

Technomatematikos studijų programa gavo tarptautinę akreditaciją: programos rengėjų samprotavimai apie programą ir matematikos dėstymą

Aleksandras Krylovas, Teresė Leonavičienė, Mečislavas Meilūnas

VGTU Matematinio modeliavimo katedra

Interneto puslapyje www.techmat.vgtu.lt matome, kad *technomatematika* – tai nauja taikomosios matematikos kryptis, susiformavusi matematikos, kompiuterijos ir inžinerijos sandūroje. Šis puslapis skirtas jau vienuoliktus metus Vilniaus Gedimino technikos universitete vykdomoms *technomatematikos* pirmosios ir antrosios pakopų studijų programoms. Ten įvairiais aspektais pateikta pakankamai daug informacijos apie šią studijų programą. Šiame straipsnyje stengsimės nekartoti to, ką skaitytojas nesunkiai gali rasti minėtame puslapyje, o pabandysime, remdamiesi jau gana solidžia patirtimi, pateikti savo viziją ir argumentus, lėmusius šios specialybės bei atitinkamų studijų programų atsiradimą ir evoliuciją mūsų universitete, apibūdinti jos vietą bendrame informacinės epochos ir rinkos ekonomikos kontekste, panagrinėti iškylančias problemas ir aptarti ateities perspektyvą. Tikimės, kad tai gali būti įdomu plačiam skaitytojų ratui.

Teigiamas programos vertinimas negarantuoja jos egzistavimo

2014 m. rudenį *technomatematikos* programą teigiamai įvertino tarptautinė ekspertų grupė: pirmosios pakopos (bakalauro) studijų programa akredituota 6 metams, o to paties pavadinimo antrosios pakopos (magistro) – 3 metams. Šis programos vykdymo ilgametės patirties teigiamas įvertinimas, deja, neužtikrina jos tolesnio gyvavimo, nes esami universitetinių studijų organizavimo principai skatina tik didelės paklausos, t. y. masinės studijų programas. Teoriškai įmanomos išimties matematikai nenumatytos, ir dėl nedidelio norinčių studijuoti skaičiaus nemažai programų uždaromos. Tai ne tik *technomatematikos*, bet ir kitų matematikos krypties studijų programų problema, kurios priežasčių reikia ieškoti vidurinėje mokykloje ir mūsų visuomenėje. Juk nepajutęs džiaugsmo savarankiškai išspręsti uždavinį, nežvelgęs matematinių veiksmų grožio, vaikas ne tik nemėgsta, bet ir bijo šio dalyko, stengiasi kuo mažiau turėti su juo reikalų, rinktis studijas, kuriose matematikos dalykų nėra arba beveik nėra. Dėl to mažėja gebančių studijuoti tiksluosius mokslus abiturientų dalis, ką jau kalbėti apie norinčius pasirinkti matematiką, kaip profesiją. Tai bendra šiuolaikinė tendencija, kurios pavojingumo nemaža visuomenės dalis nesupranta ir priešinasi, pavyzdžiui, sprendimui, kad pretenduojant į koleginių ir universitetinių

studijų valstybės finansuojamas vietas bus privalomas matematikos brandos egzaminas. Juk tėvams dažnai atrodo, kad nereikia vaikui kankintis, jei matematika jam prasčiau sekasi, – tegul renkasi kitus dalykus. Bet lengvesnio kelio pasirinkimas daro vaikui „meškos paslaugą“ ne tik todėl, kad jis nepripranta įveikti sunkumus (to reikia bet kurioje srityje). Blogiausia tai, kad mokykloje negavęs tam tikrų matematinių žinių ir neišlavinęs jų taikymo įgūdžių (praktiškai tai reiškia, kad nesusiformuoja abstraktus mąstymas), žmogus jų neįgis niekada ir praras galimybę ne tik rimtai studijuoti tiksliuosius mokslus, bet ir ateityje užsiimti intelektualine – kūrybine veikla socialinių arba net humanitarinių mokslų srityje, nes stokos abstraktaus loginio mąstymo. Studijuoti tokias specialybes, kaip vadyba, gali ir vyresnio amžiaus žmogus remdamasis, pavyzdžiui, vadovavimo patirtimi. Dėl dalyko specifikos matematiką pradėti studijuoti prasminga tik jaunystėje. Tas pats pasakytina ir apie *technomatematiką*, kuri apima net kelias mokslo sritis.

Technologijos ir informatika – mūsų egzistavimo terpė

Specialybių ir atitinkamų studijų programų, apimančių kelias mokslo sritis, idėja nėra nauja. Gerai žinoma, kad daugelis mokslo atradimų ir inovacijų gimsta kelių sričių sandūroje, o nauji produktai ir paslaugos, inovatyvaus verslo nišos atsiranda ten, kur pavyksta sintezuoti kelių veiklos sričių pasiekimus. Specialistų, turinčių žinių ir gebėjimų keliose srityse, poreikis buvo visada, bet pastaraisiais dešimtmečiais jo augimo tempai ženkliai išaugo. Turbūt nieko nestebina tai, kad kiekvienas bent kiek aukštesnės kvalifikacijos darbuotojas, nesvarbu, kokios specialybės bebūtų ir kokioje įstaigoje bedirbtų, turi turėti kompiuterinio raštingumo pagrindus ir gebėti rinkti ir apdoroti jo veiklai reikiamą informaciją. Todėl be savo pagrindinės specialybės jis turi būti dar ir informatikas, – didesniu ar mažesniu mastu. Tiek darbo vietoje, tiek buityje mus supa vis daugiau išmaniųjų įrenginių, žadančių didesnę darbo našumą, aukštesnę darbo kultūrą, geresnę paslaugų kokybę, didesnę buitinių komfortą. Mūsų darbo ir gyvenamoji terpė tampa vis labiau informacinė ir technogeniška. Pakanka užėiti, pavyzdžiui, į šiuolaikinį gydytojo kabinetą, ir ten matysime sudėtingą inžinerinę – informacinę įrangą, skirtą diagnostikai ar gydymui. Taigi, šiuolaikinis gydytojas turi būti ne tik kvalifikuotas savo srities specialistas, bet taip pat išmanyti informatikos ir inžinerijos sritis – tiek, kiek to reikalauja jo darbo vietoje jau esantys ir nuolatos atnaujinami prietaisai ir informacinių technologijų produktai. Panašius vaizdus galime matyti daugelyje gamybos, transporto, viešojo administravimo ar paslaugų teikimo sričių. Tai jau tapo kasdienybe, ir tai priimame kaip savaime suprantamą faktą. Ir gal net nesusimąstome, kokia kaina visa tai pasiekama, ir kas turi garantuoti, kad ta technologinės pažangos kreivė ir toliau kiltų aukštyn. Čia visiškai aišku tik tiek, kad visų pirma reikalingi kvalifikuoti, pareigingi specialistai, pasirengę atsakyti į bet kokius gyvenimo tokioje aplinkoje keliamus iššūkius.

Technomatematikos vieta šiuolaikinių technologijų kontekste

Kyla klausimai – kaip tokiomis sąlygomis turi būti ruošiamas šiuolaikinis aukštos kvalifikacijos specialistas, kokie tikslai ir reikalavimai turėtų būti keliami jo išsilavinimui ir profesiniams gebėjimams? Ar galima tikėtis, kad gimnazijos absolventas per kelis bakalauro studijų metus įsisavins pagrindinę profesiją ir dar greta jos informacines bei inžinerines technologijas? Jei kalbame apie *technomatematiką*, tai „pagrindine profesija“ čia yra matematika. Todėl pirmiausia būtina atsakyti į moksleivių ir jų tėvų klausimus – kaip šiais laikais atrodo matematiko profesija, kur gali dirbti šią specialybę baigę universiteto auklėtiniai, kokios jų veiklos perspektyvos? Pripažinkime, kad atsakymai į šiuos klausimus neskamba paprastai, ir tiek jų radimui, tiek aiškiam suformulavimui reikia tam tikrų, gal ir nemažų pastangų. Jei būtų kitaip, tai laikraščiuose ir žinių portaluose nematytume begalinių diskusijų apie perspektyvias ir neperspektyvias studijas, apie tai, reikia ar nereikia privalomojo matematikos brandos egzamino, kokie turėtų būti universitetai ir kiek jų reikia Lietuvoje. Kurdami *technomatematikos* studijų programą suformulavome tuo metu naują ir labai drąsą idėją. Remdamiesi Vakarų Europos patirtimi ir bendradarbiaudami su Vokietijos universitetais, sukūrėme programą, besiremiančią virtualių objektų kūrimu ir analize, siekėme įprastinį mokymą keisti taip, kad būtų lengva integruotis Europos ekonominėje erdvėje. Tai buvo pirmoji tokio pobūdžio programa Lietuvoje. Ir šiandien *technomatematikos* studijų programa yra vienintelė tokiu pavadinimu registruota programa Lietuvoje. Šiuo metu galime surasti daug matematikos ar informatikos studijų kryptų programų, kurios nagrinėja virtualius objektus. Tačiau norint ne tik dirbti su tokiais objektais, bet ir sugebėti kurti įrankius, skirtus virtualių objektų analizei, reikalingas stiprus matematinis pasiruošimas. Kad turime tikrai gerai sudarytą programą, parengusią Lietuvos ir užsienio rinkoms ne vieną aukšto lygio specialistą, pastebėjo ir studijų programą teigiamai įvertinusi tarptautinių ekspertų grupė. *Technomatematikos* studijų programa pirmiausia skirta ne vartotojų, o kūrėjų rengimui. Todėl ir pagrindinė šios programos kūrėjų ir vykdytojų idėja – rengti aukšto lygio specialistus – matematikus. Tačiau ši studijų programa rengia ne matematikus, atitinkančius klasikinius reikalavimus, o taikomąsias matematikos specialistus, kurie geba jungti matematikos, inžinerijos ir informatikos žinias ir jas sėkmingai taikyti įvairiose technologijų įmonėse, versle, moksle. Visa studijų programa nuosekliai sudaryta taip, kad būtų parengiami kvalifikuoti specialistai, turintys ne tik teorinių žinių, bet ir gebantys tas žinias taikyti praktinėje veikloje. Ar šiandienos visuomenė pageidauja turėti tokių specialistų? Kartais mes priverčiami tuo abejoti.

Viskas prasideda mokykloje

Šiandieninė Lietuvos visuomenė dažnai įpratusi skūstis daugelyje sektorių įsigalėjusia netvarka, piktintis nepagrįstais sprendimais, neūkiškumu. Tačiau ta pati visuomenė nenori suprasti to, kad tai ką matome, ji pati ir kuria. Daugeliu atvejų tai yra mūsų pačių pasirinkimas. Kartais netgi labai nemotyvuotas. Ar gali jaunas žmogus iš anksto numatyti savo ateities perspektyvas? Lieka neaišku, kodėl mes verčiame moksleivį (o gal jo tėvelius) sudėlioti „reikalingų“ ir „nereikalingų“ dalykų mozaiką. Užuoat visapusiškai lavinę ir tobulinę asmenybes, mes atimame iš jų dalį galimybių. Ir tuomet jau nestebina tai, kad yra priešinamasi matematiniam ir bendrai paėmus gamtamoksliniam švietimui. Įdomu, ką galvoja moksleivių tėvai, kai sako „ne“ privalomajam brandos matematikos egzaminui, kai nesipriešina vis mažėjančiam fizikos mokymo valandų skaičiui? Tokiu būdu jie nori parinkti vaikams, jų supratimu, lengvą kelią ir užtikrinti gyvenimą be rūpesčių. Kai nemąstai, neanalizuoji, tai ir neprisiimi atsakomybės už vieną ar kitą sprendimą, esi tarsi nuošalyje. Kai svarbu tik tapti vartojimo kultūros dalimi, tai iš tiesų galima atsisakyti bet kokio lavinimo, atsisakyti švietimo sistemos kaip tokios. Jeigu mes kalbame apie modernią visuomenę, tai tikrai turime galvoje ne vartotojų mases. Tokios visuomenės pagrindą turėtų sudaryti plataus akiračio žmonės. Ir pats mokymosi ir mokymo procesas turėtų būti paremtas atradimų ir savęs tobulinimo principais. Mes turime turėti aiškią poziciją, kokios visuomenės siekiame ir atitinkamai rengti jaunąją kartą. Ar sprendžia kurias nors gilumines problemas mokslo metų pailginimas ar blaškymasis nuo vieno švietimo modelio prie kito? Arba priėmimo į universitetus tvarka? Atrodytų, kad aukštasis mokslas jau tapo privalomas. Manoma, kad palikęs mokyklos suolą ir paklajojęs po pasaulį, jaunuolis gali sėkmingai studijuoti vadybą ar vienos iš šalių, kur jis buvo apsistojęs kalbą ar kultūrą... Tačiau negali vieną dieną nubudęs priimti sprendimą, kad būsi matematikas. Fiziniai mokslai reikalauja daug kruopštaus darbo ir specialaus pasirengimo. Todėl turime suvokti, kad negalime mokyti chaotiškai, ką nors praleisti ar priskirti prie antraeilių dalykų. Mes turime nusivesti jaunimą į daugelio skirtingų mokslų (tame tarpe ir matematikos) pasaulį, supažindinti su to pasaulio pasiekimais ir parodyti kiekvieno jų vietą ir svarbą kasdieninėje veikloje. „<...> aš nesupainiojau priemonės ir tikslo, laiptų ir šventovės. Būtina, kad laiptai leistų pasiekti šventovę, antraip ji liks tuščia. Bet vienintelė šventovė svarbi.“ (Antoine De Saint Exupery, „Citadelė“).

Galbūt jau kiek pavėlavome ir išgujome matematinę kultūrą iš savo aplinkos, išardėme laiptus link šventovės. O gal dabar yra pats metas keistis? Išmokti kritiškai pažvelgti į mus supančią aplinką ir į save. Gal pats metas vėl sugrįžti prie fundamentaliųjų dalykų, kurie leidžia pažinti ir analizuoti mus supančią aplinką, skatina įžvelgti bendrus dėsnius, analizuoti ir vertinti reiškinius, paaiškinti savo sprendimus, logiškai pagrįsti išvadas. Galbūt dar turime galimybių ugdyti

visapusiškai išsilavinusias asmenybes, kurios suvoks pasaulio tvarką ir darną, mokomųjų dalykų neskirstys į reikalingus ir nereikalingus, o jų svarbą programoje suvoks kaip galimybę tobulėti.

Perspektyvos ir viltys

Technomatematikos studijų programa nėra tik kitas, kaip dažnai būna, skambesnis taikomosios matematikos studijų pavadinimas. Programa orientuota į inžinerinių uždavinių analizę, paremtą matematiniais įrankiais, aktyviai naudojant šiuolaikines informacines technologijas. Programos sudarymo principai atitinka ECMI (European Consortium for Mathematics in Industry) standartus. Greta matematinių dalykų studijų programoje yra ir inžinerinių, ir nemaža dalis informatikos disciplinų. Todėl bakalaurų studijų programos absolventai gali dirbti informatikos srityje arba tęsti studijas informatikos arba inžinerijos sričių magistrantūrose. Tačiau, programos koncepcijos autorių nuomone, efektyviausiai savo žinių specifiką turėtų parodyti pirmosios pakopos studijų programos absolventai tęsiantys studijas to paties pavadinimo magistrantūros studijų programoje. Jų privalumas yra galimybė dirbti aukštųjų technologijų gamybos įmonėse, taikančiose virtualiuosius eksperimentus; būtent tai yra šiuolaikinio matematinio modeliavimo stiprioji pusė – brangiai kainuojančius eksperimentus su realiais objektais pakeisti kompiuteriniais skaičiavimais, t. y. virtualiais eksperimentais. Baigę abiejų pakopų *technomatematikos* programas absolventai gauna pakankamą veiklą šioje srityje pasirengimą. Atkreiptinas dėmesys į tai, kad šiuo metu Lietuvoje mažoka minėto profilių darbo vietų, bet tas darbo rinkos segmentas plečiasi. Kita vertus, ši studijų programa atitinka industrinės matematikos specialistų rengimo europinius standartus, dalyvaujame ECMI asociacijos veikloje. Tai atveria mūsų absolventams kelius į Europos darbo rinką. Anksčiau paminėtos priežastys sąlygoja norinčiųjų studijuoti matematikos krypties (ne tik *technomatematikos*) magistrantūros programose mažėjimą. Jos tampa ekonomiškai nerentabilios ir universitetai yra linkę jas uždaryti. Svarstytiną klausimą, ar tai racionalu ilgesnio laikotarpio perspektyvos požiūriu, kai naikinama sukaupta programos vykdymo patirtis, neracionaliai naudojama dėstytojų kvalifikacija, prarandamos padarytos technologinės investicijos. . Juk bet ką išardyti daug paprasčiau negu sukurti. Nekalbant apie dažnai tiesiog keičiant pavadinimus „kepamas“ programas, sukurti gerą naują studijų programą yra rimtas didelis darbas. Atkreiptinas dėmesys į tai, kad išsaugoti ne itin populiarias studijų programas aktualu ne tik Lietuvos universitetams. Kai kuriuose Vokietijos universitetuose matematikos magistrantūros programose nemokamai (!) mokosi užsieniečiai. Tai leidžia įprastiniu būdu organizuoti studijų procesą (kai skaitomos paskaitos, vyksta praktiniai užsiėmimai ir pan.) ir turėti užtikrinančią studijų kokybę studentų „kritinę masę“ (juk sunku tikėtis, kad tarp trijų ar keturių įstojusiųjų į magistrantūrą visi bus pakankamai gabūs ir motyvuoti pabaigti objektyviai sunkias studijas). Įdomu, kad taip daro ne tik tokios turtingos šalies, kaip Vokietija,

universitetai. Tartu universiteto Estijoje magistrantūros matematikos programoje nemokamai taip pat studijuoja užsieniečiai (studijos vyksta anglų kalba). Net ir pragmatiniu požiūriu tai nėra labai brangu: juk į veikiančią programą, kai visas studijų procesas jau vyksta, priimti daugiau studentų nėra brangu, tai tik maža papildoma išlaidų dalis. Kita vertus, tokia studijų politika didina gerai žinančių universitetą, šalį, jos kultūrą, turinčių sentimentų tai šaliai užsieniečių skaičių, didina ir tos šalies mokslininkų pripažinimą užsienyje, stiprina tai, kas vadinama šalies ir jos universitetų moksliniu tarptautiškumu. Todėl vertėtų ieškoti geresnių sprendimų, o ne skubėti atsisakyti studijų programų, kurių nepasirenka jaunimas, ieškantis lengvų kelių.