

САВРЕМЕНО НАОРУЖАЊЕ И ВОЈНА ОПРЕМА

СОВРЕМЕННОЕ ВООРУЖЕНИЕ И ВОЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

MODERN WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT

Противракетни систем „Тамни орао“:

У време када претња од балистичких ракета и других далекометних оружја постаје све софистициранија, развој противракетних одбрамбених система је од пресудног значаја. Међу водећим системима који су се појавили у области одбране од ракета налази се противракетни систем „Тамни орао“, најсавременија технологија дизајнирана да пресреће и неутралише долазне претње пре него што стигну до својих циљева. У чланку се разматрају концепт, дизајн, могућности, оперативни значај и будући изгледи овог противракетног система.



Лансер ракета система „Тамни орао“

1. Увод

„Тамни орао“ је систем за одбрану од ракета нове генерације који је развијен да би се супротставио различитим ракетним претњама, од краткорочних до интерконтиненталних балистичких ракета (intercontinental ballistic missiles — ICBMs). Његова основна сврха је да пресреће и уништи непријатељске ракете у различитим фазама лета: при подизању, у средњој и терминалној фази. Ради се о хиперсоничном оружју дугог домета (Long-Range Hypersonic Weapon — LRHW). Оружни систем се састоји од ракетног

бустера који носи хиперсонично клизно возило (Hypersonic Glide Body — С-НГВ). Када ракетни бустер достигне одговарајућу висину и брзину, ослобађа хиперсонично клизно возило С-НГВ, које клизи хиперсоничним брзинама док се спушта ка свом циљу.

Развијен као део ширег напора неколико земаља да побољшају своје капацитете за одбрану од ракета, „Тамни орао” је пројектован да се супротставља растућим претњама које представљају ракете и софистицирани непријатељи који стално унапређују своје оружане системе. Циљ је да се државама обезбеди способност да бране кључну инфраструктуру, војне објекте и цивилну популацију од ракетних напада.

2. Еволуција противракетних одбрамбених система

Успон ракетне технологије током 20. века довео је до драматичне промене у војним стратегијама, јер је способност лансирања ракета дугог домета које могу носити нуклеарне, хемијске или конвенционалне бојеве главе представљала значајне изазове за глобалну безбедност. Као одговор на то, западна алијанса почела је да развија системе за пресретање и неутралисање ракетних претњи, укључујући познати систем *патриот* за одбрану од ракета, *звоздену куполу*, као и напредније системе као што су THAAD (Terminal High Altitude Area Defense) и противбалистичка одбрана Aegis, док је руска војна индустрија развијале противавионске и противракетне системе S-300, S-400 и S-500.

„Тамни орао”, међутим, представља значајан напредак у погледу брзине, прецизности и поузданости. Он интегрише најновије напредне технологије радарских система, вештачке интелигенције (ВИ) и дизајна ракета за пресретање. Са способношћу да прати, идентификује и уништи различите врсте долазних претњи, он није само одбрамбени систем, већ и стратешки алат за обезбеђивање глобалне стабилности.

3. Технологија система „Тамни орао”

„Тамни орао” користи комбинацију најсавременијих технологија како би постигао своју изузетну ефикасност у пресретању балистичких и крстарећих ракета. Систем је дизајниран да ради аутономно уз минималну људску интервенцију, ослањајући се углавном на своје напредне сензорске мреже и алгоритме вештачке интелигенције за идентификацију и пресретање циљева.

3.1 Радар и праћење система

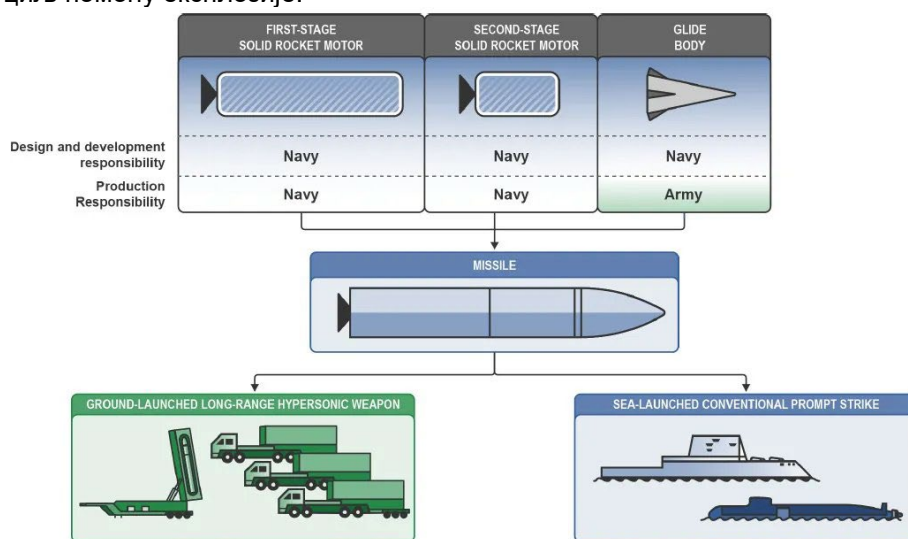
У основи система „Тамни орао” налази се софистицирана радарска мрежа која омогућава свеобухватно 360-степенско праћење ваздушног простора око одбрамбеног периметра. Ови радарски системи користе више фреквенција како би пратили како обичне, тако и тајне ракетне претње са високом прецизношћу. Способност система да детектује лансирање ракета

и прати циљеве на великим раздаљинама је једна од кључних особина која га издваја од старијих генерација система за одбрану од ракета.

„Тамни орао” такође интегрише технологију фузије више сензора, која комбинује податке са различитих радара, инфрацрвених и оптичких сензора како би створила прецизну слику ваздушног простора у реалном времену. Ова фузија података омогућава систему да ефикасно прати више циљева истовремено, чак и у високо загушеним окружењима или у присуству контрамера као што су ометање или мамци.

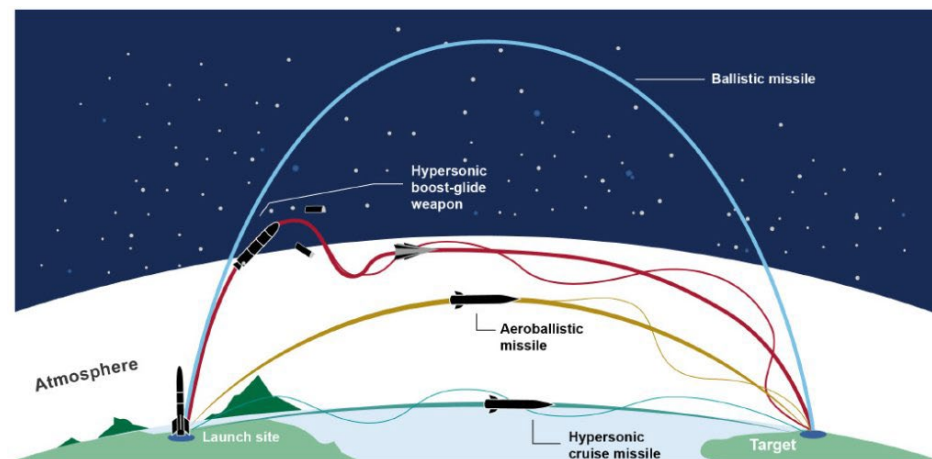
3.2 Ракете за пресретање

Након што се претња идентификује, систем „Тамни орао” лансира ракете за пресретање које су дизајниране да униште долазећу ракету током лета. Оне су опремљене врло напредним системима за навођење и ракетним главама које обезбеђују висок проценат поготка. У зависности од врсте ракете, „Тамни орао” може распоредити различите врсте ракета за пресретање, као што су кинетички пројектили који се физички сударају са долазном ракетом или експлозивне бојеве главе пројектоване да униште циљ помоћу експлозије.



Врсте ракета пресретања система „Тамни орао” у зависности од лансирих платформи

Ракете за пресретање дизајниране су с циљем да пресећу ракете у различитим фазама њихове трајекторије, од почетне фазе лансирања до терминалне фазе непосредно пре удара. Способност система да гађа ракете током фазе лансирања је посебно корисна јер омогућава пресретање ракете док је још близу места лансирања, чиме се повећава шанса да се претња неутралише пре него што достигне свој циљ. Домет хиперсоничних ракета система „Тамни орао” износи око 2780 км.



Различите трајекторије балистичких и хиперсоничних ракета

3.3 Вештачка интелигенција (ВИ) и доношење одлука

Интеграција вештачке интелигенције у систем „Тамни орао” представља значајан напредак у области одбране од ракета. Она функционише као „мозак” система, који је у стању да анализира огромне количине података са сензора у реалном времену како би идентификовао, класификовао и пратио више циљева. Такође, ВИ процењује вероватноћу да ће ракета погодити циљ и брзо одлучује која ракета треба да се лансира и када.

Системи засновани на ВИ могу доносити одлуке у делићу секунде, осигуравајући да се одговарајућа ракета лансира према правом циљу на најефикаснији начин. Штавише, систем стално учи из претходних дејстава, побољшавајући своје способности доношења одлука током времена.

4. Оперативне способности система „Тамни орао”

„Тамни орао” је пројектован с циљем да буде веома флексибилан и способан да се адаптира на различите сценарије мисије, било да је у питању одбрана војне базе, велике урбане области или морнарице. Његове оперативне способности обухватају:

4.1 Вишеструко препознавање претњи

„Тамни орао” може истовремено да се бори са више претњи, што га чини идеалним за одбрану од великог броја ракетних напада. Без обзира на то да ли претња подразумева ракетни бараж кратког дмета или софистицирани напад интерконтиненталним ракетама, може да приоритетно пресреће претње на основу процењене опасности и трајекторије.

4.2 Свестраност и мобилност

Модуларни дизајн система „Тамни орао” обезбеђује му могућност распоређивања у различита окружења, укључујући земаљске, поморске па чак и ваздухопловне платформе. Предвиђена је инсталација система на копнене, морске и подморске лансере (на ратне бродове класе *Zumwalt*, , подморницу класе *Virginia Block V*). Систем може бити брзо распоређен и пресељен како би бранио кључне локације, а његове мобилне јединице могу се транспортовати различитим војним возилима или авионима.

4.3 Отпорност на контрамере и електронско ратовање

Један од кључних изазова са којима се суочавају системи за одбрану од ракета јесте способност да се супротставе софистицираним контрамерама које користе непријатељи. „Тамни орао” је пројектован да превазиђе ометање, мамце и друге контрамере које би иначе учиниле традиционалне системе одбране од ракета неефикасним. Уз помоћ адаптивних алгоритама и фузије сензора, овај систем је у стању да разликује стварне претње од мамаца или других ометања, осигуравајући њену ефикасност и у изазовним окружењима.

5. Стратешки значај система „Тамни Орао”

Распоредивање противракетног система „Тамни орао” нуди више стратешких предности, како у погледу националне безбедности, тако и у међународним односима, што обухвата:

5.1 Одвраћање

Присуство система Тамни Орао делује као моћно средство одвраћања за непријатеље који разматрају ракете као могућност напада. Сазнање да држава има капацитет за неутралисање ракетних претњи са високим степеном поузданости може одвратити потенцијалне агресоре од покретања ракетних напада, чиме се доприноси регионалној и глобалној стабилности.

5.2 Заштита кључне инфраструктуре

Способност система „Тамни орао” да штити виталну инфраструктуру, као што су војне базе, електране и владине зграде, од пресудног је значаја за одржавање националне безбедности. Обезбеђујући заштиту од ракетних напада, она гарантује да кључни објекти остану оперативни и током периода појачаних тензија или сукоба.

5.3 Глобални одбрамбени савези

„Тамни орао” није само значајан за појединачне земље, већ доприноси и глобалним одбрамбеним партнерствима. Интероперабилност система са другим системима за одбрану од ракета (као што су *Aegis* систем за противбалистичку одбрану или систем *THAAD*) омогућава координиране одбрамбене напоре у случају великог ракетног напада.

6. Будући изгледи и надоградње

Како ракетна технологија наставља да се развија, тако ће се развијати и способности система као што је „Тамни орао”. Будуће надоградње могу укључити побољшања радарских система за праћење, развој ракета за пресретање хиперсоничних ракета и побољшање способности ВИ која ће омогућити још брже и прецизније доношење одлука. Такође, истраживање усмерених енергетских оружја, као што су ласери, могло би имати одговарајућу улогу у следећој генерацији ракета за пресретање система „Тамни орао”, обезбеђујући економичан и високо ефикасан метод за неутралисање долазних претњи.

Штавише, како сајбер претње постају све учесталије, потребно је ојачати сајбер одбрану овог система како би остао оперативан у условима електронског ратовања.

7. Закључак

Иако је извршено неколико пробних лансирања, од којих је последње реализовано децембра 2024. године, Пентагон се још увек не изјашњава по питању да ли је систем спреман за увођење у оперативну употребу.

Упркос томе, противракетни систем „Тамни орао” налази се на челу савремених технологија одбране од ракета и представља кључни алат у заштити земаља од растућих претњи ракетних напада. Својим напредним радарским системима, интелигентним одлучивањем и свестраношћу у разликовању различитих врста ракета, претпоставља се да ће имати кључну улогу у глобалној одбрани у наредним деценијама. Како непријатељи настављају да усавршавају своје ракетне технологије, нарочито по питању хиперсоничних ракета и пројектила, систем „Тамни орао” ће се сигурно развијати, адаптирајући се на нове изазове и обезбеђујући снажан одговор на једну од најозбиљнијих претњи савремене безбедности.

Током будућих иновација и надоградњи, „Тамни орао” ће вероватно остати темељ националних и међународних одбрамбених стратегија, обезбеђујући како одвраћање, тако и заштиту у све сложенијем и нестабилнијем свету.

Драган М. Вучковић (*Dragan M. Vučković*),
e-mail: draganvuckovic64@gmail.com,

ORCID iD:  <https://orcid.org/0000-0003-1620-5601>

Поређење америчког ловца F-22 и руског Su-57

Амерички ловац F-22 *Raptor* и руски Su-57 (Т-50) само су два од најсавременијих стелт ловца који представљају технологију будућности у авијацији. F-22 је врхунски стелт ловац пете генерације, док је Su-57 руски одговор на захтеве савремених и будућих ратних окружења. Иако оба авиона припадају истој категорији, они се значајно разликују по својој конструкцији, могућностима и стратегијама употребе.

1. Опште информације и развој
- 2.



F-22 Raptor

Произвођач: Lockheed Martin

Први лет: 1997. година

Оперативно: око 180 примерака

Држава: Сједињене Америчке Државе

Класа: ловац 5. генерације, стелт,

развијен као ловачки авион домена ваздушне супериорности и спада у део шире стратегија САД за одржавање превласти у ваздушном простору. Током свог развоја F-22 је прошао кроз опсежне тестове како би постао најефикаснији стелт ловачки авион на свету. Његова конструкција и напредна електроника чине га веома способним у ваздушним борбама, посебно против напредних противничких авиона.

Su-57 Felon:



Произвођач: Сухој

Први лет: 2010. година

Оперативно: од 32 до 50 комада, и даље је у производњи

Држава: Русија

Класа: ловац 5. генерације, стелт, мултифункционални ловацбомбардер

Први руски ловац бомбардер Su-57 развијен је као одговор на западне авионе као што је F-22 и касније F-35. Иако није тако рано уведен у службу као F-22, Su-57 има сличан циљ – доминацију у ваздушном простору и способност да се носи са различитим претњама, од ракетних система до других авиона. Такође, развијен је не само за постизање ваздушне супериорности, већ и за напад на копнене циљеве.

2. Дизајн и стелт технологија

F-22 Raptor:

Стелт способности: F-22 поседује развијену стелт технологију, што му омогућава да буде тешко детектован радарима. Сматра се да му је радарски одраз свега 0,0001m. Његов дизајн карактеришу глатки и агресивни углови, као и напредни материјали који апсорбују радарске таласе. Стелт својства су му изузетно ефикасна у области авиона који се користе за ваздушну супериорност, посебно против других ловаца.

Su-57:

Стелт способности: Su-57 такође користи напредне стелт технологије, али је његов дизајн нешто другачији. Иако има стелт својства, као што су равне и глатке површине, и неке специфичне углове који смањују радарску видљивост, Su-57 није толико „невидљив“ као F-22; сматра се да је његов радарски одраз од 0,1 до 1 m. Руси су усмерили напоре ка постизању стелт способности, али са тежиштем на многострукој намени, што значи да је стелт технологија више компромисна. Међутим, наводно је Su-57 много окретнији у ваздушним маневрима.

3. Перформансе и маневрабилност

F-22 Raptor.

Максимална брзина: 2,25 маха (2.414 км/ч)

Доминантне способности: F-22 је познат по својој изузетној маневрабилности. Са своје две турбине и напредном контролом лета, овај авион може да маневрише великим брзинама, што му омогућава да изводи веома сложене маневре. То је посебно корисно у борбама у ваздушном простору где је маневрисање кључно. Ловац је опремљен са по два мотора F119-PW-100 који му омогућају суперкстарење брзином од 1,8 маха. Сваки мотор развија потисак од 15,875кг, односно 32.000 кг укупно.

Su-57:

Максимална брзина: 2 маха (2.120 км/ч)

Доминантне способности: Su-57 је такође веома маневрабилан и може да изводи сложене маневре. Има напредни систем управљања лета, али се сматра да није тако супериоран у домену маневрабилности као F-22. Ускоро ће бити опремљен новим моторима izdeliye 30, односно AL-51F-1, са потиском од по 14.500 кг, односно скоро 29.000 кг потиска укупно.

4. Електроника и оружје

F-22 Raptor.

Електронски системи: F-22 је опремљен напредним радаром AN/APG-77 који користи фазну антену за детекцију и праћење циљева на великом растојању. Поред тога, има висококвалитетне инфрацрвене и електронске сензоре који омогућавају детекцију циљева у пасивном режиму.

Оружје: F-22 је наоружан различитим типовима ракета кратког и дугог домета, укључујући AIM-120 AMRAAM (ракету за пресретање) и AIM-9M/X

Sidewinder. Такође, има унутрашњи контејнер оружја који је важан за очување стелт својстава.

Su-57:

Електронски системи: Su-57 је опремљен напредним радаром H036 „Белка” који има више фаза, а који је у стању да открије и прати велики број циљева истовремено, иако се сматра да је нешто мање напредан од АН/АРG-77 који користи F-22. Авион је опремљен системом за електронске противмере L402. На кратким раздаљинама користи електрооптички систем 101KS Atoll који обухвата инфрацрвени систем за претрагу и праћење који помаже пилоту при нападу ракетама са инфрацрвеним вођењем.

Оружје: Su-57 поседује широк спектар наоружања, укључујући ракете великог домета за напад на ваздушне циљеве, као што су R-77M и R-74M са дометом до 160 км и ракете за ваздушне и земаљске нападе. Такође, може да користи и нуклеарно оружје, што му даје додатне стратешке могућности.

5. Цена и производња

F-22 *Raptor*:

Цена: Процењује се да је цена једног F-22 око 150 милиона долара, али је увелико повећана због ограничене производње и сложене технологије. Ловац је развијен у условима постојања хладног рата између САД и СССР-а и средином деведесетих година прошлог века постојале су пројекције да би производња могла да обезбеди и 750 авиона чија цена не била већа од 50 до 70 милиона долара. Међутим, након распада СССР-а дошло је до обуставе производње, тако да је сада у оперативној употреби само 183 авиона чија се цена процењује на око 150 милиона долара.

Su-57:

Цена: Su-57 је процењен на око 50 до 70 милиона долара, што је знатно јефтиније у поређењу са F-22, пре свега због руске способности да користи јефтиније производне методе и материјале, али и због прецењености производа америчке војне индустрије.

6. Извоз

Ловац F-22 је један од ретких америчких авиона који није нигде извезен, чак ни у Израел, због тога што су употребљена, тада, најновија техничка достигнућа која представљају војну тајну. Тренутно не постоји серијска

производња ових ловаца, а ради се на продужењу ресурса авиона, уграђивању нових сензорских система, као и модификације пилотске кациге према данашњим стандардима.

Ловац Su-57 серијски је произвођен доста касно с обзиром на то да је први пут летео још 2010. године. Након неколико година употребе авиона у борбеним условима постоји неколико земаља које су заинтересоване за куповину, као што је Алжир који је, по неким информацијама, поручио до 24 летелице. У Индији се, по непровереним информацијама, размишља о производњи ових авиона по лиценци.

7. Закључак

Иако F-22 и Su-57 припадају истој категорији ловачких авиона пете генерације, постоје значајне разлике у њиховим могућностима и намени. F-22 је вероватно најнапреднија стелт платформа на свету када је реч о ваздушној супериорности, са изузетним перформансама, маневрабилношћу и електронским системима. С друге стране, Su-57 је вишенаменски авион који комбинује стелт способности са мулти-функционалним способностима, али не достиже исти ниво стелт технологије као F-22.

У контексту геополитике, и САД и Русија настављају да развијају своје авионе и модернизују војне капацитете, али свака од ових платформи има свој приступ у зависности од стратешких и оперативних потреба.

Драган М. Вучковић (*Dragan M. Vučković*),
e-mail: draganvuckovic64@gmail.com,

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-1620-5601>

Нарастање кинеске нуклеарне подморничке флоте подморницама типа 093В¹

Седмог фебруара 2025. појавила се фотографија снимљена 4. фебруара 2025, на којој је приказано бродоградилиште нуклеарних подморница *Huludao*. На њој се види нападна подморница типа 093В на нуклеарни погон (SSN/SSGN) са отвореним коморама вертикалног лансирања система (ВЛС), који је открио повећан број лансирањих силоса на 12, што значи да је моћ подморнице знатно повећана. Најмање четири подморнице типа 093 су примећене у бродоградилишту, мада је нејасно да ли су све новоизграђене или су у току одржавања, односно модернизације.

¹ Naval News Navy 2025, 10 Feb, 2025



Нападна подморница на нуклеарни погон типа 093В са отвореним отворима система за вертикално лансирање (ВЛС) открива већи број лансирних цеви, што указује на знатно повећање ватрене моћи за ову класу нападах подморница

Чини се да је Кина покренула програм брзог ширења подморничке флоте, посебно серије Тип 093В. Према извештајима неколико аналитичара, између седам и осам подморница типа 093В изграђено је само у последње три године, што је стопа производње која премашује број јуришних подморница које је Кина израдила у последње три деценије. Када се укључе конвенционалне подморнице, као што је нови Тип 039С, укупан број лансираних подморница у последње три године премашује 15. Кина стално повећава своју флоту подморница на нуклеарни погон, а ускоро се очекује увођење следеће генерације нападах подморница типа 095.

До тада ће Тип 093В вероватно заменити застарела пловила, а ради се на постизању значајног квалитативног скока у подводним способностима. Усвајање погона у облику млазне пумпе у типу 093В сугерише настојање да се смање акустичне карактеристике и побољшају подводне перформансе. Пумпно-млазне пропелзоре углавном имају подморнице које су пројектоване за веће брзине и умањену звучну слику. Почетне процене сугерисале су почетну серију од шест јединица. Тренутни извештаји показују да је производња типа 093В у току и да се ради на замени старијих подморница и повећање укупне величине флоте нуклеарних нападах подморница.

Кинески развој подморница на нуклеарни погон почео је седамдесетих година нападном подморницом класе тип 091 (класа Хан), која је касније замењена нападном подморницом на нуклеарни погон Тип 093 (класа Шанг) како би се побољшале подводне способности Ратне морнарице

Народне ослободилачке војске (ПЛАН). Подморница је пројектована уз помоћ Русије. Њен развој имао је за циљ да отклони ограничења подморнице типа 091, што се посебно односило на смањење буке и борбену ефикасност. Први Тип 093 ушао је у употребу почетком 2000-их, са побољшаном хидродинамиком, тишим радом и већом издржљивошћу. Касније варијанте, као што су Тип 093А и 093В, укључивале су системе за вертикално лансирање (ВЛС) за неколико типова крстарећих пројектила, што је први пут да је таква способност приказана на кинеској нападној подморници. Верује се да Тип 093В, који има издужен труп и напредне сензоре, служи као прелаз ка следећој генерацији подморнице типа 095, такође означеној као 09-В.

Тип 093В има аеродинамичан труп дизајниран да смањи акустичне потписе. Користи систем пумпно-млазног погона уместо конвенционалног пропелера, што је промена у складу са недавним трендовима у дизајну нападних подморница. Овај погонски систем побољшава ефикасност и смањује буку при већим брзинама. Кључна карактеристика типа 093В је интеграција система за вертикално лансирање (ВЛС), што је први познати пример кинеске нападне подморнице опремљене вертикалним лансером, омогућавајући му да лансира низ типова пројектила. Уочена конфигурација која, судећи по фотографији, укључује између 12 и 24 ВЛС ћелије сугерише да подморница може бити наоружана противбродским крстарећим ракетама (*anti-ship cruise missiles — ASCM*), крстарећим ракетама за копнени напад (*land-attack cruise missiles LACM*) и потенцијално балистичким ракетама које се лансирају са подморница (*submarine-launched ballistic missiles SLBM*).

Сателитски снимци са почетка 2023. године показали су да је Кина поринула своју осму подморницу класе 093 у бродоградилишту *Huludao*, од којих су две потврђене као варијанте типа 093В. Стопа производње сугерише степен њене стандардизације. Током 70. годишњице кинеских подморничких снага, у јуну 2024. године, кинески државни медији истакли су све већу улогу нападних подморница на нуклеарни погон у поморским операцијама. Извештаји сугеришу да би подморница Тип 093В могла бити способна да носи варијанту хиперсоничне ракете *YJ-21* која се лансира испод мора. Таквим ракетама наоружан је и нови кинески разарач типа 055. Ако буде распоређена са подморница, ова ракета би проширила кинеске ударне способности.

Повећана стопа производње Типа 093В такође поставља питања о будућем саставу кинеске подводне флоте, посебно у погледу односа *SSN* и подморница на конвенционални погон (*SSK*) као што је Тип 039С. Усвајање пумпно-млазног погона указује на то да би нове нуклеарне нападне подморнице *SSN* могле бити агресивније распоређене од претходних. Поред тога, осим типа 093В, Кина наставља да развија своју стратешку нуклеарну подморничку флоту са подморницама типа 094 које се користе за стратешке патроле одвраћања, иако неки аналитичари сугеришу да

кинеска нуклеарна тријада још није у потпуности оперативна. Постоје извештаји да би Кина могла да модификује неке стратешке подморнице SSBN типа 094 у подморнице са вођеним ракетама SSGN, као што је америчка морнарица урадила са својим старијим стратешким подморницама класе Ohio, потенцијално повећавајући њихове ракетне способности. То ће повећати способност кинеске ратне морнарице за операције у дубоким водама, проширити њен оперативни домет и ојачати њене способности против приступа/ускраћивања подручја (A2/AD). Конвенционалне подморнице ће вероватно остати део флоте за регионалну одбрану и приморске операције, док ће растућа флота нападних подморница имати задатак да спроводи патроле дугог домета, прати групе носача и доприноси стратешком одвраћању у Пацифику и околним водама.

Истовремено, Кина активно унапређује ракетне способности својих главних бродова. Разарач Тип 055, на пример, опремљен је са 112 хелија вертикалног лансираог система (ВЛС), способних за размештање различитих пројектила, укључујући противбродску крстарећу ракету YJ-18 и крстарећу ракету за копнени напад CJ-10. Ракета YJ-18 има подзвучни режим крстарења и надзвучни терминални напад, са процењеним дометом од 220 до 540 километара, док је CJ-10 крстарећа ракета за копнени напад са дометом већим од 1.500 км. Поред тога, Кина је представила YJ-21, хиперсоничну противбродску балистичку ракету са процењеним дометом од приближно 1.500 км и брзинама између 6 и 10 маха. Недавно је уведена у оперативну употребу и фрегата типа 054В која такође има модерне ракетне системе, доприносећи растућој поморској ватреној моћи Кине, о чему извештава Међународни институт за стратешке студије (IISS). По том институту, до 2024. године, кинеска морнарица достигла је више од 50% ватрене моћи америчке морнарице по броју вертикалних ракетних лансера.

Драган М. Вучковић (*Dragan M. Vučković*),
e-mail: draganvuckovic64@gmail.com,
ORCID iD:  <https://orcid.org/0000-0003-1620-5601>

„Electromagnetic Warfare: Are Railguns the Next Big Leap? “

For years, the railgun has been a symbol of futuristic warfare—a sleek, silent weapon capable of launching metal slugs at hypersonic speeds, striking targets with pinpoint precision and overwhelming force. Once confined to the pages of science fiction and defense white papers, this electromagnetic marvel is now edging closer to deployment. And if it reaches the battlefield, it won't just be a new weapon—it will be a revolution.

Imagine a weapon that doesn't need explosives to destroy its target. No gunpowder. No propellant. Just a pulse of electricity, two metal rails, and a projectile accelerated to speeds so fast, it tears through the air like a thunderbolt. A railgun's strike isn't just fast—it's nearly impossible to intercept, and its impact is purely kinetic, reducing collateral damage and changing how we think about destructive power.

Behind closed doors and in highly controlled test environments, that future is being forged today. Defense labs in the U.S., China, and elsewhere are racing to solve the last few technical barriers—managing extreme heat, refining barrel durability, and generating the vast power needed to fire at full capacity. Each breakthrough brings the railgun one step closer to changing the balance of power.

Imagine a weapon capable of striking its target before the sound of its launch even arrives—delivering such immense kinetic energy that it destroys through velocity alone, without the need for explosives. This is not speculative fiction. This is the railgun: a cutting-edge electromagnetic weapon system that has the potential to render traditional munitions—bullets, missiles, and conventional artillery—strategically outdated.

A brief history of the railgun

While railguns sound like very modern pieces of kit, they actually have a long and exciting history.

French inventor André Louis Octave Fauchon-Villeplée first introduced the concept of an electromagnetic railgun to the world with a functional, small-scale prototype of an electric cannon in 1918, and several weapons engineers worldwide took notice.

They began work on their futuristic railguns.

It wasn't until World War 2 that we saw plans for a fully functional, combat-ready railgun laid out. German engineer Joachim Häsler proposed creating what was essentially a railgun – an electromagnetically powered anti-air gun placement.

This was to be an iteration of Villeplée's design decades earlier, a 'cannon' that utilized a charged current to propel its projectiles forward.

But that's all Häsler's idea ended up being: a design.

Since 1993 the British and American governments have collaborated on a railgun project at the Dundrennan Weapons Testing Centre that culminated in the 2010 test where BAE Systems fired a 3.2 kg (7 pound) projectile at 18.4-megajoules [3,390 m/s (7,600 mph; 12,200 km/h; 11,100 ft/s)] In 1994, India's DRDO's Armament Research and Development Establishment developed a railgun with a 240 kJ, low inductance capacitor bank operating at 5 kV power able to launch projectiles of 3–3.5 g weight to a velocity of more than 2,000 m/s (4,500 mph; 7,200 km/h; 6,600 ft/s).[29] In 1995, the Center for Electromagnetics at the University of Texas at Austin designed and developed a rapid-fire railgun launcher called the Cannon-Caliber Electromagnetic Gun. The launcher prototype was later tested at the U.S. Army Research Laboratory, where it demonstrated a breech efficiency over 50 percent.

In 2010, the United States Navy tested a BAE Systems-designed compact-sized railgun for ship emplacement that accelerated a 3.2 kg (7 pound) projectile to hypersonic velocities of approximately 3,390 m/s (7,600 mph; 12,200 km/h; 11,100 ft/s), or about Mach 10, with 18.4 MJ of kinetic energy. It was the first time in history that such levels of performance were reached.

The Speed of War Just Got Rewritten

The rules of the battlefield are changing—and fast. Traditional weapons are starting to show their age in the face of a new technological leap. The railgun isn't just faster; it's fundamentally redefining what's possible in modern warfare.

Bullets? Too Slow.

A standard 5.56mm rifle round clocks in at around Mach 2.7 (~2,100 mph). That's fast—until you compare it to a railgun. These electromagnetic projectiles can reach speeds exceeding Mach 6 (4,500+ mph), making them faster than any non-hypersonic weapon in active service.

Missiles? Too Predictable.

Cruise missiles typically cruise at Mach 0.8, while even today's hypersonic weapons struggle to push beyond Mach 10. A railgun round reaches Mach 6+ within seconds, delivering impact before most missile defense systems can even lock on.

Artillery? Too Limited.

Conventional howitzers cap out at about 25 miles of range. Railguns? They can reach targets over 100 miles away with precision accuracy—no arc, no delay, just raw speed and power.

The Basic Principle Behind Railguns

At their core, railguns operate on a simple but powerful concept: using electromagnetic force to launch a projectile at extreme velocity. Instead of relying on chemical reactions or combustion, railguns harness electricity to generate force—clean, controlled, and incredibly fast.

The system involves two parallel conductive rails and a sliding armature between them. When a high-voltage current is applied, a magnetic field is created, and the resulting force pushes the armature—and the projectile—forward at tremendous speeds. It's not an explosion, it's a controlled burst of energy translating directly into motion.

What makes railguns stand out is not just their speed, but the efficiency of their destructive power. Because they don't rely on explosive warheads, the impact is purely kinetic. All the energy is focused on velocity and precision. The result? Devastating force delivered in a straight line with minimal collateral damage and no risk of onboard detonation.

Additionally, the lack of propellants or chemical fuel simplifies logistics and reduces storage risks. The power source is internal, and reloading is streamlined. This makes railguns highly scalable—ideal for integration into modern platforms that demand both power and flexibility.

In short, railguns represent a clean, efficient, and high-impact alternative to conventional weapons, opening the door to a new era of precision warfare powered by physics—not fire.

Cheaper, Faster, Deadlier

Railguns aren't just about speed—they're about redefining combat economics and efficiency. In an era where cost, rate of fire, and survivability matter as much as raw firepower, railguns offer a compelling advantage across the board.

Cost per Shot

Modern precision-guided munitions come with a high price tag. A single Tomahawk cruise missile costs approximately \$2 million per launch. In contrast, a railgun projectile—essentially a solid metal slug accelerated by electricity—can

be manufactured for just \$25,000 to \$50,000. That's a fraction of the cost for a weapon that can deliver equivalent, if not greater, destructive capability.

Rate of Fire

Traditional artillery systems like howitzers manage 2 to 4 rounds per minute, limited by mechanical reload times and heat buildup. Railguns, on the other hand, have the potential to fire 10 or more rounds per minute, depending on advancements in power delivery and thermal regulation. This higher rate of fire translates directly to increased battlefield effectiveness, especially in high-intensity engagements.

Interception? Nearly Impossible

Current missile defense systems are challenged by hypersonic threats—targets traveling at Mach 5 or faster. Railgun projectiles not only exceed these speeds, but their smaller size, lack of a thermal signature, and non-ballistic trajectory make them exponentially harder to detect, track, or intercept. Once fired, there is virtually no time to respond.

In terms of raw battlefield value, railguns promise more than just innovation—they offer a strategic edge that could dramatically shift the economics and tactics of modern warfare.

The Catch: Why Aren't Railguns Everywhere Yet?

Despite their promise, railguns remain largely experimental—and for good reason. Behind the impressive stats lies a set of formidable engineering and logistical challenges that have so far kept them from widespread deployment.

Power Demands

Firing a single round requires an extraordinary surge of energy—25 megawatts or more per shot. That's enough to power a small town. Currently, only the most advanced naval vessels, such as the USS *Zumwalt*, possess the onboard power generation systems capable of supporting a railgun. Integrating this level of energy requirement into land-based or mobile platforms remains a major hurdle.

Barrel Wear and Rail Erosion

The intense electromagnetic forces and extreme speeds involved in each launch inflict significant damage on the gun itself. Rails can melt, warp, or erode after just a few shots, severely limiting operational longevity. Without breakthroughs in materials science and barrel design, sustained fire remains impractical.

Thermal Management

Railguns generate massive heat—not just in the projectile path, but throughout the entire system. Rapid, repeated firing can turn the weapon into a molten, inoperable system without advanced, compact cooling technologies. Solving this problem is essential for transitioning from test-firing to combat readiness.

Countries Developing Railguns

Several countries are pouring resources into railgun research, driven by the potential to revolutionize warfare with a new class of weapons. Here's a breakdown of the nations making strides in this field:

1. United States

The United States has been a pioneer in railgun development, with research dating back to the early 2000s. Through various defense agencies, including the Office of Naval Research (ONR), the U.S. military has conducted extensive testing of railgun prototypes. The most notable efforts have focused on integrating railguns into naval platforms, particularly destroyers and future warships like the USS Zumwalt, which have the necessary power generation systems to support these high-energy weapons.



Navy considers railgun for a Zumwalt-class destroyer

While the U.S. military has scaled back its plans for immediate deployment in favor of hypersonic missile development, the railgun remains part of long-term strategies for naval warfare. Research is ongoing, particularly into enhancing power storage, cooling systems, and barrel durability. The U.S. has maintained its position as one of the front-runners in railgun technology, although full-scale operational deployment is still a few years away.

2. China

China is aggressively pursuing railgun technology as part of its broader strategy to modernize its military and assert itself as a global leader in emerging technologies. Reports suggest that China has successfully tested a working naval railgun, with trials conducted in 2018. The Chinese military has been focusing on integrating this technology into its naval forces, with the possibility of deploying railguns on advanced ships like the Type 055 destroyers.



Chinese landing ship armed with what could be a prototype railgun

The images now circulating online show the People's Liberation Army Navy's (PLAN) *Haiyang Shan*, a Type 072III-class landing ship with the pennant number 936, sitting in *Wuchang Shipyard* in *Hubei* province with a new, massive gun turret fitted on its bow. The mount appears to be fully enclosed and features a large diameter gun barrel. The other vessels in the class have a significantly smaller twin 37mm cannon in that position.

The gun aboard *Haiyang Shan* could also just be a large conventional cannon or a hybrid system of some type that combines a railgun's inert, hypervelocity projectile design with a traditional chemical propelling charge.

China's efforts in railgun development are not just about power; they're about gaining a strategic edge in both regional and global military power. The rapid pace of their research and testing places them in a strong position to potentially deploy railguns on a wide scale, particularly as the technology matures and power generation systems improve. China's focus on military modernization and technological innovation means that railguns are expected to play a significant role in their future naval and defense capabilities.

3. Russia

Russia has expressed interest in railgun technology, though its progress has been slower compared to the U.S. and China. While Russia is known for its emphasis on advanced weaponry, including hypersonic missiles and direct-energy weapons, railgun development faces challenges, particularly in terms of funding and technological infrastructure. Despite these hurdles, Russia is still

exploring the possibility of railgun integration into its naval fleets and land-based artillery systems

Reports from Russian defense sources indicate that railgun prototypes have been under development for years, but due to limited resources and technological barriers, Russia has not yet produced a fully operational model. Still, the potential remains for rapid advancements if Russia can overcome these challenges, making it a country to watch in the race for electromagnetic weapons.

4. Japan

Japan, traditionally focused on missile defense and advanced naval systems, has also entered the railgun race in recent years. Japan's Japan Self-Defense Forces (JSDF) have explored electromagnetic weapons as part of their technological modernization efforts. While Japan's focus has mainly been on non-lethal electromagnetic railguns for defensive applications—such as countering drones or missiles—there is speculation that they may eventually develop more offensive variants.



Turret-mounted electromagnetic railgun now installed on the test ship JS Asuka

In 2023, ATLA (Acquisition, Technology & Logistics Agency) said that it had successfully conducted test firings of a prototype railgun at sea from an unspecified platform, which the organization claimed at the time was a first-of-its-kind achievement for any country. Imagery ATLA released from that testing showed the weapon installed on a test mount rather than the full naval turret now installed on JS *Asuka*.

ATLA has reportedly been able to demonstrate the ability to fire rounds at a velocity of around 4,988 miles per hour (2,230 meters per second; Mach 6.5) while using five megajoules (MJ), or 5 million joules (J), of charge energy in previous tests. Being able to achieve a muzzle velocity of at least 4,473 miles-per-hour (2,000 meters-per-second) and a barrel life of 120 rounds are among previous testing goals.

In addition, railguns have typically been very physically bulky due to the need for large energy storage batteries and cooling systems. The railgun now on JS *Asuka* is notably fixed to the ship's rear flight deck where there is ample open space. Integrating the weapon onto an operational warship in a more traditional arrangement would require finding space for the other components inside the hull.

Japan's significant investments in electromagnetic technologies, coupled with its position as a leading technological power in Asia, could allow it to develop railgun capabilities that complement its existing defense systems, especially for protecting its maritime borders in an increasingly volatile region.

5. Europe (Various Nations)

While no European country has yet demonstrated the same level of commitment to railgun development as the U.S. or China, certain nations within the European Union have been exploring electromagnetic weapons as part of defense innovation programs. Countries such as France, Germany, and the United Kingdom are investing in directed-energy weapons and electromagnetic railguns for potential applications in both naval and land-based defense systems.

Given Europe's collective focus on strategic defense initiatives and advanced research in military technologies, it's likely that railguns will eventually be integrated into European defense platforms, particularly as power systems evolve and demand for energy-efficient weapons grows.

Conclusion: As nations work to overcome technical hurdles, railguns have the potential to reshape modern warfare. While the U.S. and China are leading, other countries are not far behind in the race for this game-changing technology.

Драган М. Вучковић (*Dragan M. Vučković*),
e-mail: draganvuckovic64@gmail.com,
ORCID iD:  <https://orcid.org/0000-0003-1620-5601>