

## Julius Kruopis – taikomosios statistikos pradininkas Lietuvoje

Vilijandas Bagdonavičius<sup>id</sup>, Vydas Čekanavičius<sup>id</sup>, Rūta Levulienė<sup>id</sup>,  
Pranas Vaitkus<sup>id</sup>

*Taikomosios matematikos institutas, Vilniaus universitetas*  
Naugarduko g. 24, LT-03225 Vilnius, Lietuva

El. paštas: [vilijandas.bagdonavicius@mif.vu.lt](mailto:vilijandas.bagdonavicius@mif.vu.lt); [vydas.cekanavicius@mif.vu.lt](mailto:vydas.cekanavicius@mif.vu.lt)  
El. paštas: [ruta.levulienė@mif.vu.lt](mailto:ruta.levulienė@mif.vu.lt); [pranas.vaitkus@mif.vu.lt](mailto:pranas.vaitkus@mif.vu.lt)

Įteiktas 2023 spalio 22; pataisytas 2023 gruodžio 19; publikuotas 2023 gruodžio 29

**Santrauka.** Straipsnyje apžvelgta Lietuvos taikomosios statistikos pradininko Juliaus Kruopio mokslinė ir pedagoginė veikla, parengti vadovėliai ir monografijos. Plačiausiai aprašytas jo indėlis į statistikos mokslą, bendradarbiavimas su Lietuvos įmonėmis taikant statistinius metodus įvairiose žmogaus veiklos srityse. Paminėti ir J. Kruopio darbai iš tikimybių teorijos srities. Aptarti jo pedagoginės veiklos ypatumai, vadovavimas studentų baigiamiesiems darbams ir disertacijoms.

**Raktiniai žodžiai:** Julius Kruopis; matematinė statistika; statistikos taikymai; kokybės kontrolė; Pūasono aproksimacija

### Įvadas

Julius Kruopis gimė 1941 m. vasario 21 d. Utenos rajone, 1963 m. baigė Vilniaus universiteto Fizikos ir matematikos fakultetą. 1964–1966 dirbo dėstytoju stažuotoju Vilniaus Universiteto Matematikos fakulteto Tikimybių teorijos ir skaičių teorijos katedroje. 1966–1969 m. studijavo TSRS Mokslų akademijos Steklovo matematikos instituto aspirantūroje (jo moksliniu vadovu buvo žymus rusų matematikas profesorius Loginas Bolšėvas) ir apgynė matematikos mokslų kandidato (dabartinis atitikmuo – daktaro mokslo laipsnis) disertaciją.



Po aspirantūros grįžęs į Lietuvą J. Kruopis dirbo vyresniuoju dėstytoju Vilniaus universiteto Matematikos fakulteto Tikimybių teorijos ir skaičių teorijos katedroje, o 1971 m. perėjo į steigiamą naują Taikomosios matematikos katedrą (nuo 1972 m. ėjo docento pareigas), 1991 m. ši katedra buvo pervadinta į Matematinės statistikos katedrą. Nuo 2013 m. J. Kruopis buvo afilijuotasis Matematinės statistikos katedros profesorius.

1980–1986 m. J. Kruopis vadovavo Taikomosios matematikos katedrai. Joje jis inicijavo ir puoselėjo naujas tradicijas, siekė, kad dauguma studentų baigiamųjų darbų turėtų aiškų taikomąjį pobūdį. Tokiems darbams vadovavo ir pats, taip pat skatino tai daryti ir kitus dėstytojus.

J. Kruopis buvo pirmojo Lietuvoje matematinės statistikos vadovėlio autorius. Ypač vertingi jo darbai, kuriuose aprašomas statistikos metodų taikymas, optimizuojant kokybės valdymą technologiniuose procesuose.

## 1 Julius Kruopio mokslinės ir pedagoginės veiklos etapai

Nuo pat pirmųjų mokslinio darbo dienų išryškėjo J. Kruopio talentas realių procesų matematinio ir statistinio modeliavimo srityje.

**1 etapas** (1966–1969 m.): disertacijos „Markovo procesų parametrų įvertiniai“ rašymas ir gynimas.

Disertacija turi ryškų taikomąjį pobūdį. Rašant ją Juliui teko bendrauti su dideliu skaičiumi įvairių įmonių atstovų, kurie ateidavo konsultuotis dėl statistinių metodų taikymo realiose situacijose. Statistinių modelių sudarymas ir jų taikymas buvo mėgiamiausia jo veikla visą gyvenimą.

**2 etapas** (1970–1984 m.): aktyvus bendradarbiavimas su įmonėmis ir gamyklomis sprendžiant statistinius uždavinius gamyboje.

Po disertacijos gynimo grįžęs į Lietuvą J. Kruopis, kaip pirmas profesionalus statistikas, šalyje veikė labai plačiai – vadovavo taikant statistinius metodus daugelyje Lietuvos įmonių ir gamyklų. Jis konsultavo Kauno radijo, Panevėžio „Ekraną“, akcinės bendrovės „Lietkabelis“, Šiaulių televizorių, Vilniaus radijo komponentų, gražtų gamyklų, įmonių „Venta“, „Vilma“, „Dvarčionių keramika“, avalynės fabriko „Viktorija“ ir kitų gamyklų inžinierius bei užsienio organizacijas: Dniepropetrovsko padangų gamyklos „Dnieprošina“, Maskvos aviacijos instituto darbuotojus.

Ypač ilgas ir vaisingas bendradarbiavimas vyko su Kauno radijo gamykla. Vadovaujant Juliui pagrindiniai šios gamyklos inžinieriai apgynė disertacijas. Norint gauti realius rezultatus būtinas apibūsinis inžinierių ir matematikų supratimas, todėl Taikomosios matematikos katedros nariams reikėjo įsigilinti į visą televizorių „Šilėlis“ gamybos technologiją, o gamyklos inžinierius bent paviršutiniškai supažindinti su statistiniais metodais. Kartą per savaitę fakultete arba gamykloje buvo organizuojami seminarai, kurių metu buvo diskutuojama apie aktualius uždavinius ir ieškoma galimų jų sprendimo būdų. Šiuose susitikimuose pagrindinį vaidmenį vaidino J. Kruopis, kuris labai greitai perprasdamo technologinių procesų esmę.

**3 etapas** (1984–2003 m.): tikimybiųjų skirstinių aproksimavimo uždavinių formulavimas ir sprendimas.

Nors pagrindiniai darbai atlikti būtent minėtu periodu, 2012 m. prie šios tematikos buvo grįžta ir pasirodė solidi publikacija [14].

**4 etapas** (2003–2005 m.): atnaujintas bendradarbiavimas su akcinės bendrovės „Ekranas“ inžinieriais. Jis atsispindi ne tik publikacijose, bet ir bendroje monografijoje.

**5 etapas** (po 2005 m.): aktyviausias vadovėlių ir monografijų leidybos periodas.

## 2 Juliaus Kruopio indėlis į mokslą ir pedagoginę veiklą

### 2.1 Indėlis į statistikos mokslą

J. Kruopio disertacija „Markovo procesų parametrų įvertiniai“, apginta 1969 m. Maskvoje (vadovas – profesorius L. Bolševas) [58], turi ryškų taikomąjį pobūdį. Buvo atliktas užsikrėtimo erkinio encefalito virusu, susirgimo erkiniu encefalitu ir imuniteto susidarymo procesų statistinis modeliavimas [59, 61, 62]. Modeliuojant naudoti masinio aptarnavimo teorijos metodai. Sudaryta diferencialinių lygčių sistema, aprašanti minėtų procesų būsenų tikimybių ir intensyvumų kitimą bėgant laikui. Išsprendus šią lygčių sistemą, gautos ieškomų tikimybių išraiškos ir naudojant statistinius metodus sukonstruoti parametrų statistiniai įvertiniai. Naudojant realius duomenis atlikta išsami gautų rezultatų analizė. Modelio adekvatumą patvirtino tolesni stebėjimų duomenys.

Be to, disertacijoje pateiktas Markovo procesų perėjimo tikimybių vertinimas esant migracijai [60]. Gauti rezultatai panaudojami demografijos ir patikimumo duomenų analizės uždaviniams spręsti.

Antrame J. Kruopio mokslinės veiklos etape daugelis darbų buvo pateikiami ūkiškai skaitinių darbų su įmonėmis ir gamyklomis ataskaitose. Kai kurie paskelbti moksliniuose straipsniuose [36]–[57]. Dalį darbų apžvelkime.

Gana bendru atveju buvo nagrinėjamas nuostolių funkcijų ir apribojimų, prie kurių jos turi būti minimizuojamos parenkant optimalius kontrolės sistemų parametrus, pavidalas [37, 44]. Parodyta, kad šios funkcijos ir apribojimai gali iš esmės skirtis nuo tų, kurie nagrinėjami klasikinėje matematinėje statistikoje. Esant tam tikroms sąlygoms gaunama sprendinio struktūra. Bendri rezultatai iliustruojami konkrečiais pavyzdžiais. Pavyzdžiui, tuo atveju, kai kontrolės planas grindžiamas parametrų vektorius stebėjimų rezultatais, minimizuojami nuostoliai vienam į kontrolę siunčiamam gaminiui ir geram gaminiui, siunčiamam pas naudotoją, su atitinkamai apribojimais produkcijos defektyvumo lygiui arba daliai defektingų gaminių tarp gaminių, siunčiamų pas naudotoją. Nagrinėtas ir bendresnės situacijos atvejis, kai gaminiai skirstomi į tris grupes: gerus, su pataisomais defektais ir su nepataisomais defektais.

Pasiūlytas matavimų tikslumo statistinis reguliavimo metodas tam atveju, kai nėra matuojamų dydžių ir matavimo stendų etalonų. Parodytas šio metodo efektyvumas gaminant televizorių kanalų selektorius [37, 43].

Bendradarbiaujant su genetikais gauti ląstelių mitotinio ciklo stadijų vidutinių trukmių įvertiniai. Parodytas šio metodo pranašumas, lyginant su anksčiau literatūroje aprašytais grafniais metodais [42].

Praktikoje dažnai susiduriama su situacija, kai įvairių grupių objektai generuojami to paties technologinio proceso metu, o jų nuokrypis nuo nominalo įvyksta dėl atsitiktinių faktorių. Be to, matavimo aparatūra parametrų reikšmes dažnai matuoja su paklaida. J. Kruopio darbuose [37, 39] gaminių klasifikavimo procedūrą tokiose situacijose siūloma atlikti tokiu būdu: gaminio parametrų vektorius  $X$  skirstinys mo-

deliuojamas  $k$ -mačiu normaliuoju,  $X \sim N_k(\mu, \Sigma)$ , o matavimų vektoriaus  $Y = X + T$  taip pat  $k$ -mačiu normaliuoju; čia  $T \sim N_k(0, \Theta)$ , atsitiktinio vektoriaus  $T$  koordinatės nekoreliuoja tarpusavyje bei su atsitiktinio vektoriaus  $X$  koordinatėmis. Atsitiktinio vektoriaus  $Y$  tikimybiniai tankiai žinant  $X \in G$  arba  $X \notin G$  turi gana sudėtingas išraiškas ir priklauso nuo parametrų  $\mu$ ,  $\Sigma$ ,  $\Theta$ ; čia  $G$  yra  $X$  reikšmių, su kuriomis gaminys tinkamas eksploatacijai, sritis (dažniausiai  $k$ -matis intervalas). Turint matavimus  $Y_1, \dots, Y_n, \dots$  palaipsniui tikslinami parametrų  $\mu$  ir  $\Sigma$  įvertiniai. Tikslinant  $\Theta$  įvertinius tik retkarčiais reikia atlikti pakartotinus kai kurių gaminių matavimus. Naudojant gautus įvertinius palaipsniui tikslinama ir klasifikavimo taisyklė.

Nagrinėtas televizorių kanalų selektorių kontrolės sistemų optimizavimas [38]. Kau-no radijo gamykloje buvo naudojamos dvi selektorių kontrolės sistemos. Pirmą, po derinimo selektoriai partijomis siunčiami į atrankinę kontrolę ir ją praėjusios partijos siunčiamos naudotojui. Partijos, nepraėjusios atrankinės kontrolės, siunčiamos į ištisinę kontrolę ir selektoriai, praėję šią kontrolę, taip pat siunčiami naudotojui. Tokia kontrolė buvo atliekama tais atvejais, kai derintojas turėdavo asmens žymeklį. Antra, jei derintojas neturėdavo asmens žymeklio, tai kontrolės procedūra buvo šiek tiek sudėtingesnė. Po derinimo selektoriai buvo siunčiami į ištisinę kontrolę ir tik tie gaminiai, kurie praeidavo šią kontrolę, toliau būdavo kontroliuojami naudojant pirmąjį kontrolės metodą. Atsižvelgiant į kontrolės ir naudotojų reklamacijų kainas buvo sukonstruotos vidutinių nuostolių funkcijos bei rastos atrankinės kontrolės parametrų reikšmės, kurios minimizuoja šias funkcijas. Norint nustatyti, kuri kontrolės sistema ekonomiškai racionali, buvo fiksuojami įvairūs defektingumo lygmenys ir lyginami minimalūs nuostoliai, atitinkantys skirtingas kontrolės sistemas.

Daugiakanalių radioelektronikos gaminių parametrai kontroliuojamuose diapazono taškuose modeliuojami priklausomais atsitiktiniais dydžiais. Jų reikšmės matuojamos su paklaida, priklausančia nuo matavimo prietaisų savybių, be to, sąveikauja su atitinkamais gaminiais [37]. Buvo sudaryti matematiniai modeliai ir atliekant statistinę analizę pritaikyti dvifaktoriškos dispersinės analizės su dviem atsitiktiniais faktoriais bei trifaktoriškos dispersinės analizės metodai.

Nors J. Kruopio veikloje vyrauja statistikos taikymų darbai, tuo periodu pasitaiko ir teorinių matematinės statistikos darbų. Pavyzdžiui, nagrinėta optimalaus sprendimo priėmimo problema parenkant skirstinį iš kelių galimų alternatyvių skirstinių [50].

Ketvirtame mokslinės veiklos etape, atnaujinto bendradarbiavimo su akcine bendrove „Ekranas“ metu, gauti rezultatai paskelbti moksliniuose straipsniuose [16]–[20].

Išnagrinėtas imties dydžio, reikalingo pagrįstiems sprendimams priimti, padidėjimas, kai vietoj kiekybinių parametrų matavimų naudojamos alternatyvių požymių reikšmės. Matavimų informatyvumui padidinti rekomenduojama dirbtinai nustatyti sugriežtintas kontrolines ribas. Rekomendacija pritaikyta sprendžiant gaminių atrankinės išleidžiamosios kontrolės uždavinį Panevėžio „Ekranas“ gamykloje [16].

Nagrinėta gaminių klasifikavimo problema naudojantis gamybos metu sukaupia informacija – technologinių režimų charakteristikomis ir gaminių parametrų matavimų duomenimis [17], gautais kontrolių metu, taip pat informacija, gauta iš naudotojo. Lyginant duomenų masyvus, gautus reklamuotiems ir nereklamuotiems gaminiais, suformuluojama klasifikavimo taisyklė ir aptariamas jos tikslumas. Šis metodas pritaikytas spalvotiesiems kineskopams klasifikuoti Panevėžio „Ekranas“ gamykloje. Metodika pritaikoma ir kitiems gaminiais, jeigu tik funkcionuoja duomenų apie kiekvieną gaminių kaupimo ir saugojimo sistema.

Esminė klasikinių klasifikatorių savybė yra ta, kad kiekvienam naujam įvestam stebiniui pateikiama prognozė. Tokie klasifikatoriai turi trūkumų. Nors dažniausiai juos naudojant gaunama tiksli prognozė, galimi atvejai, kai taip neįvyksta. Pavyzdžiui, galimos stebinių erdvės sritys, kuriose modelis sunkiai atskiria skirtingas klases arba testuojami duomenys labai nepanašūs į mokymo duomenis. Kai kuriuose taikymuose, tokiuose kaip medicininė diagnostika, inžinerija ar kokybės kontrolė klaidingos prognozės gali turėti rimtų pasekmių. Siekiant to išvengti, J. Kruopis pasiūlė klasifikavimo metodus su atmetimo galimybe [3]. Naudojant tokius metodus kiekvienam stebiniui pateikiamas prognozės patikimumas ir prognozė atliekama tik tai tada, kai ji pakankamai patikima, priešingu atveju nuo prognozės susilaikoma.

Panevėžio „Ekran“ gamyklos reklamacijų skyrius buvo nustatęs, kad kineskopų reklamacijų aibėje yra žymiai daugiau tokių, kurie buvo pripažinti blogais gamybos metu ir juos teko remontuoti arba pakartotinai atlikti dalį technologinių operacijų [18]. Ši apriorinė informacija įgalino gamybos metu išskirti remontuotus kineskopus į atskirą srautą, pritaikant jam sugriežtintą išleidžiamosios kontrolės variantą. Tokiu atveju gamykloje išaiškinama didesnė dalis blogų gaminių, nei taikant vienodą kontrolės variantą visam jungtiniam srautui ir tokiu būdu reklamacijų procentas sumažėja.

Yra keletas J. Kruopio darbų, susijusių su statistinių metodų taikymu patikimumo teorijoje ir išgyvenamumo analizėje. Daugelyje praktinių situacijų gedimų intensyvumas priklauso ne tik nuo gaminių amžiaus, bet ir nuo kalendorinio laiko (datos) [15]. Pavyzdžiui, skirtingais kalendoriniais laiko momentais produktų atsarginės dalys, technologiniai procesai, eksploataavimo sąlygos gali būti skirtingi. Individų mirtingumas taip pat gali priklausyti ne tik nuo jų amžiaus, bet ir nuo kalendorinio laiko (kai vyksta gripo epidemijos protrūkiai, padaugėja nelaimingų atsitikimų ir t.t.), į tai svarbu atsižvelgti draudimo kompanijoms. Pasiūlyta gedimų (mirčių) intensyvumo vertinimo procedūra tokiose situacijose, kai statistiniai duomenys sugrupuoti atsižvelgiant į gaminių amžiaus ir kalendorinio laiko intervalus. Vertinimui atlikti pasiūlytas matematinis modelis bei to modelio parametrų įvertiniai. Šiam modeliui sukonstruotas suderinamumo kriterijus.

5-ajame akademinės veiklos etape profesorius J. Kruopis su bendraautoriais išleido tris monografijas [1]–[3]: „Mechatronikos gaminių kokybė. Atrankinė kontrolė“, „Nonparametric tests for complete data“ ir „Nonparametric tests for censored data“.

## 2.2 Indėlis į tikimybių teoriją

Nors J. Kruopis save visada laikė visų pirma statistiku, jis pasiekė svarių rezultatų ir tikimybių teorijoje [14], [21]–[34].

1986 m. J. Kruopis įvedė centruotos Puasono aproksimacijos sąvoką ir gavo pirmuosius įverčių tikslumo rezultatus [30]. Klasikinėje tikimybių teorijoje buvo nusistovėjęs požiūris, kad Puasono atsitiktinis dydis  $\pi_\lambda$  turi tik vieną parametą  $\lambda$ , todėl naudojamas aproksimacijai geriausiu atveju gali užtikrinti tik vidurkių sutapimą. Tuo Puasono dėsnis aiškiai skyrėsi nuo normaliosios aproksimacijos, turinčios du parametrus. J. Kruopis pirmasis pasiūlė naudoti dviparametrinę Puasono aproksimaciją  $a + \pi_\lambda$ , pridėdamas postūmio parametą  $a$ . Postūmio parametras buvo plačiai taikomas tikimybių teorijoje ir iki tol, tačiau praktiškai visada tik tam, kad atsitiktinių dydžių vidurkiai būtų lygūs nuliui (centravimas), o J. Kruopis pasiūlė parinkti  $a$  ir  $\lambda$  taip, kad sutaptų aproksimuojamojo dėsnio ir aproksimacijos vidurkiai

ir beveik sutaptų (reikėjo išlaikyti gardelinę Puasono dydžio struktūrą) dispersijos. Rezultatas – aproksimacija, tikslumu galinti konkuruoti su normaliąja aproksimacija. Antrojo parametro naudą geriausiai iliustruotų toks pavyzdys: aproksimuojant binominį skirstinį su parametrais  $n$  ir  $0,5$ , klasikinės Puasono aproksimacijos tikslumas yra  $0,5$  (trivialus); o centruotos Puasono aproksimacijos tikslumas yra  $Cn^{-1/2}$ , t.y. pakankamai greitai auga, didėjant  $n$ . Šiuo metu naudoti centruotą Puasono aproksimaciją (anglų k. naudojami terminai – *shifted Poisson*, *translated Poisson approximation*) yra įprastinė praktika tikimybių teorijos ribinėse teoremosė.

Daugiaparametrių diskrečių aproksimacijų paieška J. Kruopį atvedė prie idėjos naudoti Puasono „dydžius“  $\pi_\lambda$  su neigiamais  $\lambda < 0$  (taigi ir kai kuriomis neigiamomis „tikimybėmis“) [31, 32]. Pati tokių apibendrintų Puasono dydžių idėja buvo suformuluota dar XX a. 7-ajame dešimtmetyje ir „įgavo antrą kvėpavimą“ 1983–1986 m., kai E. Presmanas ją panaudojo sąryšyje su pirmąja Kolmogorovo teorema binominiam dėsnui, o P. Kornya ir C. Hipp – aktuariniuose modeliuose. J. Kruopio nuopelnas – išvystyta tokių aproksimacijų teorija, išsprendusi parametru parinkimo problemą. Jis pirmasis pritaikė tokio tipo (vadinamąsias ženklą keičiančias Puasono, angl. *Signed compound Poisson*) aproksimacijas sveikaskaičiams atsitiktiniams dydžiams, galintiems įgyti ir teigiamas, ir neigiamas reikšmes. Tam buvo apibrėžti teigiami ir neigiami faktorialiniai momentai, kurie iki tol buvo apibrėžiami tik neneigiamiems sveikaskaičiams dydžiams.

Vėlesniuose tyrimuose J. Kruopis dalį savo rezultatų performulavo daugiamačiams atsitiktiniams vektoriams [14, 21].

### 2.3 Pedagoginė veikla

Dirbdamas universitete J. Kruopis vadovavo gausybei diplominių (vėliau – bakalaurnių bei magistrinių) studentų darbų. Kai kurie darbai, kuriems vadovavo [63]: „Kinetskopo uždarančios įtampos priklausomybė nuo optikos parametru“ (D. Dudavičiūtė, 1975 m.), „Kai kurie objektų klasifikavimo uždaviniai“ (V. Labunskas, 1976 m.), „Gedimo intensyvumo funkcijų patikimumo teorijoje įvertiniai“ (A. Bieliauskas, 1977 m.), „Tolerancinės ribos. Apytikslės tolerancinės ribos, naudojantis dispersinės analizės įvertinimais“ (E. Laučkaitė, 1977 m.), „Produkcijos išleidžiamos kontrolės parinkimas“ (K. Naujokaitis, 1978 m.), „Ląstelių mitotinio ciklo fazijų vidutinių trukmių įvertinimai“ (A. Trikonaitė, 1979 m.), „Efektyvaus kontrolės plano parinkimas specialiai technologinei schemai“ (V. Račius, 1980 m.), „Ištisinės gaminių kontrolės charakteristikų įvertinimai“ (A. Gaidulienė, 1981 m.), „Efektyvaus atrankinės kontrolės plano sudarymas buitinės radijo aparatūros kokybės gerinimui“ (V. Monkus, 1981 m.), „Atrankinės kontrolės sistemų optimizavimas“ (N. Rusenko, 1982 m.), „Matavimo prietaisų metrologinės kontrolės optimizavimas“ (D. Gaižiūnaitė, 1983 m.), „Empirinės sumos iš baigtinės generalinės visumos pasiskirstymo aproksimavimas“ (S. Jakelaitis, 1984 m.), „Atlenkimo sistemų parametru sąryšio analizė“ (V. Minkevičius, 1985 m.), „ $\mu$  statistikos skirstinio aproksimavimas klasikinėje atsitiktinio išdėstymo schemoje“ (J. Kurilovas, 1986 m.), „Spalvinių televizorių gamybos technologinio proceso analizė“ (J. Balsytė, 1988 m.), „Tolygaus dėsnio aproksimacijos tikslumo analizė“ (D. Šileikienė, 1991 m.), „Cilindrinų grąžtų gamybos automatizuota informacinė sistema“ (G. Gavrilenko, 1992 m.), „Binominio skirstinio aproksimacija pastumtu Puasono skirstiniu“ (A. Čeponkutė, 1999 m.), „AB „Dvarčionių keramika“ glazūruotų

sienu apdailos plytelių gamybos proceso analizė“ (A. Soročkienė, 2002 m.), „Atran-kinės kontrolės optimizavimas. Tolydūs asimetriški parametrai“ (N. Avgustinovič, 2002 m.), „Kineskopų klasifikavimas taikant matematinės statistikos metodus“ (L. Gilytė, 2005 m.), „Endotelio funkcijos palyginamoji analizė“ (A. Geležinytė, 2006 m.), „Organinių junginių aktyvumo priklausomybės nuo jų struktūros analizė“ (E. Rėbždaitė, 2008 m.), „Modifikuotas chi kvadrato suderinamumo kriterijus“ (E. Bernackaitė, 2009 m.), „Daugiamatės statistikos kriterijų tikslumo analizė“ (R. Galginaitė, 2009 m.).

Profesoriaus vadovaujami technikos mokslų daktaro disertacijas apgynė: Vidmantas Adomėnas („Televizijos imtuvų kanalų selektorių patikimumo kontrolės plano parinkimo metodikos sukūrimas“, 1979 m.), Rimantas Kalnius („Gaminių optimalių priėmimo sričių sudarymas, kontroliuojant buitinę radijo aparatūrą“, 1979 m.), Petras Nemanis („Televizinių imtuvų kanalų selektorių technologinių matavimų optimalios struktūros tyrimas“, 1979 m.), Algirdas Kepežinskas („Buitinės televizijos aparatūros parametru kontrolės informacinės matavimo sistemos“, 1985 m.).

Matematikos mokslų daktaro disertacijas apgynė Vanda Bikelienė („Imčių iš baigtinės visumos sumų pasiskirstymų asimptotiniai skleidimai“, 1981 m.), Natalja Kosareva („Statistikų pasiskirstymų dalelių kompleksų išdėstymo vienodomis tikimybėmis schemeje asimptotinė analizė“, 1986 m.).

J. Kruopis parašė pirmąjį matematinės statistikos vadovėlį Lietuvoje [13] bei išplėstus jo variantus [9]–[12].

Paskutiniaisiais savo darbo universitete metais su V. Bagdonavičiumi parašė išsamų keturių dalių „Matematinės statistikos“ vadovėlį [5]–[8], o kartu su V. Bagdonavičiumi ir R. Levulienė – elektroninę knygą „Matematinės statistikos uždavinynas su sprendimais“ [4].

Vienas pagrindinių J. Kruopio, kaip katedros vedėjo bruožų buvo didelis pasitikėjimas jaunais katedros darbuotojais. Kitų katedrų įprastinė praktika, kai paskaitas dėsto vyresnieji labiau patyrę dėstytojai, o pradedantieji asistentai tik veda pratybas jo nebuvo palaikoma. J. Kruopis visada siekė, kad nuo pirmųjų darbo katedroje dienų visi dėstytojai turėtų bent po vieną visą paskaitų-pratybų-egzaminų kursą.

Aistrą matematikai ir jos taikymams J. Kruopis įskiepijo ne tik studentams, bet ir savo vaikams, kurie abu baigė studijas Vilniaus universiteto Matematikos ir informatikos fakultete. Julius buvo guvas, konstruktyvaus mąstymo, santūrus, taktiškas ir kuklus žmogus. Jį mėgo ir studentai, ir kolegos.

## Padėka

Autoriai nuoširdžiai dėkoja Henriko Jasiūno vardo Lietuvos matematikų muziejaus darbuotojai Rimai Stančikienei ir Lietuvos istorijos instituto doktorantui Laurynui Kudijanovui, padėjusiems renkant medžiagą straipsniui, bei recenzentams už vertingas pastabas.

## Literatūra

### Monografijos

- [1] V. Bagdonavičius, J. Kruopis, and M. Nikulin. *Non-parametric Tests for Complete Data*. ISTE/Wiley, London, New York, 2011.

- [2] V. Bagdonavičius, J. Kruopis, and M. Nikulin. *Non-parametric Tests for Censored Data*. ISTE/Wiley, London, New York, 2011.
- [3] J. Kruopis, A. Vaišvila ir R. Kalnius. *Mechatronikos gaminių kokybė. Atrankinė kontrolė*. Vilniaus universiteto leidykla, Vilnius, 2005.

### Studijų vadovėliai ir mokomosios knygos

- [4] V. Bagdonavičius, J. Kruopis, R. Levulienė. *Matematinės statistikos uždavinynas su sprendimais*. Vilniaus universiteto leidykla, Vilnius, 2019, 286 p.
- [5] V. Bagdonavičius, J. Kruopis. *Matematinė statistika. Pirma dalis. Parametrinė statistika*. Vilniaus universitetas, Vilnius, 2015, 293 p.
- [6] V. Bagdonavičius, J. Kruopis. *Matematinė statistika. Antra dalis. Tiesiniai modeliai*. Vilniaus universitetas, Vilnius, 2015, 237 p.
- [7] V. Bagdonavičius, J. Kruopis. *Matematinė statistika. Trečia dalis. Neparimetrinė statistika*. Vilniaus universitetas, Vilnius, 2015, 209 p.
- [8] V. Bagdonavičius, J. Kruopis. *Matematinė statistika. Ketvirta dalis. Daugiamatė statistika*. Vilniaus universitetas, Vilnius, 2015, 230 p.
- [9] V. Bagdonavičius, J. Kruopis. *Matematinė statistika, I dalis*. TEV, Vilnius, 2007.
- [10] J. Kruopis. *Matematinė statistika*. Mokslo ir enciklopedijų leidykla, Vilnius, 1993.
- [11] J. Kruopis. *Matematinė statistika*. Mokslo, Vilnius, 1977.
- [12] J. Kruopis. *Matematinės statistikos pagrindai*. Vilnius, VU rotaprintas, 1976.
- [13] J. Kruopis. *Matematinės statistikos pagrindai*. Leidykla „Pergalė“, Vilnius, 1971.

### Moksliniai straipsniai ir konferencijų medžiaga

- [14] J. Kruopis, V. Čekanavičius. Compound Poisson approximations for symmetric vectors. *J. Multivariate Anal.*, **123**:30–42, 2014.
- [15] J. Kruopis, R. Levulienė. Reliability estimation when failure intensity depends on calendar time. *Elektronika ir elektrotechnika / Electronics and Electrical Engineering*, **5**:35–38, 2009.
- [16] J. Kruopis, A. Vaišvila. Kontrolė sugriežtinant kontrolines ribas. *Electronics and electrotechnics*, **1**(57):62–66, 2005.
- [17] J. Kruopis, A. Vaišvila, R. Levulienė, S. Grobovas. Kineskopų klasifikavimas taikant matematinės statistikos metodus. *Elektronika ir elektrotechnika*, **5**(61):43–47, 2005.
- [18] J. Kruopis, A. Vaišvila. Atrankinė kontrolė skaidant gaminius į du srautus. *Elektronika ir elektrotechnika*, **7**(56):49–54, 2004.
- [19] J. Kruopis, R. Levulienė. Išleidžiamosios atrankinės kontrolės sistemų efektyvumo tyrimai. *VU Matematikos ir informatikos fakulteto preprintai*, 2004–11, 42 p.
- [20] J. Kruopis, A. Vaišvila. Kontrolės sistemų efektyvumas. *Lietuviškas spalvinis kineskopas: plačiaekranų kineskopų perspektyvos. 13-tos AB „Ekranas“ mokslinės-techninės konferencijos darbai*, Panevėžys, 2003, pp. 47–55.
- [21] J. Kruopis. Apibendrinto polinominio skirstinio aproksimavimas puasoninio tipo matų sąsūkomis. *VU Matematikos ir informatikos fakulteto preprintai*, 2003–7, 46 p.
- [22] V. Čekanavičius, J. Kruopis. Signed Poisson approximation: a possible alternative to normal and Poisson laws. *Bernoulli*, **6**(4):591–606, 2000.



- [23] V. Čekanavičius, J. Kruopis. On compound Poisson approximations. *Proceedings of Lithuanian Mathematical Society*, 1998, pp. 508–513.
- [24] J. Kruopis, E. Meidus. Puasono, binominio ir hipergeometrinio skirstinių aproksimacijos. *5-osios Vilniaus tarptautinės tikimybių teorijos ir matematinės statistikos konferencijos tezės*, Vilnius, MKI, 1989.
- [25] J. Kruopis. Tikimybių teorijos ribinių teoremų tikslumo analizė. *30-osios LMD konferencijos tezės*, Vilnius, MKI, 1989.
- [26] J. Kruopis. Vienos statistikos skirstinio aproksimacija apibendrintoje atsitiktinio išdėstymo schemeje. *28-osios LMD konferencijos tezės*, Vilnius, VU, 1987.
- [27] J. Kruopis. Apibendrintojo binominio skirstinio aproksimavimo tikslumo analizė. *28-osios LMD konferencijos tezės*, Vilnius, VU, 1987.
- [28] A. Bikelis, J. Kruopis. Atsitiktinių vektorių sumų skirstinių aproksimavimas apibendrintų puasononių matų sąsūkomis. *27-osios LMD konferencijos tezės*, Vilnius, VU, 1986.
- [29] J. Kruopis. Gardelinių atsitiktinių dydžių sumų skirstinių lokalinė teorema. *27-osios LMD konferencijos tezės*, Vilnius, VU, 1986.
- [30] J. Kruopis. Precision of approximations of the generalized Binomial distribution by convolutions of Poisson measures. *Lietuvos matematikos rinkinys*, **26**(1):53–69 (rusų kalba). Transl.: *Lithuanian Mathematical Journal*, **26**(1):37–49, 1986.
- [31] J. Kruopis. Approximations for distributions of sums of lattice random variables I. *Lietuvos matematikos rinkinys*, **26**(3):455–467 (rusų kalba). Transl.: *Lithuanian Mathematical Journal*, **26**(3):234–244, 1986.
- [32] J. Kruopis. Approximations for distributions of sums of lattice random variables II. *Lietuvos matematikos rinkinys*, **26**(4): 692–704, (rusų kalba). Transl.: *Lithuanian Mathematical Journal*, **26**(4): 330–339, 1986.
- [33] J. Kruopis. Empirinės sumos, atrenkant iš baigtinės generalinės visumos Baros schemeje, skirstinio aproksimavimas. *25-osios LMD konferencijos tezės*, Vilnius, VU, 1984.
- [34] J. Kruopis. Gardelinių atsitiktinių dydžių sumų aproksimavimas puasononių matų sąsūkomis. *25-osios LMD konferencijos tezės*, Vilnius, VU, 1984.
- [35] J. Kruopis. Apie charakteristinių funkcijų įverčius. *Respublikinės konferencijos „Matematinė metodų taikymas respublikos liaudies ūkyje“ medžiaga*. Leidykla „Pergalė“, Vilnius, 1984, pp. 125–131.
- [36] R. Kalnius, A. Kepežinskas, J. Kruopis. Buitinės televizinės aparatūros parametru racionalaus kontrolės plano parinkimas. *Respublikinės konferencijos „Matematinė metodų taikymas respublikos liaudies ūkyje“ medžiaga*. Leidykla „Pergalė“, Vilnius, 1984.
- [37] J. Kruopis. Techninės kontrolės sistemų optimizavimas. *Moskovskij politechničeskij muzej* (rusų kalba). „Znanije“, Maskva, 1983.
- [38] R. Barcevičius, R. Kalnius, J. Kruopis. Televizorių kanalų selektorių ekonomiškai pagrįsto priimamosios kontrolės plano parinkimas. *MKI seminaro „Tikimybių teorijos ir matematinės statistikos taikymai“ medžiaga*. Leidykla „Pergalė“, Vilnius, 1983, pp. 113–116.
- [39] J. Kruopis. Gaminių klasifikavimo uždavinys. *3-iosios Vilniaus tarptautinės tikimybių teorijos ir matematinės statistikos konferencijos pranešimų tezės*, Vilnius, 1981, pp. 252–253.
- [40] J. Averka, J. Kruopis, R. Lekevičius. Mitotinio ciklo stadijų trukmės įvertiniai asinchroninėse ląstelių populiacijose *3-iosios Vilniaus tarptautinės tikimybių teorijos ir matematinės statistikos konferencijos pranešimų tezės*, Vilnius, 1981.

- [41] J. Kruopis. Kontrolės sistemų optimizavimas. *Patikimumas ir kokybės kontrolė* (rusų kalba), **11**, 1981.
- [42] J. Kruopis, R. Lekevičius. Mitotinio ciklo parametrų įvertiniai asinchroninėse ląstelių populiacijose. *Respublikinės konferencijos „Tikimybių teorijos ir matematinės statistikos taikymai“ medžiaga*. Vilnius, Leidykla „Pergalė“, 1981, pp. 142–155.
- [43] J. Kruopis, P. Nemanis. Technologinių matavimų tikslumo kontrolės statistinis metodas. *Respublikinės konferencijos „Tikimybių teorijos ir matematinės statistikos taikymai“ medžiaga*. Leidykla „Pergalė“, Vilnius, 1981, pp. 76–88.
- [44] J. Kruopis. Kokybės kontrolės sistemų tikslo funkcijų minimizavimas. *Respublikinės konferencijos „Tikimybių teorijos ir matematinės statistikos taikymai“ medžiaga*. Leidykla „Pergalė“, Vilnius, 1981, pp. 12–27.
- [45] P. Vaitkus, J. Kruopis. Kontrolės sistemų optimizavimo matematiniai metodai. *Respublikinės konferencijos „Tikimybių teorijos ir matematinės statistikos taikymai“ medžiaga*. Leidykla „Pergalė“, Vilnius, 1981, pp. 5–11.
- [46] R. Purtulis, J. Kruopis, L. Jakučionis, K. Pocius. Produkcijos kokybės lygio planavimas. *MKI seminaro „Tikimybių teorijos ir matematinės statistikos taikymai“ medžiaga*. Leidykla „Pergalė“, Vilnius, 1981.
- [47] J. Kruopis, P. Nemanis. Matavimo prietaisų klasifikavimo uždavinys. *Lietuvos matematikos rinkinys*, **18(2)**:206, 1978.
- [48] R. Kalnius, J. Kruopis. Leistinių ribų nustatymo tikimybiniai uždaviniai. *Lietuvos matematikos rinkinys*, **18(2)**:203–204, 1978.
- [49] V. Adomėnas, J. Kruopis. Patikimumo rodiklių statistiniai įvertiniai. *Lietuvos matematikos rinkinys*, **18(2)**:203, 1978.
- [50] J. Kruopis. Apie daugelio paprastųjų hipotezių tikrinimą. *2-osios Vilniaus tarptautinės tikimybių teorijos ir matematinės statistikos konferencijos pranešimų tezės*, Vilnius, 1977, pp. 207–209.
- [51] R. Barcevičius, J. Kruopis. Apie gaminių srautų intensyvumo parinkimą. *Lietuvos matematikos rinkinys*, **17(3)**:173, 1977.
- [52] J. Kruopis. Dėl gaminių klasifikavimo į dvi grupes uždavinio. *Lietuvos matematikos rinkinys*, **17(3)**:174–175, 1977.
- [53] A. Kepežinskas, J. Kruopis, P. Nemanis. Kontrolinių grafikų parinkimo uždavinys. *Lietuvos matematikos rinkinys*, **17(3)**:175, 1977.
- [54] A. Bikelis, J. Kruopis, R. Barcevičius, R. Kalnius, P. Nemanis. Kontrolės sistemų optimizavimo klausimu. *Lietuvos matematikos rinkinys*, **17(3)**:170–171, 1977.
- [55] R. Kalnius, J. Kruopis, R. Barcevičius. Išleidžiamosios kontrolės optimizavimo klausimu. *Lietuvos matematikos rinkinys*, **17(3)**:171–173, 1977.
- [56] R. Kalnius, J. Kruopis, R. Barcevičius, A. Kepežinskas. Diapazoninės radijoelektroninės aparatūros išėjimo parametrų matavimų statistinis modelis. *Patikimumas ir kokybės kontrolė* (rusų kalba), **11**, 1977.
- [57] R. Kalnius, J. Kruopis, P. Nemanis, V. Adomėnas. Aukštų dažnių radijoelektroninės aparatūros išėjimo parametrų empirinių duomenų statistinės analizės ypatumai. *Patikimumas ir kokybės kontrolė* (rusų kalba), **6**, 1977.
- [58] J. Kruopis. *Markovo procesų parametrų įvertiniai* (kandidatinė disertacija). Maskvos Steklovo matematikos institutas, 1969.
- [59] L. N. Bolševas, J. Kruopis. Epideminių procesų modeliavimo klausimu. *Lietuvos matematikos rinkinys*, **12(2)**:243–253, 1969.

- [60] J. Kruopis. Perėjimo intensyvumų įvertiniai esant migracijai. *Tikimybių teorija ir jos taikymai*, **14**(2):226–235, 1969.
- [61] D. K. Lvovas, L. N. Bolševs, A. P. Rudikas, L. G. Goldfarbas, J. Kruopis. Užsikrėtimo erkinio encefalitu intensyvumo vertinimo patirtis. *Medicininė parazitologija ir parazitiniai susirgimai*, **37**(3), 1968.
- [62] J. Kruopis, L. G. Goldfarbas, L. N. Bolševs. Tikimybės susirgti erkinio encefalitu tam tikrame žmogaus amžiaus intervale. *Poliomielito ir virusinių encefalitų instituto (Maskva) XV mokslinės sesijos medžiaga*, **3**:40–41, 1968.

## Šaltiniai

- [63] H. Jasiūnas, V. Paulauskas, V. Verikaitė, I. Šėnavičienė, Z. Žemaitis. *Lietuvos universiteto, Vytauto Didžiojo universiteto, Vilniaus universiteto fizikos, matematikos, mechanikos, informatikos ir statistikos absolventai, 1922–2009*. Vilniaus universiteto leidykla, 2010.

## Literatūra

### SUMMARY

#### Julius Kruopis – the pioneer of applied statistics in Lithuania

*V. Bagdonavičius, V. Čėkanavičius, R. Levulienė, P. Vaitkus*

Julius Kruopis was born on 21 February 1941 in Utena district. In 1963 he graduated from Vilnius University, Faculty of Physics and Mathematics. In 1964–1966, he worked as a trainee lecturer at the Department of Probability Theory and Number Theory of the Faculty of Mathematics of Vilnius University. In 1966–1969, he studied at the post-graduate course of the Steklov Institute of Mathematics of the USSR (his supervisor was the famous Russian mathematician Professor Login Bolshev) and defended the thesis of a candidate of mathematical sciences (the current equivalent of PhD thesis).

After returning to Lithuania after postgraduate studies, J. Kruopis worked as a senior lecturer at the Department of Probability Theory and Number Theory of the Faculty of Mathematics of Vilnius University. In 1971, he was transferred to the newly established Department of Applied Mathematics (from 1972, he worked as an associate professor). In 1991, this department was renamed as the Department of Mathematical Statistics. Since 2013, J. Kruopis has been an affiliated professor of the Department of Mathematical Statistics.

In 1980–1986, J. Kruopis headed the Department of Applied Mathematics. He established and fostered new traditions and aimed for the majority of students' theses to have a clear applied nature. He led such works himself and encouraged other teachers to do the same.

From the very first days of scientific work, the talent of J. Kruopis became evident through mathematical and statistical modeling of real processes.

PhD thesis “Estimation of Markov processes parameters” by J. Kruopis, defended in 1969 in Moscow (supervised by prof. L. Bolshev), has a clear applied character. Statistical modeling of tick-borne encephalitis virus infection and immunity formation processes was performed. Methods of queueing theory and mathematical statistics were used for modeling and statistical estimation of model parameters. A detailed analysis of the obtained results was carried out using real data. In addition, the thesis presents the assessment of the transition probabilities of Markov processes with migration. The findings are used for demographic and reliability data analysis.

After returning to Lithuania, J. Kruopis developed a very wide range of activities in the application of statistical methods in many companies and factories. He consulted engineers of Kaunas radio factory, Panevėžys factory of kinescopes “Ekranas” and joint stock company “AB Lietkabelis”, Vilnius drill, “Venta”, “Vilma”, radio components factories, Šiauliai TV factory, Dniepropetrovsk tire factory “Dnieproshina”, Moscow Aviation Institute, etc. Julius Kruopis grasped the essence of technological processes very quickly. A particularly long and fruitful cooperation was established

with the Kaunas radio plant. Under the leadership of J. Kruopis, a number of factory managers and engineers defended PhD theses.

His works on the application of statistical methods are especially valuable. These applications are mainly related to optimization of control systems, regulation and management of technological processes (acceptance control of materials and details, intermediate control of manufactured details and nodes, outgoing production control, metrological control of measuring devices, product reliability control, etc.).

Although his work is predominated by works on statistical applications, there are also theoretical works on mathematical statistics. For example, the problem of making an optimal decision when choosing a distribution from several possible alternative distributions was examined. There are several works by J. Kruopis related to the application of statistical methods in reliability theory and survival analysis.

Although J. Kruopis always considered himself primarily a statistician, he also achieved important results in probability theory.

In 1986, J. Kruopis introduced shifted Poisson approximation, which, unlike the usual Poisson approximation has two parameters and, therefore, is comparable to normal approximation. Moreover, for integer-valued random variables, the accuracy of shifted Poisson approximation can be measured in total variation metric. In contrast, the accuracy of normal approximation to discrete random variables is measured in weaker uniform metric only.

A large part of J. Kruopis research in Probability Theory is related to so-called Signed Compound Poisson approximations – a topic which was quite new in the early eighties. J. Kruopis introduced so-called left-hand-side and right-hand-side factorial cumulants and practically solved the problem of the choice of parameters for such approximations.

J. Kruopis is the co-author of several monographs: “Quality of mechatronic products. Selective control”, “Nonparametric tests for complete data”, “Nonparametric tests for censored data”.

While working at the university, J. Kruopis supervised a large number of undergraduate, bachelor, and master theses. Under his supervision Vanda Bikelienė (Asymptotic distribution of sums of samples from finite populations, 1981) and Natalja Kosareva (Asymptotic analysis of statistics distributions in the scheme of sets of particles arrangement with equal probabilities, 1986) defended their doctoral theses in mathematics.

J. Kruopis wrote the first textbook on mathematical statistics in Lithuania. In the last years of his work at the university, he wrote a comprehensive four-part textbook “Mathematical Statistics” with V. Bagdonavičius and e-book “Mathematical statistics Problems with Solutions” together with V. Bagdonavičius and R. Levulienė.

One of the main features of J. Kruopis as the head of the department was his great trust in the young lecturers of the department. He did not support the usual practice of other departments where lectures were given by senior and more experienced lecturers, while novice assistants only conducted exercises. J. Kruopis always sought that from the first days of work at the department, all teachers had at least one full course of lectures, exercises, exams.

J. Kruopis instilled his passion for mathematics and its applications not only in students but also in his children, who both graduated from the Faculty of Mathematics and Informatics. He was a person of quick, constructive thinking, always restrained, tactful and modest. Both students and colleagues were fond of him.

*Keywords:* Julius Kruopis; mathematical statistics; statistical applications; quality control; Poisson approximation