

Raketų klasifikacija. Balistinės raketos

Gintaras Smaliukas
*Generolo Jono Žemaičio Lietuvos karo akademijos
Gynybos analizės centro patarėjas*

Anotacija

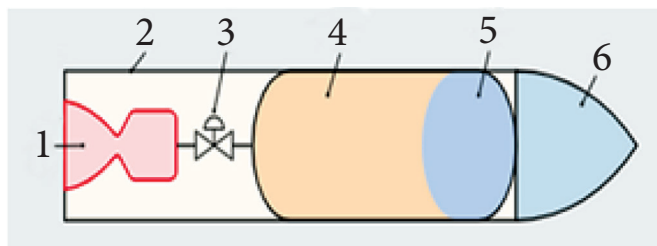
Iš Lietuvos kilęs karo inžinierius ir artilerijos specialistas Kazimieras Semenavičius 1650 m. veikale „Didysis artilerijos menas“ („*Artis Magnae Artilleriae*“) apibendrina žinias apie to meto parako raketas ir jų gamybos technologiją, pirmą kartą išklė daugiapakopės raketos, raketinės artilerijos bei raketos stabilizavimo sparnelių idėjas. Istorijos vingiai neleido Lietuvoje plėtoti raketų mokslo ir pritaikyti raketų privalumų krašto gynyboje ir karyboje. Tačiau niekas neprarasta, viską dar galime pasivyti, todėl svarbu žinoti, kaip toli pažengė raketų mokslas ir kokio sudėtingumo dabar yra raketos. Vilniaus universiteto Fizikos fakultete yra dėstomas dalykas „Kosmoso technologijų pagrindai“. Paskaitose ir seminaruose kalbama ir apie raketas. Medžiagą sukūrė dr. Liudas Tumonis ir prof. Kęstutis Arlauskas, finansuojant Lietuvos Respublikos Vyriausybei per Europos kosmoso agentūrą.

Šiame straipsnyje trumpai aptarsime raketos veikimo principus ir jų klasifikaciją. Raketų istorijos tema yra labai plati, todėl šį kartą ją praleisime ir kreipsime dėmesį į pagrindinius klausimus, susijusius su balistinėmis raketomis. Taip pat išsiaiškinsime, kaip veikia balistinės raketos ir kaip Rusija šiandien yra jomis apsiginklavusi. Šis tekstas yra autoriaus intelektualinės analizės produktas, todėl rekomendacijos ir išvados gali nesutapti su oficialia Lietuvos Respublikos gynybos ir saugumo politika.

Kas yra raketa

Raketa – transporto priemonė, ginklas arba skraidantis prietaisas, skrendantis dėl reaktyvinės jėgos, atsirandančios išmetant dalį masės. Raketos skrydžiui nereikia atmosferos ar dujinės aplinkos – ji gali skristi ir visiškame vakuume. Raketos skrydis susideda iš dviejų pagrindinių dalių: aktyviosios, kai įrenginius greitina raketiniai varikliai, ir pasyviosios, arba laisvojo skrydžio, kai įrenginį veikia tik Žemės (ar kito kūno) traukos jėga.

Raketa juda veikiamą atoveiksmio (reaktyvinės), arba varos, jėgos, atsirandančios išmetant medžiagas iš variklio. Panašiai veikia ir orlaivių varikliai, vadinami reaktyviniais, tik šie varikliai traukos jėgai sukurti naudoja aplinkos orą, todėl orlaiviai gali pakilti tik į tam tikrą aukštį, kurio ribos viršyti neįmanoma. Ribiniame aukštyje iš išretinto oro neįmanoma paimti reikiamo kiekio deguonies kurui deginti, o orlaivio sraigčiai ar kiti varytuvai nesugeba sukurti jėgos, reikalingos aukščiui didinti. Kosminis skraidymo įrenginys turi gebėti judėti ir vakuume. Raketos išskirtinė ypatybė yra ta, kad ji skraidina medžiagą, kurią tuštumoje panaudoja kaip atramą savo judėjimui keisti. Skirtingai nei orlaiviuose raketose yra ne tik kuro, bet ir oksidatoriaus, reikalingo kurui deginti ir reikiamam energijos kiekiui gauti, atsargos. Taip raketa tampa nepriklausoma nuo skrydžio aukščio ir ją supančios aplinkos. Supaprastinta raketos sandara pavaizduota 1 paveiksle.



1 pav. Raketos sandara (1 – raketos variklis, 2 – raketos sienelės, 3 – valdymo vožtuvas, 4 – raketinio kuro talpykla, 5 – dujų, skirtų kurui išstumti, talpykla, 6 – naudingasis krovinys)

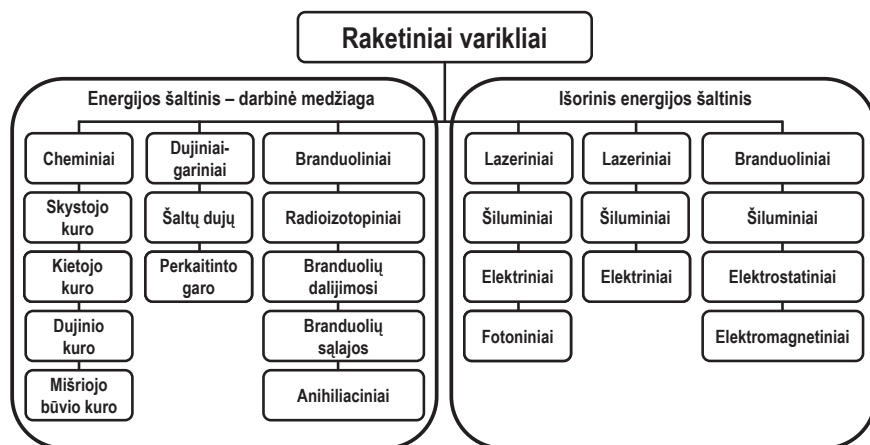
Šaltinis: Vilniaus universiteto Fizikos fakulteto medžiaga „Kosmoso technologijų pagrindai“.

Pagrindinis raketos įrenginys yra raketinis variklis, kuris generuoja varos jėgą, leidžiančią raketą greitinti ir vairuoti. Dėl raketose įrengtos valdymo posistemės jos gali būti savivaldės. Visos šiuolaikinės nešančiosios raketos yra sukurtos naudingajam kroviniiui gabenti, dažniausiai tai yra erdvėlaiviai, bet gali būti ir kitos paskirties kroviniai, pavyzdžiui, ginklai (kovinės galvutės).

Dauguma nešančiųjų raketų paleidžiamos stačiai, nes tada paprastesnis jų projektavimas ir paleidimo aikštelės statybos. Bet kokia raketa juda mažėjant jos masei dėl išmetamos darbinės medžiagos (kuro). Nuo darbinės medžiagos išmetimo (ištekėjimo) greičio ir kiekio priklauso raketos greitis.

Kaip skirstomi raketiniai varikliai

Šaltojo karo metais, vykstant ginklavimosi varžyboms, raketos buvo sparčiai tobulinamos. Sukurta įvairių raketinių variklių, kurie skyrėsi pagal naudojamą kurą, konstrukciją, energijos šaltinius, paskirtį ir dydį (žr. 1 schemą).



1 schema. Raketinių variklių rūšys

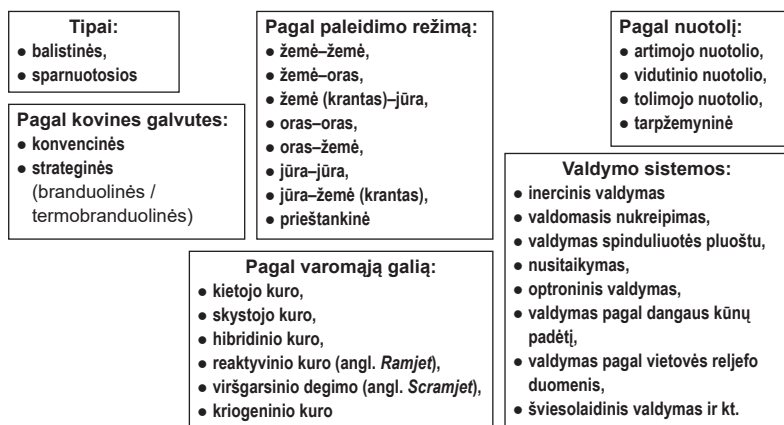
Šaltinis: Vilniaus universiteto Fizikos fakulteto medžiaga „Kosmoso technologijų pagrindai“.

Raketiniai varikliai skirstomi į variklius, kurių energijos šaltinis yra darbinė medžiaga, ir variklius, kurių energijos šaltinis yra išorinis. Varikliai, kurių energijos šaltinis yra darbinė medžiaga, gali būti cheminiai, dujiniai-gariniai ir branduoliniai, o varikliai, kurių energijos šaltinis išorinis, skirstomi į saulės, lazerinius ir elektrinius. Populiariausi yra cheminiai varikliai, kurie gali būti skystojo kuro, kietojo kuro, dujinio kuro ir mišriojo būvio kuro. Viršgarsinio degimo reaktyvinis variklis (angl. *Scramjet*) yra toks variklis, kuriame kuras dega, kai oras variklyje juda didesniu nei garso greičiu. Reaktyviniame lėktuve, prieš deginant kurą, oro judėjimas sulėtinamas iki greičio, mažesnio už garso greitį.

Kriogeninis, arba šaltųjų dujų, kuras – tai kuras, kurį reikia laikyti žemesnėje nei – 150 °C temperatūroje, kad išliktų skystas. Trumpai tariant, kriogeninis kuras naudojamas esant itin žemai temperatūrai. Tai suteikia galimybę naudoti didelio energijos vartojimo efektyvumo elementus – daugiausia skystą vandenilį ir deguonį. Taip galimos vis ilgesnės kelionės į kosmosą, kurios daro mažesnę poveikį aplinkai. Taigi kriogeninis kuras labai vertinamas dėl didelio energijos tankio, tai yra dėl to, kad gali generuoti didelį energijos kiekį. Taigi toks kuras tampa pagrindiniu ištekliumi, reikalingu raketoms paleisti ir varyti, ypač vykdant ilgo nuotolio misijas.

Raketų klasifikacija

Raketos klasifikuojamos pagal jų tipą, paleidimo režimą, nuotolį, varomąją galią, kovinę galvutę ir nukreipimo sistemas (žr. 2 schemą).



2 schema. Raketų klasifikacija

Šaltinis: sudaryta autoriaus.

Balistinės raketos

Balistinė raketa – tai ginklas, turintis autonomiņį valdymą bei variklį ir galintis, veikiant gravitacijai, pataikyti į taikinį. Pirmoji balistinė raketa buvo A-4 (techninis pavadinimas – „Aggregat-4“), paprastai žinoma kaip V-2, sukurta nacistinėje Vokietijoje Antrojo pasaulinio karo metais, vadovaujant T. J. Gertneriui ir Wernheriui von Braunui.

Wernheris von Braunas – vokiečių, vėliau ir amerikiečių raketų technikos bei kosminės aviacijos inžinierius, kosmoso architektas, viena reikšmingiausių XX a. asmenybių, prisidėjusių plėtojant raketų technologijas. Jis buvo Nacionalsozialistinės vokiečių darbininkų partijos, dar vadinamos Nacių partija, narys, SS šturmbanfiureris, apdovanojamas medaliu už nuopelnus kare.



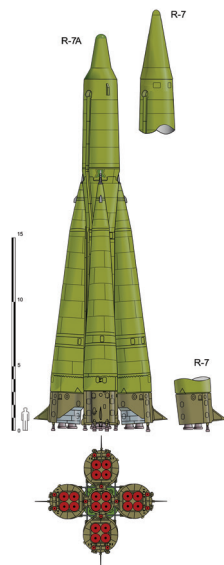
2 pav. Wernheris von Braunas

Šaltinis: „Visuotinė lietuvių enciklopedija“.



3 pav. Balistinė raketa
V-2 („Fau-2“)

Šaltinis: „Visuotinė
lietuvių enciklopedija“.



4 pav. Tarpžemyninė
balistinė raketa R-7

Šaltinis: wikipedia.org.

Pirmąkart sėkmingai V-2 buvo paleista 1942 m. spalio 3 d., o pirmąkart panaudota kovoje 1944 m. rugsėjo 6 d. – ji buvo paleista į Paryžių, o po dviejų dienų – ir į Londoną. Iki Antrojo pasaulinio karo pabaigos buvo paleista per 3 000 raketų V-2.

Pirmoji pasaulyje tarpžemyninė balistinė raketa – R-7, o pirmoji JAV tarpžemyninė balistinė raketa – „SM-65 Atlas“.

Visos pirmosios pasaulyje tarpžemyninės balistinės raketos kilusios iš R-7. Šios grupės raketų pagaminta ir paleista daugiau nei bet kurių kitų didesnių raketų pasaulyje. Plačiai žinomos raketos „Sojuz“, „Voschod“ ir „Vostok“ iš tiesų yra modifikuoti R-7 variantai. R-7 raketų grupei priklauso ir pirmąją pasaulyje dirbtinį palydovą iškėlusią raketa, taip pat pirmojo Mėnulyje minkštai nusileidusio erdvėlaivio „Luna 9“ raketa. Iki 2008 m. iš R-7 kildinama raketa „Sojuz“ buvo vienintelė Sovietų Sąjungos ir vėliau Rusijos pilotuojamuose kosminiuose skrydžiuose naudota raketa.

„SM-65 Atlas“ buvo pirmoji veikianti tarpžemyninė balistinė raketa, kurią sukūrė JAV, ir pirmoji raketų šeimos „Atlas“ raketa. „SM-65 Atlas“ JAV oro pajėgoms sukūrė „Convair General Dynamics“ padalinys gamykloje, esančioje Kerni Mesoje, San Diego. Iš viso balistines raketas naudojo 30 valstybių. Jos kuriamos ir toliau. Pavyzdžiui, 2007 m. pasaulyje buvo įvykdyta per 100 balistinių raketų bandymų.

Balistinių raketų skrydis susideda iš trijų etapų (žr. 6 paveikslą):

1. *Variklinis skrydis*: trunka nuo keliasdešimties sekundžių iki kelių minučių. Jo metu gali būti naudojami kelių raketos pakopų varikliai.

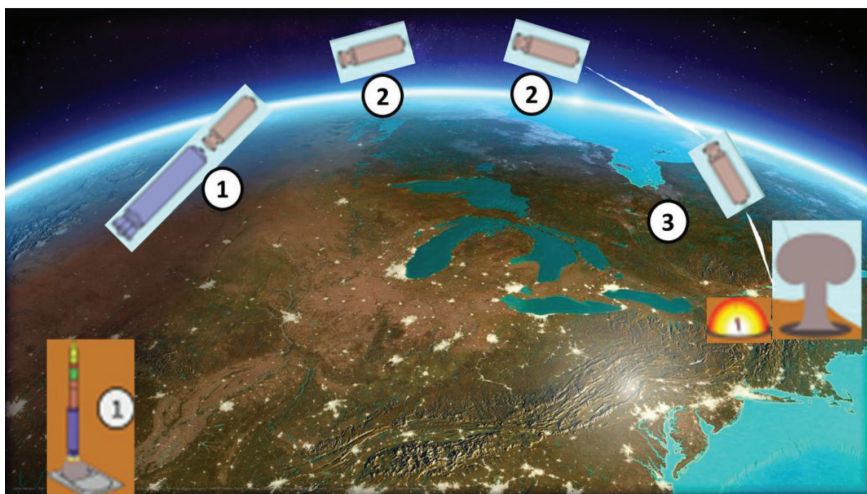
2. *Laisvasis skrydis*: trunka didžiąją skrydžio dalį. Paprastai prasideda kosmose, kai išsijungia varikliai. Kosmose raketos nuskrieja didelius nuotolius. Laisvojo skrydžio etapo neturi balistinės raketos, kurių veikimo spindulys yra mažesnis kaip 350 km.

3. *Grižtamasis skrydis*: raketa grįžta į Žemės atmosferą ir leidžiasi žemyn, taikinio link. Pradžia laikomas momentas, kai atmosferos pasipriešinimas ima daryti įtaką raketos trajektorijai, o pabaiga – momentas, kai pasiekiamas taikinys.



5 pav. JAV tarpžemyninė balistinė raketa „SM-65 Atlas“

Šaltinis: wikipedia.org.



6 pav. Balistinės raketos skrydis

Šaltinis: sudaryta autoriaus.

Balistinė raketa – raketa, kuri didelę dalį skrydžio trajektorijos skrieja neveikiant varikliui. Trumpesnių nuotolių balistinės raketos skrieja Žemės atmosferoje, o didesnių nuotolių raketos dalį trajektorijos skrieja virš atmosferos. Balistinė trajektorija – laisvojo skriejimo trajektorija, kuria skrieja kūnas (pvz., artilerijos sviedinys, minosvaidžio mina, kulka, raketa), kai jį veikia tik sunkio ir oro pasipriešinimo jėgos, o pats objektas nenaudoja variklio, net jei jį turi. Visą kelią balistine trajektorija skrieja paprastos (nereaktyvinės) kulkos, paprasti artilerijos sviediniai (vadinamieji aktyvieji sviediniai), o balistinės raketos ja skrieja tada, kai baigia veikti variklis.

Balistinė raketa, neveikiant jos varikliui, skrieja laisvai krantinčio kūno trajektorija – atmosferos pasipriešinimo deformuota elipsės pavidalo kreivė. Priešingai nei sparnuotoji raketa, balistinė raketa neturi keliamųjų paviršių aerodinaminei keliamajai jėgai atmosferoje sudaryti. Balistinės raketos būna vienos, dviejų ar daugiau pakopų, taip pat valdomos arba nevaldomos. Kartais balistinė raketa turi aerodinaminį stabilizatorių. Balistinės raketos yra kovinės raketos (pvz., tarpžemyninės balistinės raketos) ir nešančiosios raketos.



Nemobilieji raketų leidimo įrenginiai, paprastai šachtose.

Mobilieji raketų leidimo įrenginiai:

- a) vikšriniai ar ratiniai raketų leidimo įrenginiai,
- b) geležinkelio raketų leidimo įrenginiai,
- c) orlaivių raketų leidimo įrenginiai,
- d) antvandeninių laivų raketų leidimo įrenginiai,
- e) povandeninių laivų raketų leidimo įrenginiai.

7 pav. Įrenginiai, iš kurių leidžiamos balistinės raketos

Šaltinis: wikipedia.org.

Balistinės raketos dažnai skirstomos pagal veikimo spindulį. Įvairiose valstybėse ši klasifikacija šiek tiek skiriasi. Paprastai išskiriamos keturios balistinių raketų kategorijos pagal veikimo spindulį:

1. **Artimojo nuotolio balistinės raketos** (angl. *Close Range Ballistic Missile*, CRBM) arba **taktinės balistinės raketos**. Jų veikimo spindulys – 150–300 km. Į šią kategoriją įeina ir **mūšio lauko balistinės raketos** (angl. *Battlefield Range Ballistic Missile*, BRBM). Jų veikimo spindulys – iki 100 km.

2. **Karo teatro balistinės raketos** (angl. *Theatre Ballistic Missile*, TBM). Jų veikimo spindulys – 300–3 500 km. Į šią kategoriją įeina trumpojo nuotolio ir vidutinio nuotolio balistinės raketos. **Trumpojo nuotolio balistinių raketų** (angl. *Short-Range Ballistic Missiles*, SRBM) veikimo spindulys – 300–1 000 km. **Vidutinio nuotolio balistinių raketų** (angl. *Medium-Range Ballistic Missile*, MRBM) veikimo spindulys – 1 000–3 500 km.

3. **Tarpinio nuotolio balistinių raketų** (angl. *Intermediate-Range Ballistic Missile*, IRBM), kitaip dar **tolimojo nuotolio balistinių raketų** (angl. *Long-Range Ballistic Missile*, LRBM), veikimo spindulys – 3 500–5 500 km.

4. **Tarpžemyninių balistinių raketų** (angl. *Intercontinental Ballistic Missiles*, ICBM) veikimo spindulys – didesnis nei 5 500 km. Šiai kategorijai priskiriamos **iš povandeninių laivų leidžiamos balistinės raketos** (angl. *Submarine-Launched Ballistic Missile*, SLBM). Visos šiuolaikinės šio tipo raketos yra tarpžemyninės.

Vidutinio ir tolimojo nuotolio (nuo 1 000 km) balistinės raketos paprastai skirtos branduoliniams užtaisams gabenti, nes jomis gabenti paprastas sprogstamąsias medžiagas neapsimoka dėl per silpno poveikio.

Kvazibalistinė raketa priklauso trumpojo nuotolio balistinių raketų (SRBM) kategorijai. Ši raketa gali atlikti manevrus skrydžio metu arba netikėtai pakeisti kryptį ir nuotolį. Kvazibalistinėms raketoms priskiriamos balistinės raketos „Iskander-M“ ir kitos didelės valdomos reaktyvinės salvinės ugnies sistemos (angl. *Multiple Launch Rocket System*, MLRS) raketos, kurių nuotolis panašus, kaip ir trumpojo nuotolio balistinių raketų.

Raketų valdymo sistemos

Raketos valdymo sistema yra svarbiausias raketos tikslumo ir efektyvumo komponentas. Valdymo sistema susideda iš dviejų atskirų sistemų – aukščio kontrolės ir skrydžio trajektorijos korekcijos komandos. Aukščio kontrolės sistema palaiko raketą norimame aukštyje, valdymas vyksta nuosekliai, nustatant judėjimą ir vingius (posūkius). Skrydžio trajektorijos korekcijos komandos sistema nukreipia raketą į nurodytą taikinį nustatydamą skrydžio trajektorijos klaidas ir sugeneruodama klaidų taisymo nurodymus, šie nurodymai siunčiami į raketų valdymo posistemį, kontroliuojantį skrydžio trajektoriją.

Pagrindiniai raketų valdymo sistemų tipai

Inercinis valdymas (angl. *Inertial Guidance*, INC) – tai raketos valdymas autonominiais akcelerometrais. Akcelerometras – tai prietaisas judančių kūnų (pvz., orlaivio, raketos, erdvėlaivio, automobilio) pagreičiui matuoti, vienas iš pagrindinių inercinių naviga-

cijos sistemų elementų. Akcelerometrai matuoja vertikalius, šoninius ir išilginius pagreičius. Pagal matuojamą judesį akcelerometrai yra linijiniai arba kampiniai, pagal veikimo principą – mechaniniai arba elektromechaniniai. Mechaninio akcelerometro

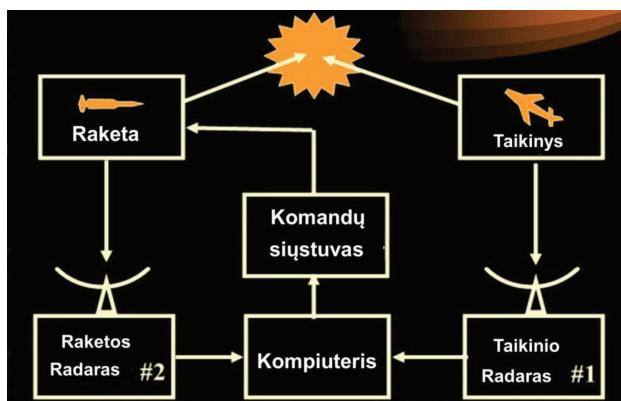


8 pav. Autonominis akcelerometras

Šaltinis: wikipedia.org.

svyruoklė, įtvirtinta tarp spyruoklių, veikiama pagreičio, pakrypsta ir per mechaninę sistemą pasuka rodyklę, rodančią pagreičio dydį. Elektromechaninis akcelerometras turi keitiklį, kurio elektriniai parametrai: varža, induktyvumas ir talpa – kinta nuo mechaninės deformacijos, proporcingos pagreičiui. Atskirą akcelerometrų grupę sudaro vibracijų matuokliai.

Valdomasis nukreipimas (angl. *Command Guidance*) – tai tokio tipo raketos valdymas, kai į raketą siunčiama informacija iš išorinio šaltinio ir taip raketa nukreipiama nurodyta trajektorija (žr. 4 schemą). Valdomasis nukreipimas vykdomas per raketos nutaikymo komandų siųstuvą (angl. *Command Transmitter*). Valdymas komandomis yra raketos nukreipimo būdas, kai antžeminės stoties arba valdymo lėktuvo reliniai signalai perduodami valdomai raketai radijo ryšiu arba laidu, jungiančiu raketą su palei-

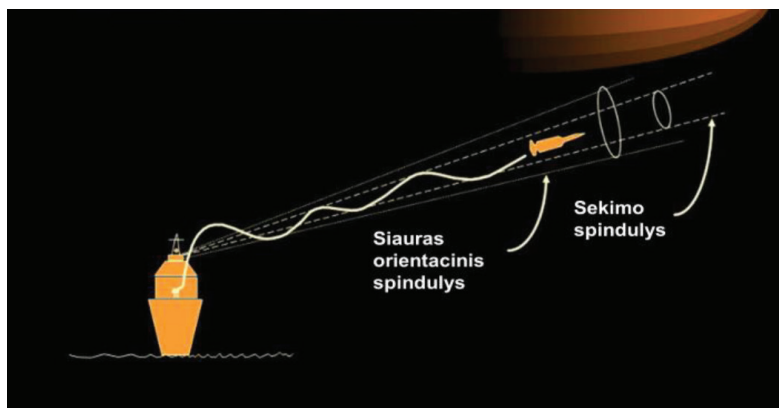


3 schema. Valdomasis nukreipimas

Šaltinis: sudaryta autoriaus.

dimo įrenginiu, ir nurodo raketai trajektorijos korekcijas.

Valdymas spinduliuotės pluoštu (angl. *Beam-Rider*) – toks valdymas, kai raketa skrieja valdoma kryptinio energijos pluošto – radaro spinduliu. Spindulys suteikia raketos nukreipimo sistemai informaciją apie raketos padėtį. Sistema interpretuoja šią informaciją ir generuoja savo koregavimo signalus, kad raketa būtų spindulio centre. Ugnies valdymo radaras nukreipia spindulį į taikinį, kartu ir raketa nukreipiama į taikinį. Kai spindulys išsisklaido, raketai sunkiau išlikti spindulio pluošto centre. Didėjant atstumui tarp spindulio šaltinio ir taikinio, mažėja spindulio valdymo tikslumas. Veiksmingas tik trumpojo ir vidutinio nuotolio taikiniams naikinti.



9 pav. Raketos valdymas spinduliuotės pluoštu

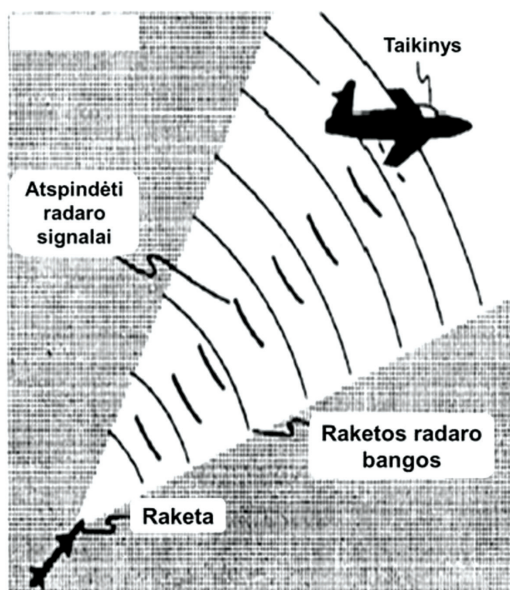
Šaltinis: wikipedia.org.

Nusitaikymas (angl. *Homing Guidance*) – tai tokio tipo raketos valdymas, kai raketos sistema pati nukreipia raketą į taikinį pagal tam tikrus taikinio požymius. Sistema reguliuoja raketos kelią naudodama raketoje esantį įrenginį, kuris aptinka tam tikrą signalą iš taikinio ir reaguoja į jį. Signalas gali būti šviesos, radijo, garso ar karščio bangos arba magnetinis laukas. Sistema seka energiją, atspindinčią nuo taikinio. Raketa gauna nukreipimo klaidų signalus pagal savo padėtį taikinio atžvilgiu. Tai tiksliausia raketų valdymo sistema. Yra trys nusitaikymo valdymo sistemos tipai: aktyvusis,

pusiau aktyvus ir pasyvusis.

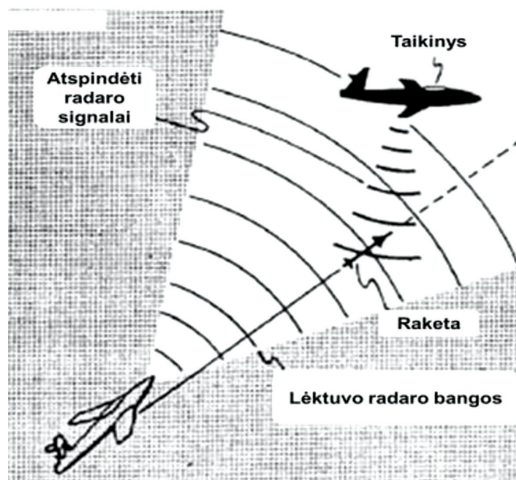
Aktyvusis automatinis nusitaikymas – tai nusitaikymo sistema, kai raketoje yra įmontuotas įtaisas, taikinį apšviečiantis tam tikrais spinduliais, ir imtuvas taikinio atspindimai energijai aptikti ir stebėti. Aktyvusis automatinis nusitaikymas veikia taip: taikinį apšviečia raketos komponentas – radaro siųstuvas; radaro signalai siunčiami iš raketos siųstuvo atspindimi nuo taikinio ir grįžta atgal į raketos imtuvą; grįžę nuo taikinio radaro signalai informuoja raketą apie atstumą iki taikinio ir taikinio greitį; elektroninės komandos perduodamos raketos valdymo sistemai, ir ši nustato raketos atakos kampą.

Pusiau aktyvus nusitaikymas – tai nusitaikymo sistema, kai raketos imtuvas naudoja spindulius, sklin-



10 pav. Aktyviojo automatinio nusitaikymo valdymo sistema

Šaltinis: wikipedia.org.



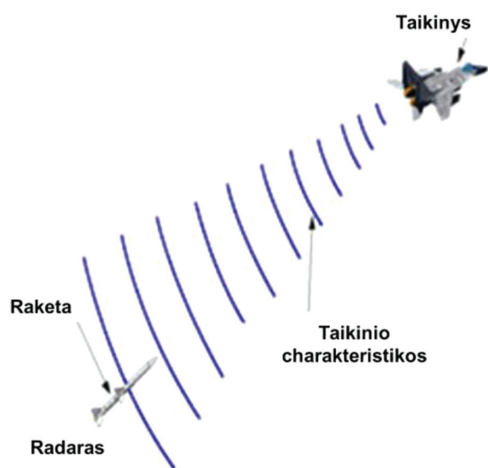
11 pav. Pusiau aktyviojo nusitaikymo valdymo sistema

Šaltinis: wikipedia.org.

dančius iš taikinio, kuris yra apšviestas kito spinduliavimo šaltinio. Pusiau aktyvus nusitaikymas veikia taip: taikiny s apšviečiamas išoriniu šaltiniu (siųstuvu) iš orlaivio; tuomet raketos imtuvas priima atspindėtus signalus, apskaičiuoja duomenis ir siunčia elektronines komandas raketos valdymo sistemai. Tokia nusitaikymo sistema naudojama priešlėktuvinėse sistemose „Hawk“.

Pasyvusis nusitaikymas – tai nusitaikymo sistema, kai raketos imtuvas reaguoja į taikinio skleidžiamus spindulius. Pasyvusis nusitaikymas veikia taip: raketos imtuvas priima taikinio generuojamus signalus (tai gali būti infraraudonųjų spindulių (pvz., karštų reaktyvinių orlaivių išmetamųjų dujų) arba radaro (pvz., perduodamų antžeminių radarų) signalai, ir tuomet įsijungia raketos valdymo sistema.

Optroninio valdymo sistema (angl. *Optronic Guidance*) sudaryta iš jautrių mažo dydžio jutiklių ir antžeminės informacinės sistemos, skirtos vaizdams

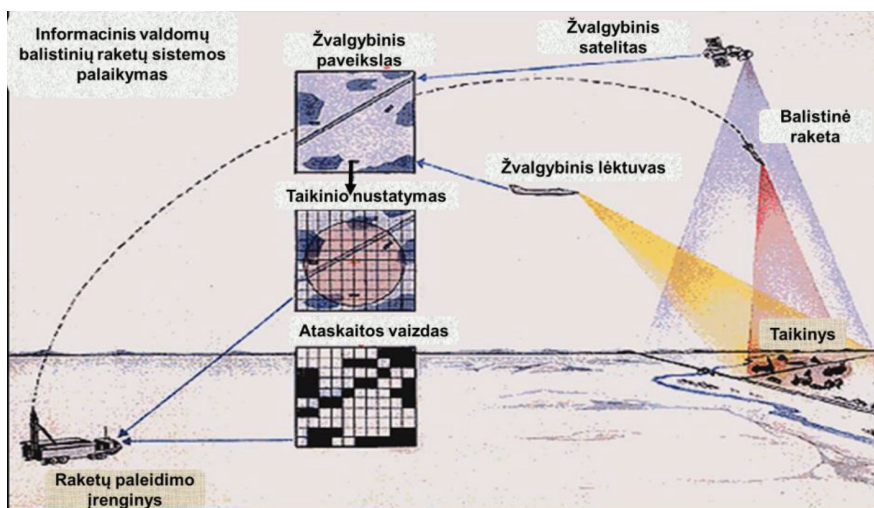


12 pav. Pasyviojo nusitaikymo valdymo sistema

Šaltinis: sudaryta autoriaus.

temos, skirtos vaizdams priimti ir apdoroti, taikiniui žymėti ir atskaitos duomenims generuoti bei juos greitai perduoti į raketų paleidimo vietas. Optroninio valdymo sistemos pranašumai yra: a) didelė skiriamoji geba, b) neskleidžiantis signalo kompaktiškas dydis ir c) mažas borto įrangos svoris. Taip ji veiksmingiau įveikia priešraketinės gynybos zonas ir nenukrypsta nuo savo tikslo daugiau

nei kelis metrus. Optroninio valdymo sistema naudojama sparnuotosiose raketose „Tomahawk“.

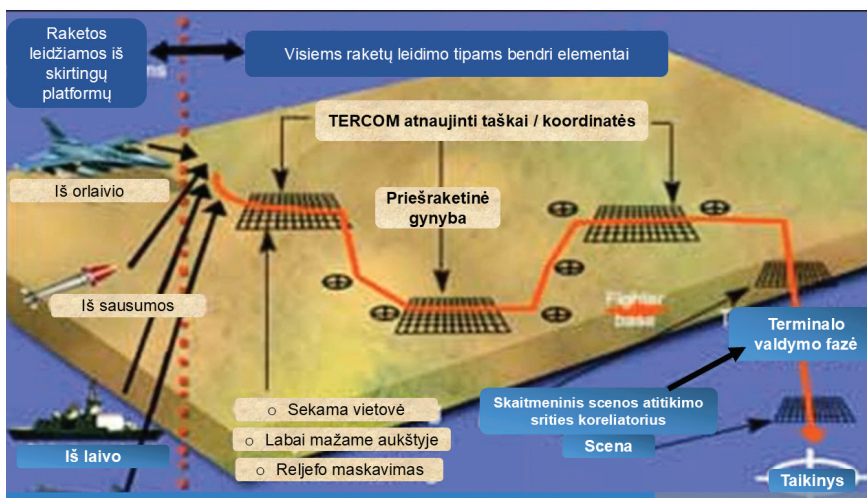


13 pav. Optroninio valdymo sistema

Šaltinis: wikipedia.org.

Valdymo pagal dangaus kūnų padėtį sistema (angl. *Celestial Guidance System*) naudoja dangaus kūnų padėtį inercinio valdymo sistemos tikslumui nustatyti. Ši valdymo sistema pirmą kartą panaudota amerikietiškoje raketoje „Poseidon“. Valdymo pagal dangaus kūnų padėtį sistema yra labai veiksminga priemonė norint pagerinti tikslumą.

Valdymo pagal vietovės reljefo duomenis sistema (angl. *Terrain Contour Matching (TERCOM) Guidance System*). TERCOM sistema naudojama raketos nukrypimo problemai spręsti. Radaru skenuojamas reljefas, virš kurio praskrieja raketa. Vietovės reljefo duomenys lyginami su skaitmeniniais žemėlapiais, saugomais raketos kompiuteryje. Pastebėjus nuokrypį, inercinė valdymo sistema pakoreguoja raketos kursą, kad ji vėl būtų nukreipta į taikinį. Tai kartojama kelių kartų. TERCOM valdymo sistema išsiskiria šiais privalumais: a) raketos gali skristi labai žemai, b) mažas raketos dydis ir radaro skerspjūvis, c) žemas infraraudonųjų spindulių signalas – prieš radaras jų beveik neaptinka. Globalinė padėties nustatymo sistema (angl. *Global Positioning System, GPS*) gali būti naudojama duomenims, apskaičiuotiems pagal inercinę sistemą, papildyti.



14 pav. Valdymo pagal vietovės reljefo duomenis sistema

Šaltinis: wikipedia.org.

Šviesolaidinė valdymo sistema (angl. *Polyphem Fibre-Optic Guided Missile System*) taikymosi tikslumui naudoja infraraudonųjų spindulių vaizdą. Tai duomenų perdavimas šviesolaidiniais kabeliais. Šviesolaidinė valdymo sistema naudoja pažangius vaizdo apdorojimo algoritmus, elektrooptinius keitiklius ir radijo ryšį. Pagrindinė šviesolaidinės valdymo sistemos dalis yra infraraudonųjų spindulių imtuvas. Šviesolaidinės jungtys užtikrina didelį duomenų perdavimo greitį, atsparumą aktyviems trikdžiams ir elektromagnetiniams trikdžiams.

Astroinercinis valdymas yra inercinio valdymo ir navigacijos pagal dangaus kūnų padėtį jutiklių derinys. Paprastai toks valdymas naudojamas iš povandeninių laivų paleidžiamose balistinėse raketose. Astroinercinis valdymas yra naudojamas siekiant ištaisyti mažas padėties ir greičio klaidas, atsirandančias dėl paleidimo sąlygų neapibrėžtumo, susidarančio dėl povandeninio laivo navigacijos sistemos klaidų ir klaidų, kurių galėjo susikaupti orientavimo sistemoje skrydžio metu dėl netobulo prietaiso kalibravimo.

Raketos valdymas yra sudėtingas procesas, apimantis kelias sistemas, veikiančias kartu. Raketos kūrimo ir jos tobulinimo pro-

cesas reikalauja aukšto intelektualinio potencialo ir didelių išlaidų, nes būtina, kad sukurta raketų valdymo sistema tiksliai nustatytų taikinį ir jį sunaikintų.

Rusijos balistinės raketos

2001 m. buvo sukurta Rusijos gynybos ministerijos kosminės pajėgos.



4 schema. Rusijos kosminių pajėgų struktūra

Šaltinis: sudaryta autoriaus.

Rusijos kosminės pajėgos sudaro 15-oji specialiosios paskirties aviacijos ir kosminių pajėgų armija, valstybinis bandomasis kosmodromas „Pleseckas“ ir Arsenalas. 15-oji specialiosios paskirties aviacijos ir kosminių pajėgų armija yra pagrindinis raketinių pajėgų karinis vienetas, kurį sudaro Pagrindinis bandomasis kosmoso centras, Pagrindinis perspėjimo apie raketų atakas centras ir Pagrindinis kosmoso žvalgybos centras.

Balistinių raketų patekimo į atmosferą ir taiklumo parametrus nustatyti įkurtas Kuros poligonas – Rusijos aviacijos ir kosminių pajėgų bandymų poligonas. Jis įkurtas Kamčiatkos pusiasalyje, ne-

toli Kliučių kaimo, 500 km į šiaurę nuo Kamčiatkos Petropavlovsko, pelkėtoje vietovėje prie Ozernojos upės.

2024 m. lapkričio mėn. duomenimis, Rusijos orbitinę grupuotę sudarė socialiniai ir ekonominiai, moksliniai ir dvejopos paskirties kosminiai prietaisai – iš viso 290 erdvėlaivių.

Kosminių pajėgų užduotys:

- 1) perspėti dėl raketų atakų,
- 2) kovoti su balistinėmis priešo raketomis,
- 3) kontroliuoti kosminę erdvę,
- 4) išlaikyti karinio ir dvejopo naudojimo erdvėlaivių orbitinę grupuotę ir užtikrinti jos naudojimą pagal paskirtį,
- 5) užtikrinti kosmoso programos, tarptautinio bendradarbiavimo programų ir komercinių kosmoso programų įgyvendinimą.

Rusijos balistinės raketos skirstomos pagal naudojimo pobūdį, nuotolį, kuro tipą ir paleidimo būdą. Pagal naudojimo pobūdį išskiriamos tokios balistinės raketos:

1) tarpžemyninės balistinės raketos, skirtos tarpžemyniniams taikiniams naikinti 5 500 km ar didesniu atstumu. Jos yra antžeminių ir laivų raketų sistemų dalis. Strateginių puolimo ginklų pagrindą sudaro sunkieji bombonešiai;

2) strateginės balistinės raketos, kurių paskirtis yra pasiekti strategiškai svarbius taikinius 1 000–5 500 km atstumu;

3) taktinės balistinės raketos, skirtos pataikyti į taikinius mūsų lauke 500–1 000 km atstumu.

Raketos pagal jų naudojimo nuotolį:

- 1) trumpojo nuotolio raketos** (nuotolis – 500–1 000 km),
- 2) vidutinio nuotolio raketos** (nuotolis – 1 000–5 500 km),
- 3) tarpžemyninės raketos** (nuotolis – daugiau nei 5 500 km).

Raketos pagal naudojamą kurą:

1) kietojo kuro raketos – naudoja kietąjį kurą, kuris dega pats, išskirdamas didžiulį kiekį energijos. Kol toks variklis veikia, raketos valdyti neįmanoma;

2) skystojo kuro raketos – naudoja skystąjį kurą, jų variklius galima valdyti pagal poreikį juos įjungiant ir išjungiant;

3) kombinuoto kuro raketos – naudojami kelių tipų greitin-

tuvai arba jų kombinuotos versijos. Taip išvengiama sudėtingos degalų papildymo prieš paleidimą sistemos ir nebereikia išsiurbti didelio kiekio kuro, jei paleidimas būtų atšauktas;

4) raketos su reaktyviniais varikliais, kurie sukuria oro slėgį, kai raketa juda dideliu greičiu. Jos gali skrieti kelis kartus didesniu nei garso greičiu. Tačiau norint jas paleisti, reikia sukurti slėgį, kurio greitis yra šiek tiek didesnis nei garso greitis.

Raketos pagal paleidimo būdą:

1) raketos, paleidžiamos naudojant antžeminius paleidimo įrenginius, – tokie įrenginiai gali būti šachtose arba atviri, t. y. įrengti žemės paviršiuje. Mobilieji įrenginiai dažniausiai yra vikšrinės važiuoklės arba įvairios priemonės, kurių pagrindą sudaro ratinės transporto priemonės;

2) raketos, paleidžiamos naudojant karinio jūrų laivyno paleidimo įrenginius, t. y. laivus ir povandeninius laivus.

3) raketos, paleidžiamos naudojant orlaivius – lėktuvus.

Oficiali Rusijos balistinių raketų klasifikacija pagal nuotolį neatitinka Vakarų šalių kariuomenių klasifikacijos. Rusija vienai kategorijai priskiria vakarietiškas artimojo nuotolio ir trumpojo nuotolio balistines raketas iki 1 000 km (pvz., „OTR-21 Točka“, „Scud-A“, „Scud-B“, „Scud-D“ ir „Iskander-E“). Balistinės raketos „Iskander-M“ skrieja iki 500 km atstumu, todėl negali būti priskiriamos trumpojo nuotolio raketų kategorijai. Realiai Maskva turi tik vieną vidutinio nuotolio balistinę raketą – „Kh-47M2 Kinžal“. Tokioms raketoms galėtų būti priskiriama ir raketa „RS-26 Rubež“ (naujasis pavadinimas – „Orešnik“). Šaltojo karo metais Sovietų Sąjunga išplėtė tarpžemyninių balistinių raketų diapazoną – pradėtos gaminti „R-36M2 Voevoda“, UR-100N, „RS-12M Topol“, „Topol-M“, „RS-24 Yars“ ir „RS-28 Sarmat“. Tačiau šių raketų naudojimo terminas neišvengiamai baigiasi.

1 lentelė. Rusijos balistinės raketos

Modelis	Tipas	Paleidimo režimai	Varomoji galia	Kovinė galvutė	Valdymo sistemos	Nuotolis (km)	Kaina (\$)
„OTR-21 Točka“ („SS-21 Scarab“)	BRBM	Žemė–žemė	Kietasis kuras	Konvencinė / branduolinė	Inercinė	70	0,3 mln.
SS-1 („Scud-A“)	CRBM	Žemė–žemė	Skystasis kuras	Konvencinė / branduolinė / cheminė	Inercinė	260	
„Iskander-E“	CRBM	Žemė–žemė	Kietasis kuras	Konvencinė	Inercinė, DSMAC, GPS/ GLONASS	280	3 mln.
„R-17 Elbrus“ / SS-1c („Scud-B“)	SRBM / TMB	Žemė–žemė	Skystasis kuras	Konvencinė / branduolinė / cheminė	Inercinė	300	1 mln.
SS-1d („Scud-C“)	SRBM / TBM	Žemė–žemė	Skystasis kuras	Konvencinė / cheminė	Inercinė	550	3 mln.
R-17 VTO/SS-1e („Scud-D“)	SRBM / TBM	Žemė–žemė	Skystasis kuras	Konvencinė / branduolinė / cheminė	Inercinė, DSMAC	300	4 mln.
„Iskander-M“ („SS-26 Stone“)	SRBM / TBM	Žemė–žemė	Kietasis kuras	Konvencinė / branduolinė	Inercinė, DSMAC	400–500	3 mln.
„Kh-47M2 Kinžal“	MRBM / TBM	Oras–žemė	Kietasis kuras	Konvencinė / branduolinė	Inercinė+?	2000	10 mln.
„RS-26 Rubež“	IRBM / LRBM	Žemė–žemė	Kietasis kuras	Konvencinė / branduolinė	Inercinė, GLONASS	5 500–6 000	30 mln.
„R-36M2 Voevoda“ („SS-18 Satan“)	ICBM	Žemė–žemė	Skystasis kuras	Konvencinė / branduolinė	Inercinė, autonominė	10 000	
UR-100N („SS-19 Stiletto“)	ICBM	Žemė–žemė	Skystasis kuras	Konvencinė / branduolinė	Inercinė	9 000+	
„RS-12M Topol“ („SS-25 Sickle“)	ICBM	Žemė–žemė	Kietasis kuras	Konvencinė / branduolinė	Inercinė, autonominė	11 000	14 mln.
„Topol-M“ (SS-27)	ICBM	Žemė–žemė	Kietasis kuras	Konvencinė / branduolinė	Inercinė, GLONASS	11 000	17 mln.
„RS-24 Yars“ („SS-27 Mod 2“)	ICBM	Žemė–žemė	Kietasis kuras	Konvencinė / branduolinė	Inercinė, GLONASS	11 000	20 mln.
„RS-28 Sarmat“ („Satan 2“)	ICBM	Žemė–žemė	Skystasis kuras	Konvencinė / branduolinė	Inercinė, GLONASS, Dangaus valdymo	~10 000	
„SS-N-18 Stingray“	SLBM / ICBM	Jūra–žemė	Skystasis kuras	Konvencinė / branduolinė	Dangaus valdymo	5 500+	18 mln.
„SS-N-23A Skiff“	SLBM / ICBM	Jūra–žemė	Skystasis kuras	Konvencinė / branduolinė	Dangaus valdymo	5 500+	20 mln.
„SS-N-30 Bulava“	SLBM / ICBM	Jūra–žemė	Kietasis kuras	Konvencinė / branduolinė	Inercinė, GLONASS, Dangaus valdymo	8 000+	45 mln.

Šaltinis: sudaryta autoriaus.

1 lentelėje pateikiamas Rusijos balistinių raketų arsenalas, suskirstytas į kategorijas pagal modelius, tipą, paleidimo režimą, varomąją galią, kovines galvutes, valdymo sistemas, nuotolį ir kainą. Pabrėžtina, kad Maskva deklaravo išėmusi iš ginkluotės dalį artimojo ir trumpojo nuotolio balistinių raketų, tokias kaip „OTR-21 Točka“ ir visos balistinių raketų šeimos „Scud“ („Scud-A“, „Scud-B“, „Scud-C“ ir „Scud-D“). Tačiau šios raketos buvo panaudotos kare su Ukraina. Sovietų Sąjungos „Scud“ klasės balistinių raketų gamybą Rusija jau seniai nutraukė, bet šios raketos paplito po dešimtis šalių. Kai kurios netgi pradėjo gaminti savo „Scud“ versiją. „Scud“ balistinės raketos dėl paprastumo ir pigumo tapo daugelio šalių, dažnai JAV priešininkų, raketų programų techniniu pagrindu. Iš tiesų raketa „Scud“ yra Irano ir Šiaurės Korėjos balistinių raketų programose. Šaltojo karo metais Sovietų Sąjunga daug „Scud“ eksportavo, tačiau vėliau šias raketas platinti pasidarė sunkiau, kai Šiaurės Korėja eksportavo „Scud“ į tokias šalis, kaip Egiptas, Irakas ir Jemenas. Raketas „OTR-21 Točka“ pakeitė raketos „Iskander“ („Iskander-E“ ir „Iskander-M“), raketa „RS 12M Topol“ buvo pakeista ICBM „Topol-M“, „RS-24 Yars“ turėjo pakeisti „RS-26 Rubež“.

Dėl nežinomos priežasties raketos „RS-26 Rubež“ buvo pašalintos iš 2018–2027 m. Rusijos ginkluotės plėtros programos, tačiau 2024 m. lapkričio mėn. paaiškėjo, kad projektas buvo tęsiamas slapta jau nauju pavadinimu „Orešnik“.

Tarpžemyninė balistinė raketa „R-36M2 Voyevoda“ 1988 m. buvo pagaminta gamykloje „Yuzhmash“, Dnipropetrovske, Ukrainoje, dar iki Sovietų Sąjungos subyrėjimo. Ukrainos specialistai daug metų prižiūrėjo šachtose dislokuotas raketas.

Žlugus Sovietų Sąjungai, Rusija pakeitė „R-36M2 Voyevoda“ tarpžemyninę balistinę raketa „Sarmat“. Ši raketa gali gabenti 10 tonų naudingojo krovinio virš dešimties 750 kilotonų, 15 arba 16 lengvesnių MIRV galvučių ir 3 hipergarsinius sklandytuvus (HGV) „Avangard“ arba įvairių kovinių galvučių, taip pat atsakomąsias priemones, tinkamas naudoti prieš priešraketinės gynybos sistemas. „Sarmat“ būdinga trumpa kilimo fazė, dėl kurios sutrum-

pėja intervalas, kai ją gali sekti palydovai su infraraudonųjų spindulių jutikliais, todėl gali būti sunkiau ją perimti.

Balistinės raketos S-300 ir S-400

Atskiro vertinimo reikalauja priešlėktuvinės gynybos balistinės raketos S-300 ir S-400. „Raketos S-300 ir S-400 yra trumpojo nuotolio raketos, jos šaudo į pasienio ir fronto zonas“, – sako Ukrainos karo veteranas, Ukrainos ginkluotųjų pajėgų atsargos majoras ir karo analitikas Aleksejus Getmanas. Ukrainos miestams apšaudyti raketomis S-300 ir S-400 naudojamos įvairių modifikacijų raketos 5V55 arba 48N6. Pasak Ukrainos karinio centro atstovų, šios raketos turi pusiau aktyvią nukreipimo sistemos valdymo galvutę. Raketos kovinė galvutė pripildyta paruoštų šaudmenų metalinių kubelių pavidalu. Jie gali būti veiksmingi naikinant stacionarius antžeminius taikinius, pavyzdžiui, neapsaugotus sandėlius, darbuotojus ir transporto priemones atvirose vietose bei infrastruktūrą. Priešlėktuvinės raketos 5V55K, kurių paleidimo nuotolis prieš oro taikinius yra iki 47 km, ir 5V55R, kurių nuotolis yra iki 75 km, turi 130 kg sveriančią kovinę galvutę ir bekontaktį radiolokacinį sprogdiklį. Sovietmečiu tokių raketų buvo pagaminta tūkstančiai. Rusai seniai utilizavo kai kurias raketas, kurių saugojimo terminas buvo pasibaigęs, tačiau Ukrainos apšaudymas tokio tipo raketomis rodo, kad ne visos raketos buvo sunaikintos, ir sandėliuose tokių raketų yra dar likę. Karo ekspertas, tinklaraštininkas, istorikas ir teisininkas Dmitrijus Snegirevas komentare Ukrainos naujienų agentūrai teigė, kad Rusija turi apie 2 500 vienetų S-300, kurių naudojimo terminas baigiasi. *„Jiems kyla klausimas, ar jas sunaikinti valstybės biudžeto lėšomis, ar atitinkamai panaudoti. Atsižvelgiant į tai, kad tai sunkiai numušama raketa, skriejanti aerobalistine trajektorija, jie nusprendė jas sunaikinti nutaikydami į Ukrainos teritoriją“*, – sako D. Snegirevas.

Iš povandeninių laivų paleidžiamos balistinės raketos

Iš povandeninių laivų paleidžiamų balistinių raketų kategorijai priskiriama raketa „R-29R Volna“ (pagal NATO klasifikaciją „SS-N-18 Stingray“). Ji taip pat turėjo alternatyvius pavadinimus RSM-50 ir 3M40. „R-29R Volna“ buvo pirmoji sovietų iš povandeninių laivų paleidžiama balistinė raketa, turinti kelis MIRV¹. Tai dviejų pakopų skystuoju kuru varoma raketa, naudojama DELTA III klasės balistinių raketų povandeniniuose laivuose (angl. *Sub-Surface Ballistic Nuclear*, SSBN). Kiekvienas povandeninis laivas neša po 16 raketų. „Stingray“ kaip raketinį kurą naudoja nesimetriškąjį dimetilhidraziną (angl. *Unsymmetrical Dimethylhydrazine*, UDMH) ir azoto tetroksido skystąjį raketinį kurą. Visos šiuolaikinės iš povandeninių laivų paleidžiamos balistinės raketos yra tarpžemyninio tipo. Pavyzdžiui, „R-29RM Štil“ (pagal NATO klasifikaciją „SS-N-23 Skiff“) yra tarpžemyninio nuotolio, paleidžiama iš povandeninio laivo, skystojo kuro balistinė raketa. Balistinė raketa „Skiff“ buvo sukurta povandeniniam laivui DELTA IV (SSBN), kuris taip pat gali nešti 16 raketų. 2020 m. liepos mėn. į Baltijos jūrą įplaukė Rusijos „Antėjo“ klasės atominis povandeninis laivas, galintis nešti tolimojo nuotolio raketas ir torpedas su branduolinėmis galvutėmis. Šios klasės povandeniniai laivai pirmiausia skirti kovoti su priešo lėktuvnešių grupėmis. Jie taip pat apginkluoti raketų kompleksais „Kalibr“, leidžiančiais smogti į antžeminius taikinius iki 2 500 km atstumu. Balistinė raketa „RSM-56 Bulava“ yra kietuoju kuru varoma iš šachtos paleidžiama tarpžemyninė balistinė raketa, pakeitusi „R-39 Rif“. Tarpžemyninė balistinė raketa „Bulava“ yra „Topol-M“ versija, paleidžiama iš povandeninių laivų.

¹ Daugkartinė, nepriklausomai nukreipta, grįžtamoji transporto priemonė (angl. *Multiple Independently-Targetable Reentry Vehicle*, MIRV) – tai egzoatmosferinės balistinės raketos užtaisas, turintis keletą kovinių galvūčių, kurių kiekviena gali būti nukreipta į skirtingą taikinį. Ši koncepcija beveik visada siejama su tarpžemyninėmis balistinėmis raketomis, turinčiomis termobranduolines galvutes. Šiuo metu patvirtinta, kad visos branduolinį ginklą turinčios valstybės, išskyrus Pakistaną ir Šiaurės Korėją, turi MIRV raketų sistemas.

Apibendrinimas

Balistinės raketos yra galinga ir efektyvi priemonė siekiant smogti dideliais atstumais. Dėl unikalių savybių, tokių kaip didelis greitis ir trumpas artėjimo laikas, jos yra svarbi strateginių ginklų dalis. Dėl šiuolaikinių technologijų ir kovinių galvūčių įvairovės vis sunkiau šias raketas aptikti, todėl jos itin veiksmingos atgrasant ir atakuojant. Šiuolaikiniuose karuose balistinės raketos ne tik leidžia dideliu nuotoliu naikinti priešininko strateginius taikinius, išsaugant savo karius (pilotus), bet ir gali būti naudojamos kaip civilių gyventojų bauginimo ginklas, kuris turėtų priversti priešininką atsisakyti pradinių ketinimų gintis arba pulti. Todėl labai svarbu žinoti, ką galimas Lietuvos kariuomenės priešininkas turi ir ką gali panaudoti, kokios yra jo turimų raketų balistinės galimybės. Tuomet galima spręsti, kokias gynybos priemones ar procedūras kariuomenė ir civiliai gyventojai privalo mokytis panaudoti tam, kad išgyventų ir apsigintų. Kaip žinoma, puolantis priešas turi svarbų pranašumą – jis nustato atakos laiką ir vietą. Lietuvos žvalgybos užduotis yra nustatyti priešų puolimo ketinimus. Vis dėlto šiandienos aktualijos rodo, kad priešas gali būti neadekvatus ir nenusipėjamas. Atsižvelgiant į susidariusią geopolitinę situaciją, galima teigti, kad Lietuvai svarbu turėti priešraketinės ginkluotės ir atsako į raketines atakas galimybes. Tam reikalingi sukomplektuoti ir parengti specifiniai vienetai. Be abejonės, Lietuvai būtina ne tik apsiginti nuo priešų raketų atakų, bet ir gebėti atsakyti tuo pačiu. Visiškai logiška vystyti balistinių raketų atsako pajėgumus. Maskvos agresija prieš Ukrainą akivaizdžiai rodo priešraketinės gynybos ir atsako priemonių poreikį.

Bibliografija

1. Zaloga, S. *V-2 Ballistic Missile 1942-52*. Osprey Publishing, 2013.
2. *Kosmoso technologijų pagrindai. Raketos*. Sudaryta L. Tumonio ir K. Arlausko. Vilniaus universitetas, 2016. Prieiga per internetą: <https://web.vu.lt/ff/l.tumonis/ktp/medziaga/raketos/>
3. *Semionas Petrovičius Umanskis*. Prieiga per internetą: <http://sm.evg-rumjantsev.ru/des2/umanskij-semyon-petrovich.html> [žiūrėta 2025-04-17].
4. *Lietuvos terminų bankas*. Prieiga per internetą: <http://terminai.vlkk.lt/pls/tb/tb.search>
5. *Visuotinė lietuvių enciklopedija*. Prieiga per internetą: <https://www.vle.lt>
6. *Missile Defence Advocacy Alliance (MDAA)*. Prieiga per internetą: <https://missiledefenseadvocacy.org/missile-threat-and-proliferation/todays-missile-threat/russia/>
7. *Military Equipment*. Prieiga per internetą: <https://nationsdawnofanera.weebly.com/-ballistic-missiles.html>
8. Bowdoin van Riper, A. *Rockets & Missiles: The Life Story of the Technology*. Johns Hopkins University Press, 2004.
9. *Australia's Independent Defence Think Tank, Air Power Australia, Soviet/Russian Cruise Missiles*. Technical Report APA-TR-2009-0805, by Dr. Carlo Kopp, August 2009.
10. Прошина, Е. Баллистическая ракета: что это, отличия от крылатых и их виды. *Рамблер*, 19 июля 2023. Prieiga per internetą: <https://news.rambler.ru/army/51122464-ballisticheskaya-raketa-chto-eto-otlichiya-ot-krylatyh-i-ih-vidy/>
11. *Vikipedija*. Prieiga per internetą: <https://lt.wikipedia.org>
12. *Баллистическая ракета*. Prieiga per internetą: <https://bi-genc.ru/c/ballistiches-kaia-raketa-3a3dc8>
13. Российские баллистические ракеты: что есть у врага и чем это сбивать. *UNN*, 2024-03-28. Prieiga per internetą: <https://unn.ua/ru/news/rossiiskie-ballisticheskie-raketi-chto-yest-u-vraga-i-chem-eto-sbivat>