

## Međunarodna konferencija: „Nelinearne nauke na razmeđi milenijuma”

Dr Katica (Stevanović) Hedrih, dipl.inž.<sup>1)</sup>

OD 22. do 24. juna na Univerzitetu u Sankt Peterburgu i Institutu preciznog mašinstva i optike – Tehničkom univerzitetu u Sankt Peterburgu održana je međunarodna naučna konferencija "Nelinearne nauke na razmeđi milenijuma" koja je bila posvećena 275-godišnjici osnivanja Ruske akademije nauka. Organizatori ove konferencije bili su: Ruska akademija nauka (RAN), Akademija nelinearnih nauka, Sankt Peterburški državni institut preciznog mašinstva i optike - Tehnički univerzitet.

Naučni i programski komitet je bio sastavljen od svetski priznatih naučnika iz celog sveta, a i učesnici konferencije su bili iz celog sveta.

Naučni deo konferencije se odvijao u plenumu i sekcijama, sa izvesnim brojem predavanja po pozivu.

U plenarnom delu programa predavanja su bila preglednog karaktera, a po sekcijama specijalizovana. Sekcije su bile sledeće:

- Nelinearna mehanika i primene,
- Nelinearne diferencijalne jednačine i analiza,
- Teorija nelinearnih sistema upravljanja,
- Nelinearne metode i modeli u prirodnim, tehničkim i humanitarnim naukama i
- Stabilnost i nelinearne oscilacije.

Među plenarnim predavanjima bila su zapažena sledeća:

### **V.M. Matrosov: Razvoj teorije stabilnosti u Ruskoj akademiji nauka**

Dat je pregled radova iz oblasti razvoja teorije stabilnosti kretanja u Ruskoj akademiji nauka za 275 godina od njenog osnivanja. Opisani su klasični radovi Eulera (XVIII vek) iz stabilnosti ravnoteže elastičnih štapova i A. M. Ljapunova iz oblasti postavljanja metoda nelinearne teorije stabilnosti kretanja i njihove primene na zadatke mehanike (XIX vek). Zatim su izložene ideje uopštene i modifikovane metode funkcija Ljapunova u XX veku, i ukazano je na zadatke njihovog daljeg razvoja u XXI veku, kako osnovnih metoda nelinearne dinamičke analize različitih sistema, uključujući i logičko-dinamički, metodu analize i sinteze složenih sistema, koji dopuštaju hibridno definisanje i druge.

Autor je razmotrio osnovne primene metode funkcije Ljapunova na probleme mehanike, tehnike, fizike, ekonomike, u zadacima izučavanja stabilnosti, upravljanja i projektovanja i sl. a posebno za aerokosmičke, elektromehaničke, energetske i druge sisteme.

U završnom delu predavanja formulisani su važni problemi nauke, tehnike globalnog razvoja, noosfernog upravljanja, teorije krupnorazmernih sistema, intelektualne podrške prihvatanja rešenja, dinamičke teorije igara i mnoge

druge za čija je istraživanja moguća primena funkcija Ljapunova.

### **K.F. Černih: Nelinearna singularna teorija stabilnosti**

Ukazano je na aktuelne oblasti mehanike i fizike deformabilnih tela kroz: mehaniku krto g loma, dislokacije i disklamacije u kristalima i koncentrisane sile i momente, kroz poređenja pristupa u linearnoj i nelinearnoj postavci zadatka. Ukazuje se na mali broj radova iz oblasti nelinearnog prilaza ovoj problematici i to uglavnom kroz fizičke ili geometrijske izvore nelinearnosti. Izlaganjem su prikazani rezultati autora i njegovih saradnika iz oblasti nelinearne singularne teorije elastičnosti.

### **M.B. Ignjatev: Neodređenost i fenomen adaptacionog maksimuma u složenim nelinearnim sistemima**

Razmatra se evolucija problema neodređenosti u nauci i tehnici od pojave teorije verovatnoće, kroz princip neodređenosti Šredingera, do poslednjih razrađenih sistema sa neodređenostima u lingvistici, mehanici, biologiji, hemiji, fizici, numeričkim sistemima i u sistemima veštačke inteligencije. Istraživanja nelinearnih sistema sa neodređenostima tek što su započeta i obećavaju mnoga nova otkrića. U 1963. god. bio je otkriven fenomen adaptacionog maksimuma u sistemima koji se razvijaju uvećanjem broja stepeni slobode. Pomoću fenomena adaptacionog maksimuma moguće je objasniti mnoge antientropijske procese u prirodi i društvu.

Izlaganjem je ukazano da je stabilni razvoj moguć samo u zoni adaptacionog maksimuma što je izvodljivo za biološke, socijalno-ekonomske i fizičko-hemijske sisteme i sisteme samopodržanih reakcija. Radi povećanja bezopasnosti sistema, oni se moraju nalaziti u oblasti adaptacionog maksimuma.

Na osnovu sistema sa neodređenostima gradi se jedinstvena nelinearna teorija materije, koja objašnjava ponašanje gasova, tečnosti, tvrdih tela, plazme i živih struktura. Jedinstvena teorija materije stvara se na osnovu analize dinamike prelaza iz jedne tačke mirovanja u drugu.

### **A.A. Kolesnikov: Sinergetski prilaz teoriji nelinearnih sistema upravljanja**

Predložena je nova sinergetička koncepcija u teoriji upravljanja, zasnovana na fundamentalnom svojstvu samorganizacije prirodnih disipativnih sistema. *Invarijante, samoorganizacija, nelinearnost, optimizacija i sinteza* javljaju se kao bazni pojmovi razvijeni u sinergetičkoj teoriji upravljanja, koji određuju njenu suštinu, novine i sadržaj.

U osnovi sinergetičkog prilaza su dva fundamentalna principa prirodnosti - *princip invarijantnosti (očuvanja)* i

<sup>1)</sup> Mašinski fakultet, 18000 Niš, Beogradska bb

**princip kontrakcije (sažimanja) - ekspanzije (širenja)** fazne zapremine u disipativnim dinamičkim sistemima proizvoljne prirode. Na osnovu sinergetičke koncepcije, prvo je razrađen principijelno novi invarijantno-grupni prilaz ka analitičkoj konstrukciji višestruko povezanih sistema upravljanja nelinearnim mnogomernim dinamičkim objektima, zasnovan na ideji uvođenja privlačućih invarijantnih mnogostrukosti - atraktora, na kojima se najboljim načinom usaglašavaju prirodna (energijska, mehanička, toplotna i dr.) svojstva objekta i zahtevi zadataka upravljanja. Takvi atraktori (sinergije) formiraju unutrašnje dinamičke veze, kao rezultat kojih se u faznom prostoru sistema javlja **koherentno kolektivno kretanje**. To dozvoljava realizaciju ciljane (usmerene) samoorganizacije kolektivnog stanja u dinamičkim sistemima različite prirode.

U razvijenom sinergetičkom prilazu sintetizuju se zakoni upravljanja, koji uzimaju u obzir unutrašnja kooperativna uzajamna dejstva konkretnih fizičkih (hemijskih, bioloških) pojava i procesa. Taj prilaz je dozvolio suštinski pomak u rešavanju fundamentalnih primenjenih problema postavljanja fizičkih (hemijskih, bioloških, socijalno-ekonomskih) teorija upravljanja kao problema traženja **opštih objektivnih zakona procesa upravljanja**. Uvedeni jezik invarijanti, kao osnovni element sinergetske teorije upravljanja, dozvoljava da se toj teoriji pridruži prirodno-matematičko jedinstvo i ustanovi neposredna veza sa zakonima očuvanja, tj. sa osnovnim preduslovima prirodnosti svojstava objekata koji odgovaraju prirodi.

Novi sinergetički prilaz dozvoljava, kao prvo, ostvarivanje svojevrsnog prodora u oblasti sinteze višestruko povezanih sistema neprekidnog, prekidnog, diskretnog, selektivno-invarijantnog, višekriterijumskog, terminalnog i adaptivnog upravljanja nelinearnim dinamičkim objektima različite fizičke prirode. Takav prilaz našao je konkretnu primenu u rešavanju složenih problema upravljanja nelinearnim tehničkim objektima (leteći aparati, turbogeneratori, roboti, elektronapajatelji, tehnološki agregati itd.) kao i u zadacima upravljanja u ekologiji, biotehnologiji itd.

#### **O.V. Vasiljev i V.A. Sročko: O numeričkim metodama rešavanja zadataka optimalnog upravljanja**

Razmotreni su tipovi klasa zadataka optimalnog programiranog upravljanja u običnim dinamičkim sistemima. Data je predistorija razvoja i usavršavanja metoda numeričkog rešavanja, koje su povezane sa principom maksimuma i gradijentnim aproksimacijama. Dat je pregled savremenih prilaza izgradnji numeričkih metoda koje poseduju svojstva poboljšanja preko karakteristika efektivnosti.

#### **H. Miyagi (Okinawa): Primena fuzzy relacija na nelinearne nepouzdate sisteme (engleski)**

Fuzzy relacije su veoma poznate kao oruđe za deskripciju i simboličku manipulaciju znanjem ili neopuzdanim sistemima. Kompjuterski algoritmi i sistemska metodologija fuzzy relacionih jednačina i nejednakosti su obavezni u njihovim praktičnim korišćenjima u nelinearnim na znanju postavljenim sistemima, informacionim ponovo dobijenim, medicinskim i psihološkim dijagnozama i nekim poslovnim aplikacijama.

Rešenja fuzzy relacionih jednačina, koje je dao Sanchez, su dobila široku primenu na fuzzy zaključivanje, sisteme identifikacije, dijagnostike problema itd. ... Zajedno sa fuzzy relacionim jednačinama, druga važna formula je relacija nejednakosti, koja se takođe koristi u oblasti fuzzy zaključivanja, i fuzzy dijagnostika problema, koja je podržana

gornjom ili donjom granicom uobičajenog traženja rešenja pomoću fuzzy relacija nejednakosti. Međutim, takva metoda zavisi od algoritma rešenja koji se sastoji iz više pravila, a to sve komplikuje.

U ovom predavanju prezentirano je efektivno rešavanje fuzzy relacionih jednačina i nejednakosti uvođenjem fuzzy operatora. Definicije operatora osposobljene su za jednostavnije procedure rešavanja i razmatrana metoda je prikladna za primenu. Korišćenjem operatora mi dobijamo niz rešenja uvođenjem novih linearnih matričnih jednačina.

#### **V.A. Pavlov: Pojave katastrofalne promene oblika letućih aparata**

Razvoj avijacione tehnike povezan je sa stalnom borbom za povećanje brzine i smanjenje težine letućih objekata, a u vezi sa tim i smanjenje relativne debljine krila i povećanje otpornosti materijala, što je dovelo do pojave gipkih i vitkih konstrukcija, čija se elastična pomeranja pri letu ne mogu smatrati malim. Uzimanje u obzir elastičnih pomeranja krila pri proračunu opterećenja zahteva razvoj linearnih zadataka, kao što velika pomeranja zahtevaju uzimanje u obzir geometrijske nelinearnosti izučavanog sistema. To je posebno primenljivo na sastavne konstrukcije (npr. krila) ili oslanjanje mnogim zglobovima umesto točkova i elemenata njihovog sjedinjavanja - (konzola).

Autor uočava da sile u podupiračima vešanja u srednjoj površini izazivaju pojavu nedodirnih oblika ravnoteže, prelaz ka kojima predstavlja katastrofalne promene oblika opiranja (krila). Katastrofalni prelazi u potoke mogu biti statički ili su oscilatorni procesi - oscilacije katastrofalne izmene oblika.

....Naučni značaj autorovog doprinosa je u tome, da pojava unosi korenite izmene u predstavu o uzajamnom dejstvu sastavnih tela. tipa štapova, koji su sjedinjeni zglobno, u struji gasa, i može biti formulisan na sledeći način. Teorijski i eksperimentalno utvrđena ranije nepoznata pojava - oscilacije katastrofalne promene oblika sastavnih tela u struji gasa - sastoji se u tome, da tela izduženog oblika tipa ravnih štapova, koji imaju veliki odnos između *max* i *min* savojnih krutosti poprečnih preseka, sjedinjene zglobno po dugačkim stranama ravni *max* krutosti a koje imaju male uglove između tih ravni kruto učvršćene u jednom od poprečnih preseka, pri jednovremenom savijanju opterećenjem pokretne struje katastrofalno prelaze u novi ravnotežni oblik u oblasti velikih pomeranja savijanja i uvijanja štapova, koja se pri malim uglovima napada poprečnih preseka vraćaju u početni položaj, obrazujući pri tome oscilatorni proces.

#### **S.A. Zegžda, N.G. Filipov, M.P. Juškov: Mešoviti zadatak dinamike i nelinearnih neholonomnih veza visokog reda**

Pomoću uvedenog tangentnog prostora u višestrukostima svih mogućih položaja slobodnog mehaničkog sistema, jedinačine Lagranža drugog reda zapisuju se u obliku jedne vektorske jednakosti, koja ima formu drugog Njutnovog zakona. Jednačinama veza do drugog reda uključeni tangencijalni prostori raspadaju se na direktnu sumu dva podprostranstva. U jednom od njih komponenta vektora ubrzanja sistema potpuno se određuje jednačinama veze kao funkcija vremena, generalisanih koordinata i generalisanih brzina.

Na osnovu uvedenih podprostranstava daje se definicija idealnih veza. Ta definicija se odnosi i na linearne veze visokog reda. Pod takvim vezama podrazumeva se program kretanja, zadat u obliku sistema diferencijalnih jednačina. Sastavlja se sistem diferencijalnih jednačina u odnosu na

tražene generalisane koordinate i tražene sile upravljanja, koje obezbeđuju ispunjenje zadatih programskih veza (neholonomnih veza visokog reda).

Pri zadavanju programa u obliku diferencijalne jednačine, nelinearne u odnosu na više izvode, ta se jednačina posredstvom diferenciranja po vremenu svodi na linearni oblik. Pri tome red veze povisuje se za jedan.

Među sekcijским predavanjima bila su interesantna sledeća:

**I. V. Matrosov: Modeliranje globalne sigurnosti i stabilnosti svetskog razvoja sa uzimanjem u obzir dinamike biomase upravljanja raspodelom svetskog bruto proizvoda i naučnotehničkog progressa**

Autor je opisao sistem koji je sam predložio za analizu globalne sigurnosti i stabilnog razvoja. Za ocenu globalne stabilnosti korišćeni su sledeći pokazatelji sigurnosti svetskog razvoja: produžetak života, potrošnja prehrambenih i industrijskih proizvoda, srednji društveni utrošak po glavi stanovnika u svetu, nivo zagađenja i biomase biljnog dela kopna, koja je ostala na kraju 21 veka kao prirodni resurs. Ako su oni iznad (u slučaju zagađenosti ispod) granica dopustivosti, to se globalni sistem svetskog razvoja nalazi u stanju sigurnosti, a ako je jedna od nejednakosti narušena govorimo o narušavanju uslova sigurnosti.

Sistem je postavljen na osnovu modela D. Medouzova World 3.91 na jeziku programiranja C++ .

Dopunski se u sistem uzima u obzir:

- upravljanje ukupnim svetskim bruto proizvodom – u jednačine upravljanja se uvode konstante vremena koje uzimaju u obzir vreme stvaranja odgovarajućih grana;
- dinamika izmene biomase kopna obraslog biljkama, zavisno od zagađenja okolne sredine;
- u spektar ekonomike uvedena je jednačina naučnotehničkog progressa (sa korišćenjem rezultata S. V. Dubrovskog);
- veštačko čišćenje zagađenja;
- osvajanje novih vidova i regeneracija neobnovljivih resursa i
- politička napetost u svetu zavisno od preostalih neobnovljivih resursa, količina proizvoda ishrane po glavi stanovnika, zagađenje i gustina naseljenosti.

Model sadrži ~300 matematičkih zavisnosti (raznosnih jednačina i algebarskih odnosa) nekih iz publikovane literature, a nekih koje su autori razradili.

Pomoću razrađenog sistema izučavan je niz scenarija globalnog razvoja uključujući i poznate ( krize istrošenih resursa, ekološki i demografski) i kvalitativno nove. Posebno je uočeno, da scenarij Medouzova D. "Stabilno društvo" može dovesti do globalnog kolapsa, ako se uračunaju do-

punski pobrojani faktori.

U granicama predloženih modela je scenarij "Stabilni razvoj" koji se ne razara pri malim poremećajima parametara sistema. Osnovno u datom scenariju je korišćenje 20% do 40% svetskog bruto proizvoda na upravljanje. Rad je izveden na kompjuteru Pentium II, sa C++ Builder.

**Harold SZU (University of George Washington): Nenadzorni senzori učenja u nelinearnim naukama**

Polazeći od bioloških sistema i obnove senzornog učenja, izvode se zaključci pomoću kojih se formiraju veštački sistemi koji uče pomoću senzora na osnovu informacionih podataka i uvodi Ljapunovljeva funkcija za studiju takvih sistema. Predavanje je izazvalo veoma živu diskusiju i mnogo sumnji radi preispitivanja tvrdnji i uvedenih pretpostavki iznesene teorije.

U nastavku će biti samo nabrojani naslovi predavanja:

**A.I.A. Kolesnikov: Usmerena samoorganizacija i upravljanje objektima sa haotičkim atraktorima**

**V.V. Baranov: Metoda ravnoteže u zadacima dinamičkog primanja rešenja pri neodređenosti**

**S.N. Vasiljev: Od klasičnih zadataka regulisanja ka inteligentnom upravljanju**

**P.E.Tovstik i V. Ju. Anisimov: O jednom modelu rasta prislina**

**V.A. Šamina: O asimptotskoj metodi postavljanja nelinearnih modela mehanike kontinualnih sredina**

**A.O.Bočkarjev: MGE geometrijski nelinearnih zadataka mehanike loma**

**A.V. Bušmanov: Analiza naponsko-deformacionog stanja biomehaničkih sistema**

**A.A. Tikhonov: O nelinearnim oscilacijama gravitaciono-orientisanih krutih tela**

**F. Wegmann and F. Pfeiffer (Germany): Dinamika tekstilnih vlakana**

Učestvujući u radu konferencije po pozivu, autor prikaza ove međunarodne konferencije saopštio je rezultate svog originalnog naučnog rada kroz *predavanje po pozivu* pod nazivom: " DIFFERENTIAL EQUATIONS OF TWO MATERIAL PARTICLES DYNAMICS CONSTRAINED WITH A HEREDITARY ELEMET"

Rad primljen: 16.7.1999.god.