

MATEMATIKA U VOJNOTEHNIČKIM DOSTIGNUĆIMA

Jelenković B. *Natalija*, Dvanaesta beogradska gimnazija,
Beograd

UDC: 623:51

Sažetak:

Matematika se definiše kao vrsta filozofije ili pogleda na svet, sredstvo za razvijanje apstraktnog mišljenja, a služi i za pojednostavljenje prirodnih nauka. Prilično je specijalna – izučava količinu i poredak; uopšteno, to je nauka o formalnim strukturama. Ona je i kombinacija slobode kreativne misli i strogih logičkih pravila, ali i deduktivna nauka koja daje pravila i zakone pomoću kojih baratamo brojevima i prostorom. Kao takva, matematika je i savremeni alat za vojnotehnička dostignuća modernog doba, kao što su: sve vrste radio i radio-relejni veza, radarska sredstva, sredstva za upravljanje, navigaciju, televizijska, optoelektronska, hidro-akustična sredstva, sredstva za protiv-elektronsku borbu, kao i mnoga elektronska tehnička sredstva, naoružanje i vojna oprema Kopnene vojske, Vazduhoplovstva i protiv-vazduhoplovne odbrane, Ratne mornarice.

Prethodno istaknute definicije matematike su korišćene kao osnova za uopšteno sistematizovano izlaganje metodom uporednog opisivanja, nabrojanjem činjenica, definisanjem pojmova.

Cilj članka je da se na osnovu nabrojanja postojećih primena matematike i proširivanjem znanja može dalje napredovati u istraživanju mnogih vojnih oblasti. Pored toga, članak ima i pedagoški cilj, a to je da kroz opise i karakteristike sredstava ratne tehnike zainteresuje i afirmiše značaj i lepotu vojnog poziva. Rezultati razvoja informacionih tehnologija su, pored ostalog, i savršenija vojnotehnička dostignuća, a predstavljaju i inspiraciju za mnoge inovacije i uspehe.

Ključne reči: primena matematike, vojna kibernetika, fraktali, matematičko modeliranje, linearno programiranje, kompjuterska forenzika, veštačka inteligencija, kiber prostor, informacione tehnologije.

Uvod

Na samom početku matematičkih primena u vojne svrhe mogu se uočiti brojni izrazi, osnovni proračuni zasnovani na jednostavnim linearnim jednačinama, srazmere i osnove sistema proporcija, proračuni

u dijagramima zavisnosti, osnovne geometrijske konstrukcije primenljive u fortifikaciji, triangulaciji, vojnoj psihologiji, ratnom vazduhoplovstvu. Osnovni elementi analitičke geometrije, planimetrije, stereometrije, trigonometrije su, takođe, masovno korišćeni kao osnova i matematički aparat u prvim vojnim primenama. Matematičke discipline koje se koriste u složenijim vojnotehničkim dostignućima su: teorija diferencijalnih i integralnih jednačina, varijacioni račun, zatim funkcionalna analiza, teorija verovatnoće, statistika, matematička logika, teorija igara, numerička matematika. Matematika je, tako, za vojne svrhe osposobljavala za merenje raznih fizičkih veličina, za merenja u prirodi, za različita grafička prikazivanja, za tehniku računanja, za logičko razmišljanje, zaključivanje i povezivanje pojava u prirodi i društvu, prepoznavanje i prikazivanje oblika, za jasno i precizno izražavanje, toliko bitno u vojnom komandovanju [1].

Sa pojavom računara bitno se povećao broj matematičkih modela koji su se mogli istraživati, analizirati i definisati, prvo uz pomoć konvencionalnog programiranja, a kasnije i pomoću veštačke inteligencije. Sve to je dovelo do mogućnosti postavljanja računarskih eksperimenata i simulacija, realnih procesa koji dozvoljavaju složenije proračune, planiranja i predviđanja, ali i korišćenje ekspertnih sistema kao jedne od grupa inteligentnih sistema.

Primena matematike

Na osnovu već postojećih matematičkih objekata, uz mnogostruka apstraktovanje, idealizacije i generalizacije, razvijaju se dalje matematički pojmovi i teorije. U procesu primene matematike u različitim naukama – matematizaciji, ostvaruje se prelaženje od apstraktnog ka konkretnom, kao i prenošenje metoda pri sistematizaciji i formalizaciji. Matematizacija nauka svodi se na prelaz od nedefinisanog ka definisanom, od manje definisanog ka više definisanom, pri čemu se pojavljuju pojmovi relativne i apsolutne istine.

Ispitivanjem i izučavanjem neke materijalne strukture nalazi se odgovarajuća matematička struktura koja se koristi za analizu objekta proučavanja i tako se mogu prikazati nove ideje, pretpostavke, prirodno-naučni pojmovi. Tako, na primer, problemi aerodinamike, hidrodinamike i meteorologije, primenjeni u vojne svrhe, opisuju se parcijalnim diferencijalnim jednačinama, a teorija igara je bitna za odabir bolje vojne strategije uz pomoć modela za proučavanje međusobnog uticaja oružanih snaga, kao i u kompjuterskim vojnim naukama gde se koristi kao interaktivni model iznalaženja rešenja. Linearna funkcija i teorija grupa imaju široku primenu u kriptografiji. To je nauka koja se bavi metodama očuvanja tajnosti informacija. Osnovna svojstva mehanizma šifrovanja su: zaštita tajnosti, integritet i autentičnost informacija. Jedan od prvih velikih vojskovođa koji je koristio šifrovane poruke bio je Julije Cezar. Inače, matematičar

Mihailo Petrović Alas je 1898. počeo je da radi sistem šifrovanja „Tri kartona“ i uspešno ga završio 5 decembra 1919. Taj novi sistem kriptografije ostao je u diplomatskoj i vojnoj upotrebi Srbije sve do 1941. godine.

Stvaranjem odgovarajućeg matematičkog modela, matematizacijom, razvijaju se neke specijalne nauke, kao npr. vojnotehničke i vojnoinformatičke nauke. One se dalje klasifikuju u sistemu vojnih nauka i mogu se istraživati samo s aspekta više nauka i naučnih disciplina koje su u funkcionalnoj vezi. Za vojnotehničke nauke to su, pored ostalih: balistika – nauka o kretanju projektila pod dejstvom pogonskog punjenja, raketna tehnika, konstrukcija oružja, a za vojnu informatiku vojna dokumentacija i vojna kibernetika.

Sve se više usavršava naoružanje na osnovama raketne tehnike i elektronike. Nagli razvoj ratne tehnike najrazličitijih vrsta i ubojne moći omogućio je i razvoj strategije, operatike i taktike. U sistemu rukovođenja i komandovanja koriste se automatizovani sistemi uz pomoć vojne kibernetike i teorije automatizacije upravljanja jedinicama. Američki naučnik Viner Norbert¹(1894–1964) pod kibernetikom je podrazumevao celu oblast teorije upravljanja i komunikacija, kako kod mašina, tako i kod živih bića. Pojam kibernetike (reč se dobija od grčke reči koja u prevodu znači „kormilar“) proširuje se i dovodi u vezu sa matematikom, logikom, psihologijom, fizikom, elektrotehnikom i filozofijom. Kibernetika se definiše i kao teoretsko proučavanje komunikacionih i kontrolnih procesa u biološkim, mehaničkim, vojnim i električnim sistemima, sa težištem na poređenju ovih procesa u biološkim i veštačkim sistemima. Vojna kibernetika, kao nauka, osim sistema upravljanja jedinicama izučava i funkcionalne veze i uzajamnu zavisnost njegovih sastavnih elemenata. Računari kao osnovno sredstvo vojne kibernetike i automatizacije kroz matematičke i logičke formule sastavljaju pravila za izvršenje mnogih vojnih zadataka i poslova i tako olakšavaju rad, rukovođenje i komandovanje jedinicama.

Ako želimo savršenu mašinu, npr. raketu koja tačno pogađa cilj, ili bezbednu letilicu koja sigurno leti vazdušnim prostorom i precizno lansira svoje projekte, razvoj plovnih borbenih sistema za odbranu mora i morskih obala, stvorićemo uslove za efikasno funkcionisanje čoveka i ratne tehnike, i to uz stvaranje i korišćenje mnogih elektronskih tehničkih sredstava, naoružanja i vojne opreme Kopnene vojske, Vazduhoplovstva i protiv-vazduhoplovne odbrane, Ratne mornarice. Elektronska sredstva su sredstva svih vrsta radio i radio-relejni veza, radarska sredstva, sredstva za upravljanje, navigaciju, televizijska, optoelektronska i hidro-akustična sredstva. Za suprotstavljanje ovakvim sredstvima razvila su se i sredstva za protiv-elektronsku borbu, i to: sredstva za elektronsko izviđanje, za aktivna i pasivna elektronska ometanja, lažni ciljevi, mamci i bespilotne letilice.

¹ Doktor filozofije iz oblasti mat. logike, otac savremene kibernetike.

Tek razvojem računara fraktali kao umetnička oblast matematike mogla je da dođe do izražaja. Primer primene fraktala u računarskoj grafici predstavlja stvaranje terena, posebno planina. Iteracijom delova funkcija u tri dimenzije moguće je kreirati grmove, drveće, busene trave i druge prirodne oblike. Ako sve prethodno izradimo trodimenzionalno, te na kraj svake „grančice“ dodamo list, rezultati su slični stvarnim oblicima u prirodi. Sve to je interesantno za stvaranje nekog novog virtuelnog prostora primenljivog u vojne svrhe. Inače, fraktali su geometrijski oblici, koji mogu biti podeljeni u delove, od kojih je svaki minijaturna kopija celine – to su svetovi unutar svetova. Oni su vizuelne projekcije matematičkih formula.

Fraktali se koriste i u kompresiji sažimanju podataka, seizmologiji za predviđanje nekih stohastičkih procesa, za analiziranje seizmičkih šema, modeliranje erozije tla, opisivanje organskih materija, a dalja primena je slaganje snopova optičkih vlakana, oponašanje rada neuronskih mreža.² Zbog mogućnosti dobre kamuflaže proizvodi se kamuflažna vojna odeća sa oblicima fraktalne strukture koja se u prirodi teže zapaža, jer nema matematičke pravilnosti. Posebno interesantnu primenu u vojnoj industriji, fraktalne strukture imaju pri izradi minijaturnih antena širokog spektra frekvencija, koje se zbog svojih geometrijskih karakteristika mogu koristiti za proizvodnju mobilnih telefona. Praktično sve prednosti fraktala dolaze do izražaja zbog znatno manjih dimenzija, manjih gubitaka, većeg stepena iskorišćenosti i ogromne prilagodljivosti u prirodnoj sredini. Zbog svega toga fraktali su budućnost u razvoju modernih tehnologija koje su, pored ostalog, bazirane na matematičkom modeliranju i linearnom programiranju.

Matematičko modeliranje u našim oružanim snagama nastalo je sredinom 20. veka, stvaranjem modela:

- ocene stepena uništenja i ciljeva,
- ispitivanja efikasnosti gađanja stvaranjem matematičkog aparata modeliranja i analize konfliktnih situacija,
- pri rešavanju borbene upotrebe i ocene efikasnosti pojedinih vrsta naoružanja borbenog i materijalnog obezbeđenja.

Za obuku i povećanje spremnosti vojnog kadra matematičko modeliranje ima posebnu važnost na osnovu modela i korišćenjem matematičkog i logičkog aparata. Tako su nastala efikasna tehnička sredstva za obučavanje – trenažeri ili simulatori raznih vrsta, kao što su: automatski piloti, simulacija pogodaka u oklopnim jedinicama, obuka i rukovođenje sa protivtenkovskim i drugim raketama. Ovde su korišćeni složeni matematički modeli u koje se unosi ponašanje čoveka u sistemu ili se njegovo ponašanje simulira prenošenjem matematičkog modela na računar [2].

² Računanje u neuronskoj mreži je, uglavnom, paralelno, tako da brzina obrade simulirane neuronske mreže može biti znatno uvećana korišćenjem paralelnih procesora. Memoriji se pristupa uz pomoć sadržaja, a ne adrese i radi istovremeno sa više informacija; memorisanje i obrada predstavljaju jednu kompaktnu celinu, a ima sposobnost da menja svoju strukturu i funkciju.

Kasnije se matematičko modeliranje koristilo i u:

- vojnoj ekonomiji, koja koristi i statistički metod, eksperimentalni i aksiomatski, ali i metode istraživanja,
- u lingvistici i obradi jezika, gde savremene informacione tehnologije danas sve više nalaze primenu. Razvojem interdisciplinarnih naučnih disciplina koje kombinuju saznanja i tehnike informatike, matematike i lingvistike stvorene su računaska lingvistika i obrada prirodnih jezika. Napredak informacionih tehnologija u velikoj meri je povezan sa razvojem programskih jezika visokog nivoa koji oponašaju ljudski jezik i liče na njega. Tako je omogućena lakša, brža i intuitivnija izrada računarskih programa čiji je način rada zasnovan na matematici i logičkom razmišljanju,
- sastavljanju matematičkog modela odgovarajućeg procesa za automatsko upravljanje borbenim sistemima, što zahteva strogo matematičko treniranje u primenu najvišeg matematičkog aparata,
- programiranju simulacionog modela sa ciljem da simulira borbeni zadatak, ali sa neophodnim većim brojem simulacionih eksperimenata i potrebnim poznavanjem više metoda i programskih alata. Primena simulacionih modela u vojsci je još uvek u početnoj fazi razvoja, pa je neophodna dalja kreativnost i usavršavanje.

Prema svemu napred izloženom matematičko modeliranje je veza matematike sa drugim naukama, dok je samo modeliranje proces kojim se uspostavlja veza između realnog sistema i modela. Matematičko modeliranje koristi i numeričku analizu u projektovanju sistema i procesa, ali i linearno programiranje kao matematičku metodologiju za rešavanje linearnih problema, kod kojih su i ciljna funkcija i ograničenja linearni.

Linearno programiranje se u vojnotehničke svrhe primenjuje u rešavanju tehničkih i operativno-taktičkih problema, kao što su:

- nalaženje optimalnih rešenja pri izboru i razmeštanju naoružanja i opreme na borbenim sredstvima;
- optimalna rešenja pri projektovanju i gradnji brodova ratne mornarice;
- optimizacije vojnotransportnih zadataka u angažovanju minimalnog broja transportnih sredstava za najkraće vreme ili najmanjih troškova raspodele utroška municije po ciljevima, tako da matematičko ocenjivanje broja uništenih ciljeva bude maksimalno;
- utvrđivanje sistema naoružanja PVO radi maksimalne efikasnosti s obzirom na troškove izgradnje, održavanja, eksploatacije, itd.

Tako dolazimo do izazova 20. veka, do kompjuterske forenzike, koja ima za cilj prikupljanje, identifikaciju, isporuku i dokumentovanje kompjuterskih dokaza za potrebe države, vojnih agencija, obaveštajnih službi. Razvojem informaciono-komunikacione tehnologije i mreža, kompjuterska forenzika postaje tesna za nove oblike kriminala, tj. za cyber kriminal. Istraga tada dobija nove zahteve, dokazi nove oblike, a

istraživači se susreću sa novim potrebama. Kriminal se proširuje na nove sfere i istrage se sve više vode u privatnom sektoru. Postepeno nastaje cyber forenzika, kao usavršena, kompleksnija, novija disciplina kompjuterske forenzike. Ona ima multidisciplinarni predmet, bavi se otkrivanjem, analizom i rekonstrukcijom dokaza dobijenih iz kompjuterskih mreža, sistema, medija, perifernih uređaja, korišćenjem multidisciplinarnih znanja, kojima se omogućava rešavanje krivičnih slučajeva. Dokazi koji se prikupljaju su u realnom vremenu, na mreži, za razliku od klasičnih kompjuterskih dokaza koji su se prikupljali *post festum* i *of line*, pa se zbog svega analiziraju razne zloupotrebe, upadi, maliciozna ponašanja u i na mrežama. Veliki značaj i primenu u kompjuterskoj forenzici i njenim disciplinama imaju diskretna matematika³ kojoj pripadaju teorija grafova, matematička logika, teorija brojeva, kombinatorika, kao i pojedini delovi kontinualne matematike – analiza, geometrija i topologija.

Informaciona tehnologija – osnovni pojmovi

Informaciona tehnologija unela je promene pretvarajući digitalni univerzum u vitalni resurs koji omogućava korisnicima nove načine komuniciranja, informisanja, obrazovanja, rada i zabave. U ovom modernom dobu porast i globalizacija računarskih mreža, s mnoštvom različitih ljudi, računara, veza, sadržaja i mogućnosti, stvara veću zavisnost društva i vojnih snaga od informacione tehnologije, ali i mnoge probleme i sukobe. Brojni računari, međusobno povezani računarskim mrežama sa višestrukim vezama, ogromnim brojem pristupnih tačaka, predstavljaju za kiber napadača pravo bogatstvo izbora mesta, načina i vremena napada. Ciljevi mogu obuhvatati vojne jedinice, ali i infrastrukturu za njihovu podršku. Globalni informacioni prostor, koji čine izmešane civilne i vojne informacione mreže i tehnologije, sa elektronskim putanjama koje povezuju pojedince, grupe, organizacije i nacije širom sveta i kojima se razmenjuje enormna količina najraznovrsnijih podataka i informacija, formira jedan novi virtuelni svet – kiber prostor.

Većina država zasniva odbrambene sisteme, sisteme državne uprave, kompleksne upravljačke sisteme i sisteme iz drugih informacionozavisnih oblasti na informacionim tehnologijama koje su nastale, prvo korišćenjem konvencionalnih programa i programiranja, a zatim uz pomoć veštačke inteligencije i ekspertnih sistema. Dalje su istaknute njihova svojstva iz kojih proizilaze uočene i prikazane mane i prednosti.

³ Diskretna i kontinualna matematika su dve grane savremene matematike – matematike mogućih promenljivih odnosa i međusobnih veza između veličina.

Konvencionalno programiranje

- Pretežno numerička obrada
- Algoritmi
- Informacije i upravljanje integrisani su zajedno
- Teško modifikovanje
- Neophodni su tačni odgovori

Konvencionalni programi

- Heuristike
- Predstavljanje i korišćenje znanja
- Procesi zaključivanja
- Odvojen model rešavanja (baza znanja) od dela koji upravlja bazom znanja (mehanizam zaključivanja)
- Znanje organizovano kao: baza podataka, baza znanja i upravljačka struktura
- Novo znanje dodaje se bez reprogramiranja

Veštačka inteligencija

- Pretežno simbolička obrada
- Heurističko pretraživanje
- Upravljačke strukture najčešće su izdvojene od znanja
- Jednostavno modifikovanje, ažuriranje i proširivanje
- Tolerišu se pogrešni odgovori

Ekspertni sistemi

- Algoritmi
- Predstavljanje i korišćenje podataka
- Ciklički procesi
- Znanje i metode znanja su pomešani
- Znanje organizovano kao podaci i programi
- Novo znanje zahteva reprogramiranje

Zaključak

Pripremanje za obavljanje ratnih zadataka treba posvetiti neprekidnu i potpunu pažnju uz mnoga sagledavanja, procene i predviđanja strategijskih situacija, što je ostvarivo i primenom matematike i savremenih informacionih tehnologija u vojnotehničkim dostignućima.

Sadržaj i karakteristike vojnog poziva su u velikoj meri određeni vrstama i karakteristikama sredstava savremene ratne tehnike. Zbog svega toga uloga vojske u vojno-tehničkim dostignućima je i u spoznaji, razmatranju, analiziranju najnovijih dostignuća svetske nauke na području vojnotehničkih i vojnoinformatičkih nauka, kao i osnivanje naučnih timova radi daljeg istraživanja i razvoja.

Članak je teorijski i stručni doprinos razvoju vojnog obrazovanja nastao pod uticajem niza praktičnih i naučnih saznanja. Preko vojnog obrazovanja i isticanjem njegovog istorijskog razvoja u Srbiji na poseban način je dat prikaz vojske kao institucije.

Literatura

[1] Mikić, S., Članak: Naučni zakoni rata, *Vojno delo br. 2*, mart-april 1998., Beograd,

[2] Prelević, M. i drugi, *Vojni poziv – vojno školstvo*, Beograd, 1985.

MATHEMATICS IN MILITARY-TECHNICAL ACHIEVEMENTS

Summary:

In this article, mathematics is dealt with as a science necessary for the design, development and implementation of certain military-technical achievements such as many electronic devices, smart missiles, miniature antennas, camouflage military clothing and other military equipment. Some areas of applied, discrete and continuous mathematics are underlined in particular.

Application of mathematics

The importance of mathematics for military-technical achievements is reflected in the fact that mathematics allowed the existence and development of military disciplines such as: fortifications, military statistics, military economics, cryptography, military psychology, air force, military-technical and military information science. There are also many applications using mathematical models and linear programming. Mathematics is thus necessary and indispensable as a tool, a way of expression and communication, as well as the basic creation of further progress. This article reveals the connection of mathematics and certain military areas that are important for the development of the armed forces and war materiel. The application of mathematics in military-technical achievements is entailed in the connection of mathematics with military disciplines.

Information technology – Basic concepts

Some identified problems occurring in military purposes are mentioned through some basic concepts and benefits related to information technology. Comparative description and listing of characteristic traits resulting in the noticed and given advantages and disadvantages highlighted the creation of information technologies, first by using conventional programs and programming and then by using artificial intelligence and expert systems.

Key words: application of mathematics, military cybernetics, fractals, mathematical modelling, linear programming, computer forensics, artificial intelligence, cyber space, information technologies

Datum prijema članka: 20. 07. 2009.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 20. 10. 2009.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 22. 10. 2009.