

# 100 aastat sünnist

PEETER PUUSEMP  
Tallinna Tehnikaülikool

2009. a möödus 20. sajandi mitme silmapaistva matemaatiku sünnist 100 aastat. Järgnevas meenutame lühidalt nende elukäike ja panust matemaatikasse.

## Claude Chevalley (1909–1984)



CLAUDE CHEVALLEY oli prantsuse matemaatik, kes sai silmapaistvaid tulemusi mitmes matemaatika harus – arvuteoorias, algebralises geomeetrias, lõplike rühmade ja algebraliste rühmade teoorias. Ta oli 1934. a detsembris loodud *Bourbaki* rühma noorim liige.

Chevalley sündis 11. veebruaril 1909. a Lõuna-Aafrikas Johannesburgis, kus ta isa oli diplomaatilisel tööl. Matemaatilise hariduse sai Chevalley *École Normale Supérieure*'is, mille lõpetas 1929. a. Tema juhendajaks oli seal ÉMILE PICARD<sup>16</sup>. Seejärel täiendas ta

---

<sup>16</sup>CHARLES ÉMILE PICARD (1856–1941) – prantsuse matemaatik.

end mõnda aega Hamburgi Ülikoolis EMIL ARTINI<sup>17</sup> juures ning Marburgi Ülikoolis HELMUT HASSE<sup>18</sup> juures. Doktorikraadi kaitses Chevalley 1933. a Pariisi Ülikoolis teemal *Sur la theorie du corps de classes dans les corps finis et les corps locaux*.

1938. a siirdus Chevalley USA-sse ja asus tööle Princetoni Ülikooli ning jäi sinna kuni Teise maailmasõja lõpuni. Aastail 1949–1957 töötas ta Columbia Ülikooli professorina. Tema Ameerika perioodi õpilastest on tuntumad L. EHRENPREIS<sup>19</sup> ja G. HOCHSCHILD<sup>20</sup>. Alates 1957. a kuni surmani oli Chevalley Pariisi Ülikooli (Université de Paris VII) professor.

Nagu juba sissejuhatuses mainitud, andis Chevalley oma panuse mitmesse matemaatika harru. Kirjeldame seda panust lähemalt.

Chevalley 1936. a ja 1941. a ilmunud artiklites sisse toodud uued mõisted andsid uue ja, nagu hiljem selgus, viljaka lähenemisviisi algebralise arvuteooria ja algebralise geomeetria probleemide käsitlemiseks. Aastast 1943 pärinevad Chevalley põhjapanevad tulemused lokaalsete ringide teoriast. Nendes tulemustes on edasi arendatud W. KRULLI<sup>21</sup> ideid. Mitmed rakendused olid tema tulemustele hiljem ka kvaasi-algebraliste kinniste korpuste ja algebraliste rühmade teoorias.

Silmapaistev on olnud Chevalley osa lõplike lihtsate rühmade klassifikatsiooni ajaloos. Kirjeldada kõik lõpliku arvu elementidega lihtsad rühmad – see on olnud rühmateoorias pikka aega üks eesmärkidest, midagi analoogilist nagu arvuteoorias oli eesmärk

---

<sup>17</sup>EMIL ARTIN (1898–1962) – Austria päritolu saksa matemaatik, tuntud oma töödega mittekommutatiivsete ringide alal; tema nime järgi on nimetatud parempoolsete ideaalide jaoks minimaalsuse tingimust rahuldavaid ringe *Artini ringideks*.

<sup>18</sup>HELMUT HASSE (1898–1979) – saksa matemaatik, tuntud oma töödega arvuteooria alal.

<sup>19</sup>LEON EHRENPREIS – ameerika matemaatik, Temple'i Ülikooli professor.

<sup>20</sup>GERHARD PAUL HOCHSCHILD – ameerika matemaatik, Kalifornia Ülikooli emeriitprofessor, uurimisvaldkondadeks on olnud Lie ja algebralised rühmad ning homoloogiline algebra.

<sup>21</sup>WOLFGANG KRULL (1899–1971) – saksa matemaatik, tõestas nn *Krull-Schmidti teoreemi* Abeli rühmade jaoks ning defineeris *Krulli dimensiooni* ringide jaoks.

tõestada *Fermat' teoreem*<sup>22</sup>. Chevalley konstrueeris 1955. a 9 uut lõplike lihtsate rühmade seeriat. Enne seda oli viimati uued lihtsad rühmad konstrueerinud L. DICKSON<sup>23</sup> 1901. a. Oma konstruktsioonis lähtus Chevalley É. CARTANI<sup>24</sup> poolt antud komplekssete lihtsate Lie rühmade kirjeldusest. Ta tõestab, et igas kompleksses Lie algebras leidub nn *täisarvuline baas*, st selline baas, milles selle algebra Lie korrutise struktuurikonstandid on täisarvud. Ammu enne teda oli teada baasi olemasolu ratsionaalarvuliste struktuurikonstantidega. Saadud täisarvulise baasi abil õnnestus Chevalley'l asendada kompleksarvude korpus  $\mathbb{C}$  mis tahes korpusega  $K$  ning defineerida teatavad uued rühmad, nn *Chevalley rühmad*. Erijuhul, kui korpus  $K$  on lõplik, saadakse lõplikud rühmad ning juhul, kui korpuseks  $K$  on jäägiklassikorpus, saadakse lõplik lihtne rühm.

Tuntud on Chevalley tööd 1950-ndatel aastatel spiinorite vallast. Teoreetilises füüsikas olid spiinorid juba ammu kasutusel, ka Élie Cartan tegeles nendega. Ent Chevalley andis spiinorite teooria teoreetilisest füüsikast sõltumatu algebralise käsitluse.

Klassikaks on muutunud Chevalley kirjutatud monograafiad, milles ta annab süstemaatilise käsitluse oma uurimisvaldkondadest. Nendest on välja antud paljusid kordustrukke erinevates keeltes. Loetleme need ilma täpsete bibliograafiliste kirjeteta, näidates vaid esmailmumise aasta:

*Theory of Lie Groups, I, II, III* (1946, 1951, 1955)

*Theory of Distributions* (1951)

---

<sup>22</sup>Rühma nimetatakse *lihtsaks*, kui temas ei leidu ühtegi mittetriviaalset normaaljagajat, st ühikrühmast ja rühmast endast erinevat normaaljagajat. Piltlikult öeldes on lihtsad rühmad sellised rühmad, millest saadakse teatavate rühmateoreetiliste konstruktsioonide abil kõik rühmad. Lõplike lihtsate rühmade täielik klassifikatsioon anti 1981. a. Ülevaate klassifitseerimise rohkem kui sajandipikkusest ajaloost on andnud prof KALLE KAARLI oma artiklis: K. Kaarli, *Lõplikud lihtsad rühmad kirjeldatud?* Eesti Matemaatika Seltsi aastaraamat 1989, Tartu, 1990, 3–14.

<sup>23</sup>LEONARD EUGENE DICKSON (1874–1954) – ameerika matemaatik, tuntud oma töödega arvuteooriast ja rühmateooriast.

<sup>24</sup>ÉLIE JOSEPH CARTAN (1869–1951) – prantsuse matemaatik, üks eelmise sajandi tähtsamatest matemaatikutest.

*Introduction to the theory of algebraic functions of one variable* (1951)

*The algebraic theory of spinors* (1954)

*Class field theory* (1954)

*The construction and study of certain important algebras* (1955)

*Fundamental concepts of algebra* (1956)

*Foundations of algebraic geometry* (1958)

C. Chevalley suri 28. juunil 1984. a Pariisis.

### Gerhard Gentzen (1909–1945)



Saksa matemaatik ja loogik GERHARD KARL ERICH GENTZEN sündis 24. novembril 1909 Greifswaldis. Pärast isa hukkumist Esi-meses maailmasõjas kolisid nad emaga 1920. a Stralsundi. Seal lõpetas Gentzen 1928. a humanitaargümnaasiumi. Järgnevalt õppis ta tollaegse kombe kohaselt mitmes Saksamaa ülikoolis matemaati-  
kat. Algul õppis ta kaks semestrit Greifswaldis, seejärel kaks semest-  
rit Göttingeni Ülikoolis, ühe semestri Müncheni Ülikoolis ja ühe  
semestri Berliini Ülikoolis. Seejärel pöördus Gentzen tagasi Göttingeni, et kirjutada doktoritöö matemaatika alustest H. WEYLi<sup>25</sup> juhendamisel.

<sup>25</sup>HERMANN KLAUS HUGO WEYL (1885–1955) – saksa matemaatik, andis silmapaistva panuse pidevate rühmade ja esituste teooria arengule.

Göttingenis kuulask Gentzen selliste kuulsuste nagu P. BERNAYS<sup>26</sup>, C. CARATHÉODORY<sup>27</sup>, R. COURANT<sup>28</sup>, D. HILBERT<sup>29</sup> jt loenguid. Gentzen kaitses doktoritööd 1934. a teemal *Untersuchungen über das logische Schließen*. Ametliku juhendajana on lisaks Weylile märgitud ka Hilbert.

Aastail 1934–1943 oli Gentzen Hilberti assistent Göttingenis. Alates 1943. a oli ta dotsent Praha Ülikoolis sakslaste poolt okupeeritud Tšehhoslovakkias. Praha vabastamise käigus nõukogude vägede poolt 1945. a mai algul vangistati 7. mail paljude sakslaste seas ka Gentzen. Oli ju Gentzen osa võtnud ka poliitilisest tegevusest: ta oli rünnakrühma SA (Sturmabteilung) liige 1933. aastast, Natsionaalsotsialistliku Saksa Töölispartei (NSDAP) liige 1937. a maist, aga ka Natsionaalsotsialistliku Dotsentide Liidu liige. Gentzen tegi kaastööd L. BIEBERBACHi<sup>30</sup> asutatud ideoloogilisele ajakirjale *Deutsche Mathematik*. Gentzeni nõrk tervis ei kohanenud karmide vanglatingimustega ja ta suri 4. augustil 1945. a.

Gentzeni lühiajalise elu jooksul saavutatud tulemused matemaatika aluste alal on silmapaistvad. Ta töötas välja lisaks seni tuntud loogilise tuletuste süsteemidele oma versiooni, mida nimetatakse *loomulikuks tuletuseks*. Tema süsteemi reeglistikus on iga loogilise tehte jaoks sissetoomisreegel ja eemaldamisreegel. Samuti käsitletakse hüpoteese tuletamisreeglite loomulike osadena. Teiseks Gentzeni teeneks on nn *sekventsiaalarvutuse* loomine. Selles arvutuses

<sup>26</sup>PAUL ISAAC BERNAYS (1888–1977) – šveitsi matemaatik, tegeles matemaatika alustega.

<sup>27</sup>CONSTANTIN CARATHÉODORY (1873–1950) – saksa matemaatik, andnud suure panuse variatsioonarvutuse, mõõduteooria ja reaalmuutuja funktsioonide teooria arengusse.

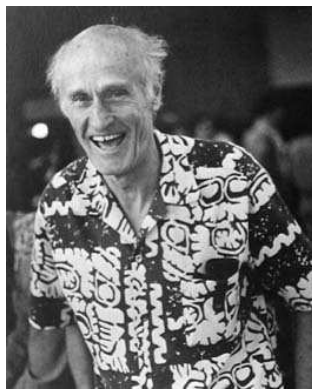
<sup>28</sup>RICHARD COURANT (1888–1972) – juudi soost saksa matemaatik; pärast Hitleri võimuletulekut oli sunnitud lahkuma Saksamaalt ning siirdus USAsse; tuntud oma töödega funktsiooniteooria ja matemaatilise füüsika võrrandite alal.

<sup>29</sup>DAVID HILBERT (1862–1943) – saksa matemaatik, kelle uurimistemaatika oli väga mitmekülgne; püstitas 1900. a Pariisis toimunud 2. Ülemaailmsel Matemaatikute Kongressil oma ettekandes 23 probleemi, mille lahendamine aitaks tema arvates oluliselt kaasa matemaatika arengule.

<sup>30</sup>LUDWIG GEORG ELIAS MOSES BIEBERBACH (1886–1982) – saksa matemaatik, tuntud oma juudivastase hoiaku poolest; 1916. a püstitas hüpoteesi kompleksmuutuja funktsioonide kohta, mis lahendati alles 1984. a.

tegi ta veel ühe sammu edasi, muutes lisaks tuletamisreeglitele ka nende objektide kuju, mille abil kirjutatakse üles ja tuletatakse väiteid. Ta võttis tavapärase valemite asemel vaatluse alla nn *sekvents*id, s.o avaldised kujul  $A_1, \dots, A_n \implies B_1, \dots, B_m$ , kus  $A_1, \dots, A_n, B_1, \dots, B_m$  on valemid<sup>31</sup>. Gentzen näitas ka Peano aksiomide mittevasturääkivuse.

## Stephen Cole Kleene (1909–1994)



STEPHEN COLE KLEENE sündis 5. jaanuaril 1909. a Hartfordis, USA-s. Tema isa oli majandusprofessor Trinity Kolledžis. Bakalausekraadi sai Kleene Amhersti Kolledžis Massachusettsis. Doktorikraadi läks ta taotlema Princetoni Ülikooli, kus ta juhendajaks oli ALONZO CHURCH<sup>32</sup>. Sealsete õpingute ajal luges külalislektorina

<sup>31</sup>Lähemalt võib lugeja tutvuda loomuliku tuletuse ja sekventsiaalarvutusega raamatust: T. Tamme, T. Tammet, R. Prank, *Loogika. Mõtlemisest tõestamiseni*. Tartu Ülikooli kirjastus, 1997.

<sup>32</sup>ALONZO CHURCH (1903–1995) – ameerika matemaatik, kelle tööd olid fundamentaalse tähtsusega matemaatilises loogikas, rekursiooniteoorias ja teoreetilises arvutiteaduses; laialt on tuntud tema teoreem 1. järku loogika mittelahenduvusest ja temanimeline tees, mille kohaselt on efektiivselt arvutatavad ainult rekursiivsed funktsioonid.

loenguid ka KURT GÖDEL<sup>33</sup>. Doktorikraadi kaitses Kleene 1934. a teemal *A Theory of Positive Integers in Formal Logic*. Seejärel töötas ta ühe aasta Princetoni õppejõuna ning siirdus siis Wisconsini Ülikooli, kus töötas kuni 1941. aastani, alates 1937. a dotsendina. Edasi töötas ta ühe aasta Amhersti Kolledžis ning alates 1942. a oli mereväe teenistuses instruktorina. 1946. a siirdus Kleene lõplikult Wisconsini Ülikooli, kus ta kahe aasta pärast nimetati professoriks. Pensionile jäi Kleene 1979. a.

Kleene teadustööd olid seotud matemaatilise loogika algoritmilise suunaga, mis pani teoreetilise aluse arvutiteadusele. Ta on koos A. CHURCHI, K. GÖDELI ja A. TURINGiga<sup>34</sup> rekursiooniteooria looja. Laskumata üksikasjadesse, mainime, et nende matemaatikute töödes näidati algoritmi mõiste samaväärsus lõpliku automaadi mõistega. Kleene uuringutes toodud ideede baasil on kasutusele võetud terve rida temanimelisi mõisteid: *Kleene hierarhia*, *Kleene algebra*, *Kleene täht*, *Kleene rekursiooniteoreem*, *Kleene püsipunktitoreem*.

Kleene korrastas ja arendas edasi L. BROUWERI<sup>35</sup> intuitsionistlikku loogikat. Oma seisukohad intuitsionistlikust loogikast esitas Kleene oma ettekandes 11. Rahvusvahelisel Matemaatikute Kongressil (Cambridge, Massachusetts, USA). Neid ideid arendas ta edasi koos R. VESLEYga<sup>36</sup> kirjutatud raamatus *The foundations of intuitionistic mathematics, especially in relation to recursive functions* (1965) (raamatu I, II ja IV peatüki kirjutab Kleene, III peatüki

---

<sup>33</sup>KURT GÖDEL (1906–1978) – maailmakuulus austria matemaatik; tema tunnimine tulemus on 1931. a publitseeritud teoreem mittetäielikkusest, mis väidab, et iga aksiomaatilise süsteemi korral saab konstrueerida selle süsteemi vahenditega väite, mille tõesust ega väärust ei saa tõestada selle süsteemi raames.

<sup>34</sup>ALAN MATHISON TURING (1912–1954) – inglise matemaatik, teoreetilise arvuteooria rajaja; tuntud on tema kirjeldatud *Turingi masin*. Turingi masinaga võib lugeja tutvuda raamatust: T. Tamme, T. Tammet, R. Prank, *Loogika. Mõtlemisest tõestamiseni*. Tartu Ülikooli kirjastus, 1997, lk. 197–201.

<sup>35</sup>LUITZEN EGBERTUS JAN BROUWER (1881–1966) – hollandi matemaatik, topoloogiast tuntud püsipunktitoreemi autor, ka intuitsionistliku loogika rajaja.

<sup>36</sup>RICHARD VESLEY – ameerika matemaatik, kaitses Kleene juhendamisel 1962. a doktoritöö *The Intuitionistic Continuum*.

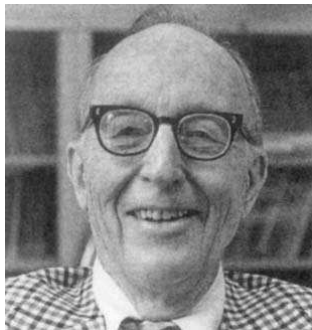
Vesley). Selle raamatu esimest peatükki loetakse parimaks sissejuhatuseks intuitsionistlikku loogikasse.

Ent Kleene populaarsemad raamatud on õpikud *Introduction to Metamathematics* (1952) ja *Mathematical Logic* (1967). Nende raamatute venekeelsete tõlgetega<sup>37,38</sup> tutvus käesolevate ridade autor oma õpingute ajal Tartu Ülikoolis ja sai suure elamuse.

Kleene panus matemaatikasse on märgitud ära paljude auhindadega ja auametitega. 1983. a sai Kleene Ameerika Matemaatikaühingu *Leroy P. Steele preemia*<sup>39</sup>. 13. novembril 1990. a anti talle tseremoonial Valges Majas üle *Rahvuslik Teadusmedal (the National Medal of Science)*. 1969. a valiti Kleene Rahvusliku Teaduste Akadeemia (the National Academy of Sciences) liikmeks. Kleene toimetas 12 aastat ajakirja *Journal of Symbolic Logic*.

Stephen Cole Kleene suri Wisconsinis 25. jaanuaril 1994. a.

## Saunders Mac Lane (1909–2005)



Sünd.: 4. august 1909, Taftville, Connecticut, USA;

surn.: 14. aprill 2005, San Francisco, California, USA.

---

<sup>37</sup>Клини С. *Введение в метаматематику*. Москва, Иностранная литература, 1957.

<sup>38</sup>Клини С. *Математическая логика*. Москва, Мир, 1973.

<sup>39</sup>Alates 1970. a Ameerika Matemaatikaühingu poolt igal aastal antav preemia väljapaistvate publikatsioonide eest.



SAUNDERS MAC LANE'i elu ja tegevust on üksikasjalikult kajastatud tema nekroloogis, vt *Eesti Matemaatika Seltsi aastaraamat 2005*. Tallinn, TTÜ kirjastus, 2006, lk. 198–204.

### Anatoli Ivanovitš Maltsev (1909–1967)



ANATOLI IVANOVITŠ MALTSEVit ja ALEKSANDR GENNADIJEVITŠ KUROŠit<sup>40</sup> võib lugeda Teise maailmasõja järgse Nõukogude Liidu algebrakoolkonna rajajateks. Nende õpilaste õpilasteks on ka mitmed eesti algebraistid. Seetõttu väärib A. I. Maltsev tema 100. sünniaastapäeval põhjalikumat meenutamist.

A. I. Maltsev sündis 27. novembril 1909. a Moskva kubermangus klaasipuhuja pojana. Juba järgmisel aastal pakuti isale head töökohta klaasitehases Boržomis ja nende pere sõitis elama Kaukaasiasse. 1912. a vahetas pere veel kord elukohta, sest perepea asus tööle Mineralnõje Vodõ klaasitehases.

1918–1925. a õppis Maltsev kohalikus 7-klassilises tehasekoolis ja seejärel jätkas õpinguid Mineralnõje Vodõ pedagoogilises tehnikumis. Tehnikumis oli tema matemaatikaõpetajaks Moskva Ülikooli matemaatikaprofessori VJATŠESLAV VASSILJEVITŠ STEPANOVI

<sup>40</sup>ALEKSANDR GENNADIJEVITŠ KUROŠ (1908–1971) – NSV Liidu algebraist, M. V. Lomonossovi nim. Moskva Riikliku Ülikooli algebra kateedri juhataja aastail 1949–1971.

(1889–1950) õde, kes märkas Maltsevi erakordset matemaatilist võimekust. Õpetaja soovitas talle kirjandust kõrgemast matemaatikast. Nii tutvus Maltsev iseseisvalt C. F. GAUSSI<sup>41</sup> ja F. HAUSDORFFI<sup>42</sup> töödega. Lõpetanud tehnikumi, asus Maltsev 1927. a õppima Moskva Riiklikus Ülikoolis matemaatikat. Ülikooli lõpetas ta 1931. a. Samal aastal ta ka abiellus oma kursuseõe NATALIA GOSTIKuga.

Ülikooli lõpetamise järel suunati Maltsev tööle assistendina Ivanovo Energeetikainstituuti. 1933. a asus ta tööle Ivanovo Pedagoogilises Instituudis, kus õpetas kuni 1960. aastani (assistendina, dotsendina, professorina).

Asunud tööle Ivanovos, alustas Maltsev täiesti iseseisvalt uurimusi matemaatilise loogika ja mudelite teooria valdkonnas. Mitmed nendes uurimustes esitatud ideed ilmusid hiljem Maltsevist sõltumatult A. ROBINSONI<sup>43</sup> töödes mittestandardse analüüsi kohta. 1934. a saatis Maltsev oma uurimuse *Algebralise ringi sisestamisest korpusesse* tutvumiseks akadeemik A. N. KOLMOGOROVILE<sup>44</sup>. See uurimus avaldati 1937. a artiklina ajakirjas *Mathematische Annalen*. Mainitud artiklis andis Maltsev vastuse VAN DER WAERDENI<sup>45</sup> poolt esitatud küsimusele, kas leidub nulli teguriteta ringe, mis pole sisestatavad korpusesse.

Kolmogorovi kutsel ja juhendamisel alustas Maltsev 1934. a õpinguid aspirantuuris algebra erialal Moskva Ülikooli juures. Samal ajal jätkas ta töötamist ka Ivanovo Pedagoogilises Instituudis.

---

<sup>41</sup>JOHANN CARL FRIEDRICH GAUSS (1777–1855) – saksa matemaatik.

<sup>42</sup>FELIX HAUSDORFF (1868–1942) – saksa matemaatik.

<sup>43</sup>ABRAHAM ROBINSON (1918–1974) – juudi soost matemaatik, töötanud pikka aega Jeruusalemma Heebrea Ülikoolis ja hiljem USA-s; on nn *mittestandardse analüüsi* looja.

<sup>44</sup>ANDREI NIKOLAEVITŠ KOLMOGOROV (1903–1987) – NSV Liidu silmapaistvamaid matemaatikuid, NSV Liidu TA akadeemik alates 1939. aastast, tõenäosusteooria aksiomaatika autor, andis 1957. a lahenduse Hilberti 13. probleemile.

<sup>45</sup>BARTEL LEENDERT VAN DER WAERDEN (1903–1996) – hollandi matemaatik; töötas alates 1951. aastast Zürichis; tuntud oma 1930. a esmakordselt avaldatud ja hiljem korduvate kordustrükkidena ilmunud kaheosalise algebraõpiku autorina. Mainitud õpiku venekeelne tõlge oli ka käesolevate ridade autori üks oluliseid lektüüre tema ülikooliaegseis õpinguis.

Kandidaadiväitekirja kaitses Maltsev 1937. a teemal *Lõpliku as-takuga väändeta Abeli rühmad*. Aastail 1939–1941 oli Maltsev doktorantuuris NSV Liidu Teaduste Akadeemia V. A. Steklovi nimelises Matemaatika Instituudis, jätkates samal ajal tööd õppejõuna Ivanovos. Doktoritööd kaitses Maltsev 1941. a teemal *Isomorfselt esituvate lõpmatute algebrate ja rühmade struktuur*. 1944. a valiti Maltsev Ivanovo Pedagoogilise Instituudi professoriks. Jätkus tema viljakas uurimustöö lineaarsete rühmade, Lie rühmade ja topoloogiliste algebrate alal. Tema tööd olid tihedalt seotud matemaatilise loogika algoritmilise suunaga. 1946. a omistati Maltsevile 2. järgu Stalini preemia uurimuste eest Lie rühmadest. 1953. a valiti Maltsev NSV Liidu TA korrespondentliikmeks ja 1958. a akadeemikuks. Aastail 1942–1960 töötas ta lisaks õppejõutööle Ivanovos ka Steklovi nimelises Matemaatika Instituudis Moskvast.

18. mail 1957. a kiitis NSVL Ministrite Nõukogu heaks akadeemikute M. A. LAVRENTJEVI<sup>46</sup> ja S. A. HRISTIANOVITŠI ettepaneku luua Siberis võimas teaduskeskus – Teaduste Akadeemia Siberi osakond. Selle juhatajaks määrati akadeemik Lavrentjev, kes nimetati ühtlasi NSVL TA asepresidendiks. Sama aasta 4. juunil võttis Siberi osakonna orgkomitee vastu otsuse ehitada Novosibirski lähistele uus teaduslinnak, mis sai nimeks Akademgorodok. 7. juunil võttis NSVL TA Presiidium vastu otsuse luua teaduslinnakus Matemaatika Instituut koos arvutuskeskusega. Samal ajal asutati Novosibirski Riiklik Ülikool. Mainitud Matemaatika Instituudi algebra sektori juhatajaks kutsuti Maltsev. Samal ajal määrati ta ka Novosibirski Ülikooli algebra ja geomeetria kateedri juhatajaks. A. I. Maltsevit loetakse koos akadeemikute I. N. VEKUA<sup>47</sup>, S. L. SOBOLEVI<sup>48</sup> ja M. A. LAVRENTJEVIGA Novosibirski Ülikooli mehaanika-matemaatikate-

<sup>46</sup>MIHHAİL ALEKSEJEVIITŠ LAVRENTJEV (1900–1980) – NSV Liidu matemaatik; tuntud oma töödega konformsete kujutuste, diferentsiaalvõrrandite ja hüdrodünaamika valdkonnast; NSVL TA Siberi osakonna rajaja.

<sup>47</sup>ILJA NESTOROVITŠ VEKUA (1907–1977) – gruusia matemaatik, Novosibirski Ülikooli esimene rektor, uurimisvaldkondadeks olid osatuletistega diferentsiaalvõrrandid ja integraalvõrrandid.

<sup>48</sup>SERGEI LVOVIITŠ SOBOLEV (1908–1989) – NSV Liidu matemaatik, üks üldistatud funktsioonide (distributsioonide) süstemaatilise teooria rajajatest.

duskonna rajajateks.

Maltsev koondas enda ümber tugeva algebraistidest ja loogikutest uurimisgrupi ja viis läbi õppetööd ülikoolis. Tema juhendamisel alustas tööd kuulus seminar *Algebra ja loogika*, samuti hakati 1962. a välja andma ajakirja *Algebra ja loogika*. Maltsevi initsiatiivil loodi Siberi Matemaatikaühing. Ta oli ka selle ühingu esimeseks presidendiks. Lisaks sellele oli Maltsev aktiivselt tegev ajakirjade *Sibirskii matematičeskii žurnal* ja *Matematičeskii sbornik* toimetamisel.

Pingelise organisatoorse töö kõrval tegeles A. I. Maltsev kogu aeg ka uurimistööga. Tema uurimisobjektiks oli erinevate algebraiste struktuuride elementaarsete teooriate lahenduvuse küsimus. Nendel aastatel tõestas Maltsev lõplike rühmade teooria, vabade nilpotentsete rühmade teooria ja vabade lahenduvate rühmade teooria elementaarsete teooriate mittelahenduvuse. 1964. a anti Maltsevile 1954–1963. a tehtud tööde eest Lenini preemia, 1967. a aga Lenini orden.

Maltsevi uurimisampluaa oli väga lai. Ehkki tema põhitähelepanu oli suunatud algebra loogilistele ja mudeliteoreetilistele aspektidele, tuleb märkida, et tema initsiatiivil tekkis Novosibirskis algebraistide rühm, kes tegeles mitteassotsiatiivsete algebrate uurimisega (näiteks A. I. ŠIRŠOV<sup>49</sup>, K. A. ŽEVLA KOV<sup>50</sup> jt). Laialt tuntud on näiteks *Maltsevi algebrad*<sup>51</sup>. Siinkohal märgime, et käesolevate ridade autori õpingute ajal Tartu Ülikoolis pidas külalislektorina Tartus loenguid mitteassotsiatiivsetest algebratest (põhiliselt alternatiivsetest algebratest) prof K. A. Ževlakov. Need loengud haarasid meid nii kuulama kui ka kaasa mõtlema. Tulemuseks oli, et hilisem Tartu Ülikooli dotsent RAUL ROOMELDI (1948–1999) as-

<sup>49</sup>ANATOLI ILLARIONOVITŠ ŠIRŠOV (1921–1981) – NSV Liidu algebraist, tuntud oma uurimustega mitteassotsiatiivsete algebrate alal; tema tuntuim õpilane on olnud 1994. a Fieldsi preemia laureaat EFIM ZELMANOV.

<sup>50</sup>KONSTANTIN ALEKSANDROVITŠ ŽEVLA KOV (1939–1972) – NSV Liidu algebraist, tuntud oma töödega mitteassotsiatiivsete algebrate alal.

<sup>51</sup>Maltsevi algebra on mitteassotsiatiivne algebra, mis on antisümmeetriline (st  $xy = -yx$ ) ja milles kehtib nn *Maltsevi samasus*  $(xy)(xz) = ((xy)z)x + ((yz)x)x + ((zx)x)y$ . Iga Lie algebra on Maltsevi algebra. Samuti moodustavad Maltsevi algebra imaginaarsed oktanioonid, kui nn Maltsevi korrutis defineerida võrdusega  $xy - yx$ .

tus aspirantuuri Novosibirski Ülikooli juurde ja kaitses seal ka kandidaadiväitekirja.

Kuna kogu oma karjääri jooksul töötas Maltsev ka õppejõuna, siis tuli tal lisaks klassikalistele algebrakursustele lugeda ka arvukaid erikursusi. Nende baasil kirjutatud õpikud olid suunarahavad ja väga populaarsed. Siinkohal mainime tema kolme õpikut:

A. И. Мальцев. *Основы линейной алгебры*. Москва, Гостехиздат, 1956.

A. И. Мальцев. *Алгоритмы и рекурсивные функции*. Москва, Наука, 1965.

A. И. Мальцев. *Алгебраические системы*. Москва, Наука, 1970.

A. I. Maltsev suri parimas loomeas 57-aastaselt 7. juulil 1967. a Novosibirskis toimunud topoloogiakonverentsi ajal, olles jõudnud enne seda teha konverentsil oma viimase etteande, milles andis ülevaate oma viimase 12 aasta töödest omanimeliste algebrate alal.

### Mark Aronovitš Naimark (1909–1978)



MARK ARONOVITŠ NAIMARK sündis 5. detsembril 1909. a Odessas kunstniku peres. Juba varakult paistis ta silma matemaatilise andega. Õppides aastail 1924–1928 tööstuskoolis, omandas ta

iseseisvalt matemaatilise analüüsi ülikoolikursuse. 1929–1933. a õppis Naimark Odessa Rahvahariduse Instituudi füüsika-matemaatikateaduskonnas. 1933. a asus Naimark õppima aspirantuuris vastavatud Odessa Riiklikus Ülikoolis. Tema juhendajaks oli M. G. KREIN<sup>52</sup>. Kandidaadiväitekirja kaitses Naimark 1936. a normaalsetest operaatoritest Hilberti ruumides.

1938. a astus Naimark doktorantuuri Moskvas NSVL TA V. A. Steklovi nim. Matemaatika Instituudis. Sel perioodil kujunesid lõplikult välja Naimarki teaduslikud huvid – operaatorite spektraalteooria Hilberti ruumides ja lokaalselt kompaksete rühmade esituste teooria. 1941. a kaitses ta hiilgavalt oma doktoritööd ja suunati TA poolt tööle TA Seismoloogiainstituuti. Sõja ajal ja pärast sõda oli Naimark seotud sõjatööstusega. Alates 1954. a oli ta professor Moskva Füüsika ja Tehnika Instituudi matemaatika kateedris, kus õpetas matemaatilist analüüsi ja funktsionaalanalüüsi ning juhendas aspirante. 1962. a siirdus Naimark alaliselt tööle NSVL TA V. A. Steklovi nim. Matemaatika Instituuti.

Naimarki teaduslikud huvid formeerusid perioodil, mil funktsionaalanalüüs arenes hoogsalt. Ta osales selles protsessis ja pani aluse tervele reale funktsionaalanalüüsi suundadele: Hilberti ruumide mitteenesekaasete operaatorite teooria, Banachi algebrate esituste ja involutsioonide teooria, harmooniline analüüs mittekomplektsetel Lie rühmadel, algebrate ja rühmade esituste teooria.

Töötades seismoloogia alal, nagu eespool mainitud, tuli Naimarkil tegeleda diferentsiaaloperaatoritega. Saadud tulemused leidsid kajastust tema tuntud monograafias *Линейные дифференциальные операторы* (Москва, Гостехиздат, 1954). Ent enam tuntud on Naimarki koostöös I. M. GELFANDiga<sup>53</sup> saadud tulemused involutsiooniga Banachi algebrate ja nende esituste alalt ning klassikaliste maatriksrühmade esitustest Hilberti ruumides. Nendes uurimustes

<sup>52</sup>MARK GRIGORJEVIČ KREIN (1907–1989) – NSV Liidu matemaatik; uuris funktsionaalanalüüsi ja harmoonilise analüüsi probleeme, integraalvõrrandeid.

<sup>53</sup>ISRAIL MOISSEJEVIČ GELFAND (1913–2009) – NSVL matemaatik; saavutanud silmapaistvaid tulemusi funktsionaalanalüüsist, esituste teooriast, lõpmatumõõtmeliste Lie algebrate kohomoloogiast; emigreerus 1990. a USA-sse.

- 1) defineeriti uus Banachi algebrate klass – nn  $C^*$ -algebrad<sup>54</sup> – ja kirjeldati selliste algebrate omadusi;
- 2) konstrueeriti  $C'$ -algebrate sümmeetrilised esitused; seda konstruktsiooni nimetatakse tänapäeval *Gelfand-Naimark-Segali konstruktsiooniks*;
- 3) tõestati rida väiteid  $C^*$ -algebrate täpsete lineaarsete esituste kohta.

Lisaks kirjeldati komplekssete klassikaliste rühmade unitaariesitused, mis on Fourier' teisenduse analoog. Nende uurimuste baasil ilmus 1956. a Naimarki kuulus monograafia *Нормированные кольца* (Москва, 1956). See oli esimene monograafia vaadeldava temaatika kohta ja avaldas kirjeldatud valdkonna arengule olulist mõju.

Naimarki viimaseks monograafiaks jäi *Теория представлений группы* (Москва, Наука, 1976). See raamat on samaaegselt nii õpik kui ka üksikasjalik käsiraamat klassikalise Lie rühmade teooria ning nende rühmade lõplikumõõtmeliste esituste kohta. Raamatut kirjutas ta juba raskelt haigena, dikteerides oma abikaasale teksti. Naimark suri 30. detsembril 1978. a Moskvas.

---

<sup>54</sup>Banachi algebrat  $A$  üle kompleksarvude korpuse  $\mathbb{C}$  nimetatakse  $C^*$ -algebraks, kui on antud kujutus  $*$  :  $A \rightarrow A$  (nn *involutatsioon*), mis rahuldab iga  $x, y \in A$  ja  $\lambda \in \mathbb{C}$  korral järgmisi tingimusi: a)  $(x + y)^* = x^* + y^*$ , b)  $(xy)^* = y^*x^*$ , c)  $(x^*)^* = x$ , d)  $(\lambda x)^* = \bar{\lambda}x^*$  ( $\bar{\lambda}$  – arvu  $\lambda$  kaaskompleksarv), e)  $\|xx^*\| = \|x\|^2$ .

## Stanislaw Marcin Ulam (1909–1984)



Stanislaw Ulam 1950-ndatel aastatel

Sünd.: 3. aprill 1909, Lvov (Ukraina);  
surn.: 13. mai 1984, Santa Fe (New Mexico, USA).

Ulam on Lvovi Polütehnilises Instituudis KAZIMIERZ KURATOWSKI (1896–1980) ja STEFAN BANACHI (1892–1945) juhendamisel matemaatilise hariduse saanud poola päritoluga juudi rahvusest ameerika matemaatik. Töötas alates 1938. aastast USA-s, seejuures aastail 1943–1965 Los Alamoses. Koostöös füüsik EDWARD TELLERiga (1908–2003) lahendas vesinikupommi loomisega seotud olulised matemaatilised probleemid. Üldlevinud arvamuse kohaselt peetakse vesinikupommi isaks Edward Tellerit. Ent Ulami matemaatilised lahendused vesinikupommi loomisel olid nii tähelepanuväärsed, et tuntud saksa-ameerika tuumafüüsik ning 1967. a Nobeli füüsika-preemia laureaat HANS ALBRECHT BETHE (1906–2005), kes töötas Teise maailmasõja ajal Los Alamoses salajase laboratooriumi teoreetilise osakonna (Theoretical Division) juhatajana ning tegeles aatomipommi loomisel vajaliku kriitilise massi arvutamisega, pidas vesinikupommi tegelikuks isaks Ulami. Tsiteerime Bethet<sup>55</sup>: "After the H-bomb was made, reporters started to call Teller the father of

<sup>55</sup>Schweber, S. S. *In the Shadow of the Bomb: Bethe, Oppenheimer, and the Moral Responsibility of the Scientist*. Princeton: Princeton University Press, 2000, pp. 166. ISBN 9780691049892.



the H-bomb. For the sake of history, I think it is more precise to say that Ulam is the father, because he provided the seed, and Teller is the mother, because he remained with the child. As for me, I guess I am the midwife.”

Los Alamoses töötades arendas Ulam Monte-Carlo meetodit termotuumaahelreaktsioonide kirjeldamisel tekkivate keerukate integraalide arvutamisel. Ulam on andnud ka panuse nn puhta matemaatika arengusse. Tal on ilmunud uurimusi arvuteooriast, hulgateooriast, ergoodilisuse teooriast ning algebralisest topoloogiast.

Mitmekülgse matemaatikuna sõnastas ja kogus Ulam ka matemaatilisi probleeme mitmest valdkonnast<sup>56,57</sup>. Sõnastame näitena kaks tuntud Ulami esitatud hüpoteesi.

#### *Ulami hüpotees alamgraafidest*

Olgu  $\mathcal{G} = (V; E)$ , kus  $V$  on graafi  $\mathcal{G}$  kõigi tippude hulk ja  $E$  graafi  $\mathcal{G}$  kõigi kaarte hulk. Kui  $u$  on graafi  $\mathcal{G}$  mingi tipp ( $u \in V$ ), siis tähistagu  $\mathcal{G} - u$  graafi  $\mathcal{G}$  alamgraafi, mis tekib graafist  $\mathcal{G}$ , kui sealt eemaldada tipp  $u$  ja tipuga  $u$  intsidentsed kaared (kaared, mille üheks otspunktiks on tipp  $u$ ).

*Ulami hüpotees:* Olgu nii graafi  $\mathcal{G}$  kui ka graafi  $\mathcal{H}$  tippude arv  $n$ :  $u_1, u_2, \dots, u_n$  – graafi  $\mathcal{G}$  tipud,  $v_1, v_2, \dots, v_n$  – graafi  $\mathcal{H}$  tipud. Kui  $n \geq 3$  ja iga  $i = 1, 2, \dots, n$  korral on alamgraafid  $\mathcal{G} - u_i$  ja  $\mathcal{H} - v_i$  isomorfised<sup>58</sup>, siis on ka graafid  $\mathcal{G}$  ja  $\mathcal{H}$  isomorfised.

Ulami hüpoteesi õigsust üldjuhul pole õnnestunud tõestada. Küll aga on selle õigsus tõestatud mitmete graafide klasside jaoks.

#### *Ulami hüpotees arvuteoorias*

Kirjeldame järgnevalt arvuteoorias tuntud hüpoteesi, mille püstitas esimest korda LOTHAR COLLATZ<sup>59</sup> 1937. a.

<sup>56</sup>Stanislaw Ulam. *The Scottish Book: a Collection of Problems*. Los Alamos, 1957.

<sup>57</sup>Stanislaw Ulam. *A Collection of Mathematical Problems*. New York, Interscience Publishers, 1960.

<sup>58</sup>Isomorfism tähendab matemaatilist samaväärsust.

<sup>59</sup>LOTHAR COLLATZ (1910–1990) – saksa matemaatik.

Defineerime funktsiooni  $f$ , mille argumentideks on positiivsed täisarvud  $n$  ja väärtusteks samuti positiivsed täisarvud:

$$f(n) = \begin{cases} \frac{n}{2}, & \text{kui } n \text{ on paarisarv,} \\ 3n + 1, & \text{kui } n \text{ on paaritu arv.} \end{cases}$$

Lähtudes mingist positiivsest täisarvust  $n$ , defineerime positiivsete täisarvude jada  $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots$  rekurrentse seosega

$$a_k = \begin{cases} n, & \text{kui } k = 0, \\ f(a_{k-1}), & \text{kui } k > 0. \end{cases}$$

Näiteks arvust  $n = 6$  lähtudes saadakse jada

$$6, 3, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1, \dots,$$

arvust  $n = 11$  lähtudes aga jada

$$11, 34, 17, 52, 26, 13, 40, 20, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1, \dots$$

*Uلامي hüpotees seisneb järgnevas:* sõltumata sellest, millisest positiivsest täisarvust  $n$  alustada eespool kirjeldatud jada  $a_0, a_1, a_2, \dots$  konstrueerimist, leidub alati selline indeks  $k$ , nii et  $a_k = 1$ .

Seni ei ole suudetud tõestada, et Uلامي hüpotees on tõene. Seda hüpoteesi nimetatakse ka selle esmaavastaja järgi *Collatzi hüpoteesiks*, aga ka *Sürakuusa hüpoteesiks* ja  $(3n + 1)$ -*hüpoteesiks*.

## Kasutatud allikad

1. The MacTutor History of Mathematics archive: [www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/history/](http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/history/)
2. [en.wikipedia.org/wiki/Main\\_Page](http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page)
3. Mathematical Genealogy Project: <http://genealogy.math.ndsu.nodak.edu/>
4. A. I. Maltsevi elulugu Venemaa TA Siberi osakonna S. L. Sobolevi nim. Matemaatika Instituudi koduleheküljel: [mmfd.nsu.ru/def\\_koi.htm](http://mmfd.nsu.ru/def_koi.htm)
5. *Марк Аронович Наймарк. Успехи математических наук*, 1980, т. 35, 4(214), 135–140.
6. [mathworld.wolfram.com/](http://mathworld.wolfram.com/)