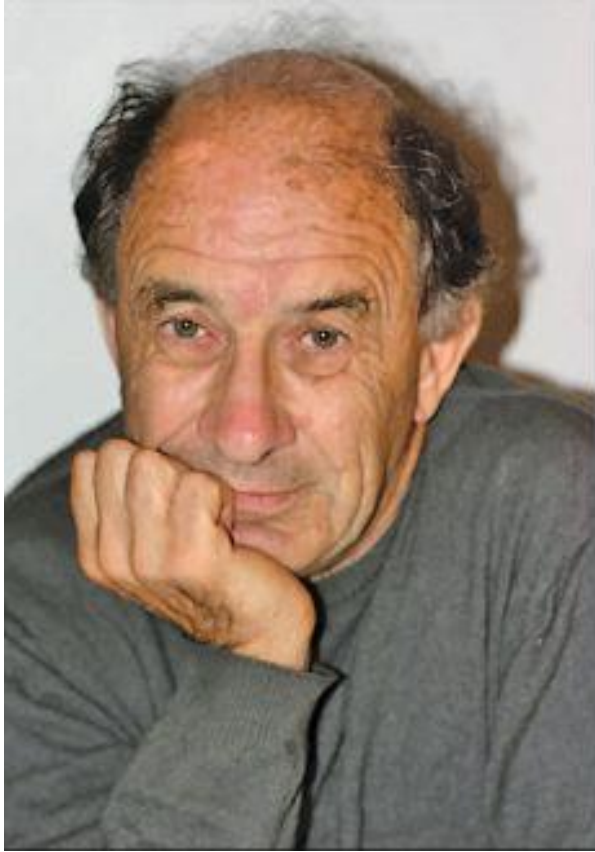


Vladimir Igorevitš Arnold



Vladimir Arnold oli nõukogude ja vene matemaatik, kes on paremini tuntud integreeritavate süsteemide stabiilsust kirjeldava Kolmogorov-Arnold-Möseri teoreemi kaudu (KAM). Ta andis tohutu panuse dünaamiliste süsteemide teoriasse, algebrasse, katastroofide teoriasse, topoloogiasse, algebralisse geomeetriasse, sümplektilisse geomeetriasse, diferentsiaalvõrrandite teoriasse, klassikalisse mehaanikasse, hüdrodünaamikasse ja singulaarsuse teoriasse. Ta lahendas Hilberti 13. probleemi 1957. a, kui ta oli alles 19-aastane. Ta on kaasautor kahel uuel matemaatika harul – KAM-teoorial ja topoloogilisel Galois’ teoorial (kus teiseks autoriks on ta enda õpilane Askold Hovanski). Oma loengute, seminaride ja õpikute kaudu on Arnold mõjutanud suurt hulka matemaatikuid ja füüsikuid, ja mitte ainult Venemaal, vaid tema raamatuid on palju tõlgitud inglise keelde.

Vladimir Igorevitš Arnold (12.06.1937 – 3.06.2010) sündis Odessas. Tema isa oli matemaatik Igor Vladimirovitš Arnold ja ema Nina Aleksandrovna, neiupõlvenimega Isakovitš – juudi päritolu kunstiajaloolane. Kui Arnold oli 13-

aastane, siis ta insenerist onu rääkis talle kõrgemast matemaatikast ja kuidas seda füüsikas kasutada. See äratas poisis huvi ja ta hakkas uurima matemaatika raamatuid, mis isa oli talle jätnud. Nende hulgas olid ka Leonhard Euleri ja Charles Hermite'i teoseid. Arnold ise kirjutas, et koolis ei meeldinud talle midagi pähe õppida ja meenutas hea sõnaga oma õpetajat Ivan Vassiljevitsš Morozkinit, kes teda matemaatika juurde juhatas oma kavalate ülesannetega.

Juba alaealisena Moskva ülikoolis Andrei Kolmogorovi käe all lahendas ta Hilberti 13. probleemi – ta tõestas, et mistahes paljudest muutujatest sõltuvat pidevat funktsiooni saab esitada lõpliku arvu kahest muutujast sõltuvate funktsioonide summaga.

Pärast Moskva ülikooli lõpetamist 1959. aastal töötas ta seal kuni 1986. aastani. Doktoriväitekirja *Väikesed nimetajad ja stabiilsuse probleemid klassikalises ja taevamehaanikas* kaitses ta 1963. a, kusjuures tema oponentideks olid N.N. Bogoljubov, V.M. Volosov ja G.N. Dubošin. Ta sai seal ka professoriks ja alates 1986. a töötas ta Steklovi nimelises Matemaatika Instituudis. Arnold valiti akadeemikuks 1990. a.

Arnold pani aluse sümplektilisele topoloogiale ja tema teoreem Hamiltoni sümplektomorfismide ning Lagrange'i interseksioonides fikseeritud punktide arvu kohta oli peamiseks motiveerijaks Floeri homoloogia arengus.

Arnold abiellus Eleonora Aleksandrovaga 1976. a ja neil sündis üks poeg. 1999. a sattus ta raskesse jalgrattaõnnetusse Pariisis, mis tekitas talle traumaatilise ajuvigastuse nii et ta ei tundnud oma naistki ära, kuid hiljem ta paranes väga hästi.

Arnold töötas Steklovi instituudis ja Pariisi Dauphine'i ülikoolis kuni oma surmani. 2006. a oli tal vene teadlaste hulgas suurim tsiteerimisindeks ja tema h-index oli 40.

Arnold suri akuutse pankreatiidi tõttu 3. juunil 2010 Pariisis, üheksa päeva enne enda 73. sünnipäeva. Tema õpilaste hulgas on Alexander Givental, Victor Goryunov, Sabir Gusein-Zade, Emil Horozov, Boris Khesin, Askold Khovanskii,

Nikolay Nekhoroshev, Boris Shapiro, Alexander Varchenko, Victor Vassiliev ja Vladimir Zakalyukin.

Ta maeti 15. juunil 2010 Moskvas Novodevitšje kalmistule.

Matemaatika õpetamisse suhtus Arnold väga tõsiselt ja kritiseeris selle liigset formaliseerimist. Kuna tema vanemad olid teadlased, siis vene matemaatikaõpetamise traditsioonide kohaselt hakati talle juba väikesest peast andma lahendamiseks vanu nn kaupmeeste ülesandeid. Neid sai lahendada väga lihtsalt algebraliselt, kuid ilma algebraliste meetodite kasutamiset nõudis nende lahendamine tõelist loovust. Arnold kirjeldab üht ülesannet, mida ta terve päeva lahendas ja siis äkki taipas, kuidas sellest jagu saab ning tema rõõm ei olnud sugugi väiksem, kui ta hilisemal ajal mõne sügavalt teoreetilise probleemi lahendas. Aga ülesanne ise oli selline:

Kaks vana naist alustasid teekonda päikesetõusul ja nad kõndisid peatumata kogu aeg konstantse kiirusega. Üks neist läks linnast **A** linna **B** ja teine linnast **B** linna **A**. Nad kohtusid täpselt keskpäeval ja jätkasid teed. Esimene naine jõudis linna **B** kell 16:00 ja teine linna **A** kell 21:00. Mis kell tõusis sel päeval Päike? Algebraline lahendamine annab vastuseks kell 6:00, kuid proovige seda nagu vanasti küsimustega lahendada!

Arnold kirjutab matemaatika õpetamise kohta Ameerika Ühendriikides, et hiljuti otsutas nende Riiklik Teaduste Akadeemia, et teaduskasvatust USAs tuleb suurendada. Selleks tuleb õppekavadest kõrvaldada üleliigsed teadusfaktid, mis on liiga rasked ameerika lastele ja asendada need tõeliselt fundamentaalsete teadmistega, milleks on näiteks see, et kõikidel objektidel on omadused ja kõikidel organismidel oma loomus! Ka ameerika laste vanemad on andnud oma panuse lastele tõeliselt vajalike teadmiste varasalve. Kümne aastaselt peavad ameerika lapsed teadma, et veel on kaks faasi ja viieteistkümne aastaselt, et Kuul on ka faasid ning et see tiirleb ümber Maa. Sel ajal õpetati Venemaa algkoolides, et veel on kolm faasi – tahke, vedel ja gaasiline. Arnold irvitas avalikult ameerika süsteemi üle, arvates, et see jätkab

oma võiduteed üle terve maailma! Sest sel on tähelepanu väärivaid omadusi, nagu näiteks see, et algebra kursuse saab asendada jazzi ajaloo õppimisega!? Ka Prantsuse haridussüsteem ei pääse Arnoldi teravate märkusteta, mida ta kandis ette 7. märtsil 1997. a Pariisis matemaatika õpetamise konverentsil. Ta ütles, et kui prantsuse algkooli õpilaselt küsida, mis on $2 + 3$, siis on vastuseks: see on sama, mis $3 + 2$, sest liitmine on kommutatiivne. Õpilane ei tea liitmistehte tulemust ja ta ei saa aru ka sellest, mida temalt üldse küsiti. Keegi teine prantsuse õpilane vastas küsimusele, mis on matemaatika nii, et see on ruut, kuid seda tuleb veel tõestada! Miks need vastused sellised on? Sest abstraktse matemaatika sõdurid Prantsusmaal on visanud õppekavadest välja kogu geomeetria, mille kaudu matemaatika tegelikult sidestub füüsika ja muu reaalsusega. Pariisi ülikoolides nr 6 ja 7 (Jussieu) visati tudengite raamatukogust välja Goursat', Hermite'i ja Picardi õpikud kui üleliigsed ja aegunud, seega siis kahjulikud. Need raamatud päästeti Arnoldi vahelesegamise tõttu.

Arnold on kritiseerinud ka Bourbaki grupi liigset formaliseerimist – et see on toonud suurt kahju matemaatika õpetamisele algul Prantsusmaal ja hiljem mujalgi. Ta on tundnud suurt huvi matemaatika ajaloo vastu, kusjuures eriti on teda huvitanud Felix Kleini teos *Matemaatika areng 19. sajandil*. Seda raamatut ei väsinud ta oma tudengeile soovitamast.

Ka klassikat armastas ta lugeda, eriti Huygensit, Newtonit ja Poincaréd. Tema väitel on paljud ideed neis raamatuis veel läbi uurimata.

Arnold tegeles ka väga palju matemaatika populariseerimisega. Tal oli eriline selge stiil, kus matemaatiline rangus kombineerus füüsikalise intuitsiooniga ja tema raamatute lugemine oli kui vestlus lugejaga. Sageli olid tema teemaarendused geomeetrilist laadi, isegi sellisel traditsioonilisel alal nagu harilikud diferentsiaalvõrrandid. Mitmed tema õpikud on olnud olulised uute matemaatiliste uurimisalade arengus. Arnoldi on kritiseeritud, et tema raamatutes on küll suurepärased teemakäsitlused, kuid täielikult puuduvad detailid, mis oleksid hädavajalikud tudengitele asjast arusaamiseks. Arnold

aga tõrjub neid väiteid sellega, et ta on kirjutanud need raamatud neile, kes tõepoolest tahavad probleeme mõista.

Ja raamatuid on ta palju kirjutanud -

Problèmes ergodiques de la mécanique classique (koos A Avez'iga, 1967), *Ordinary differential equations* (vene keeles, 1971), *Mathematical methods of classical mechanics* (vene keeles, 1974), *Supplementary chapters to the theory of ordinary differential equations* (vene keeles, 1978), *Singularity theory* (1981), *Singularities of differentiable mappings* (vene keeles, koos A. N. Vartšenko ja S. M. Gusein-Zade'ga, 1982), *Catastrophe theory* (1984), *Huygens and Barrow, Newton and Hooke* (Russian) (1989), *Contact geometry and wave propagation* (1989), *Singularities of caustics and wave fronts* (1990), *The theory of singularities and its applications* (1991), *Topological invariants of plane curves and caustics* (1994), *Lectures on partial differential equations* (vene keeles, 1997), *Topological methods in hydrodynamics* (koos B. A. Khesiniga, 1998), ja *Arnold problems* (vene keeles, 2000).

Arnoldi õpilased on kirjutanud sellest, kui tähtis nende jaoks oli Arnoldi seminar. Moskvas toimus NL ajal mitu matemaatika-alast seminari – Gelfandi, Sinai, Kirillovi, Manini ja Novikovi oma, kui piirduda vaid olulistega. Tavaliselt kestsid need õhtupoole kaks tundi. Neist olulistest paistis välja Arnoldi oma, mis toimus vähemalt 30 aasta jooksul. Igal semestril oli esimene seminar pühendatud lahtistele probleemidele, mille jooksul Arnold arutles umbes kümne probleemi kallal, seejuures väga detailsete kommentaaridega. Kaunis mitmed probleemid said hiljem seminari kuulajate poolt lahendatud. Arnoldi seisukoht oli, et juhendaja peab tudengile näitama, millised probleemid on lahenduseta, seejärel tudeng valib ise, millise probleemiga ta tegelema hakkab. Arnold oli suur spordisõber. Ta on väitnud, et kui mingi probleem alla anda ei taha, asub ta suuskadele ja probleemi lahendus hakkab paistma pärast neljakümnendat kilomeetrit!

Arnoldi õpilased rõhutavad oma mälestustes eriti tema huumorimeelt ja ka seda, et ta aitas kõiki, kes temaga seotud olid. Näiteks kui tudengid pidid mingi probleemi lahendama, siis tavaliselt said nad oma töö tagasi suure hulga märkustega ja suunistega, kuidas nad oma tööd oluliselt paremaks muuta saaksid.

Arnoldi tudengid on üksmeelsed selles, et Arnold oli viimane tõeliselt suur matemaatik.

Arnoldit austati terves maailmas – ta oli valitud liikmeks Londoni Matemaatikaseltsis (1976), Ameerika Ühendriikide Riiklikus Akadeemias (1983), Pariisi Teaduste Akadeemias (1984), Ameerika Ühendriikide Kunstide ja Loodusteaduste Akadeemias (1987), Londoni Kuninglikus Seltsis (1988), Dei Lincei Riiklikus Akadeemias (1988), Venemaa Teaduste Akadeemias (1990), Ameerika Filosoofiaühingus (1990), Venemaa Loodusteaduste Akadeemias (1991), ja Euroopa Akadeemias (1991). Lisaks ülalootetule on Arnoldile antud teaduskraade Pierre ja Marie Curie Ülikoolist Pariisis (1979), Warwicki Ülikoolist (Coventry, 1988), Utrechti ülikoolist (Holland, 1991), Bologna ülikoolist (Itaalia, 1991), Complutense ülikoolist (Madrid, 1994), ja Toronto ülikoolist (Kanada, 1997).

Autasud

- Lenini preemia tööde eest taevamehaanikas (1965, koos Andrei Kolmogoroviga)
- Crafoordi preemia panuse eest mittelineaarsete diferentsiaalvõrrandite teooriasse (1982, koos Louis Nirenbergiga)
- Ameerika Kunstide ja Loodusteaduste välisauliige (1987)
- Valiti 1988. a Londoni Kuningliku seltsi välisliikmeks
- Venemaa Teaduste akadeemia Lomonossovi preemia (1992)
- Harvey preemia olulise panuse eest dünaamiliste süsteemide stabiilsuse uuringusse, pioneerse töö eest singulaarsuse teoorias ja mõjukate panuste eest analüüsi ja geomeetrias (1994)
- Dannie Heinemani preemia matemaatilises füüsikas tema fundamentaalse panuse eest meie arusaamadesse dünaamikast ja kujutiste singulaarsusest

koos sügavate järeldustega mehaanikale, astrofüüsikale, statistilisele mehaanikale, hüdrodünaamikale ja optikale (2001)

- Wolfi preemia matemaatikas sügava ja mõjuka töö eest paljudel matemaatika aladel, kaasa arvatud dünaamilised süsteemid, diferentsiaalvõrrandid ja singulaarsuse teooria (2001)
- Vene Föderatsiooni riiklik preemia väljapaistva edu eest matemaatikas (2007)
- Shaw preemia matemaatikateadustes panuse eest matemaatilisse füüsikasse (2008, koos Ludwig Faddejeviga)

•
Tema järgi on nimetatud asteroid 10031 Vladarnolda, mille avastas Ljudmilla Karatškina 1981. a.

Tema järgi on nimetatud *Arnoldi Matemaatika* ajakiri, mis ilmus esimest korda 2015. a.

Ta oli ka põhiettekanaja nii 1974. kui 1983. a toimunud Rahvusvahelisel Matemaatikute Kongressil, vastavalt Vancouveris ja Varssavis.

Kuigi Arnold nimetati Fieldsi medali saajaks, mida loetakse matemaatikute kõrgeimaks autasuks, ei saanud ta seda, sest Nõukogude valitsus sekkus ja medali andjad võtsid Arnoldi kandidatuuri tagasi. Arnold oli avalikult vastu dissidentide tagakiusamisele, mistõttu ta sattus oluliste nõukogude ametnikega otsesesse konflikti. Teda kiusati taga, ega lastud lahkuda Nõukogude Liidust enamikul juhtudel 70ndatel ja 80ndatel aastatel.

Kasutatud kirjandus

B. Khesin, S. Tabachnikov, *Tribute to Vladimir Arnold*, Notices of the AMS, Vol. 59, No. 3, pp. 378-399, 2012

B. Khesin, S. Tabachnikov, *Memories of Vladimir Arnold*, Notices of the AMS, Vol. 59, No. 4, pp. 482-502, 2012

S.H. Lui, *An interview with Vladimir Arnold*, Notices of the AMS, Vol. 44, No. 4, 1997

O. Karpenkov, *Vladimir Igorevich Arnold*, arXiv:1007.0688v1 [math.HO] 5 Jul 2010

<https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsbm.2017.0016>

https://en.wikipedia.org/wiki/Vladimir_Arnold

<https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Arnold/>