

MATEMAATIKUD

Gennadi Vainikko



Rahvusvaheliselt kõige tuntum Eesti matemaatik akadeemik GENNADI VAINIKKO tähistas 31. mail 2013 oma 75. sünnipäeva.

G. Vainikko on ingeri-soomlane, ta sündis Karjalas Kondopoga (Kontupohja) linnas. Saksa okupatsioonivõimud deporteerisid ta vanemate perekonna 1942. a. sõjapiirkonnast Eestisse, hiljem Soome. Soome–NSVL rahulepingu alusel tuli perel 1945. a. naasta Nõukogude Liitu, esialgu Venemaale Kalinini oblastisse. 1946. a. õnnestus perel Eestisse kolida, kuid püsiv elamisluba õnnestus saada alles 1954. Venemaale väljasaatmise vältimiseks tuli sageli vahetada elu- ja töökohta, lastele tähendas see sagedast koolivahetamist. G. Vainikko on õppinud nii Mäetagusel, Väändras, Tõrvas, Kosel kui ka Kehras, 1956. a. lõpetas ta kuldmedaliga Kehra Keskkooli. G. Vainikko huvide kujundamisel oli otsustav roll isa Mikkol, kes on ise eksternina lõpetanud Leningradi Pedagoogilise Instituudi füüsika-matemaatika õpetaja kutsega, kuid elu keerdkäikude tõttu töötanud suurema osa ajast muudel aladel.

G. Vainikko astus 1956. aastal Tartu Ülikooli matemaatika-loodusteaduskonda ja õppis viitele, kuid raamatukogus Toomel luges regulaarselt hoopis nobelistide romaane, mida koju ei laenutatud. Alles dotsent ENN TAMMELT diplomitöö teema saanuna

adus ta, et matemaatika on talle ääretult huvitav ja ülipõnev ning edaspidi töötas ta täieliku andumusega. Pärast ülikooli *cum laude* lõpetamist jätkas G. Vainikko 1961–1964 õpinguid ja uuringuid Enn Tamme juhendamisel matemaatilise analüüsi kateedri aspirandina ja kaitses 1964. a. Tartu Ülikooli aulas füüsika-matemaatikateaduste kandidaadikraadi arvutusmatemaatika teemal “Galjorkini tüüpi meetodite täpsusest”. Aastatel 1963–1965 töötas ta TRÜ matemaatilise analüüsi kateedri assistendi ja vanemõpetajana.

1965. a. kutsus Voroneži Ülikooli professor MARK KRASNOSELSKII (paljude fundamentaalsete monograafiate autor ja talendikate matemaatikute õpetaja, 33 tema juhendatavat kaitses NSVL-i doktorikraadi) G. Vainikko tööle Voroneži, prominentsesse matemaatikakeskusse. G. Vainikko töötas seal 1965–1967 dotsendina, tehes õppetööd, juhendades aspirante ja osaledes paljudes seminarides. Ta kogus tohutul hulgal “matemaatilist folkloori”, veel kirjutamata kujul matemaatilisi teadmisi. 1967. a. pöördus G. Vainikko tagasi Tartusse ja töötas dotsendina matemaatilise analüüsi kateedris 1967–1969, arvutusmatemaatika kateedris 1969–1970. Ta jätkas Voronežis alustatud tööd lähendusmeetodite üldise teooria loomiseks. Erakordselt intensiivse ja tulemusrikka töö tulemusena valmis vaid nelja aastaga Nõukogude Liidu süsteemi kõrgeimat teaduste doktori teaduskraadi väärinud töö. Juba 30-aastasena kaitses G. Vainikko 1969. a. Voroneži Ülikoolis doktoritööd “Lineaarsete ja mittelineaarsete operaatorite lähendamisest ja operaatorvõrrandite ligikaudsest lahendamisest”. Tavaliselt kulutati selle NSVL-i doktorikraadini jõudmiseks paarkümmend aastat ja töö mahtu võrreldi ligikaudu viie kandidaaditööga (ehk PhD tööga). 1969. a. koos Voroneži kolleegidega avaldatud venekeelne monograafia “Operaatorvõrrandite ligikaudne lahendamine” ilmus paari aasta pärast ka inglise ja saksa keeles ning garanteeris kohe rahvusvahelise tunnustuse.

Aastail 1971–1992 töötas G. Vainikko Tartu Ülikoolis professori ja arvutusmatemaatika kateedri juhatajana, 1992–1994 aga professorina, vastloodud rakendusmatemaatika instituudi diferentsiaal- ja integraalvõrrandite õppetooli juhatajana. 1995. a. võitis ta paljude

tugevate konkurentide ees Helsingi Tehnikaülikooli professori valimiskonkursi ja töötas seal kuni 2003. aastani. Pöördudes tagasi Eestisse, töötas G Vainikko 2003–2004 Tallinna Pedagoogikaülikooli matemaatika osakonna vanemteadurina, alates 2005. aastast aga Tartu Ülikoolis vanemteadurina. Alates 2005. aastast on ta ka Tartu Ülikooli emeriitprofessor.

G. Vainikko valiti 1986. a. Eesti Teaduste Akadeemia akadeemikuks matemaatika erialal. Keerulistel ülemineku ja teadusreformi aastatel 1990–1994 oli ta Teaduste Akadeemia asepresidendi ametis. 1991–1994 oli ta ka Eesti Matemaatika Seltsi asepresident, alates 2006. aastast on ta Eesti Matemaatika Seltsi auliige.

Gennadi Vainikko teadustöö põhivaldkonnaks on rakenduslik numbriline funktsionaalanalüüs. Ta on uurinud rakendustes olulisi ülesannete klasse puhta matemaatika, eelkõige funktsionaalanalüüsi vahenditega, aga ka nende ülesannete lahendamist sobivate arvutusmeetoditega. Uurimistöö põhisuundadeks on lähendusmeetodite üldine teooria, kiired lahendusalgoritmid, projektsioonimeetodid, mittekorrektseid ülesanded, pöördülesanded, integraal- ja pseudo-diferentsiaalvõrrandite kvalitatiivne teooria, numbrilised meetodid ja matemaatilise füüsika ülesanded.

G. Vainikko teadusuuringute algusetapiks oli diskretiseerimismeetodite üldise teooria väljatöötamine operaator-, integraal- ja diferentsiaalvõrrandite lahendamiseks, täpsemalt ühise funktsionaalanalüütilise baasi ehitamine lähendusmeetodite koonduvuse ja koonduvuskiiruse uurimiseks. Algul õnnestus G. Vainikkol lihtsustada, üldistada ja laiendada mittelineaarsetele operaatorvõrranditele ning lineaarsete võrrandite omaväärtusülesandele L. Kantorovitši lähendusmeetodite teooriat, jõudes häiritustega Galjorkini meetodi kontseptsioonini. Järgnevad üldistused viisid operaatorite kompaktsuse ja regulaarse koonduvuse kontseptsiooni väljatöötamiseni, seda nn abstraktse diskretiseerimise raamistikus, mis võimaldab loomulikult viisil siduda pidevat lähteülesannet ja selle diskretisatsiooni.

Lähendusmeetodite üldise teooria loomise järel on G. Vainikko põhjalikult uurinud rakendustest inspireeritud ülesannete klasse.

Aastail 1970–85 töötas ta kohakaasluse alusel ka Tõraveres TA Füüsika- ja Atmosfäärifüüsika Instituudis ja kirjutas mitmed teadustööd kahasse füüsik OLEV AVASTEGA. G. Vainikko tuletas kiiruslevi probleemide uurimiseks rebitud pilvisuse tingimustes teatava nõrgalt singulaarse integraalvõrrandi. Ta analüüsis taoliste võrrandite lahendite siledust ja kirjeldas lahendi tuletiste iseärasusi integreerimisloigu otspunktides. See pani aluse nõrgalt singulaarsete integraalvõrrandite üldisele teooriale ja nende lahendamiseks optimaalset järku lahendusmeetodite konstrueerimisele.

Ajendatuna koostööst Tõraveres füüsikutega kiirusülekande pöördülesannetes alustas G. Vainikko 1979. a. mittekorrektsete ülesannete uuringuid. Sputnikul tehtud mõõtmistulemuste interpreteerimine taandus mõningate esimest liiki integraalvõrrandite lahendamisele, viimased on klassikaliseks näiteks mittekorrektsetest ülesannetest. Mittekorrekttsus tähendab eelkõige ülesande lahendi ebastabiilsust häirituste suhtes lähteandmetes, häirituste mõju vähendamiseks lahendatakse taolisi ülesandeid nn. regulariseerimismeetodite abil. Paljude regulariseerimismeetodite koonduvuse ja koonduvuskiiruse uurimine õnnestus taandada operaatorite teooriale ning saada olulised tulemused meetodite optimaalsusest ja järku järgi optimaalsusest. G. Vainikko ja A. VERETENNIKOV 1986. a. monograafia “Iteratsiooniprotseduurid mittekorrektsetes ülesannetes” on Eesti matemaatikute kõige tsiteeritum publikatsioon, kuigi see ilmus vene keeles ja reeglina on ingliskeelsed allikad muukeelsetest oluliselt rohkem tsiteeritavad.

Mitmed kahemõõtmeliste rajaülesannetega ekvivalentsed esimest või teist liiki integraalvõrrandid piirkonna rajajoonel on käsitletavad perioodiliste pseudodiferentsiaalvõrranditena. Perioodiline pseudodiferentsiaaloperaator esitab loomulikel eeldustel isomorfismi perioodiliste Sobolevi ruumide paari vahel. G. Vainikko on pseudodiferentsiaalvõrrandeid uurinud alates 1993. aastast. Tal õnnestus 1996. ja 2002. a. monograafiates esitada nende võrrandite üldine teooria, samuti konstrueerida nende lahendamiseks erinevaid diskretiseerimismeetodeid, mis on nii optimaalset järku kui efektiivsed arvutustes.

Erijuhtudeks perioodilistest pseudodiferentsiaalvõrranditest on Cauchy singulaarne integraalvõrrand ja hüpersingulaarne integraalvõrrand. Viimased pakuvad eriti suurt teoreetilist ja rakenduslikku huvi mitteperioodilisel juhul. Koostöös Moskva matemaatiku IVAN LIFANOVIGA ilmusid G. Vainikkol 2001 ja 2004 monograafiad hüpersingulaarsete integraalvõrrandite teooriast ja nende lahendusmeetoditest.

G. Vainikko on uurinud ka funktsioonide lähendamist maksimaalselt siledate splainidega ning saanud mitteparandatavad veahinnangud funktsiooniklasside interpoleerimisele ja kvaasi-interpoleerimisele splainidega ühtlasel võrgul reaalteljel ning lõigul.

G. Vainikko on seadnud eesmärgiks leida integraalvõrrandite kiired lahendusalgoritmid, seades range nõude, et lähislahend oleks mitte ainult optimaalse koonduvusjärguga, vaid ka piirodav arvutustes: aritmeetiliste tehete arv peab olema võrdeline lähislahendi parameetrite arvuga. Ta on konstrueerinud mitmeid kiireid meetodeid sileda tuumaga integraalvõrrandite jaoks ja perioodilise nõrgalt singulaarse integraalvõrrandi korral.

G. Vainikko pani aluse uue olulise Volterra integraaloperaatorite klassi, südamlike operaatorite uurimisele. Erinevalt klassikalisest Volterra integraaloperaatorist pole südamlik Volterra integraaloperaator reeglina kompaktne. G. Vainikkol õnnestus anda sellise operaatori spektri täielik kirjeldus, mis võimaldas formuleerida tulemused vastavate esimest ja teist liiki lineaarsete ja mittelineaarsete integraalvõrrandite lahenduvuse ja ühese lahenduvuse kohta ning konstrueerida efektiivseid meetodeid nende võrrandite ligikaudseks lahendamiseks.

Viimastel aastatel on akadeemik Vainikko intensiivselt uurinud funktsioonide murrulist diferentseeruvust. Murrulise tuletise üle arutlesid juba G.W. LEIBNIZ ja L. EULER, aga olulisemad tulemused on saadud viimasel poolsajandil. Tänu uutele rakendustele füüsikas, bioloogias, keemias ja teistes valdkondades on leitud, et mittetäisarvulist järku tuletiste kasutamine tavaliste tuletiste asemel võimaldab sageli paremini modelleerida mitmesuguseid protsesse, muuhulgas mäluga materjalide käitumist. Seetõttu on

viimase paarikümne aasta jooksul huvi murrulist järku tuletiste vastu hüppeliselt kasvanud. Ometi oli viimase ajani selguseta fundamentaalne küsimus, millised funktsioonid on murruliselt diferentseeruvad. See küsimus leidis ammendava vastuse alles G. Vainikko 2016. a. artiklis.

Paljud G. Vainikko tulemused on lõplikud selles mõttes, et need on oma olemuses mitteparandatavad.

Professor G. Vainikko teadustulemused on avaldatud 12 monograafias ja enam kui 240 teadusartiklis, ta on juhendanud üle 30 doktori- ja kandidaaditöö. Ta on esinenud ettekannetega väga paljudel teaduskonverentsidel üle maailma. Enamus G. Vainikko monograafiatest on välja kasvanud erikursuste tekstidest, mida ta on lugenud Tartu Ülikoolis, osaliselt ka Saksamaa, Venemaa, Soome, USA, Lõuna-Korea ja mõningate teiste maade ülikoolides. Seisuga 07.06.2017 kajastas matemaatikapublikatsioonide andmebaas MathReviews G. Vainikkolt 177 publikatsiooni tsiteeringute arvuga 1348 ja tsiteerivate autorite arvuga 913 (teistel Eesti matemaatikutel jääb tsiteerivate autorite arv alla 200), andmebaas ISI Web of Science kajastab aga 74 G. Vainikko artiklit, mida on selles andmebaasis tsiteeritud 757 korda (andmebaasis Scopus on vastavad arvud 91 ja 887).

G. Vainikko on olnud aastakümnete vältel mitmete rahvusvaheliste ajakirjade toimetuskolleegiumides: Numerical Functional Analysis and Optimization (USA), Mathematical Modelling and Analysis (Vilnius), Zeitschrift für Analysis und ihre Anwendungen (Saksamaa), Computational Methods in Applied Mathematics (Berliin, Minsk), Eesti TA Toimetised. Füüsika. Matemaatika (Tallinn); kahe esimese ajakirja toimetuskolleegiumi kuulub ta praegugi. Nimetatud ajakirjadest esimene ja neljas ilmutasid G. Vainikkole pühendatud erinumbrid vastavalt 2009. a. (nr. 9–10) ja 2008. a. (nr. 3).

G. Vainikko on lugenud paljusid matemaatika kursusi ja kirjutanud õpikuid (“Harilikud diferentsiaalvõrrandid”, 1972, 1986, 2011; “Matemaatilise füüsika võrrandid”, 1973, 1974 jne.). Erikursustes on ta püüdnud viia üliõpilasteni ja teha neile arusaadavaks teaduse

uusimaid saavutusi, koostatud on ulatuslikud elektroonilised loengukonspektid integraalvõrrandite kiirlahendajatest ja nõrgalt singulaarsetest integraalvõrranditest. Käesoleval 2017. aastal juhatas G. Vainikko Volterra ja Fredholmi võrrandite seminari (osalised olid õppejõud ja doktorandid) ja integraalvõrrandite kiire lahendamise seminari (doktorantidele) ning ta juhendab kaht doktoranti.

Gennadi Vainikkole omistati 1989. aastal Eesti NSV teenelise teadlase aunimetus. Teda on autasustatud 1998. a. Valgetähe III klassi teenetemärgiga ja Eesti Teaduste Akadeemia medaliga. Aastal 2011 sai tema uuringute tsükkel “Südamlikud Volterra integraalvõrrandid” riigi teaduspreemia täppisteaduste valdkonnas. 2017. aastal sai G. Vainikko Eesti Vabariigi teaduspreemia elutöö eest.

2017. a. elutöö preemiatele pühendas 17. veebruari ajaleht Sõprus mitu lehekülge. Toome seal ilmunud G. Vainikko kirjutise “Ühe matemaatiku kujunemislugu” alguslõigud matemaatikast ja matemaatikust.

“Arvamus, et matemaatika on õpetus arvudest ja geomeetristest kujunditest, on lootusetult lihtsustatud ja iganenud. Matemaatika selle nüüdisaegses tähenduses on eelkõige matemaatiliste (mõtteliste) mudelite analüüs. Matemaatiline mudel – see on abstraktne hulk, mille elementide vahel on kirjeldatud rida seoseid; mudelit uuritakse loogikareeglite alusel. Puhta matemaatika korral on tegemist matemaatika enda mudelitega, rakendusmatemaatika korral on uuritavad mudelid pärit teistest teadustest või muust inimtegevusest laiemas mõttes. Siiski matemaatika jaotus puhtaks matemaatikaks ja rakendusmatemaatikaks on suhteline, näiteks integraal- ja diferentsiaalvõrrandeid kasutatakse laialdaselt füüsikas, bioloogias ja paljudes muudes teadustes, samas on diferentsiaalvõrrandite teooria välja arendatud üheks puhta matemaatika haruks. Pean ka ennast puhtaks matemaatikuks, kui uurin arvutusmeetodite fundamentaalseid omadusi (koonduvust, koonduumiskiirust jm) integraal- ja diferentsiaalvõrrandite numbrilisel lahendamisel.

Matemaatik esitab oma arutlused rangete loogiliste järelduste ahelana. Ometi tugineb ta uute tulemuste avastamisel eelkõige oma intuitsioonile ja fantaasiale. Edukat matemaatikut iseloomustabki eelkõige arenenud intuitsioon ja fantaasia. Professionaalsed teadmised ja oskused on muidugi ka olulised, kuid need on siiski alles teisel kohal; muide, just seepärast on noored matemaatikas ikka edukad olnud. Tabanud loendumatute variantide hulgast võimaliku lahenduse intuitsioonile, fantaasiale ja eelnevatele kogemustele tuginedes, on see lahendus vaja ära põhjendada oma teadmisi kasutades. Olukord on võrreldav malekäigu sooritamisega: kogemused ja intuitsioon võimaldavad enamiku käiguvalikutest kohe kõrvale jätta, fantaasia võimaldab vastast üllatada ootamatu käiguga, üksikasjaline variantide analüüs aga teeb lõppotsuse ühe või teise käigu kasuks.”

G. Vainikko on olnud kolleegidele alati väga hea, tagasihoidlik ja abivalmis kaaslane. Gennadi hobid on sport (ta on läbinud Tartu suusamaratoni vähemalt 15 korral, tunneb suusatamisest ja tervisejooksust mõnu viimastelgi aastatel) ning muusika (ligi 25 aastat on ta laulnud meeskooris Gaudeamus, külastab nüüdki sageli kontserte ning teatrietendusi). Kolleegid soovivad Gennadile jätkuvaid elamusi nii matemaatilistes avastustes kui muudes valdkondades.

Autor soovib mainida Eesti Haridus- ja Teadusministeeriumi institutsionaalset uurimistoetust IUT20-57.

UNO HÄMARIK
Tartu Ülikool