

OPŠTA RAZMATRANJA O KIBERNETICI

Poslednjih godina sve češće se čuju izrazi kibernetika, kibernetička sredstva, elektronski automati, elektronski modeli ili simulatori, teorija igara, operaciono istraživanje,¹ itd. Mnoga od ovih sredstava i pojedine metode se već uveliko koriste u svetu, a i kod nas. Međutim, da bi se bolje objasnila primena kibernetike u vojsci, koja će biti predmet naših razmatranja u jednom od sledećih članaka, ovde ćemo u potrebnom obimu izneti ono što je bitno o kibernetici, njenom domenu rada i primenjivanju njenih metoda i sredstava na svim poljima ljudske delatnosti.

Danas, u doba razvitka i pune primene mehanizacije u svim granama privrede, sve je očiglednije da optimalno korišćenje mehanizacije u proizvodnim procesima nije moguće bez primene automatizacije. Isto tako već sada je jasno da potpuna mehanizacija i automatizacija proizvodnih procesa nisu mogući, ako ne obuhvataju i oblast upravljanja, u kojoj je danas angažovan veliki broj stručnjaka za obavljanje dugotrajnih rutinskih poslova. To je nalagalo da se pronađu mašine koje bi zamenile ove kadrove u tim poslovima i omogućile njihovu intelektualnu delatnost.

Na problemu mehanizacije intelektualnog rada rađeno je mnogo još u prošlom veku, kada su stvoreni i prvi računari — danas poznati kao stoni kalkulatori. Međutim, do njihovog naglog usavršavanja i dobijanja prvih potpuno elektronskih računskih automata, a ujedno i do pojave kibernetike kao nauke došlo je za vreme II svetskog rata.

Sama reč kibernetika dolazi od grčke reči koja znači upravljanje i kormilarenje nečim, na primer, brodom. Ovaj izraz se i ranije upotrebljavao u širem smislu, tako da ga je još Amper, 1834. godine, upotrebio u smislu upravljanja društvom.

Svakako, velika je zasluga američkog matematičara Norberta Vinera, koji se smatra osnivačem i tvorcem kibernetike kao nauke, što je — radeći u toku II svetskog rata na problemu upravljanja pav-oružjima u SAD — osim rešenja mnogih konkretnih matematičkih i logičkih problema, uočio i otkrio ono što je zajedničko i analogno u svim procesima upravljanja, kako u tehnicima (mašinama), tako i u živim organizmima i društvu. Viner je tvrdio da postoji analogija između upravljanja u mašinama i upravljanja u živim organizmima, ali je naglašavao da ne postoji identičnost, već samo analogija između tehničkih i bioloških sistema, mada ni analogiju između njih ne bi trebalo shvatiti bukvalno.

Iako je već dosta vremena prošlo od pojave prve Vinerove knjige »Kibernetika ili upravljanje i komunikacija u živom biću i mašini« (1948. godine) i kibernetika dobila sveopšte priznanje i našla široku primenu u gotovo

¹ U literaturi se koristi još i termin operativno istraživanje. Mišljenja smo da izraz operaciono istraživanje jasnije pokazuje da se radi o ispitivanjima — istraživanjima raznih operacija. — Prim. autora.

svim oblastima, još ni danas u naučnim krugovima u svetu ne postoji jedinstvena definicija za nju, već mnoge i to veoma nejasne, neodređene i nepotpune. Mišljenja smo da bi najprihvatljivija bila, otprilike, ova:

kibernetika se bavi problemom upravljanja u prirodi, ljudskom društvu, živim organizmima i tehničkim sistemima i pronalazi najefikasnije metode i sredstva upravljanja i najoptimalniju (najpovoljniju) organizaciju rada da bi se postigao najveći efekat delovanja.

Nepostojanje jedinstvene definicije može, zajedno sa tendenciozno-senzacionalističkim pisanjem u literaturi i štampi, da stvori zbrku kod čitalaca i da izazove nepoverenje u kibernetiku kao nauku. Međutim, postojanje velikih praktičnih dostignuća, odnosno velikog broja raznih sredstava i detaljno razrađenih metoda rada, govori u prilog tome da pitanje definicije može da ostane i dalje otvoreno, tim više što kibernetika, kao i svaka druga nauka, ima svoj specifičan metod saznanja.

Kao nauka o upravljanju, kibernetika je dokazala da sama automatizacija informisanja nije dovoljna za upoznavanje i shvatanje procesa upravljanja radi donošenja najcelishodnije odluke za efikasno upravljanje. Ona insistira na objektivizaciji procesa donošenja odluka u svrhu usmeravanja postojećih kvaliteta rukovodilaca i njihove intuicije, pri čemu koristi naučno fundirane objektivne metode. Te se metode zasnivaju na principima matematičkog prognoziranja, koje obuhvata operaciona istraživanja, linearno i dinamičko programiranje, itd.

Ovo objektiviranje donošenja odluka u procesima upravljanja može se objasniti teorijom o kvantitativnoj determinaciji donošenja odluke. Ova teorija polazi od tvrdnje da su svi događaji izazvani procesom upravljanja kvantitativno determinisani i da se daju kvantitativno meriti i izraziti, a da donošenje odluke nije ništa drugo do određivanje, odnosno predviđanje novog budućeg događaja koji je kvantitativno determinisan, te se može meriti i kvantitativno izraziti.

Razume se da će čovek razrešavati sve kvalitativne komponente donošenja odluke sve do momenta dok ne bude moguće da se kvantificiraju.

Za izračunavanje slučajnih pojava i procesa, kibernetika koristi teoriju verovatnoće. Poznato je da je verovatnoća mera objektivne mogućnosti za nastupanje masovnih pojava, koja se dobija putem uopštavanja mase, tj. velikog broja pojedinačnih pojava.

Kibernetika izučava složene dinamičke sisteme kako bi ih prevela iz jednog stanja u drugo. Znači, ona izučava procese upravljanja, odnosno samo jednu određenu stranu procesa koji se odvijaju, ispituje strukturno i formalno (na bazi matematike i logike) upravljačke i upravljavajuće sisteme i daje metode i način upravljanja radi bržeg postizanja cilja.

Treba naglasiti da se radovi u oblasti kibernetike tesno prepliću sa onima u oblasti automatike, telemehanike, elektronike i elektronske računarske tehnike. Često je nemoguće tačno povući granicu između oblasti u kojima se primenjuju metode kibernetike i oblasti gde vladaju metode klasične automatike i telemehanike.

Pri istraživanju jednostavnijih sistema, metode kibernetike ne pokazuju neku naročitu prednost u poređenju sa ranijim metodama. Svoju prednost i svoja preimućstva pokazuju tek kod složenih sistema. U složene dinamičke sisteme mogu se ubrajati razni tehnički sistemi (sistemi veza, sistemi izviđa-

nja, sistemi PVO, sistemi snabdevanja, itd.), živi organizmi, proizvodna preduzeća, transport, itd. Stanje ovih sistema karakteriše se veličinom parametara (to su sastavni elementi koji se menjaju) i njihovom proizvodnjom. Ako se parametri sistema ne menjaju, a proizvodnja je ravna nuli, kaže se da je sistem u stanju mirovanja — u statičkom stanju. Međutim, mnogo je interesantnije i važnije posmatrati dinamičko stanje i prelaz iz jednog stanja u drugo. Da bi se neki tehnički ili veštački sistem održavao u dinamičkom stanju, ili preveo iz jednog u drugo stanje, neophodno je delovati na njegove parametre ili na njegovu proizvodnju. Prelaz iz jednog u drugo stanje naziva se procesom, a delovanje na parametre ili na proizvodnju — upravljanjem. U složenim dinamičkim sistemima i procesi upravljanja su veoma složeni i mogu se razložiti na posebne operacije upravljanja.

Da bi se ostvarilo upravljanje dinamičkim sistemom, neophodno je dobro poznavanje tog sistema, njegovog stanja, njegovih elemenata i njihove uzajamne povezanosti i zavisnosti, zakonitosti po kojima taj sistem deluje, kao i spoljnih uslova koji utiču na rad sistema, što znači da je neophodno sakupiti informacije-podatke o procesu, pojavi ili stanju sistema kojim se upravlja, predati (preneti) tu informaciju na mesto njene prerade, odnosno na mesto korišćenja, obezbediti njenu preradu radi dobijanja komande upravljanja, realizovati tu komandu, tj. predati je izvršnom organu i, na kraju, obezbediti odgovarajuća dejstva i kontrolu.

Da bi se uočile zakonitosti koje važe za upravljanje i u veštačkim sistemima, razmotrićemo ukratko način upravljanja u živim organizmima. Mehanizam upravljanja živim organizmima počiva na principima homeostazije. Homeostazija je osobina živih bića da održavaju pravilnost svojih funkcija, uprkos svim smetnjama i poremećajima kojima su stalno izložena. Tako je, na primer, mehanizam temperature krvi kod čoveka homeostatički, tj. ona se uvek održava na istom nivou, iako spoljna i unutrašnja zbivanja i okolnosti utiču da se promeni. Ili jedan primer iz prirode — odnos između broja ptica i insekata takođe je homeostatički regulisan; povećanje broja insekata dovodi do povećanja broja ptica, jer postoje bolji uslovi za ishranu. Međutim, povećan broj ptica uništava više insekata, a smanjivanjem njihovog broja, smanjuje se i mogućnost ishrane ptica, usled čega se opet broj ptica smanjuje. Tako dolazi do naizmeničnog povećavanja i smanjivanja broja ptica i broja insekata, pa se u prirodi stalno održava ravnoteža. U stvari, čitava priroda i svi živi organizmi funkcionišu po homeostatičkim principima samoregulacije, koji se ostvaruju uz pomoć povratne sprege.

Čitavo delovanje čoveka i svi njegovi pokreti takođe se ostvaruju na principu povratne sprege, a pod uticajem mozga koji, preko svojih organa, upravlja i kontroliše čovečije postupke i radnje. Ako čovek, na primer, želi da uzme neki predmet sa stola, osetni organi stalno izveštavaju mozak o udaljenju ruke od predmeta i o položaju predmeta i ruke. Mozak prima sve te informacije i na osnovu njih — putem povratne sprege — donosi odluku o daljim pokretima za uzimanje predmeta. Znači, ovde možemo da razlikujemo dva elementa ili dva podsistema: upravljački — mozak i upravljani — ruku. Oba su povezana kanalima veze za prenos informacija u oba smera: upravljačkim od mozga ka ruci i izveštajnim od ruke ka mozgu.

Proučavanje mehanizma funkcionisanja živih bića i procesa upravljanja u prirodi i živim organizmima, navelo je naučnike na misao da je moguće primeniti analogiju između živog organizma i mašina i između prirode

i procesa proizvodnje u privrednom preduzeću, pa čak i čitave privrede. Tako je došlo do stvaranja raznih pomoćnih alatki i mašina koje su posedovale neka svojstva živih organizama, a koja su umnogome proširila čovekove mogućnosti. Interesantno je napomenuti da čovek svojom fizičkom snagom može u toku jednodnevnog (osmočasovnog) rada da izvrši rad — izražen u elektrokvivalentu — od 0,5 KWh, dok mu je za zadovoljavanje životnih potreba dnevno potrebno oko 15 KWh, znači 26 puta više. Ovakav račun, makar i netačan, može da pruži količinsku predstavu o tome koliko čovek dobija mašinizacijom i mehanizacijom i koliko mu one povećavaju mogućnost zadovoljavanja njegovih potreba, mada se zato u velikoj meri koriste prirodne sile i prirodna dobra (ugalj, drvo, gas, itd.). Prema svetskom elektro-balansu iz 1952. godine proizilazi da je muskulaturnom snagom čoveka i životinja proizveden samo neznatan deo ukupno raspoložive energije u svetu, odnosno samo 1%, dok je ostalih 99% dobijeno: preradom kamenog i drugog uglja — 45,9%, nafte i prirodnog gasa — 35,8%, drveta — 15,9%, hidroenergijom — 1,4%, itd. Međutim, nije potrebno samo dobiti i preraditi tu energiju, već se postavlja i pitanje racionalnijeg i optimalnog upravljanja njenom proizvodnjom, raspodelom i utroškom.

Na upravljanje u tehničkim — veštačkim sistemima takođe mogu da se primene zakoni upravljanja koji važe kod živih organizama i u prirodi. I ovde je za upravljanje potrebno obezbediti prenos informacija, koji se vrši preko sistema poznatog pod nazivom »kanal veze«. Dok je kod živih organizama to nervni sistem, u tehničkim-veštačkim sistemima su to razni pneumatski, mehanički, električni i drugi kanali. Ulogu sistema za upravljanje ili regulatora u živim organizmima prima na sebe mozak, tj. organi centralnog nervnog sistema, a u tehničkim sistemima ta uloga je poverena sredstvima automatizacije, odnosno računarima. Upravljanje u veštačkim sistemima može se izvršiti po zatvorenom krugu (kao i kod živih organizama) i to na tri načina:

stabilizacijom, tj. održavanjem jednog režima ili stanja u sistemu;

sleđenjem-praćenjem, gde promene spoljnih uslova izazivaju promene određenih parametara, koji sa svoje strane utiču na promene sistema u skladu sa spoljnim uslovima;

programskim radom, gde se promene parametara odvijaju po utvrđenom programu, odnosno čitav rad sistema je unapred usmeren u određeno pravcu.

Na drugoj strani, želja za upoznavanjem i potčinjavanjem prirode dovela je do stvaranja mnogih komplikovanih mehanizama i sredstava, čija konstrukcija i proračun, zbog svoje obimnosti, zahtevaju angažovanje velikog broja ljudi. Može se reći da su dostignuća i praktična primena nauke i tehnike umnogome povećali obim proračunskih poslova i uopšte da su komplikovali i otežali upravljanje ne samo tim sredstvima, već i čitavim društvom. Da bi se efikasno pratio njegov razvitak i blagovremeno donosile odgovarajuće odluke, potrebni su brojni pokazatelji i pregledi, čija izrada predstavlja obiman a često i dugotrajan posao, tako da nekad rezultati obrade nekih podataka već su zastareli u vreme kada se dobiju. Zbog svega toga moralo se preći na automatizaciju rutinskih intelektualnih poslova, u kojima čovekova delatnost može biti zamenjena nekim mehanizovanim ili automatizovanim sredstvom ili sistemom.

Iako je kibernetika veoma mlada nauka (zvanično je priznata za nauku tek pre 17 godina) i mada teoretski još nije potpuno razrađena, već su danas razvijene u većem ili manjem obimu njene posebne grane, kao što su: neuro-kibernetika, ekonomska, medicinska, biološka kibernetika, itd. Svaka od ovih grana kibernetike koristi i razrađuje posebna sredstva i metode za efikasnije rešavanje svojih problema.

U zavisnosti od toga da li se želi da reši jedan statički ili da reši ili samo prati dinamički problem, odnosno ako se žele da ispitaju postavke i rešenja nekog problema, itd., mogu se koristiti razna sredstva automatizacije. Njihova gruba podela može se izvršiti prema: stepenu automatizacije (tj. stepenu zamenljivosti čoveka), nameni, mogućnostima primene, konstruktivnom izvođenju u pogledu principa rada i u pogledu upotrebljenih elemenata.

Prema stepenu automatizacije ova sredstva se mogu podeliti na tri grupe:

sredstva niže mehanizacije koja rade uz pomoć čoveka i potpuno zavise od njega; u njih se ubrajaju razni stoni kalkulatori, registar kase, knjigovodstveni automati (za koje se smatra da povećavaju efikasnost rada za 40^{0/0}), itd.;

sredstva srednje mehanizacije ili sredstva i sistemi za poluautomatsku obradu podataka, koja su sposobna da izvrše i mnoge operacije samostalno, ali kod kojih je ponekad potrebna intervencija čoveka prilikom prelaska sa jedne na drugu operaciju; od ovih sredstava poznate su mašine sistema bušenih kartica, često nazvane mašine SBK, koje u stvari predstavljaju komplet — sistem raznih mašina, a svojim radom mogu da zamene 40 do 60 ljudi;

sredstva potpune automatizacije ili elektronski automati, predstavljaju najsavršenija sredstva automatizacije i sposobna su da automatski prime nalog za rad, automatski obave čitav zadatak (uz automatsku kontrolu ispravnosti rada i rezultata) i da automatski izbace rezultate. U ova sredstva spadaju elektronske računске mašine (računari), elektronski simulatori (koji služe za simuliranje-imitiranje izvesnih prirodnih ili posebno zahtevanih uslova) i modeli (koji služe za proveru konstrukcija ili imaju druge namene, kao što je obuka ljudi, provera izvesnih rešenja, itd.). Smatra se da elektronski računari mogu da zamene rad od nekoliko stotina do nekoliko miliona ljudi.

Prema nameni razlikujemo sredstva automatizacije za naučne i za poslovne svrhe, mada se tu mogu u posebnu grupu svrstati i sredstva za vojnu namenu.

U pogledu mogućnosti primene razlikujemo univerzalna i specijalna sredstva automatizacije, od kojih se prva mogu koristiti za rešenje raznih problema — pod uslovom da im se obezbede odgovarajući programi za rad. Međutim, specijalna sredstva automatizacije mogu da se koriste za rešenje samo jednog problema, a njihova primena za rešenje drugog zahtevala bi konstruktivne izmene.

Prema principu rada, sredstva automatizacije mogu se podeliti u tri grupe: analogna, digitalna i hibridna. Kod analognih sredstava, rešavanje problema se ostvaruje pomoću analogije, tj. problem koji treba da se reši stimulira se analognim fizičkim veličinama i procesima, dok se izlazni rezultati

daju u obliku dijagrama, napona ili nekom drugom vidu. U početku su se ova sredstva uglavnom koristila za rešavanje diferencijalnih jednačina (poznata kao diferencijalni analizatori) i za integriranje (poznata kao integratori), a kasnije su zbog relativno proste i jeftine konstrukcije našla širu primenu i prva prodrle u oblast vojne delatnosti, gde su korišćena u PAA — poznata kao komandni računari, zatim za navođenje lovaca-presretača, itd. Digitalna sredstva rade po istom principu kao čovek, tj. pri rešavanju nekog problema idu korak po korak, obavljajući jednu operaciju za drugom. Za predstavu problema koriste matematičke izraze, a veličina ulaznih podataka je predstavljena u cifarskom obliku. Danas su ova sredstva razvijena u veoma velikom broju i gotovo svuda se koriste. Hibridni računari su novijeg datuma i može se reći da predstavljaju sredinu između analognih i digitalnih računara ili, još bolje, njihovu kombinaciju kako u pogledu konstruktivnog izvođenja, tako i u pogledu osobina i mogućnosti. Ulazni podaci kod njih mogu da budu dati u obliku cifara, a izlazni u obliku napona ili neke druge analogne fizičke veličine, dok način obrade podataka može da bude ili kao kod analognih računara (putem analogije) ili kao kod digitalnih računara (vršenje operacije za operacijom). Šta će se primeniti i koja vrsta ulaza i izlaza, kao i koji način obrade podataka, zavisi od namene ovog računara, odnosno od zahteva koji se pred njega postavljaju. Zbog tih osobina može se očekivati da će ovi računari naći veliku primenu u vojne svrhe.

Danas se često vrši još jedna podela elektronskih računara i to na: upravljajuće, informaciono-logičke i samoorganizujuće, odnosno samoobrađujuće računare.

Upravljajući računari rade na principu programskog automatskog upravljanja raznim sistemima i procesima, a služe za upravljanje neprekidnim proizvodnim procesima (takozvanom lančanom proizvodnjom), za upravljanje energosistemima i elektrostanicama, transportom, u vojsci za automatizaciju protivvazdušne zaštite, automatizaciju službe snabdevanja, itd.

Informaciono-logički računari služe za automatizaciju onih vidova umne delatnosti koji mogu da se formalizuju, tj. onih problema koji se mogu matematički izraziti i rešiti na osnovu ranije utvrđenih pravila i kriterijuma. Ovde se mogu ubrojati razni proračuni, neki zadaci planiranja, prevođenja, statistike, a na polju vojne delatnosti zadaci i problemi iz oblasti evidencije, planiranja, izveštaja za analize, itd.

Samoorganizujući računari su sposobni da prime i klasificiraju informacije koje u njega spolja dolaze, da samostalno izrade programe obrade informacija i izvrše odgovarajuće radnje, da ocenjuju efikasnost tih programa prema konačnim rezultatima i da zapamte i sačuvaju optimalni program kako bi ga koristili u analognim situacijama. Ovi računari su naročito pogodni za izučavanje nervne i druge delatnosti čoveka, pa se mnogo koriste za biološka, fiziološka i druga ispitivanja. Međutim, ova sredstva nisu pogodna za primenu u procesima upravljanja.

Od svih navedenih sredstava automatizacije, za vojne potrebe poseban značaj imaju elektronski računari i sredstva automatizacije zasnovana na principima računске tehnike. Zato ćemo se sa nekoliko reči osvrnuti na njihove dobre i loše osobine:

Jedno od preimućstava elektronskih računara je njihova sposobnost da samostalno rešavaju neki problem ili zadatak. Ali tu odmah treba pri-

metiti da je njihova aktivnost i sposobnost za rešavanje nekog problema samo u granicama koje im je čovek odredio preko programa rada. Program računara treba shvatiti kao niz naloga za rad, poređanih po redosledu izvršavanja.

Druga prednost računara je što rade (u normalnim uslovima) sa veoma velikom tačnošću, koja se neće poremetiti čak ni posle više puta ponovljenih istih operacija.

Treće preimućstvo predstavlja brzina njihovog rada, koja umnogome prevazilazi brzinu čovečijeg rada. Radi ilustracije uzećemo primer izračunavanja broja π . Holandanin Ludolf Gejlend je celog života (1510—1600 godine) računao broj π sa tačnošću do trideset četvrtog desetnog mesta. Englez Šenk je više od 50 godina proveo u izračunavanju ovog broja sa 707 desetnih mesta. 1949. godine, pomoću elektronskog računara, broj π je izračunat sa tačnošću od 2.048 desetnih mesta za samo 80 časova. Ili drugi primer: proračun vibracije aviona zahteva rad deset ljudi u toku tri meseca, dok ga računar obavi za 30 do 40 minuta.

U nedostatke računara može se ubrojati njihova potpuna zavisnost od programa, što znači da se uslovi pri kojima se rešava neki problem ne mogu da izmene samo izmenom polaznih — ulaznih podataka, već je najčešće potrebno izmeniti i program. Pored toga, računar nije u stanju da razlikuje korisne informacije i da postupa samo po njima, a da razne smetnje i šumove odbaci, kao što je to čovek u stanju. Isto tako, u slučaju kvara, računar može jedino da se zaustavi i da indicira kvar ili da ponovi čitav postupak, a ne i da otkloni kvar koji je doveo do greške.

I pored navedenog, još uvek se mogu sresti razna nepravilna shvatanja o računarima. Dok se na jednoj strani ova sredstva glorifikuju isticanjem njihove sposobnosti da reše svaki problem, na drugoj strani se često posmatraju jednostrano, odnosno priznaje im se samo sposobnost efikasnog obavljanja računskih operacija, a zanemaruje se i zapostavlja njihova sposobnost da vrše i logičke operacije. Takođe postoji i nepravilna upotreba raznih naziva. Nazivati elektronski automatski računar elektronskim mozgom, znači upotrebiti krajnje neadekvatan i rđav termin, koji je nedozvoljen čak i u slučaju publicističkog pisanja. Izgradnja tehničkog sistema sa osobinama identičnim osobinama prirodnog, biološkog sistema, ne sme da dovede do zaključka da su ta dva sistema identična. Tek kada se postigne potpuno poznavanje i razumevanje svih fenomena u biološkim sistemima u celini, može se pronaći i ustanoviti dublja veza i analogija između ovih i tehničkih sistema. U stvari, svi tehnički sistemi predstavljaju kopije prirodnih sistema ili pojava. Prva tehnička revolucija je dovela do zamene manuelnog čovekovog rada — radom mašine i do izmenjene uloge čoveka, koja se sastojala u kontroli rada mašina. Pojava kibernetičkih sredstava označava drugu tehničku revoluciju, jer omogućuju zamenu čovečijeg rada u rutinskim intelektualnim poslovima i u poslovima upravljanja, odnosno sve se više koriste za obavljanje rutinske kontrole rada mašina i rutinsko rešavanje nekih problema kibernetičkih sredstava. Time se čovek podiže sa nivoa proizvodnog sredstva na nivo stvaralaca i istraživača.

Kibernetika ima dva osnovna pravca: opšti ili teoretski i specijalni ili praktični. Ponekad se prvi pravac naziva teoretska kibernetika; a drugi primenjena kibernetika.

Teoretska kibernetika proučava filozofske osnove kibernetike kao nauke, njene opšte zakone, njenu povezanost sa drugim naukama, odnosno čitav

svoj rad teoretska kibernetika zasniva na širokim uopštavanjima i objedinjavanju uspeha ostalih grana nauke radi otkrivanja i definisanja opštih zakonitosti koje su primenljive za upravljanje u svim složenim dinamičkim sistemima. Mnoga teoretska pitanja kibernetike još uvek nisu dobila pravi odgovor, već se javljaju razna mehanistička i idealistička tumačenja, koja su veoma štetna za dalji razvoj kibernetike. Mora se priznati da i pored velikog napretka teoretske — filozofske kibernetike, ona još uvek dosta zaostaje za praksom, tako da se čak stiče utisak da je zapostavljena.

Praktična ili primenjena kibernetika ima tri osnovna pravca: teoriju informacija, teoriju automatskog upravljanja, tj. teoriju operacionog istraživanja i teoriju primene elektronskih računara i ostalih sredstava automatizacije.

Teorija informacija razrađuje pitanja prenosa informacija po raznim kanalima veze, uključujući, pored tehničkih kanala, i nervni sistem čoveka, kao i pitanje prerade i obrade informacija i njihovo čuvanje. Uvođenje pojma informacija i razrada zakona njihove prerade, predaje i čuvanja, omogućavaju da se pitanje veza i upravljanja različitih priroda posmatra sa jedne informaciono-kibernetičke tačke. Informaciju treba shvatiti kao podatak ili obaveštenje o nekim već nastalim događajima, kao i o događajima koji tek treba da nastanu. Efikasnost upravljanja zavisi od potpunosti informacije o događajima, odnosno od potpunog i blagovremenog evidentiranja i obaveštavanja o svim faktorima koji utiču na određeni proces. Lako je uočiti da pojam informacija treba shvatiti dvojako: kao čovekove i kao kibernetičke, odnosno tehničke informacije. Čovekove informacije obuhvataju ceo obim znanja čoveka o nekom procesu, kao i informacije koje on dobija o tom procesu preko svih svojih čula, odnosno čovekova informacija predstavljaju celokupno njegovo znanje o objektivnom svetu koji ga okružuje. Tehnička informacija je mnogo više ograničena i sastoji se u podacima, pravilima, objašnjenjima, priručnicima, itd., a prenosi se preko tehničkih sredstava veze: telefona, telegrafa, faksimila, radio-putem, itd., ili može biti štampana, zabeležena na gramofonskoj ploči ili na magnetofonskoj traci, papirnoj bušenoj traci, bušenoj kartici, filmu, topografskoj karti, itd. Znači, kod tehničke informacije uvek mora da postoji materijalna osnova — medijum preko koga se prenosi. Poznato je da se čovekova informacija ne može preneti cela kanalima veze od čoveka ka čoveku, ili od čoveka ka mašini, već se prenosi samo njen deo, i to pretvoren u tehničku informaciju, odnosno u određene signale. Ove tehničke informacije se najčešće predstavljaju u obliku brojeva, a njihovo čuvanje, prerada i prenos vrši se pomoću kibernetičkih uređaja. I čovekova i kibernetička, odnosno tehnička informacija jesu predmet proučavanja teorije informacija, jer od njih zavisi efikasnost upravljanja, pa ma na koji način se ono izvodilo.

Teorija automatskog upravljanja — odnosno operaciono istraživanje zasniva svoj rad na proučavanju operativnih karakteristika opreme i organizacije pri rešavanju nekih problema (ili operacija). Ovo istraživanje je danas izazvalo veliko interesovanje u svetu, naročito u armijama malih zemalja, jer predstavlja nov metod pri proučavanju i rešavanju nekih problema, posebno složenih, i to putem veoma precizne kvantitativne analize. Sve češće se pri planiranju skupih i velikih remonta nekih organizacija, reorganizovanju ili proširenju neke fabrike, nekog pogona ili uopšte poslovanja, koristi operaciono istraživanje koje daje najbolje rešenje, način i me-

tod njegovog realizovanja. Rešavanje problema pomoću operacionog istraživanja odvija se u više faza, koje obuhvataju: definisanje i formulisanje problema, izradu modela operacije ili sistema koji se ispituje, dobijanje rešenja na bazi modela, ispitivanje modela i rešenja, određivanje kontrole izvršenja, tj. realizacije i prenošenja, odnosno davanje konačnog rešenja. Radovi u oblasti operacionog istraživanja potvrđuju mogućnost prelaza od elementarnih proračuna i primitivne statistike na matematičku statistiku i na druge primene ostalih oblasti primenjene matematike u domenu rada kibernetike. Teorija operacionih istraživanja široko koristi u svome radu sledeće oblasti matematike: teoriju igara, teoriju verovatnoće, matematičku statistiku, teoriju linearnog programiranja i dinamičkog programiranja, itd. Pomoću navedenih teorija i metoda operaciono istraživanje definiše pokazatelje (i merila) efikasnosti raznih sistema, a takođe daje mogućnost analize zavisnosti efikasnosti sistema ili operacija od raznih faktora. Pod pojmom operacije treba podrazumevati svaku organizovanu delatnost ljudi ili sistema mašina koja se vrši pod jedinstvenim rukovođenjem. Uopšteno rečeno, teorija operacionog istraživanja, odnosno teorija automatskog upravljanja, izučava metode i sredstva za realizaciju upravljačkih i kontrolnih informacija radi omogućavanja upravljačkih dejstava.

Pri proučavanju nekog upravljačkog sistema uvek se vrši njegovo raščlanjavanje na prostije elementarne sisteme, tj. podsisteme i utvrđuje se nivo upravljanja kako bi se dobila opšta predstava o principima rada i izgradnji tog sistema. Danas postoje dva metoda proučavanja upravljačkih sistema: metod pomoću makroanalize (koji razmatra sistem u celini) i metod mikroanalize (koji zadire u unutrašnju strukturu sistema).

Pomoću makroanalize ispituju se spoljašnje osobine sistema radi uočavanja toka informacija i njihovog koda, utvrđivanje funkcija upravljačkog sistema i analize njegovog funkcionisanja. Odmah se može uočiti da se ovo poslednje ne može izvršiti samo putem makroanalize, već se mora primeniti i mikroanaliza. Da bi se objasnio tok informacije, treba tačno poznavati namenu i ulogu sistema upravljanja u nekom procesu i pomoću toga utvrditi koje su i kakve informacije potrebne za rad sistema, odakle dolaze, tj. gde su i kakvi njihovi izvori, koji elementi sistema treba da čuvaju, prenose ili izdaju informaciju. Već smo ranije napomenuli da se informacije prenose u vidu nekih elementarnih signala. Prerada informacije u odgovarajući elementarni signal naziva se kodiranje. Sistemi kodiranja mogu biti veoma različiti, što zavisi od algoritama kodiranja, tj. od redosleda operacija i pravila primenjenih za kodiranje. Bez potpunog poznavanja zakona prerade informacija nemoguće je u potpunosti objasniti funkcije upravljačkog sistema i odrediti zavisnost između ulaznih i izlaznih informacija. Ali za dublje proučavanje upravljačkog sistema mora se prići mikroanalizi, koja objašnjava elemente upravljačkog sistema, njihove međusobne veze i zavisnost, detaljno razrađuje i daje matematički opis funkcionisanja sistema. Za matematički opis procesa funkcionisanja elemenata upravljačkih sistema koriste se pojmovi i metode teorije reljono-kontaktne šema, dinamičkih sistema, masovnog posluživanja, itd., a za opis metode prerade informacija i izrade upravljačkih sistema koriste se rezultati teorije igara i statističkih rešenja teorije linearnog programiranja, metode naizmenične analize, metode reljefnog i dinamičkog planiranja, itd., kao i matematička logika i teorija algoritama. Često se rešenje nekog problema i odabiranje najefikasnijeg sistema uprav-

ljanja može izvesti i eksperimentalnim putem. Međutim, ponekad nije moguća primena eksperimentalnog metoda, jer bi broj potrebnih ispitivanja mogao da bude suviše veliki, a samo ispitivanje veoma komplikovano. Ponekad se može postaviti zadatak da se pronađe sistem upravljanja koji će biti najefikasniji, a koji će zadovoljavati i izvesne postavljene uslove koji se mogu tretirati kao ograničenje sistema (recimo ograničenje u pogledu težine, cene, dimenzije, itd.). Ovakve vrste zadataka efikasno se rešavaju putem analize i sinteze, od kojih sinteza ima zadatak da na osnovu rezultata analize odabere kriterijume za efikasnost sistema, kao i uslove i ograničenja za automatizaciju upravljanja. Treba uočiti da problem automatizacije upravljanja nije tako jednostavan i lak i da za svoju primenu zahteva, pored posebnih sredstava, i naročito detaljno razrađenu organizaciju i metodologiju rada (i to posebno za svaki složeniji problem).

Teorija primene elektronskih računara zalazi donekle u domen operacionog istraživanja, odnosno u teoriju automatskog upravljanja, jer proučava i razrađuje sredstva automatizacije, tj. pronalazi tehničko-kibernetске metode i sredstva za najracionalnije pretvaranje i korišćenje informacija (u skladu sa zadatim algoritmima) radi stvaranja i realizovanja upravljačkih komandi. U suštini, za kibernetiku je osnovno izrada tehničkog sredstva, sposobnog za preradu, prenošenje, prijem i predaju informacija. Pored ranije navedenih sredstava, odnosno elektronskih računara, ovde se mogu ubrojati i ostala sredstva, na primer, sredstva veze, magnetofoni, itd.

Zahvaljujući svojim mogućnostima i osobinama, tj. automatskom radu, brzini, tačnosti i sigurnosti, elektronski računari su stekli široku primenu i prodrli u gotovo sve oblasti ljudske delatnosti i na civilnom i na vojnom polju. Kako je lista polja primene elektronskih računara veoma dugačka, navešćemo samo neka, kao što su:

polje administrativnih poslova (za pogonsko, materijalno i finansijsko knjigovodstvo, za kartoteku osoblja, evidenciju osnovnih sredstava, planiranje i praćenje izvršenja planova, itd.);

polje statistike i ekonomike (za obradu podataka redovnih statističkih službi, obradu statističkih anketa, rešavanje problema transporta i saobraćaja, planiranje prodavnica, preduzeća, fabrika, itd.);

polje medicine (za analizu primene raznih lekova), za analizu rezultata laboratorijskih ispitivanja, za postavljanje dijagnoza, za analizu kardiograma i encefalografskih snimaka rada mozga, analizu funkcija pojedinih organa, itd.;

polje nauke (za razna izračunavanja: matrica, determinanti, algebarskih jednačina, diferencijalnih jednačina, izradu tabela i razna tehnička proračunavanja, proveru ili izradu projekata, itd.);

polje vojne delatnosti (za automatizaciju i upravljanje oruđima, automatizaciju upravljanja jedinicama, automatizaciju pozadinskih službi, odnosno administracije, snabdevanja, personalne evidencije, za automatizaciju obuke ljudstva, rada pomoćnih službi, kao što su operativno-meteorološka, itd.).

Da bi se stekla malo jasnija predstava o koristi i primenljivosti elektronskih računara, navešćemo nekoliko primera njihove primene:

U popisu stanovništva Jugoslavije od 1953. godine popunjeno je 17 miliona upitnika, od kojih je svaki sadržavao 22 pitanja. Ove elementarne

podatke trebalo je srediti u 23 vrste glavnih konačnih tabela, koje su sadržavale 134.000 polja, tj. izvedenih numeričkih rezultata. Da bi se došlo do pomenutih tabela, trebalo je obaviti oko 290 miliona računskih i njima sličnih operacija, ne računajući dodatni rad za kontrolu tačnosti celog postupka. U obradi su korišćene električne mašine za sortiranje podataka i obavljanje osnovnih računskih operacija, pa je ipak posao trajao oko tri godine.

Za izračunavanje osnovnih podataka zarade (broj radnih časova puta satnina, porezi, itd.), računa se da je potrebno po 10 minuta za čoveka u zapadnoj Evropi. Ovi podaci se odnose na klasični sistem obračuna, tj. sa običnim pisačim i računskim mašinama. Smatra se da se kod nas utroši 1—2 časa rada po čoveku pri izradi platnih spiskova, računajući proces u celini. S obzirom na to da u našoj privredi radi oko 2 miliona ljudi, proizilazi da je milion radnih časova potrebno svakog meseca za ovo.

Upotrebom elektronskih računara vreme za obradu zarade jednog čoveka iznosi samo jednu do dve sekunde pri uhodanom procesu automatske obrade. To znači da se u našoj zemlji utroši šest puta više od evropskog proseka kada se radi na klasičan način, ili 1.800 puta više u odnosu na rad sa elektronskim računarom. Pri ovome je uzet najpovoljniji slučaj, tj. da se kod nas utroši samo jedan čas rada, a da računaru treba dve sekunde.

Kapetan I kl. Josip IVANOVIĆ
dipl. inž. Zagorka ŽIVANOVIĆ

L I T E R A T U R A :

- *Vojna primena elektronskih računskih mašina*, Sinjak, SSSR, 1963. god.;
- *Filozofska pitanja kibernetike* — zbirka članaka sovjetskih naučnika, SSSR, 1961. god.;
- *Kibernetika i vojska*, Gončarenko, SSSR, 1963. god.;
- *Primena kibernetike u oružanim snagama* i dr inž. Raulin (prevod sa nemačkog);
- *Biblioteka »Savremena poslovna politika preduzeća«*;
- *Elektronski računski automati*, dr inž. Rajko Tomović, 1961. god., Beograd;
- *Elektronski digitalni računari*, Smith, Velika Britanija, 1959. god.;
- *Kako rade elektronske računске mašine*, Krinicki — Kitov, Demokratska Republika Nemačka, 1960. god.;
- *Kibernetika i društvo*, Viner, 1964. god.; Beograd;
- *Kibernetika u ratnoj mornarici*, Lifšic, 1964. god., SSSR.
- *Psichologija, konvencija J. D. Lunov SSSR* izdavanje Ministarstva obrane SSSR, Moskva, 1960. god.