fokus je na povećanju dostupnosti i kvaliteti podataka, što omogućuje razvoj naprednijih UI modela te njihovu integraciju u upravljanje životnim ciklusom sustava. U razdoblju od dvije do pet godina, UI se počinje koristiti za potporu odlučivanju i djelovanju, ali isključivo pod ljudskim nadzorom, dok se paralelno razvijaju standardi i mreže za zajedničko korištenje podataka putem međunarodne suradnje. Na horizontu od šest do deset godina očekuje se značajan porast razumijevanja i povjerenja u UI, čime se omogućuje da ti sustavi aktivno doprinose situacijskoj svijesti i preuzmu pojedine zadatke koji zahtijevaju manje ljudskog nadzora. Konačno, nakon deset godina, dostignuta razina zrelosti sustava mogla bi omogućiti njihovo autonomno djelovanje u različitim operacijskim domenama i vrstama

Smiljanić, Primjena umjetne inteligencije u ratovanju

vojnih operacija, pri čemu UI postaje integralni element obrambenog odlučivanja i djelovanja (na primjer, u procesu vojnog donošenja odluke).

Zaključak

Umjetna inteligencija postaje jedan od ključnih čimbenika u modernom ratovanju, što je vidljivo iz inovativnih primjena u Rusko-ukrajinskom ratu. Ukrajina se ističe u korištenju UI-ja kao primjer nadoknade inferiornosti vojnih resursa, dok Rusija i dalje razvija vlastite kapacitete, unatoč izazovima sankcija. Na globalnoj razini, u kontekstu uporabe UI u budućim ratovima, akteri (države) moraju uskladiti tehnološke inovacije s etičkim razmatranjima i međunarodnim zakonima da bi spriječili zlouporabu UI.

Korištenje alata poput Gartnerovog modela *Hype Cycle* može pomoći vojnim organizacijama u donošenju (procjeni) informiranih odluka o usvajanju UI tehnologija. Budući razvoj UI-ja, kako sugeriraju stručnjaci iz NATO država, obećava povećanje vojnih sposobnosti, ali zahtijeva opreznu integraciju i usklađenost s ljudskim vrijednostima, čime će se osigurati održiva primjena ove tehnologije u vojnim kontekstima.

Literatura:

Automated Decision Research (2024). Androidnaya Tekhnika Marker UGV. *Automated Decision Research*. <https://automatedresearch.org/weapon/androidnaya-tekhnika-marker-ugv/>

Bendett, S. (2023). Roles and Implications of AI in the Russian-Ukrainian Conflict. *Belfer Center, Harvard Kennedy School*. <https://www.russiamatters.org/analysis/roles-and-implications-ai-russian-ukrainian-conflict>

Borchert, H., Schütz, T., i Verbovsky, J. (ur.). (2024). *The very long game: 25 case studies on the global state of defense AI*. Springer. <https://library.oapen.org/bitstream/id/46f68e1b-1855-4907-9f57-4f5e8c845494/978-3-031-58649-1.pdf>

Clausewitz, C. v. (1984). *On War* (Howard, M., & Paret, P., eds). Princeton, NJ: Princeton University Press.

Gingrich, D. (2019). Coding just war theory: Artificial intelligence in warfare. *InterAgency Journal*, 10(3), 33–39.

Global Defense News (2024). Lancet-3. Loitering munition / Suicide or Kamikaze drone - Russia. *Global Defense News, Army Recognition Group*. <https://armyrecognition.com/military-products/army/unmanned-systems/unmanned-aerial-vehicles/lancet-3-loitering-munition-kamikaze-drone-russia-data-fact-sheet>

Goncharuk, V. (2024). Artificial intelligence in defence of Ukraine. *International Centre for Defence and Security*. <https://icds.ee/en/russias-war-in-ukraine-artificial-intelligence-in-defence-of-ukraine/>

GOV UA (2024). Digital transformation. *State sites of Ukraine, Government portal*. <https://www.kmu.gov.ua/en/yevropejska-integraciya/coordination/cifrova-transformaciya>

Herzfeld, N. (2022). Can lethal autonomous weapons be just? *Journal of Moral Theology*, 11(Special Issue 1), 70–86.

- Looijen, B. (2025). Russia's fiber-optic drones dodge jamming, but Ukraine hunts them with infrared and sound. *Euromaidan Press*. <https://euromaidanpress.com/2025/02/03/russias-fiber-optic-drones-dodge-jamming-but-ukraine-hunts-them-with-infrared-and-sound/>
- Melkozerova, V. (2023). The future of warfare: A \$400 drone killing a \$2M tank. *Politico.eu*. <https://www.politico.eu/article/future-warfare-400-army-strike-drone-unit-2m-tank/>
- Mhajne, A. (2023). Israel's AI Revolution: From Innovation to Occupation. *Carnegieendowment.org*. <https://carnegieendowment.org/sada/2023/11/israels-ai-revolution-from-innovation-to-occupation?lang=en>
- Miller, J. R. (2022). Deepfake video of Zelensky telling Ukrainians to surrender removed from social platforms. *New York Post*. <https://nypost.com/2022/03/17/deepfake-video-shows-volodymyr-zelensky-telling-ukrainians-to-surrender/>
- NATO (2024). Summary of NATO's revised Artificial Intelligence (AI) strategy. *North Atlantic Treaty Organization*. https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_227237.htm
- NATO ACT (2024). Battlefield Innovation: Ukraine's DELTA System Paves the Way for Allied Interoperability at CWIX24. *NATO Allied Command Transformation*. <https://www.act.nato.int/article/delta-system-cwix/>
- NATO STO (2023). Von Kármán Horizon Scan on AI. *NATO Science and Technology Organization*.
- Noreika, A. (2025). Putin directs Russia to forge advanced AI collaboration with China. *Technology.org*. <https://www.technology.org/2025/01/02/putin-directs-russia-to-forge-advanced-ai-collaboration-with-china/>
- Stewart, R., i Hinds, G. (2023). Algorithms of war: The use of artificial intelligence in decision-making in armed conflict. *ICRC Humanitarian Law & Policy Blog*. <https://blogs.icrc.org/law-and-policy/2023/10/24/algorithms-of-war-use-of-artificial-intelligence-decision-making-armed-conflict/>
- Tregub, C. (2024). The AI Frontier: Ukraine's role in the future of warfare. *Friends of Europe*. <https://www.friendsofeurope.org/insights/critical-thinking-the-ai-frontier-ukraines-role-in-the-future-of-warfare/>
- Wagner, M. (2014). The dehumanization of international humanitarian law: Legal, ethical, and political implications of autonomous weapon systems. *Vanderbilt Journal of Transnational Law*, 47, 1371-1424. <https://ssrn.com/abstract=2541628>