

PRATARMĖ

Daugiau kaip keturiasdešimt metų dėstant matematinės sistemos ir taikomosios kibernetikos specialiujų disciplinų ciklą, susidedantį iš matematinės sistemų bei jų modeliavimo ir projektavimo teorijos, operacijų tyrimo, masinio aptarnavimo sistemų teorijos, imčių metodų taikymo, loginių procedūrų formalizavimo bei automatizavimo, skaičiavimo matematikos metodų, grafų teorijos ir tinklinio planavimo metodų taikymo, vadybos pagrindų bei automatizuoto valdymo sistemų (AVS) projektavimo ir to projektavimo automatizavimo kursų, susikaupė gana daug informacijos bei dėstymo patirties. Tai leido ir skatino ryžtis tokiam darbui, kaip vadovėlio ir chrestomatijos lygio mokymosi priemonių parašymas, nes nesinorėjo, kad sukaupta informacija, kuri galėtų pasitarnauti ir kitiems dėstytojams bei jų studentams, nueitų į nebūtį su šių eilučių autorium. Buvo ir kita priežastis, paskatinusi imtis šio darbo: literatūros lietuvių kalba aukščiau išvardintomis temomis labai mažai, o vadovėlių – iš viso nėra. Todėl, rašydamas lietuvių kalba mokymosi priemonių rinkinį, prasidedantį šia mokymosi priemone, jaučiuosi vykdąs ne tik pedagogo, bet ir piliečio pareigą. Norėjusi, kad ji būtų atlikta kaip galima geriau ir pilniau. Norėjusi suspėti išspausdinti ir likusias minėtojo rinkinio mokymosi priemones, o po to, jas išbandžius, pataisius ir papildžius, pertvarkyti į vadovėlius ir chrestomatijas. Todėl būsiu labai dėkingas visiems už kritines pastabas ir kitokią paramą šiame nelengvame darbe. Manychiau, jog būtų tikslinga, kad prie šio darbo prisidėtų ir kiti autoriai: kolektyvinėmis pastangomis darbą įvykdytume ir geriau, ir greičiau.

Šis darbas – tai sistemų, jų analizės ir jų modeliavimo bei projektavimo matematinės teorijos būsimos vadovėlio ir chrestomatijos pirmosios dalies konspektas, šiek tiek papildytas kai kuriais svarbesniais antrosios jo dalies skyriais, kad šiuo konspektu būtų galima naudotis mokymosi procese kaip matematinės sistemos vadovėliu ir chrestomatija, kol bus išspausdinta antroji šio konspekto dalis ir išleistas pilno sistemos kurso vadovėlis bei atitinkamos chrestomatijos.

Ši mokymosi priemonė negali ir neturi tikslo apžvelgti visą, dabar jau gana platų ir margą, mokslų apie sistemas spektrą. Jos tikslai žymiai kuklesni: **a) supažindinti studentus su pagrindinėmis sistemų teorijos sąvokomis ir bendrasisteminiais dėsniais bei principais, išaiškinti jiems teorinius sistemos, sisteminio modeliavimo ir sisteminio projektavimo pagrindus; b) padėti studentams išsiugdyti sisteminę pasaulėžiūrą ir įsigyti pradinį sisteminio mąstymo įgūdžius; c) supažindinti šios mokymosi priemonės skaitytojus su sisteminės analizės metodais ir jų taikymu; d) išdėstyti pagrindinius sisteminį matematinių modelių sudarymo ir panaudojimo bei sisteminio projektavimo metodus ir išmokyti jais naudotis; e) integruoti studentų turimas žinias, jas papildant ir sistematizuojant į darnią, efektyviai veikiančią ir mokslinę sisteminę pasaulėžiūrą atitinkančią sistemą, esančią sisteminio matematinio mąstymo kultūros pagrindu.** Kitaip tariant, šios mokymosi priemonės ir to kurso, kuriam ji skirta, pagrindinis tikslas – padėti kiekvienam, pradedančiam studijuoti sistemotyra, susikurti pakankamai tvirtą trampliną, kuriuo būtų galima ir naudinga pasinaudoti, norint pradėti efektyviai dirbti sistemos srityje, pavyzdžiui, norint užsiimti sisteminės analizės, sisteminio modeliavimo, sisteminio projektavimo, sistemų teorijos ir sisteminės metodologijos taikymu bei vystymu, dirbti sisteminio analitiko ar dženeralisto darbą.

Šis tramplinas bus naudingas ne tik būsimiems sistemyrininkams, sisteminiais analitikams, sistemų modeliotojams ir projektuotojams, bet ir įvairių kitų specialybių studentams bei specialistams, nes sisteminės mokslinės pasaulėžiūros ir sisteminio mąstymo kultūros ugdymas ir turėjimas kiekvienam aukštąjį universitetinį išsilavinimą įsigijančiam bei įsigijusiam žmogui XXI amžiuje tampa ne tik pageidautinumu, bet ir būtinybe. Siekiant palengvinti ir suaktyvinti įvairių sričių specialistų bendradarbiavimą, kurio reikalingumas kuo toliau, tuo labiau stiprės, sistemos pradmenų kursas kaip **universitetinis bendrojo lavinimo kursas**, manau, taps būtinas visoms specialybėms.

Taip pat manau, jog bet kurios specialybės studentams, o ypač tiems, kurie užsiims matematinių metodų taikymu, labai pravars sudėtingų situacijų sisteminės analizės, sudėtingų sistemų modeliavimo bei projektavimo ir matematinio kompiuterinio eksperimentavimo su sudėtingų sistemų modeliais įgūdžiai, nes tokie gebėjimai sparčiai besivystančioje kompiuterizuotoje informacinėje visuomenėje jau tampa, jei dar ne visuotiniai būtini, tai labai pageidautini ir naudingi, lygiai kaip ir gebėjimai naudotis kompiuterine technika bei jos programine įranga.

Todėl šios mokymosi priemonės skaitytojų ratas gali būti gana platus.

Studijuojant matematinės sistemos pradmenų kursą, studentams teks naudotis žiniomis ir pavyzdžiais, paimtais ne tik iš įvairių matematikos sričių (matematinės analizės, analitinės geometrijos, algebros, matematinės logikos, baigtinių automatų teorijos, tikimybių teorijos, matematinės statistikos, masinio aptarnavimo sistemų teorijos, kompleksinio kintamojo funkcijų teorijos, operacinio skaičiavimo, skaičiavimo matematikos, optimizavimo metodų ir kitų kursų), bet ir iš fizikos (mechanikos, hidrodinamikos, termodinamikos, elektrotechnikos, radioelektronikos), chemijos,

kristalografijos, biologijos, ekologijos, ekonomikos, ekonometrikos, socialinių mokslų ir net filosofijos bei lingvistikos ir politologijos.

Tokie „ekskursai“ į įvairias mokslo sritis iššauks tam tikrų sunkumų, tačiau, tikiuosi, bus studentams labai naudingi, nes praplės jų akiratį, leis pajusti ryšius tarp įvairių mokslo sričių, prisiminti tai, kas galbūt buvo pamiršta, papildyti ir, svarbiausia, sistematizuoti savo žinias, sujungiant jas tarpdisciplininiais ryšiais į vieningą sistemą, kurioje kiekvienas elementas turi aiškiai apibrėžtą vietą ir vaidmenį, kartais šiek tiek persidengdamas su kai kuriais kitais elementais ir papildydamas juos. Tikiuosi, jog tai prisidės prie studentų sisteminės mokslinės pasaulėžiūros ir sisteminio mąstymo kultūros formavimosi.

Siekiant, kad studentai pakankamai giliai ir pakankamai plačiai suvoktų naujas, jiems neįprastas bendrasisteminės sąvokas ir bendrasisteminius ryšius tarp jų bei atskirų sistemotyros kurso skyrių, sudarančių mokslo apie įvairių sistemų bendrąsias savybes ir juose veikiančius bendruosius dėsnius sistemą, mokymosi priemonėje po kelis kartus grįžtama prie tų pačių sisteminių sąvokų, kiekvieną kartą šiek tiek papildant jų turinį, pagilinant jų suvokimo lygį, o tuo pačiu – ir permetant vis naujus „informacinius tiltukus“ tarp mokymosi priemonės skyrių, vis tvirčiau sujungiant juos į sistemą. Tam, kad studijuojantys sistemotyros kursą atkreiptų dėmesį į to kurso dalis jungiančius ryšius ir išvengtų tame kurse vienviśą sistemą, tam tikrose mokymosi priemonės teksto vietose pateikiamos specialios nuorodos iš vieno jos skyriaus į kitą. Labai rekomenduočiau tomis nuorodomis pasinaudoti ir pagilinti sistemotyros mokslo sistemiškumo suvokimą. Sugaištas laikas tikrai atsipirks, nes sistemotyros kursas bus suvoktas kaip sistema ir jį aprėpti taps žymiai lengviau.

Studijuojant sistemotyros kursą ir vykdant užduotis, ypač modeliavimo ir matematinių eksperimentų su modeliais užduotis, studentams teks naudotis kompiuterine technika ir jos programine bei informacine įranga, specializuotais programų paketais, automatizuotomis imitacinio modeliavimo sistemomis, o taip pat ir automatizuotomis projektavimo sistemomis. Kartais ir patiems teks sudarinėti programas kompiuteriams. Visa tai irgi iššauks nemažai sunkumų, tačiau tų sunkumų įveikimo metu gauta nauda su kaupu atlygins sugaištą laiką kiekvienam studijuojančiam, kokia jo pagrindinė specialybė bebūtų.

„Matematinės sistemotyros pradmenų“ kurso mokymosi priemonė susideda iš dviejų dalių. Čia pateikiama tik jos pirmoji dalis. Ji parašyta pagal matematinės sistemų teorijos kurso programą [1, 2], atsižvelgiant į AVS sisteminio projektavimo pagrindų bei operacijų tyrimo kursų poreikius, ir atitinka pirmuosius tos programos skyrius. Rengiant spaudai šią dalį, ji buvo papildyta informacija, paskelbta mokslinių straipsnių rinkinyje [3] bei mano paties atliktų tyrimų ir modeliavimo rezultatais. Antroji jos dalis, atitinkanti tolesnius tos programos skyrius, kol kas egzistuoja tik rankraštiniame variante. Išspausdintos tik kai kurios atskiros dalys. Jos pateiktos šių eilučių autoriaus preprintuose, straipsniuose ir knygoje [4, 5, 12, 13, 14, 15, 16, 17].

Pirmoji šios mokymosi priemonės dalis susideda iš „Įvado“, šešiolikos pagrindinių skyrių ir baigiamojo skyriaus. Pakankamai aiškų vaizdą apie tai, kas nagrinėjama šioje dalyje, skaitytojas gali susidaryti paskaitęs šios mokymosi priemonės pradžioje (5÷12 pslp.) pateiktą tos dalies skyrių gana detalų turinį. Todėl čia apie jį nekalbėsiu, palikdamas pirmosios dalies turinio sisteminę apžvalgą jos baigiamajam skyriui, kuriame pateikta kurso sudėtį ir struktūrą vaizduojanti schema.

Antrosios dalies rankraštyje yra dvidešimt septyni skyriai, sugrupuoti į aštuonias grupes. Juose nagrinėjami tipiniai išoriniai sistemų ir jų elementų modeliai, tipiniai vidiniai sistemų modeliai, automatizuotos sisteminio modeliavimo ir eksperimentavimo su sistemų modeliais sistemos, bendrasisteminės pirmojo tipo sistemų savybės, pirmojo tipo sistemų matematinių modelių ir antrojo tipo sistemų sudarymo metodai, sudėtingų sistemų sisteminės analizės metodai, sisteminio projektavimo pagrindai ir tipinės tokio projektavimo metodologijos bei automatizuotos sisteminio projektavimo sistemos, apžvelgiami bendrasisteminiai fundamentiniai ir instrumentiniai sudėtingų sistemų sisteminės analizės, sisteminio modeliavimo bei sisteminio projektavimo principai.

Mokymosi priemonėje (ypač jos antrojoje dalyje) daugiausia dėmesio skiriama sistemų matematinių modelių sudarymui ir tų modelių panaudojimui matematiniuose eksperimentuose, nagrinėjant realių sistemų funkcionavimo ypatumus bei bandant prognozuoti galimus tų sistemų evoliucijos variantus, sistemų reakcijas į išorinius poveikius. Taip pat daug dėmesio skiriama ir įvairių sistemų (ypač – organizacinių) analizei bei projektavimui.

Kad studentui būtų lengviau orientotis, kas skaitomame skyrelyje yra svarbiausia ar nauja, kai kurios svarbios ar naujos sąvokos ir svarbūs teiginiai spausdinami paryškintu šriftu. Įvairūs pavyzdžiai spausdinami smulkesniu šriftu. Smulkesniu šriftu spausdinama ir kai kuri papildoma informacija, išeinanti už programos ribų, tačiau padedanti pagrindinio teksto gilesniam supratimui ir galinti bent dalinai kompensuoti sistemotyros chrestomatiją nebuvimą. Kiekvieno skyriaus pabaigoje pateikiami: 1) to skyriaus santrauka, 2) tame skyriuje paminėtų svarbesniųjų išsiaiškintųjų bei

įsidėmėtinų sąvokų sąrašas, 3) užduotys, kurių atlikimas leistų skaitytojui pasitikrinti ir pasigilinti įgytas žinias ir padėtų reikalingų įgūdžių įsigijimui bei įtvirtinimui.

Mokymosi priemonėje, ypač pirmojoje jos dalyje, ypatingas dėmesys skiriamas studentų tezauro turtinimui, jo kokybės gerinimui. Juk be reikalingų sąvokų neįmanomas produktyvus loginis mąstymas, tuo labiau – sisteminis mąstymas. O jei kai kurios sąvokos suprantamos ne visai teisingai ar nepakankamai giliai, tai ir mąstymas negali būti teisingas ir gilus. Žymus vokiečių kilmės JAV filosofas ir logikas R. Karnapas (R. Carnap) savo knygoje „Meaning and Necessity“ („Reikšmė ir būtinybė“) rašo: „...Neapibrėžtės ar ne visai tikslios sąvokos, vartojamos buityje ar vartotos ankstesnėse mokslo bei logikos raidos stadijose, patikslinimas arba, dar geriau, jos pakeitimas naujai sukurta tikslesne sąvoka priklauso svarbiausiems loginės analizės ir loginės kūrybos uždaviniams...“ Aš pridėčiau: „Ir sistemų teorijos uždaviniais“.

Atsižvelgiant į sisteminio matematinio modeliavimo (tame tarpe ir imitacinio bei statistinio modeliavimo) ir projektavimo taikymo galimybes bei perspektyvas, mokymosi priemonėje daug dėmesio skiriama ne tik išorinių ir vidinių modelių sudarymo bei to proceso formalizavimo ir automatizavimo klausimams, bet taip pat ir matematinių modelių funkcionavimo trajektorijų apskaičiavimui bei nagrinėjimui, leidžiantiems perkelti realių procesų nagrinėjimą iš „konkretaus pasaulio“ į informacinį „matematinių erdvių pasaulį“ (žiūr. 1 pav. „Įvade“), gauti ten matematinių eksperimentų rezultatus, po to juos interpretuoti (t.y. „išversti“ į „konkretaus pasaulio“ „fizinį“ objektų ir „fizinį“ procesų kalbą) ir panaudoti sudėtingų problemų sprendimui bei tų sprendimų pagrindimui.

Mokymosi priemonėje nagrinėjami ne tik sisteminiai (išoriniai ir vidiniai, deskriptiniai ir normatyviniai, analiziniai ir imitaciniai, tolydūs ir diskretūs, tiesiniai ir netiesiniai, determinuoti, stochastiniai ir nepakankamai apibrėžti „difuziniai“), bet ir optimizaciniai modeliai, atliekama optimalių sprendinių jautrumo ir stabilumo bei galimų katastrofų analizė, kuriai daugelis optimizavimo metodų ir operacijų tyrimo kursų kol kas dar neskiria pakankamo dėmesio.

Matematinės sistemos tyros pradmenų kursas ir ši mokymosi priemonė naudingi dar ir tuo, kad gali padėti sumažinti tą prarają, kuri dabar labai dažnai skiria universitetuose studijuojamas specialias teorijas nuo realaus gyvenimo praktikos, nuo jo poreikių. Neretai atotrūkis tarp dėstomų teorijų ir galėjimo bei mokėjimo jomis praktiškai pasinaudoti yra toks didelis, jog baigusieji universitetus jaunieji specialistai skundžiasi: „Esame apie daug ką girdėję, tačiau realių problemų spręsti nesugebame, net tuo, ką žinome, teisingai pasinaudoti nemokame“.

Egzistuoja objektyvios ir subjektyvios tokio atotrūkio atsiradimo ir egzistavimo priežastys.

Problemos, su kuriomis tenka susidurti gyvenime, labai retai būna tokios, kad jas būtų galima išspręsti remiantis tik kokio nors vieno siaurai specializuoto mokslo žiniomis, nes realus pasaulis ir realus gyvenimas nėra dekomponuoti į atskirus specialius mokslus. Tai, ką priimta priskirti atskiriems mokslams, realiaame gyvenime yra stipriai persipynę ir net susilieję. Todėl specialiųjų disciplinų dėstytojams labai sunku parinkti studentams tokias užduotis, kurios būtų, iš vienos pusės, pakankamai „gyvenimiškos“ ir, iš kitos pusės, išsprendžiamos, pasitelkiant tas (ir tik tas) žinias, kurias studentai išgirdo paskaitų metu bei galėjo surasti skaitomo kurso vadovėliuose. Dėl šios priežasties daugelyje kursų užduotys (net tos, kurias priimta vadinti „praktinėmis“) sudaromos ne taikant dėstomas teorijas gyvenimiškoms situacijoms, o taip „kastruojant“ gyvenimą, kad taptų įmanoma jį „pritaikyti“ prie dėstomų teorijų. Teoriškai tai padaryti, žinoma, įmanoma, tačiau realus gyvenimas nėra tiek mums pavaldus, kad praktinėse situacijose jį būtų lengva „užtempti“ ant teoretikų sukurto „kurpalio“.

Šią atotrūkio tarp specialiųjų teorijų ir praktikos priežastį reikėtų laikyti objektyvia, nes ji neišvengiamai pasireiškia dėstant bet kurį specialų teorinį kursą, nesvarbu, kas ir kaip jį dėstytų.

Tačiau egzistuoja dar ir subjektyvios priežastys, kurios atotrūkį tarp dėstomų teorijų ir praktikos žymiai pagilina ir praplečia.

Nemaža dalis teorinių disciplinų dėstytojų, ypač tie, kurie apsiriboja tik dėstymu bei teorinių straipsnių rašymu ir nedalyvauja realių problemų sprendime, taip „įsijaučia“ į dėstomas teorijas, kad jos jiems pradeda atrodyti realesnės ir svarbesnės už realų gyvenimą. Jiems pradeda atrodyti, kad „tikrasis mokslas“ yra tik jų dėstomas mokslas, specialiųjų teorinių problemų sprendimo mokslas, o praktinių problemų sprendimas – tai kažkas „žemesnio“, kuo užsiima tie nevykėliai, kurie teorinių problemų spręsti nesugeba. Todėl tokie dėstytojai ir nebekvaršina sau galvos klausimu, ar sugebės jų studentai kur nors ir kada nors pasinaudoti jų skaitomomis paskaitomis.

Aš nenorėčiau, kad šiuos mano žodžius skaitytojas suprastų kaip teorijų ir teorinių žinių reikšmės neigimą. **Be gerų teorijų joks mokslas neįmanomas**, nes gera kokio nors sudėtingo reiškinio teorija reiškia to reiškinio supratimą, o jos nebuvimas – to reiškinio nesupratimą. Tačiau **sudėtingų realių problemų sprendimui vien tik abstrakčių siaurų teorijų nepakanka**, nes sudėtingos realios problemos ne visada gali būti išspręstos į tuos idealizuotus griežtus rėmus, kurie buvo (kartais gana voliuntaristiškai) postuluoti, kuriant tas abstrakčias teorijas.

Jokiu būdu neneigdamas abstrakčių teorijų svarbos ir teoretikų darbo reikalingumo, aš norėčiau tik paneigti kai kurių nesistemiškai mąstančių teoretikų įsitikinimą bei jų skleidžiamą mitą, jog realias problemas spręsti lengviau negu abstrakčias teorines problemas. Dažniausiai būna kaip tik atvirkščiai, nes teoretikas pats formuluoja problemą ir jos sprendimo sąlygas, pasirinkdamas pastarąsias savo nuožiūra, o realios problemos sprendimo sąlygos priklauso nuo situacijos, kuri nėra pakankamai pavaldi tą problemą sprendžiantiems ir gali keistis ne tik nepriklausomai nuo jų, bet ir (o tai svarbiausia) net be jų žinios. Todėl sudėtingumo ir neapibrėžtumo lygis, sprendžiant realią problemą, dažniausiai yra žymiai aukštesnis negu sprendžiant abstrakčią teorinę problemą.

Prisimenu, kaip viename pokalbyje akademikas V. M. Gluškovas, kadaise pradėjęs savo mokslinę veiklą kaip grynas teoretikas ir tik vėliau susidūręs su realių sudėtingų problemų sprendimo reikimybe, yra pasakęs: „Kaip mes, teoretikai, sprendžiame realias sudėtingas problemas? Susipažinę su problemos esme, mes gana greit įsitikiname, jog esamomis sąlygomis ir turimomis priemonėmis nesame pajėgūs tą problemą išspręsti. Tada mes tą problemą reformuluojame, išsivedami tam tikrus apribojimus, bei supaprastinimus, šiek tiek pakeisdami sąlygas, kad problema taptų teoriškai išsprendžiama. Jei po tokių pakeitimų pastebime, kad problema tiek supaprastėjo, jog tapo „nedisertabili“ bei teoriškai nepakankamai įdomi, išsivedame savo nuožiūra papildomas sąlygas taip, kad problema būtų ir „disertabili“, ir išsprendžiama. Taip atsiranda nemaža dalis teorinių mokslinių darbų, apginamos disertacijos, tačiau nemaža dalis realių problemų taip ir lieka neišspręstos, nes jas spręsti žymiai sunkiau negu abstrakčias teorines problemas. O dar sudėtingiau ir sunkiau yra realizuoti sudėtingų realių problemų sprendimus, nes daug kas priklauso ne tik nuo tavęs“.

Manychiau, kad tiems teoretikams, kurie susirgo „didybės manija“ (o tokių ne taip jau mažai), būtų labai naudinga išspręsti nors vieną realią sudėtingą problemą. Tada galbūt ir į sistemotyros kursą šiek tiek kitaip pažiūrėtų, nes dabar jie priima sprendimus apie to kurso ir mokymosi priemonės reikalingumą ar nereikalingumą ne tik tos mokymosi priemonės nepaskaite, bet net ir nepavartę jos. O sistemotyros studijos būtų naudingos ir jiems, nes sisteminis požiūris ir sisteminis mąstymas yra veiksmingas priešnuodis nuo pernelyg siauro požiūrio ir perdėto savęs sureikšminimo. Tokios studijos padėtų jiems suvokti realių kompleksinių problemų sprendimo specifiką ir svarbą bei įsitikinti, kad tokių sąlygų realių kompleksinių problemų sprendimui reikalingų įgūdžių ugdymui, kokias turi sistemotyros kursas, joks kitas kursas neturi, nes nė vienas specialus kursas nenagrinėja kompleksinių problemų. Gal tuomet ir sistemotyros kurso naudą suvoktų, ir kursui skirtų valandų skaičiaus nebemažintų.

Studijuodami šį kursą, studentai atlieka įvairius kompleksinių sistemų modeliavimo ir projektavimo darbus, analizuoja sistemas, atstovaujančias įvairias sritis: techniką, ekonomiką, ekologiją, sociologiją, organizacijų valdymą. Jau pačios pirmosios praktinės užduoties atlikimas – verbalinio normatyvinio studentų pasirinktos pareigybės modelio (pareigybės paso) sudarymas – įtikina studentus, koks svarbus ir reikalingas sisteminis požiūris, sprendžiant aktualias praktines problemas. Matematiniai eksperimentai su įvairių sistemų modeliais – tai savotiški kompiuteriniai žaidimai, leidžiantys priartinti kurso studijas prie realaus gyvenimo ir kaupti patirtį žymiai greičiau net negu atliekant realius praktinius darbus. Studijuodami sistemotyra, studentai pradeda geriau suvokti ir atskirų specialių kursų vietą ir svarbą bei praktinę naudą, o tai stiprina jų motyvaciją ne tik studentauti, bet ir studijuoti.

Mokymosi priemonė, kuri, kaip jau minėjau, nors ir buvo rašoma vadovaujantis šių eilučių autoriaus žymiai anksčiau sudarytomis ir tuomet atitinkamų institucijų patvirtintomis programomis [1,2], ne visur pilnai atitinka pastarąsias, nes per laiko tarpą, skiriančią programų ir mokymosi priemonės sudarymo datas, sistemotyros moksle, jam sparčiai vystantis, ir jo dėstymo kurse įvyko kai kurie pokyčiai. Tačiau, nežiūrint į kai kuriuos skirtumus, mokymosi priemonė ir programa mokymosi procese viena kitą gana vykusiai papildė: programose struktūrizuojamas matematinės sistemų teorijos kursas ir tezių pavidalu formuluojami pagrindiniai jo klausimai, o mokymosi priemonėje studentas gali ir privalo rasti atsakymus į tuos klausimus, atkreipdamas dėmesį į tai, kas tekste svarbiausia.

Naudojantis šia mokymosi priemone, perskaičius kurį nors jos skyrelį, rekomenduotina perskaityti ir atitinkamą programos [2] skyrelį, atsakyti į suformuluotus programoje klausimus ir išdėstyti mokymosi priemonės turinį pagal programoje duotą bei šios mokymosi priemonės atitinkamo skyriaus pabaigoje pateiktos tos to skyriaus santraukos planą. Po to reikėtų peržvelgti išsiaiškinintų sąvokų sąrašą, pasitikrinant, ar skaitytojui aiškus jų turinys, ir atlikti nors keletą skyrelio pabaigoje duotų užduočių ar bent apgalvoti tų užduočių vykdymo planą bei jo svarbiausius momentus. Užduočių atlikimas bei jų peržiūra – svarbi mokymosi proceso dalis, nes užduotys sudarytos taip, kad ne tik praplėstų ir pagilintų studijuojančio žinias bei įtvirtintų savarankiško mąstymo ir savarankiško darbo įgūdžius, bet ir paruoštų studentą lengvesniam ir gilesniam naujų žinių, pateikiamų tolesniuose skyriuose, ir įgūdžių įsisavinimui. Po užduočių peržiūros reikia vėl grįžti prie programoje bei santraukose suformuluotų tezių. Jei, skaitydamas tas tezes antrą kartą, studentas nusprendžia, kad jis

žino atsakymus į visus programos klausimus ir gali juos trumpai ir pakankamai išsamiai formuluoti ne tik žodžiu, bet ir raštu, tai jis gali pereiti prie kito mokymosi priemonės skyrelio. Jei atsakymai į kai kuriuos programos ar užduočių klausimus jam dar nepakankamai aiškūs, studentas turi grįžti prie mokymosi priemonės, surasti joje tas vietas, kur tie neaiškūs klausimai nagrinėjami, suformuluoti atsakymus į juos ir įrašyti tas formuluotes į savo konspektą. Pakartotino mokymosi priemonės studijavimo metu išylančių neaiškumų išsiaiškinimui gali padėti šios priemonės tekste pateiktos nuorodos į kitus jos skyrius, poskyrius bei skyrelius, o taip pat ir į papildomus informacijos šaltinius, kurių numeriai „Literatūros sąrašė“ atitinkamose mokymosi priemonės teksto vietose pateikiami laužtiniuose skliausteliuose, kaip nuorodos į tą sąrašą mokymosi priemonės pirmosios dalies pabaigoje. Jei ir antras mokymosi priemonės perskaitymas nepadėtų studentui rasti atsakymo į kokį nors klausimą, reikėtų kreiptis į kurso dėstytoją ir išsiaiškinti nesuprastas programos vietas ir mokymosi priemonės užduotis. Visa tai pakankamai gerai išsiaiškinus, reikėtų atitinkamai papildyti savo konspektus.

Programa [2] naudinga ir kartojant visą kursą prieš egzaminą ar įskaitą: perskaičius programos tezes galima labai greitai prisiminti viso kurso medžiagą, susisteminti ją ir apžvelgti kaip sistemą. Ir tik tais atvejais, kai koks nors mintyse iškilęs atsakymas į programos klausimą atrodytų abejotinas, studentui tektų kreiptis į šią mokymosi priemonę ar kurso konspektą. Besiruošiantiems įskaitoms bei egzaminams gali padėti ir mokymosi priemonės kiekvieno skyriaus pabaigoje pateiktos tų skyrių santraukos bei mokymosi priemonės dalių pabaigoje pateikti baigiamieji skyriai.

Ši mokymosi priemonė parašyta, taip, kad ji tiktų ir bakalaurų, ir magistrų rengimui. Bakalaurų rengimo studijose kai kurie šios mokymosi priemonės pirmosios dalies skyriai gali būti praleisti (pavyzdžiui, 1.8., 1.9.), kiti – žymiai sutrumpinti (1.3., 1.5., 1.7., 1.11., 1.13., 1.14., 1.15., 1.16.) bei supaprastinti (1.6., 1.7., 1.10., 1.12.), praleidžiant kai kuriuos smulkiu šriftu pateiktus tekstus. Atitinkamai parenkamos ir užduotys iš kiekvieno skyriaus pabaigoje duotų užduočių rinkinių, kuriuose yra ir bakalauro, ir magistro lygio užduočių. Kurso dėstytojas, atsižvelgdamas į kurso studijoms išskirtą kreditų skaičių, pats nuspręs, kurias šios mokymosi priemonės teksto dalis studijuoti, o kurias – praleisti.

Po matematinės sistematikos kurso jau gali būti skaitomas operacijų tyrimo kursas bei masinio aptarnavimo sistemų teorijos kursas, po jų ar kartu su jais – loginių procedūrų formalizavimo ir automatizavimo bei dirbtinio intelekto sistemų projektavimo kursas, o jau po jų – automatizuotų sistemų (gamybinių, informacinių, robototekninių, valdymo, integruotų) automatizuoto projektavimo kursas. Tokių kursų ciklą šių eilučių autorius skaitė Vakarų Sibire ir mano, jog tai būtų naudinga ir Lietuvoje. Gaila tik, kad kol kas pas mus šiais kursais dar mažai domimasi. Šiuo atžvilgiu mes atsiliekame ne tik nuo Vakarų, bet ir nuo Rusijos. Norėtusi tikėti, kad šios mokymosi priemonės pasirodymas spaudoje padės atkreipti dėmesį tų, nuo kurių priklauso mokymosi programų ir mokymosi planų Lietuvos aukštosiose mokyklose turinys, į tą spragą, kuri atsiranda mūsų šalies specialistų ruošime dėl nepakankamo dėmesio jų sisteminio mąstymo lavinimui, ir ji bus likviduota. Juk klaidos, atsirandančios dėl mūsų visuomenės ir mūsų valdžios vyrų nesisteminio mąstymo, valstybei ir jos piliečiams brangiai kainuoja. Tą mes visi jaučiame, bet dėl sąmoningumo ir pilietiškumo stokos nieko nedarome. Gal atėjo laikas keistis? Juk niekas nieko nepakeis, jei to nepadarysime mes patys.

Manychiau, kad bendrąją sistematikos kursą, skirtą sisteminio mąstymo įgūdžių ugdymui bei mokslinės sisteminės pasaulėžiūros formavimui, būtų naudinga įtraukti į dėstomų bendrojo lavinimo disciplinų sąrašą visose aukštosiose mokyklose, galbūt šiek tiek jį „profiluojant“: matematikams, informatikams ir kitiems tiksliuosius mokslus studijuojantiems studentams dėstyti matematinės sistematikos kursą, biologams, medikams ir kitiems biologinių specialybių studentams – biologinę sistematiką, studentams, studijuojantiems, technines ir technologines disciplinas, – techninę sistematiką (sistemotekniką), socialines disciplinas studijuojantiems studentams – socialinę sistematiką ir t.t. Nedidelės apimties ir nesudėtingas sistematikos kursas galėtų būti įtrauktas ir į vidurinėse mokyklose dėstomų mokymo disciplinų sąrašą, šiek tiek susiaurinus specialiujų mokslų mokyklinių programų turinį, eliminuojant iš jo neesmines detales, kuriomis dabar tie kursai bereikalingai „perkrauti“ ir kurios tuoj pat užmiršamos. Mano nuomone, dabartinės mokyklinės programos per daug orientuotos į mechaninį žinių įsiminimą ir per mažai dėmesio skiria tų žinių supratimui ir taikymui, mąstymo ir pilietiškumo ugdymui. **Žmones pirmoje eilėje reikia mokyti logiškai ir sistemiškai mąstyti, tada ir žinias įsigyti jiems taps lengviau, ir jomis pasinaudoti geriau sugebės.** Esu įsitikinęs, kad tokio kurso įvedimas į vidurinių mokyklų programas prisidėtų prie visuomenės intelektualinės ir ekologinės (plačiąja prasme, aprėpiančia ne tik materialiąją gamtos, bet ir informacinę žmogaus dvasios ekologiją) kultūros lygio kėlimo ir pilietinės visuomenės ugdymo, kam dabar neskiriama reikiamo dėmesio, nors to labai pasigendama.

Autoriui atrodo, jog šioje mokymosi priemonėje kai ką naujo ir naudingo galėtų rasti ne tik studentai, bet ir sistematika besidomintys įvairių sričių specialistai, ypačingai – sudėtingų sistemų projektuotojai, tuo labiau, kad šioje mokymosi priemonėje yra ir originalių dalykų, o taip pat dalykų, ne

taip jau plačiai žinomų net sistemotyros specialistų tarpe. Autorius, išreikšdamas savo nuomonę, nevengė ir klausimų, į kuriuos dar nėra gauta visuotinai priimtinių ir visuotinai patvirtintų atsakymų. Todėl jis būtų labai dėkingas tiems, kurie pareikštų savo nuomonę ginčytiniais klausimais, galbūt ir nesutampančią su mokymosi priemonės autoriaus nuomone, ir argumentuotų ją. Juk sistemotyra – dar toks jaunas mokslas, kad, gilinantis į jį, tenka tuo pačiu metu jį ir kurti. Ir ta kūryba bus tuo produktyvesnė ir objektyvesnė, kuo daugiau įvairių sričių specialistų joje dalyvaus, kuo daugiau skirtingų požiūrių joje sąveikaus, sintezuodamiesi į juos jungiančią bei aprėpiančią sistemine pasaulėžiūrą, į mokslą apie sudėtingų sistemų sandarą, organizavimąsi, funkcionavimą ir evoliuciją.

Autorius nuoširdžiai dėkoja doc. P. Kadziauskui, labai kruopščiai peržiūrėjusiam šios mokymosi priemonės 1.9.1.3. skyrelį, skirtą cheminių junginių struktūrų apžvalgai, už eilę naudingų patarimų, o taip pat doc. A. Kavaliauskui, recenzavusiam 1.13.3. skyrelį, prof. A. Račkauskui, idėmiai perskaičiusiam gana ilgą ir sudėtingą 1.14.12. skyrelį, ir ypač doc. A. Basčiui, perskaičiusiam visą pirmąją mokymosi priemonės dalį, už parodytą dėmesį ir patarimus, padėjusius pagerinti šios mokymosi priemonės kokybę. Tikiuosi, kad ir kiti mano kolegos prisidės prie jos tobulinimo. Su ja ir jos priedais bei kai kuriais antrosios jos dalies fragmentais, taip pat su kai kuriais mano straipsniais, papildančiais šią mokymosi priemonę, galima susipažinti mano internetiniame puslapyje adresu <http://www.mif.vu.lt/~sukys>.

Savo pastabas ir pageidavimus siųskite adresu: Vilnius, Naugarduko 24, VU MIF, Matematinės statistikos katedra, A. Šukiui arba el. paštu: algirdas.sukys@mif.vu.lt. Už jas iš anksto dėkoju.

Dar kartą dėkodamas už tas pastabas, kurias jau gavau ir kurios man padėjo žymiai patobulinti šią mokymosi priemonę, ne su visomis pastabomis galiu pilnai sutikti ir, prieš priimdamas sprendimą, ar ateityje, atsižvelgiant į tas pastabas, reikėtų keisti mokymosi priemonės turinį, struktūrą ir minčių pateikimo stilių, norėčiau kai kuriais klausimais viešai padiskutuoti, tikėdamasis sužinoti dar ir studentų, kitų mano kolegų bei kitų šios mokymosi priemonės skaitytojų nuomonę.

Kai kurie mano kolegos ir studentai yra išsakę pastabą, jog šios mokymosi priemonės kalba yra pernelyg sunki: ilgi ir sudėtingi sakiniai ne visada yra greit ir lengvai suvokiami, o tai trikdo ir vargina skaitytoją.

Pripažindamas šį šios mokymosi priemonės trūkumą, norėčiau paaiškinti jo atsiradimo bei jo nepašalinimo priežastis.

Pirmoji priežastis objektyvi: neįmanoma sudėtingų dalykų aprašyti vienu trumpu nesudėtingu sakiniu, nenusižengiant pilnumo ir tikslumo reikalavimams, nesukuriant pirmąkart su tuo dalyku susiduriančio skaitytojo galvoje nepakankamai pilno ir todėl nepakankamai tikslaus nagrinėjamo sudėtingo reiškinių ar sudėtingos sąvokos koncepcinio modelio, kurį po to pakeisti į pilnesnį ir tikslesnį bus jau žymiai sunkiau, nes teks ne tik įsisavinti naujas ir sudėtingas sąvokas bei sudėtingų reiškinių „mechanizmų“ sampratą, bet ir keisti jau susiformavusią nepakankamai teisingą išankstinę nuomonę, o tai dėl žmogaus mąstymo inertiškumo – tikrai nelengva. Todėl, mano manymu, jau pačioje susipažinimo su nauja sąvoka pradžioje būtina formuoti skaitytojų galvose tokią sudėtingos sąvokos koncepcinį modelį, kurio vėliau, plečiantis skaitytojo akiračiui ir gilėjant jo supratimo lygiui, nereikėtų kardinaliai keisti, o pakaktų tik to modelio papildymo naujomis detalėmis.

Žinoma, ir sudėtingą mintį galima išreikšti eile trumpų paprastų sakinių, savo struktūra ir stiliumi artimų tai kalbai, kuri vartojama pokalbiuose ir kuria dauguma dėstytojų stengiasi skaityti savo paskaitas, tačiau tokios kalbos perteikimas rašytine kalba pareikalautų žymiai daugiau vietos, ko šių eilučių autorius, nors ir sugebantis skaityti paskaitas lengvai suprantama kalba, leisti sau negalėjo: jau ir dabar šios mokymosi priemonės pirmosios dalies apimtis artėja prie dviejų tūkstančių mašinraščio puslapių. Be to, šios mokymosi priemonės paskirtis – ne pakeisti dėstytoją ir jo žodinius aiškinimus, o padėti jam ir studentams, papildant tuos aiškinimus ir, kas svarbiausia, išmokant studentus savarankiškai studijuoti sudėtingą mokslinę ir techninę literatūrą.

Iš šios paskirties išplaukia antroji – jau subjektyvi – minėtojo trūkumo atsiradimo ir jo nepašalinimo priežastis: studentus, mano nuomone, reikia pratinti prie sudėtingos mokslinės ir techninės literatūros skaitymo, mokyti juos tą literatūrą suprasti ir ja naudotis. **Studentai, ateidami į aukštąsias mokyklas, tokių rimto studijavimo įgūdžių su savimi neatsineša, todėl juos reikia nuosekliai, ilgai ir kantriai ugdyti.** Tokių įgūdžių neturėjimas, nemokėjimas savarankiškai studijuoti sudėtingas mokymosi disciplinas – viena iš svarbiausių priežasčių atsiradimo tų sunkumų, su kuriais susiduria vidurinių mokyklų absolventai, patekę į aukštąsias mokyklas.

Tyrimai, atlikti JAV, parodė, jog apie pusę baigusių vidurines mokyklas moksleivių yra funkcionaliai neraštingi: jie pažįsta raides, moka skaityti ir rašyti, perskaito ir supranta daugumą atskirų žodžių, tačiau nesugeba suprasti iš tų žodžių sudarytų sakinių, kai tie sakiniai šiek tiek sudėtingesni už paprastus sakinius, vartojamus buitinėje kalboje. Panašią situaciją galima stebėti ir Lietuvoje (ne tik „Klausimėlio“ laidose, bet ir aukštųjų mokyklų auditorijose). Nemaža dalis jaunimo, išaugusio stebint

televizorių ekranuose išoriškai įtaigius reklaminius klipus, „realybės šou“ šokiruojančius „vaizdelius“ ir nepasizišminčius gilesne mintimi veiksmo bei siaubo filmus, kuriuose nuo pat pirmųjų minučių šaudoma, sprogdinama bei kitaip žudoma ir ant kiekvieno kampo bet kada ir bet kur aistringai bučiuojamasi ir atvirai „mylimasi“ (t.y. „dulkynamasi“), nėra įpratinti ilgai ir atidžiai skaityti rimtą literatūrą, apmaštant perskaitytą tekstą, ko reikalauja rimtos studijos aukštosiose mokyklose. Todėl manau, kad įstojusius į aukštąsias mokyklas vidurinių mokyklų absolventus (bent didžiąją jų dalį, įpratintą prie aštrių pojūčių „vartojimo“ ir atpratintą nuo gilesnių ir sudėtingesnių minčių suvokimo ir, tuo labiau, „gaminimo“) **reikia mokyti ne tik studijų planuose ir programose numatytų dalykų, bet ir paties studijavimo meno, sugebėjimo savarankiškai įsigyti naujų naudingų žinių ir įgūdžių.** Tai reikalinga ir naudinga dar ir dėl to, kad jie po aukštojo mokslo baigimo iš aukštųjų mokyklų išsineštų ne tik diplomus, bet ir sugebėjimą savarankiškai dirbti su sudėtinga mokslinė ir techninė literatūra, įgūdžius logiškai ir pakankamai sistemiškai mąstyti, poreikį ir pasirengimą nuolat kelti savo kvalifikaciją bei plėsti savo akiratį, o reikalui esant – ir keisti savo specialybę. Informacinės visuomenės (apie kurią bus kalbama šios mokymosi priemonės 1.16.4. skyrelyje) kūrimosi ir vystymosi sąlygomis tokie gebėjimai tampa ne tik labai pageidautini ir naudingi, bet ir tiesiog būtini.

Siekiant ne tik anksčiau išvardintų specialių sistemotyros kurso tikslų („a“, „b“, „c“, „d“, „e“), bet ir ką tik minėtų brandžios inteligentiškos asmenybės ir intelektualaus darbo įgūdžių ugdymo bei lavinimo tikslų, sistemotyros kurso studijas tikslinga organizuoti taip: 1) kiekvienas kurso skyrius turėtų būti pradedamas įvadine dėstytojo paskaita, orientuojančia studentus į efektyvias savarankiškas to skyriaus studijas, sudominančia juos tame skyriuje pateiktos informacijos naujumu, netikėtumu bei naudingumu ir formuluojančia tuos pagrindinius klausimus, kuriuos studentas studijų metu privalo išsiaiškinti; šios paskaitos pabaigoje dėstytojas turėtų pranešti studentams, kuriuos šios mokymosi priemonės (o reikalui esant – ir kitos literatūros) puslapius reikėtų išstudijuoti, kokias užduotis atlikti; 2) kito (sekančio) užsiėmimo su studentais metu dėstytojas didžiąją laiko dalį privalėtų skirti diskusijoms ir atsakymams į studentų klausimus, iškilusius savarankiškų studijų ir užduočių atlikimo metu, išaiškindamas studentams sunkiau suprantamas studijuojamo skyriaus vietas ir atkreipdamas dėmesį į galimas jų klaidas bei, reikalui esant, paskirdamas papildomas užduotis; 3) trečiojo užsiėmimo su studentais metu dėstytojas turėtų patikrinti, ar studentai viską, kas būtina, teisingai suprato ir išmoko, užduočių atlikimo kokybę ir studentų sugebėjimą generuoti naujas žinias, remiantis jau turimomis, bei studentų mokėjimą teisingai ir kūrybiškai taikyti savo žinias ir įgūdžius aktualių praktinių (o kartais – ir teorinių) problemų sprendimui; antroje šio (o kartais – ir antrojo) užsiėmimo pusėje dėstytojas turėtų paskaityti naują įvadinę (orientacinę) paskaitą naujam mokymosi priemonės skyriui (ar jo daliai, kai skyriaus apimtis yra didelė) ir tokiu būdu pradėtų naują trijų bendrų užsiėmimų ir studentų savarankiškų studijų, skirtų naujai temai, ciklą.

Siekiant tokių tikslų ir taikant tokią studijų metodiką, minėtasis mokymosi priemonės trūkumas (joje vartojamos sudėtingų minčių dėstytojo kalbos sakinių sudėtingumas ir net gremėzdžiškumas) ilgainiui galėtų virsti net teigiamu faktoriumi, nes įpratintų studentus sistemiškai mąstyti ir savo mintimis iškart aprėpti tai, kas jiems iš pirmo žvilgsnio atrodo pernelyg sudėtinga ir neaprepiama. Turėdamas tai omenyje, specialiai stengiausi šios mokymosi priemonės tekstą konstruoti taip, kad jį studijuojantis studentas neišvengiamai būtų priverstas atsisakyti tradicinio „kalimo“ (nes tokios apimties ir taip sudėtingai išreikštų minčių „mechanškai iškalti“ tiesiog neįmanoma) ir pereiti prie suvokimo, jog būtina išsiugdyti sugebėjimą savo mintimis aprėpti ir suprasti ne tik trumpus teiginius, bet ir sudėtingus samprotavimus, bei išmokti kurti savo galvoje skaitomo sudėtingo teksto koncepcinius modelius, tuoj pat juos sujungiant su joje jau esančiu hierarchiniu mokslinių žinių banku* – nuolat turtinamu ir tobulinamu „viską, ką žinau ir suprantu“ informaciniu modeliu. Išsiugdytas įpratimas skaitant laikas nuo laiko sustoti ir susimąstyti, ką autorius iš tikrųjų norėjo tuo ar kitu sudėtingu sakiniu pasakyti, nors ir šiek tiek sulėtintų skaitymo tempą, bet pagilintų skaitomo teksto suvokimo lygį ir galbūt prisidėtų prie kadaise populiarios (o dabar nykstančios) „minčių brandinimo“, „lėto rašymo“ ir „lėto skaitymo“, įsigilinant į rašomas ir skaitomas mintis, kultūros atgaivinimo bei išsaugojimo. **Amžinai beskubančiam šiuolaikiniam žmogui būtina išmokti retkarčiais stabtelėti ir susimąstyti, ar reikiama kryptimi jis skuba, ar šiuo momentu iš viso reikia skubėti.** Galbūt kartais geriau būtų, stabtelėjus ir pamąsčius, pradėti judėti jau nebe į tą pusę, į kurią iki šiol buvo skubėta?

Norėtusi atsakyti ir į kitą gana dažną šios mokymosi priemonės skaitytojų pastabą, jog ši priemonė „perkrauta“: joje atseit per daug pagalbinės informacijos, kuri „užgožia“ pagrindinę, ir tai, esą, apsunkina studentams sistemotyros kurso įsisavinimą.

Atsakant į šį priekaištą, visų pirma reikėtų išsiaiškinti, ką reikėtų vadinti kurso „įsisavinimu“. Jei „kurso įsisavinimu“ laikysime tam tikro kiekio žinių įsigijimą (neretai – jų „iškalimą“ be pakankamai gilaus jų supratimo ir išsiugdymo sugebėjimo praktiškai jomis naudotis), tai su šiuo

* Apie „žinių bankus“ žiūr. 1.16.3.3. šios mokymosi priemonės skyrelį.

priekaištu tektų sutikti ir mokymosi priemonės apimtį mažinti ne mažiau kaip dešimtį kartų. Tačiau, jei „kurso įsisavinimu“ vadinsime ne tiek jo įsiminimą, kiek pakankamai gilų jo supratimą ir sistemų analitikui, jų modeliui ir projektuotojui reikalingo mąstymo bei reikalingų sugebėjimų išsiugdymą, tai ši priekaištą turėsime atmesti kaip nepagrįstą. Juk įgytas žinias teisingai ir kūrybiškai taikyti įmanoma tik tada, kai jas tikrai supranti ir esi įgijęs kūrybinio darbo įgūdžių. O tai pasiekama ne „kalimu“, o įsigilinant į studijuojamą tekstą, suprantant jį. Tai, kaip šioje mokymosi priemonėje buvo sprendžiama ši problema ir dilema, pailiustruosiu ištrauka iš 1.16.2.5. šios priemonės skyrelio:

„... šis... skyrelis... galėjo būti parašytas žymiai kompaktiškiau, jei pačioje jo pradžioje būtų išvestos dabar pateiktos pačios bendriausios formulės. Skaitytojui gali kilti klausimas, kodėl mokymosi priemonės autorius tuo nepasinaudojo ir vietoj to, kad eitų trumpiausiu ir aiškiausiu keliu, pasirinko tokį ilgą ir net... painoką nagrinėjimo būdą. Atsakymas į šį klausimą būtų toks: dėstymo būdas priklauso nuo to, koks yra pagrindinis dėstytojo tikslas. Dėstymo būdas, siekiantis taupyti popierių ir dėstymo laiką, gana dažnai naudojamas tais atvejais, kai dėstytojo ir vadovėlio tikslas yra tik pateikti svarbiausias naudingas žinias apie seniai ištirtus dalykus ir nesiekama parodyti, kaip tos žinios buvo gautos ir, kas svarbiausia, išmokyti vadovėlio skaitytoją pačiam analizuoti sudėtingą situaciją, ieškoti ir surasti joje dar niekieno nesurastus naudingus dėsningumus. Jei šios mokymosi priemonės autoriaus tikslas būtų buvęs tik naudingų žinių pateikimas..., tai savaime aišku, kad būtų buvęs pasirinktas ką tik minėtasis gana kompaktiškas tradicinis informacijos pateikimo būdas. Tačiau toks sudėtingų situacijų nagrinėjimo būdas kardinaliai skiriasi nuo realių dar neištirtų sudėtingų situacijų, kurias sunku ar net neįmanoma iš pirmo karto pilnai aprėpti bei suvokti, nagrinėjimo, kuomet beveik niekuomet nepradedama nuo pačių bendriausių modelių sudarymo. Prie tokių modelių realių sudėtingų situacijų tyrime einama palaipsniui, iteraciniais ciklais, kai kiekviename naujame tyrimų cikle vis labiau įsigilinama į analizuojamą situaciją ir joje veikiančias sistemas bei jų sąveikavimą, vis labiau išsiplečia ir pagilėja požiūris į problemą. Kiekvienas toks ciklas yra lyg savo rūšies tramplynas šuoliui į naują ciklą, nes leidžia pastebėti iki šiol nepastebėtus dėsningumus ir iškelti naujus klausimus, paieškai atsakymų į kuriuos ir skiriamas tas naujas ciklas.

Būsimam sisteminiam analitikui labai naudinga ir net būtina susipažinti su realių sudėtingų situacijų ir sistemų tyrimo metodologija, pajusti jos specifiką, suvokti, kad sudėtingo tyrimo kelias ne visada būna tiesus ir lengvas, kad pakankamai gilus sudėtingų problemų suvokimas ir jų teisingas išsprendimas retai kada ateina lengvai ir greitai, o dažniausiai pareikalauja ilgo ir kruopštaus darbo, tame tarpe – ir „juodo“ bei nuobodaus. Sprendžiant sudėtingą problemą, tiesiausias kelias dažniausiai atrandamas neiškart ir jį suranda tik tie, kurie nenuilstamai ir kantriai ieško, siekdami užsibrėžto tikslo.

Siekdamas visa tai parodyti mokymosi priemonės skaitytojui konkrečiais pavyzdžiais bei ugdyti jame sisteminio analitiko veikloje reikalingus praktinio darbo įgūdžius ir savybes, specialiai parinkau dar pakankamai neištirtą ir gana neapibrėžtą... situaciją ir, kad pademonstruočiau, kaip realiai atrodo tikra (o ne specialiai suvaidinta) pačiam analizuotojui dar nepakankamai aiškos situacijos sisteminė analizė, pradėjau nagrinėti ją, pats iš anksto nežinodamas būsimų to nagrinėjimo rezultatų, o eidamas prie jų iteraciniais ciklais, kartais patekdamas į nenumatytas keblias situacijas, ir visą tą veiklą – iškylančių klausimų sisteminę analizę, atsakymų į tuos klausimus paiešką su tą paiešką lydinčiais samprotavimais, skaičiavimais, atradimais bei ieškančios, bet vis dar nežinančios tiesiausio kelio „minties vingiais“ – paversdamas šio mokymosi priemonės skyrelio tekstu, užėmusiu daugiau nei šimtą puslapių, neperredaguodamas jo ir neišmesdamas net tų tyrimo „vingių“, kurie, pasiekus naują iteracinį ciklą ir žiūrint retrospektyviai į jau praeitą kelią, galėtų pasirodyti nereikalingi...”

Panašių paieškos, kurioje kartu su mokymosi priemonės autoriumi dalyvautų ir skaitytojas, pavyzdžių mokymosi priemonėje – ne vienas ir ne du, o daugiau nei dešimt. Juk sisteminio analitiko darbui reikalingi sudėtingi kruopštaus analizinio ir kūrybinio darbo įgūdžiai negali būti įgyti iškart, per vieną ar dvi „treniruotes“, o reikalauja ilgo, nuoseklaus ir kantraus darbo, įvairių situacijų nagrinėjimo, įvairių problemų sprendimo. Be to, toks dėstymo būdas yra efektyvesnis už dogmatinį „gatavų tiesų“ pateikimą, nes jis orientuotas į studentų savarankiško mąstymo ir mokslinio žingeidumo skatinimą. Todėl tokių pavyzdžių įtraukimas į mokymosi priemonę yra labai naudingas ir, siekiant studentų sisteminio mąstymo bei jų susidomėjimo moksline veikla ugdymo tikslų, – net būtinas, nors tuo pačiu jis yra ir viena pagrindinių mokymosi priemonės apimtį išaugimo priežasčių. Už viską tenka mokėti!

Antroji „informacinio perkrovimo“ priežastis: mokymosi priemonė – ne tik vadovėlis, bet kartu ir chrestomatija, kuri šiuo metu tikrai labai reikalinga, nes literatūros lietuvių kalba, skirtos sistemotyrai, beveik nėra, o studentams tam, kad jie pajęgtų suprasti sistemotyros kurse dėstomą informaciją, dažnai trūksta žinių iš įvairių mokslo bei technikos sričių ir ten vartojamų specifinių sąvokų suvokimo. Todėl visa tai pareikalavo papildomų paaiškinimų ir stipriai išplėtė mokymosi priemonės tekstą. Nors didelė mokymosi priemonės apimtis ir sukelia kai kurių nepatogumų, bet, naudojantis kompiuterine technika ir jos programine įranga, visada galima ir nėra sunku atsirinkti tą informaciją, kuri reikalinga, nebūtinai skaitant viską iš eilės. Tam padeda ir mokymosi priemonėje

vartojami įvairių tipų šriftai bei skyrių pabaigose pateiktos santraukos. Kurso dėstytojas visada gali pats nuspręsti, kurias mokymosi priemonės vietas studentai privalo studijuoti dabar, kurias – studijuos vėliau ar iš viso nestudijuos. Studentai gi, skaitydami mokymosi priemonę ir pasinaudodami joje pateiktomis kryžminėmis nuorodomis, gali žiūrėti į mokymosi priemonės tekstą kaip į hipertekstą ir patys spręsti, kuriomis iš nuorodų jiems derėtų pasinaudoti, susipažįstant su papildoma informacija, o kuriomis – ne.

Ne tiek svarbu, kiek daug studentai įsimins iš to, ką studijavo, kiek svarbu, kiek jų gilindamiesi į logiškai ir sistemiškai sudarytus tekstus, supras ir patys išmoks logiškai ir sistemiškai mąstyti, logiškai ir sistemiškai reikšti savo mintis.

Yra dar ir trečioji priežastis, dėl kurios atsirado mokymosi priemonės „perkrovimas“ informacija, apsunkinantis jos studijavimą ir išplėtęs jos apimtį: jos skyreliuose dažnai neapsiribojama tuo, kas tikrai būtina, siekiant pagrindinio tikslo – modelio sudarymo ar kokios nors formulės išvedimo, o daromi ekskursai į kitas sritis. Tokie ekskursai neretai atrodo lyg ir visai nereikalingi pagrindinio kurso atžvilgiu, nes nėra būtini, o kartais atrodo net žalingi, nes atitraukia skaitytojo dėmesį nuo pagrindinės minties, tiesiu keliu vedančios prie tikslo.

Tačiau tokie ekskursai šioje mokymosi priemonėje nėra atsitiktinumas: jie daromi specialiai, siekiant, kad studijuojantys įgytų sisteminiam mąstymui būtiną įprotį: laikas nuo laiko „apsidairyti“ ir pasidomėti, kaip atrodo nagrinėjamoji problema bei atliekama veikla platesniame kontekste ar žiūrint iš šalies, „apsidairyti“ ne šiaip sau, bet įdėmiai, pastebint net įprastuose dalykuose tai, ko daugelis nepastebi, o pastebėjus, susimąstyti, kodėl yra ir vyksta taip, kaip yra ir vyksta.

Lakoniškumas ir sugebėjimas trumpiausiu keliu pasiekti tikslą, „nesidarant į šalis“, – vertinga siauro specialisto savybė, duodanti naudingą efektą, sprendžiant specializuotas ir izoliuotas problemas. Tačiau šioje savybėje slypi ir nemažas pavojus: kai tikslo siekiama „akis išdegus“ ir neatsižvelgiant į nieką, „nesidairant į šalis“ ir nesidomint, kaip tai atsilieps aplinkai dabar ir ateityje, galima „priskaldyti malkų“ ir, net to nenorint, pridaryti nusikaltimų. Padaryta žala tuomet gali tapti didesnė už pasiekto net labai gero tikslo naudą. Filosofija, kad tikslas pateisina priemones, yra pavojinga. Istorija tai įrodė ne vieną kartą. Todėl vadovams (o dženeralistai ruošiami vadovavimui) „siaurakaktiškumas“ yra neleistas. Jis nepageidautinas ir eiliniams darbuotojams. Todėl būtina ugdyti „apsižvalgymo“ poreikį ir įprotį, žingeidumą ir pastabumą, įprotį sistemiškai apmąstyti tai, ką pastebime.

Paminėsiu dar vieną pastabą, kuri man atrodo irgi ginčytina. Pora čia neįvardintų mano kolegų, pavarčiusių ir paskaičiusių kai kuriuos šios mokymosi priemonės puslapius, papriekaištavo, kad, jų nuomone, „ši priemonė vietomis šiek tiek ar net per daug politizuota, ko nederėtų būti rimtuose ir objektyviuose matematinio profilio kursų vadovėliuose“. Su šiuo priekaištu būtų galima sutikti, jei aukštųjų mokyklų tikslas būtų tik gerų specialistų „gamyba“, visiškai nesirūpinant tuo, kokie jie bus piliečiai ir žmonės. Tačiau toks požiūris būtų ne tik nevalstybiškas ir nevisuomeniškas, bet ir tikrai nesisteminis, o todėl, dėstant sistemotyros kursą, – tikrai neleistas, nes prieštarautų ne tik humanizmo principams, bet ir dėstomo kurso paskirčiai bei dvasiai. **Sistemiškai mąstantis žmogus negali nesidomėti tuo, kas darosi aplinkui**, nedalyvauti visuomeniniame gyvenime, nesirūpinti savo, savo artimųjų, savo valstybės ir žmonijos ateitimi. Būdamas doras mąstantis žmogus ir atsakingas visuomenės narys, jis negali nesipriešinti negerovėms, apsimesdamas, jog jų nepastebi ar jos tarytum jo neliečia, nesiekti jų pašalinimo, neieškoti aktualių problemų sprendimo, nesiūlyti ir nepalaikyti naudingų progresyvių projektų. Juk negalima laikyti normaliu reiškiniu ir nebandyti išsiaiškinti, kodėl penktadalis mūsų planetos gyventojų (daugiau nei 1,2 mlrd.) gyvena visiškame skurde ir kodėl kasdien miršta badu apie 24 tūkstančius žmonių, juolab kai dabartiniu metu pasiektas technikos lygis galėtų leisti žmogui, dirbant kasdien po 4 valandas, pilnai aprūpinti save visu tuo, kas būtina jo civilizuotam kultūringam gyvenimui. Aš nematau, kad sistemotyra turėtų būti tik šaltas, bejausmis, grynai „akademiniškas“ mokslas, kuriam visiškai nesvarbu, kaip gyvena žmonės aplinkui, ką veikia ir kur eina valstybės ir žmonija. Todėl, **mano nuomone, sistemotyroje ne tik leistina, bet ir būtina diskutuoti socialinėmis, moralinėmis ir politinėmis temomis**, atkreipiant dėmesį į neišspręstas skaudžias problemas, ieškant teisingesnių ir efektyvesnių aktualių visuomenei problemų sprendimų. Tuo labiau, kad visuomeniniai judėjimai, politinės partijos, valstybės ir visa žmonija bei visa mūsų planeta Žemė – irgi sistemos, o todėl – sistemotyros mokslo objektai, ypač įdomūs tam mokslui dėl savo specifikos.

Tokių sistemų, jų funkcionavimo ir evoliucijos sisteminė analizė, aprėpianti dramatiškus ir net tragiškus praėjusio audringo XX a. įvykius, yra labai aktuali ir mokslinė, ir praktinė prasme. Juk žmonija privalo suvokti, kodėl taip atsitiko, kad nei devynioliktajame amžiuje pasiekta nemažos visuomenės dalies gana aukšta kultūra, nei humanistinių ir demokratinių idėjų tuometinis vis didėjantis populiarumas, nei stebėtinai intensyvus mokslo ir technikos progresas, vykęs XIX–XX amžiuose, nei didžiuliai ekonomikos ir civilizacijos laimėjimai neužkirto kelio toms neteisėyboms, tiems nusikaltimams prieš žmoniškumą ir tiems nežmoniškiems žiaurumams, kurie taip masiškai ir taip barbariškai pasireiškė, „sprendžiant“ geopolitines, politines, rasines, nacionalines ir socialines

problemas bei tokius išsivalvotus ar specialiai sugalvotus jų pakaitalus kaip „žydų klausimas“, „vis aštrėjančios klasių kovos“ klausimai ir pan. Sistemiskai mąstant, žmonija dabar privalėtų labai kruopščiai ir labai objektyviai išanalizuoti dvidešimtojo amžiaus patirtį, pasimokyti iš padarytų klaidų ir nusikaltimų, išsiaiškindama jų priežastis, kad užkirstų kelią galimam jų pakartojimui, o kartu efektyviau bei teisingiau pasinaudoti nemažais to amžiaus moksliniais, techniniais, kultūriniais, ekonominiais ir socialiniais pasiekimais, kurių buvo irgi gana daug ir ne tik vienoje iš tų „stovyklų“, į kurias buvo pasidalinęs pasaulis, (kaip dabartinė propaganda kartais gana tendencingai ir neobjektyviai bando teigti), bet ir kitoje „stovykloje“. Dabar tokia analize užsiima tik kai kurie politologai bei politikai, ir ta analizė neretai būna gana paviršutiniška, nepakankamai objektyvi, o kartais – labai tendencinga. Atrodo, kad abi pusės (ir „nugalėjusios demokratijos“, ir pralaimėjusio totalitarizmo atstovai bei apologetai) nelabai suinteresuotos detalio ir gilia buvusių įvykių analize, pilnos istorinės tiesos atskleidimu, nes tai, jų nuomone, galėtų pakenkti įtakingų grupių bei jų atstovų, dabar užimančių svarbius postus, interesams. Todėl, siekiant tokios analizės didesnio objektyvumo ir didesnio sistematškumo, tikslinga, jog joje dalyvautų ne tik politikai ir politologai, bet ir istorikai, sistemotyrininkai, filosofai ir statistikai, vedami ne politinių, o mokslinių interesų. **Žmones reikia ne mulkinti, o šviesti, juos ugdyti, kelti jų intelektą ir stiprinti jų dvasią.** Tik taip galima tikėtis, jog išvengsime naujų fanatizmo ir žiaurumo protrūkių ir, nors ir palengva, judėsime pirmyn – geresnio ir teisingesnio gyvenimo link. Tokio judėjimo skatinimas ir stiprinimas – kiekvieno mokslo priedermė.

Niekas neturi teisės laikyti save tiesos monopolistu. Visi mes jos tik siekiame ir ieškome. Ir tai tik tuo atveju, kai tikrai siekiame ir tikrai ieškome. Kadangi tas paieškos kelias neturi pabaigos ir ne visada būna tiesus, mes privalome mokytis iš savo ir kitų padarytų klaidų, išmokyti efektyviai naudotis savo ir kitų pasiekimais, būti dėmesingi įvairioms, kartais ir ne visai sėkmingoms ar net visai nesėkmingoms pastangoms pagreitinti tas paieškas. Sisteminio mąstymo ugdymui, o tam šioje mokymosi priemonėje skiriamas ypatingas dėmesys, ypač reikalinga, kad studijuojantys sistemotyrą išmoktų tame vingiuotame tiesos paieškos kelyje nuolat atsižvelgti į pasaulio neišsemiamą sudėtingumą ir jo reiškinių galimų modelių bei aiškinimų įvairovę, išmoktų pastebėti tuose modeliuose ir aiškinimuose glūdinčius tiesos grūdėlius, atskirti juos nuo neišvengiamai atsirandančio „statybinio balasto“.

Todėl šioje mokymosi priemonėje gana daug vietos skiriama įvairių alternatyvių nuomonių ir teorijų apžvalgai ir palyginimui, stengiantis tas nuomones ir teorijas objektyviai įvertinti, atkreipiant skaitytojo dėmesį į tai, kas jose racionali bei panašu į tiesą ir kas – abejotina ar yra net išžūlus melas.

Šio tikslo siekimas – dar viena iš priežasčių, reikšmingai padidinusių šios mokymosi priemonės apimtį. Tačiau atsakyti šio tikslo negalėjau, nes **be įvairių nuomonių ir požiūrių aptarimo, be logiškai ir sistemiškai pasverto kritinio, bet kartu ir tausojančio, požiūrio į visa tai, ką pateikia mums gyvenimas, mokslas, menas, šiuolaikinė civilizacija, ugdymo ir lavinimo neįmanoma išugdyti tikrai sistemiškai mąstančio žmogaus ir pakankamai išmintingo aktyvaus pilietinės visuomenės nario.**

Sistemotyros kurso dėstymo, naudojantis šia mokymosi priemone, praktika parodė, kad naudinga taikyti tokią gana efektyvią studentų kūrybiškumo ir noro įsigilinti į painoką gana plačios apimties studijuojamą tekstą bei papildomą literatūrą skatinimo, jų sugebėjimo savarankiškai mąstyti, turėti ir reikšti savo nuomonę ugdymo ir jų suvokimo lygio tikrinimo priemonę kaip referatų rašymas studijuojamo kurso temomis, jų pristatymas, naudojantis kompiuterine multimedia, ir bendras viešas aptarimas auditorijoje: studentai savo nuožiūra išsidalina kurso temas ir kiekvienas parašo ir pristato dėstytojo ir savo kolegų vertinimui savo paruoštą referatą, kuriuo (po jo pataisymo ir papildymo, jei to prireikia) gali naudotis visi kiti studentai kaip papildoma mokymosi priemonė. Geriausi referatai, stebinantys savo turiningumu, kūrybiškumu bei išradingumu, išsaugomi katedroje, kad galėtų būti pateikti kaip pavyzdžiai ateinančioms studentų kartoms.

Baigdamas šią „Pratarmę“ pasinaudosiu proga padėkoti buvusioms VU MaF darbuotojoms Aldonai Zujienei ir Violetai Abaravičienei už jų kruopštų darbą, spausdinant šios mokymosi priemonės rankraščio pirmuosius skyrius, ir buvusioms VU MIF studentėms Ilonai Sincevičiūtei, Jurgitai Balčiūnaitei, Inai Tumidaj ir Birutei Šinkūnaitei, aktyviai dalyvavusioms šios mokymosi priemonės išbandyme ir kompiuterizavime, sumaketavusioms ir įvedusioms į kompiuterį didžiąją dalį šios mokymosi priemonės teksto. Be jų pasiaukojančio darbo ši priemonė dar ilgai nebūtu buvusi atspausdinta. Jų darbą pratęsė studentai Adam Komarovski, Ana Gulbicka, Inga Masiulaitytė, Olga Vorobej, Kristina Binkytė, Rūta Jankeliūnaitė, Ernestas Pliuška, Rytis Simonaitis, Justina Valiukevičiūtė, Viktorija Barisionkaitė, Birutė Burlėgaitė, Silvija Dzikaitė, Asta Karčiauskaitė, Egidija Grušaitė, Balys Vaitiekūnas, Reda Sendrevičiūtė, Virginija Pilipavičiūtė, Jūratė Bartkevičiūtė, Audronė Aksomaitytė, Rimantė Baltutytė, Viktorija Beleckaitė, Ieva Galvelytė, Martynas Buraitis, Judita

Kriukaitė, Arturas Tichomirovas, Tatjana Rakovskaja, Ina Efimova, Ekaterina Melnikova, Artiom Daineko, Anastasija Jurolait, Nina Koroliov* ir kiti**, kuriems aš taip pat norėčiau išreikšti savo padėką. Ypatingai daug prie šios mokymosi priemonės parengimo prisidėjo buvęs VU MIF studentas Šarūnas Leonas, kuris ir bakalauro studijų metu, ir magistrantūroje, ir po jos baigimo maketavo ir tvarkė visą šios mokymosi priemonės gana sudėtingą tekstą su gausybe formulių, brėžinių ir lentelių, nuolat įvedinėdamas daugybę pataisymų ir papildymų. Jo dėka MIF studentai jau keletą metų naudojami į kompiuterį įvestais šios mokymosi priemonės skyrių tekstais. Autorius nuoširdžiai dėkingas jam už šios mokymosi priemonės parengimo svarbos suvokimą ir už pasiaukojantį labai kruopštų, labai atsakingai atliktą bei dar ir dabar atliekamą didelį darbą.

Taip pat esu dėkingas žmonai Daivai ir sūnui Mindaugui, kurie, pasiimdami didžiąją dalį šeimos rūpesčių, sudarė sąlygas šio darbo parašymui ir nuolatos skatino autorių intensyviau jį rašyti. Jie taip pat aktyviai prisidėjo ir prie šio darbo parengimo spaudai. Dėkoju savo sūnams Gediminui ir Vytautui bei savo buvusiems studentams ir bendradarbiams Vakarų Sibire už pastovią paramą, nuolatinį skatinimą ir palaikymą šiame ilgai trukusiame darbe.

Nors nuo 1983 m., kai aš iš Sibiro grįžau į Lietuvą, praėjo jau daugiau nei du dešimtmečiai ir per tą laiką, subyrėjus Sovietų Sąjungai, labai daug kas pasikeitė ne tik Lietuvoje, bet ir Rusijoje, dėl ko nebeliko didelės dalies tų organizacijų, su kuriomis savo laiku man teko bendradarbiauti, tačiau su pasitenkinimu galiu pažymėti, jog tie darbai, kuriuos kadaise ten pradėjau kartu su buvusiais savo studentais, tapusiais bendradarbiais tos mokslinių tyrimų laboratorijos ir to skaičiavimo centro, kuriems man teko tuomet vadovauti, bei tų padalinių, kuriuos mes organizavome įvairiose įmonėse ir kitose įstaigose, sėkmingai tebesitęsia. Tiesa, dabar tie darbai, pasikeitus ekonominėms ir politinėms sąlygoms, atliekami šiek tiek kitokiomis formomis, tačiau tebesivadovaujant tais pačiais sisteminės metodologijos principais, kurie kadaise susiformavo, mums projektuojant ir diegiant Vakarų Sibire automatizuotas valdymo sistemas. Tai rodo, kad ta sisteminė metodologija, kurios pagrindai išdėstyti šioje mokymosi priemonėje (ypač antroje jos dalyje), sėkmingai išlaikė laiko ir kardinalių ekonominių bei politinių permainų išbandymus, įrodydama savo racionalumą, naudingumą ir gyvybingumą. Todėl **galima pagrįstai teigti, jog šią metodologiją ir šioje mokymosi priemonėje dėstomą teoriją jau patvirtino gyvenimo praktika**. Gaila, kad Lietuvoje nei sistemų teorija, nei sisteminė metodologija vis dar nesulaukia didesnio susidomėjimo nei mokslininkų tarpe, nei gretose tų darbuotojų, kuriems tenka analizuoti, modeliuoti, projektuoti bei valdyti sudėtingas sistemas ir procesus. Jaučiuosi dėl to kaltas ir aš pats, nes nesugebėjau Lietuvoje padaryti to, ką sugebėjau padaryti Altajaus krašte. Dabar pas mus, Lietuvoje, intensyviai integruojantis į moderniąją Vakarų civilizaciją ir skolinantis iš jos technines, technologines ir socialines naujoves, kartu su progresyviais pokyčiais tapo ypač madinga akiai melstis tikriems ir netikriems Vakarų „dievams“, o į savo piliečių nuomonę nebeįsiklausoma. Kada mes persirgsime vaikišką ligą, vadinamą „nepilnavertiškumo kompleksu“? Kada išmoksime sistemiškai mąstyti ir išmintingai elgtis, kritiškai vertindami tai, ką ruošiamės skolintis: atsirinkdami tai, kas tikrai vertinga, ir atmesdami mums brukamą šlamštą? Labai norėčiau, kad šis mano darbas nors šiek tiek prisidėtų prie teigiamų poslinkių mūsų visuomenės sąmonėje spartinimo. Juk studentija – mūsų visuomenės ateities konstruktorė. Kaip tą studentiją išsiugdysime ir išmoksime, – nuo to didele dalimi priklausys mūsų visuomenės ir mūsų valstybės ateitis.

Ateities visuomenė neturėtų būti vien tik pramogaujanti visuomenė, savo hedonistinių poreikių tenkinimui griauanti savo aplinką grynai vartotojiška visuomenė. Tai turėtų būti mąstanti ir kurianti visuomenė, savo kūryboje randanti pasitenkinimą ir džiaugsmą visuomenė. Tokia visuomenė vargu ar gali atsirasti visiškai savaime. Ją būtina ugdyti. Tokios visuomenės ugdymas – svarbiausias švietimo sistemos tikslas. Vedančiąją tos sistemos grandimi turėtų būti aukštoji mokykla. Ar ji dabar šią labai svarbią funkciją atlieka pakankamai gerai? Ar dabar besiklostančios situacijos Lietuvoje ir pasaulyje bei jos pokyčių tendencijų ir perspektyvų sisteminė analizė pagrįstas strateginis valstybės politikos planavimas negalėtų padėti vykdyti aukštojo mokslo ir visos švietimo sistemos reformą išmintingiau, sistemiškiau, nuosekliau ir efektyviau negu tai bandoma daryti dabar, ne tiek kryptingai veikiant, kiek imituojant veiklą? Manau, kad **dabartinės civilizacijos ir jos sukurtos visuomenės pagrindinis trūkumas yra atsakingo sisteminio mąstymo ir iš jo išplaukiančio savo veiklos**

* Rusakalbių studentų grupė buvo pradėjusi vesti šią mokymosi priemonę į rusų kalbą ir išvertė jos „Įvadą“. Tą vertimą jie išsiuntė savo kolegoms AVTU.

** Kai mokymosi priemonės pirmosios dalies tekstas jau buvo patalpintas mano tinklalapyje internete, jį studijavę studentai įvedinėjo pastebėtų klaidų ištaisymus ir teksto papildymus. Tų studentų sąrašas toks ilgas, jog užimtų beveik puslapį. Visiems jiems nuoširdžiai dėkoju už pagalbą.

vertinimo ir reguliavimo trūkumas. Todėl manau, jog **sisteminio mąstymo ir iš to mąstymo išplaukiančio atsakingumo už savo veiksmus turėtume mokytis visi.** Norėčiau, kad sistemotyros kursas ir ši mokymosi priemonė prisidėtų prie šio tikslo supratimo ir noro bei sugebėjimų jo siekti ugdymo.

Autorius

IVADAS

0.1. Sistemotyra ir jos sudėtinės dalys

Sistemotyra (tame tarpe ir **matematinė sistemotyra**) yra palyginti dar jaunas ir dar nepilnai susiformavęs, o todėl gana dinamiškas mokslas. Šio mokslo pavadinimas, būdamas gana talpus ir aprėpdamas didžiąją dalį to, kuo užsiima sistemotyra ir kas joje yra svarbiausia, vis dėlto pilnai dar neišreiškia nei viso sistemotyros turinio, nei to mokslo paskirties ir specifikos, neatskleidžia visų sistemotyros tikslų ir taikymo sričių.

Taip, tai tiesa, ir tai išplaukia iš jos pavadinimo, kad sistemotyra siekia išsiaiškinti sistemos sąvoką ir pateikti moksliskai pagrįstus ir pakankamai turiningus bei pakankamai tikslus pirmojo ir antrojo tipo sistemų apibrėžimus*, užsiima sistemų ir jų savybių nagrinėjimu, tiria ir aprašo jų sąveikavimą su aplinka, sistemų organizavimąsi, jų sandarą ir jose vykstančius procesus, nagrinėja sistemų sudėtingumo, jų funkcionavimo ir sandaros evoliuciją, ieško dėsningumų sistemų tarpusavio sąveikavime, sistemų sandaroje, jose vykstančiuose procesuose ir bando tuos dėsningumus panaudoti sistemų tobulinime bei valdyme ir naujų, vis sudėtingesnių sistemų projektavime bei sudėtingų procesų tėkmės ir pasekmių prognozavime, tačiau taip jau istoriškai susiklostė, kad sistemotyra užsiima ne vien tik tuo.

Kad geriau suvoktume tai, kas iš tikrųjų yra sistemotyra, kuo ji užsiima, kokias problemas sprendžia, o taip pat tai, kokią vietą šis mokslas turėtų užimti visų mokslų sistemoje ir visuomenės gyvenime bei kokią naudą sistemotyra gali ir privalo duoti mokslui ir praktikai, trumpai apžvelgsime sistemotyros sudėtinės dalis ir sistemotyros atsiradimo istoriją, tas priežastis, kurios inicijavo tokio mokslo gimimą, skatino ir tebeskatina jo spartų vystymąsi, tuos uždavinius, kuriuos sprendė ir sprendžia sistemotyros mokslo atstovai, tuos tikslus, kurių jie siekia ir kurių bus siekiama sistemotyros kurso studijose.

Toks ekskursas į netolimą praeitį ir sistemotyros tikslų bei uždavinių apžvalga reikalingi dar ir todėl, kad atsakymai į klausimus „Kas yra sistema?“, „Kas yra sistemotyra?“ ir „Kas yra sisteminis mąstymas?“ dėl sąvokų „sistema“ ir „sisteminis mąstymas“ bei sistemotyros mokslo specifikos tikrai nėra tokie paprasti, kaip kai kam iš pirmo žvilgsnio gali pasirodyti. Ir pakankamai išsamių ir tikslų atsakymų į juos vis dar ieškoma.

Juk, nežiūrint į tai, kad jau pateikta kelios dešimtys sistemotyros mokslo pagrindinio objekto – sistemos – ir pačios sistemotyros apibrėžimų, iki šiol dar nesukonstruoti tokie apibrėžimai, kurie būtų visuotinai pripažinti kaip tenkinantys visus esminius reikalavimus, keliamus moksliniams apibrėžimams. Dar daugiau, iki šiol vis dar galima sutikti senosios klasikinės matematikos bei mechanikos atstovų tarpe žmonių, vis dar tebesivadovaujančių vien tik mechanistinės pasaulėžiūros idėjomis bei koncepcijomis ir nuoširdžiai abejojančių sistemotyros kaip tikro ir savarankiško mokslo naudingumu ir net tokio mokslo egzistavimu. Jų nuomone, sistemotyra kaip efektyvus ir naudingas mokslas iš viso egzistuoti negali: juk visas sistemas jau seniai „išsidalino“ tradiciniai mokslai, kurie apie savo srities sistemas gali pasakyti daug daugiau ir daug kvalifikuotiau negu kažkoks bendras mokslas „apie visas sistemas“. Todėl, jų manymu, sistemotyra neišvengiamai turėtų bergždžiai

* Apie tai, ką vadina pirmojo ir antrojo tipo sistemomis, žiūr. „Įvado“ santrauką, o pilniau ir detaliau – šios mokymosi priemonės 1.6.1. ir 1.6.2. skyrelius.

dubliuoti tradicinius mokslus, kartodama tai, kas jau seniai tuose moksluose žinoma, tik labiau apibendrintame ir labiau diletantiškame lygyje, nepasakydama nieko nauja.

Ir tokie klasikinio mokslo atstovai, abejojantys sistemotyros reikalingumu ir naudingumu, būtų teisūs, jei neegzistotų emerđencijos, izomorfizmo, homomorfizmo bei kiti bendrasisteminiai reiškiniai ir dėsniai, jei nebūtų sudėtingumo problemos ir „informacinių barjerų“, kurių įveikimui reikalingi nauji metodai, galintys atsirasti tik jungiant įvairias metodologijas (objektinę, funkcinę, terminalinę, teleologinę, deskriptinę, normatyvinę ir t.t.) į sisteminę metodologiją, jei įvairių specialybių mokslininkai galėtų suprasti vienas kitą ir integruoti įvairių mokslų pasiekimus, nedubliuodami jų, o praturtindami jais vieni kitus, jei įvairių specialybių atstovų sudarytuose kompleksiniuose kolektyvuose nebūtų reikalingi naujo tipo vadovai – dženeralistai*, jei nereikėtų organizacijų vadovams „atrišti akių“, suteikiant jiems galimybę pažvelgti ne tik į praeitį, bet ir į ateitį... Tokius „jei“ galima tęsti ir tęsti...

Apie tai ir pakalbėsime žadėtame apžvalginiame eksurse, apibūdindami sistemotyros esmę bei prasmę ir atkreipdami skaitytojų dėmesį į tą didžiulę naudą, kurią gali ir privalo duoti sistemotyros mokslas bei jo taikymas jau dabar ir duos ateityje.

Sistemotyra (kaip ir dauguma mokslų) susiformavo ne iš karto. Nors pirmąsias taip vadinamos **bendrosios sistemų teorijos** (General Systems Theory) idėjas austrų biologas L. fon Bertalanfįs (L. von Bertalanffy) išsakė dar 30-taisiais XX šimtmečio metais, tačiau tuomet į jas nebuvo atkreipta didesnio dėmesio. L. fon Bertalanfio suformuluota **atviros sistemos koncepcija**** bei atvirų sistemų gana įdomių ir svarbių savybių nagrinėjimas tuomet taip ir neišplito už biologinių mokslų ribų.

Platesnio susidomėjimo bei įvertinimo tos idėjos susilaukė tik po II-jo Pasaulinio karo, „**kibernetinio bumo**“ metu, kuomet „kibernetikos tėvo“ N. Vynerio (N. Wiener) revoliucingų idėjų apie valdymą ir informaciją paskelbimas bei jo knygų pasirodymas stipriai revoliucionizavo tuometinę mokslinę mintį.

Tuomet, pratęsdamas revoliucinius mokslinės pasaulėžiūros pokyčius, prasidėjusius nuo kibernetikos idėjų pasklidimo ir išsigalėjimo, ir gimė taip vadinamasis „**bendrasisteminis sąjūdis**“. 1954 m. buvo įkurta „Bendrasisteminių tyrimų bendrija“, kuri pradėjo leisti sistemotyros klausimams skirtą specialų mokslinį žurnalą. Pagrindiniu tos bendrijos tikslu buvo nutarta laikyti bendrasisteminių dėsningumų ir sąlyčio taškų tarp įvairių mokslų, izomorfizmo bei panašumų (analogijų) tarp įvairiuose moksluose vartojamų koncepcijų ir modelių paiešką, tų dėsningumų, izomorfizmo bei panašumų tyrimą ir perkėlimą iš vienos srities į kitas, jų taikymą įvairiose srityse, mokslo apie sudėtingas sistemas, tokių sistemų tyrimą, modeliavimą ir projektavimą, intensyvų formavimą ir vystymą.

Gana greitai išsikristalizavo trys pagrindinės šiek tiek persidengiančios naujojo mokslo kryptys: **teorinė, metodologinė ir taikomoji**.

Teorinė besivystančio sistemotyros mokslo dalis buvo pavadinta **sistemų teorija**. Joje nagrinėjama:

* **Dženeralistas** skiriasi nuo **specialisto** tuo, kad specialistas stengiasi specializuotis, t. y. susikoncentruoti tam tikroje palyginti siauroje srityje ir kuo daugiau sužinoti apie tą sritį, t. y. „sužinoti beveik viską, tačiau beveik apie nieką“, o dženeralistas stengiasi suprasti kuo didesnio skaičiaus įvairių mokslų bei veiklos sričių esmę, t. y. „sužinoti beveik apie viską, tačiau beveik nieko“ – tik esmę be detalių. Dženeralistų ir sisteminio požiūrio poreikį viena iš pirmųjų pajuto medicina (pagalvokite, kodėl būtent ji) ir todėl įvedė dviejų pakopų medicinos paslaugų teikimo sistemą: pacientą pradžioje apžiūri ir apklausia pirmosios pakopos atstovas – bendrosios terapijos gydytojas (dažnai vadinamas „šeimos gydytoju“) ir tik po to, jei reikia, pasiunčia pas antrosios pakopos atstovus – atskirų medicinos šakų specialistus – papildomai specializuotai apžiūrai ir specialiam gydymui.

** Apie tai, kokios sistemos vadinamos **atviromis**, kokios **uždaromis**, žiūr. šios mokymosi priemonės 1.6.3.1. skyrelį. Ten nagrinėjamos ir metabolizmo bei entropijos sąvokos. Plačiau apie sistemotyros formavimosi istoriją galima sužinoti knygoje [3]. Ten galima rasti ir čia minimų jos kūrėjų svarbiausius straipsnius. Jų apžvalga pateikta šių eilučių autoriaus specialiai paruoštame preprinte [4].

1) **pagrindinės mokslo apie sistemas sąvokos** (pavyzdžiui, esybė, atributas, santykis, objektas, procesas, objektinis ir funkcinis požiūris, sistema, sistemos sudėtis ir struktūra, sistemos posistemiai ir elementai, sisteminės sistemų savybės, jų elementų individualios ir struktūrinės savybės, emerđencija, izomorfizmas, organizuotumas, labilumas, stabilumas, gyvybingumas, efektyvumas ir t. t.);

2) **sistemų klasifikacija** (pavyzdžiui, pirmojo tipo sistemos kaip konstravimo bei savaiminio formavimosi rezultatas; antrojo tipo sistemos kaip klasifikavimo ir sistematizavimo rezultatas; K. Bouldingo evoliucinė sistemų klasifikacija; A. J. Ujomovo atributinė sistemų klasifikavimo sistema; Dž. Kliro hierarchinė epistemologinė sistemų modelių klasifikacija ir t. t.);

3) **sistemų sandaros, organizavimosi, funkcionavimo, sąveikos ir raidos dėsningumai** (pavyzdžiui, struktūrų izomorfizmo dėsnis, emerđencijos dėsnis, bendrasisteminiai principai (žiūr. [5]) ir t. t.);

4) **įvairių sričių mokslų integracija** (keliems skirtingiems mokslams bendrų sąvokų ir bendrų modelių kūrimas, bendrų dėsnių paieška, sisteminio mąstymo principų formulavimas, bendrasisteminės filosofijos vystymas ir t. t.).

Teorinėje sistemotyros dalyje šiuo metu formuojasi:

a) **bendroji sistemų teorija***, kuri apima sisteminio mąstymo filosofiją, integruojančią įvairių (fizinių, biologinių, bihevioristinių, socialinių) mokslų požiūrius į vientisą bendrasisteminį požiūrį, įveda pagrindines sistemų teorijos sąvokas, užsiima sistemų klasifikacija, nagrinėja kokybiniame lygyje sistemų sandaros, organizavimosi, funkcionavimo, sąveikavimo ir evoliucijos dėsningumus bei jų taikymo galimybes;

b) **matematinė sistemų teorija**, kuri užsiima bendrosios sistemų teorijos formalizavimu, įveda matematinę sistemų bei jose egzistuojančių santykių ir vykstančių procesų aprašymo kalbą, formuoja matematinius sistemų analizės, modeliavimo ir projektavimo aparato pagrindus, siekdama, kad sistemotyra taptų griežtu, tikslu ir praktiškai naudingu mokslu, panašiu, pavyzdžiui, į matematinę fiziką;

c) **speciāliosios sistemų teorijos**, pavyzdžiui, tiesinių ir netiesinių sistemų teorijos, automatų ir dinaminių sistemų teorijos, determinuotų, stochastinių ir negriežtai apibrėžtų („difuzinių“) sistemų teorijos, atvirų sistemų teorija, sudėtingų techninių sistemų teorija, katastrofų teorija, disipatyviųjų ir fraktalinių struktūrų teorijos, chaoso teorija, organizacinių sistemų teorija, informacinių ir valdymo sistemų teorija, dirbtinio intelekto bei ekspertinių sistemų teorija ir t. t.

Galima paminėti keletą žymesnių sistemotyros teorinės krypties atstovų, tos krypties pradininkų, nemažai prisidėjusių prie tos krypties formavimosi. Tai jau minėtasis L. fon Bertalanfis, K. Bouldingas (K. Boulding), M. Mesarovičius (M. Mesarovic), A. Rapoportas (A. Rapoport), U. Ešbis (W. Ross Ashby) ir kiti.

* Jau minėtasis L. Bertalanfis, įvesdamas šį terminą, apibrėžė jį gana plačiai, nuroydamas pagrindinius aspektus, kuriuos, jo nuomone, privalėtų nagrinėti bendroji sistemų teorija, vystydama tris pagrindines savo dalis:

- 1) empirinį mokslą apie sistemas, nagrinėjančią sisteminių koncepcinių modelių ir bendrasisteminį dėsningumų taikymo galimybes fiziniuose, biologiniuose, bihevioristiniuose ir visuomeniniuose moksluose, tiriant fizines, organizmines, bihevioristines (elgsenos), organizacines bei socialines sistemas;
- 2) sisteminę sudėtingų sistemų tyrimo, modeliavimo ir projektavimo technologiją, aprėpiančią sisteminę analizę, operacijų tyrimą, informatiką, pramoninę inžineriją, ergonomiką ir inžinerinę psichologiją;
- 3) sisteminę filosofiją, užsiimančią įvairių specialiųjų mokslų specifinių požiūrių į savo srities sistemas integravimu į holistinį (visuminį) sisteminį požiūrį – bendrasisteminę filosofiją.

Antroji – **metodologinė** – sistemotyros vystymosi kryptis nagrinėja sudėtingų **sistemų tyrimo, modeliavimo ir projektavimo metodus**.

Formuojasi šios **sisteminės metodologijos** dalys:

a) **sisteminės analizės metodologija**, užsiimanti sudėtingų sistemų dekompozicija ir jos metodais, šią dekompoziciją taikančiais sistemų sandaros, jų savybių, jų funkcionavimo ir evoliucijos tyrimo metodais;

b) **sisteminės sintezės metodologija**, užsiimanti atskirų metodų ir metodologijų (pavyzdžiui, objektinės ir funkcinės, terminalinės ir teleologinės, mechanistinės ir organizminės, deskriptinio ir normatyvinio modeliavimo, sistemos kūrimo „nuo viršaus“ ir „nuo apačios“ ir t.t.) integracija į **bendrasisteminę metodologiją**, mažesnių sistemų jungimo į didesnes metodų kūrimu ir tobulinimu;

c) **sisteminio modeliavimo metodologija**, formuojanti sudėtingų sistemų modelių sudarymo ir tų modelių panaudojimo, eksperimentavimo su jais metodiką, jos principus;

d) **sudėtingų techninių, organizminių ir organizacinių sistemų projektavimo ir tobulinimo sisteminė metodologija**, užsiimanti sudėtingų sistemų vystymosi bei tobulinimo procesų analize, tokių sistemų projektavimo ir tobulinimo metodų analize ir sinteze, naujų metodų kūrimu.

Sistemotyros metodologinės krypties vystymosi pradininkais yra ir šiai kryptčiai atstovauja S. Optneris (žiūr. S. L. Optner „Systems Analysis for Business and Industrial Problem Solving“ [6]), taip pat L. fon Bertalanfis, M. Mesarovičius, A. Rapoportas, U. Ešbis, R. Akofas (R. L. Ackoff), S. Jangas (S. Joungh) bei kiti.

Trečiojoje – **taikomojoje** – sistemotyros vystymosi kryptyje galima išskirti tris pagrindines dalis:

a) **sisteminio modeliavimo ir eksperimentų su sisteminiiais modeliais taikymą** prognozavime, hipotezių tikrinime, sudėtingų problemų sprendimų paieškoje, valdymo procesų ir sprendimų tobulinime ir t. t. (visa tai kartais sutrumpintai vadinama **sistimine dinamika**); darbų, priklausančių šiai sričiai, gana gausu; jų pavyzdžiu gali būti Dž. Foresterio (J. W. Forrester) darbai: „Miesto dinamika“ („Urban Dynamics“ [7]), „Įmonės kibernetikos pagrindai (industrinė dinamika)“ („Industrial Dynamics“ [8]), „Pasaulio dinamika“ („World Dynamics“ [9]); sparčiai vystosi automatizuotos modeliavimo sistemos: POWERSIM, GPSS ir kitos;

b) **sistemotechniką**, užsiimančią sudėtingų techninių sistemų projektavimo ir realizavimo metodų bei sisteminės projektavimo ir realizavimo technologijos taikymu įvairių sudėtingų sistemų kūrimo; apie sistemotechnikos pradmenis gana naudinga pasiskaityti išsamioje ir aiškiai parašytoje H. Gudo (H. H. Goode) ir R. Makolo (R. E. Machol) knygoje „Sistemotechnika“ („Systems engineering“), kuri yra išversta ir į rusų kalbą (Гуд Г. Х. и Макол Р. Е. «Системотехника» [10]);

c) **orgprojektavimą (sudėtingų organizacinių sistemų konstravimą ir tobulinimą)**, gana aiškiai ir išsamiai aprašytą jau minėtojo S. Jango knygoje „Management of System Analysis“ [11], taip pat turinčią vertimą į rusų kalbą «Системное управление организацией» su gana informatyviu ir vertingu S. P. Nikonorovo įvadinio straipsniu, svariai papildančiu S. Jango knygą.

Gana artima taikomajai sistemotyros kryptčiai yra ir **operacijų tyrimo** kryptis, kuriai atstovauja jau minėtasis R. Akofas, L. Arnofas (E. L. Arnoff), U. Čerčmenas (C. W. Churchman), M. Staras (M. K. Starr), H. Vagneris (H. M. Wagner) ir eilė kitų mokslininkų. Operacijų tyrimas kaip naujas mokslas susiformavo net truputį anksčiau negu sistemotyra, aktyviai prisidėjo prie „sisteminio sąjudžio“ formavimosi ir dabar egzistuoja kaip atskira taikomųjų mokslų kryptis, apimanti **sudėtingų funkcijų organizacinėse sistemose vykdymo technologijos bei strateginio ir operatyvaus**

valdymo optimizavimo mokslą ir praktiką (pavyzdžiui, gamybos procesų bei jų valdymo optimizavimą; įvairių resursų panaudojimo ir atsargų valdymo optimizavimą; įrenginių eksploatavimo, jų profilaktinės kontrolės, remontavimo ir keitimo terminų planavimo optimizavimą; masinio aptarnavimo sistemų struktūros ir funkcionavimo optimizavimą; projektuojamos, gaminamos ir vartojamos produkcijos kokybės valdymo optimizavimą; optimalių maršrutų sudarymą bei darbo grafikų ir tvarkaraščių optimizavimą; tinklinių grafikų taikymą kompleksinių darbų, vykdomų kelių atlikėjų, planavime ir operatyviniame valdyme, to planavimo ir operatyvaus valdymo optimizavimą; paieškos procesų ir eksperimentų planavimo optimizavimą; konkurentinės ir kooperuotos veiklos optimalių strategijų paiešką ir t.t.). Kai kurie operacijų tyrimo metodų ir modelių taikymai praktikoje tampa savarankiškais mokslais ir įgyja atskirus nuosavus pavadinimus (pavyzdžiui, **logistika** – aprūpinimas medžiagomis ir įrengimais bei jų tiekimas, **TPV** – tinklinis planavimas ir valdymas, **MAST** – masinio aptarnavimo sistemų teorija ir t.t.).

Be šių čia išvardintų pagrindinių sistemotyros krypčių ir joms atstovaujančių mokslų „bendrasisteminiam sąjūdžiui“ priklauso **ergonomika ir inžinerinė psichologija, bionika, mokslai apie dirbtinio intelekto ir ekspertines sistemas** bei eilė kitų naujų mokslų, dažniausiai atsirandančių **tradicinių mokslų sandūrose** ir bandančių integruoti tose sandūrose persidengiančius mokslus, kompleksiskai naudojantis persidengiančių mokslų idėjomis, metodais ir modeliais bei jų pagrindu keliant naujas idėjas, kuriant naujus modelius ir metodus.

Idėjų, sąvokų ir modelių, priklausančių skirtingiems mokslams, integravimas bei tos sintezės metu emerdingios dėka gimstančių naujų idėjų ir naujų sąvokų formavimas bei formulavimas – bendras visų sisteminių mokslų bruožas: sisteminiai mokslai bando atkurti bei sukurti sintetinį pasaulio modelį iš tų dalių, į kurias jis buvo suskaldytas, mokslui besidiferencijuojant į atskiras specialias disciplinas. Tai svarbi „sisteminio mąstymo“ ypatybė, vadinama „sisteminio požiūriu“ („sisteminė pasaulėžiūra“), o taip pat „holizmu“ („holistiniu požiūriu“).

Sistemotyra, būdama integruojančiu mokslu, skiriasi nuo įprastų „klasikinių“ mokslų, atsiradusių mokslo diferencijavimosi eigoje (tokių kaip fizika, chemija, botanika, zoologija, psichologija, visuomeniniai mokslai), tuo, kad neįmanoma nurodyti tokios atskiros materialaus ar dvasinio pasaulio srities, kurią būtų galima pavadinti sistemotyros ir tik sistemotyros tyrimo objektu.

Kaip tik todėl kartais kai kam ir iškyla abejonių dėl sistemotyros „statuso“: ar gali egzistuoti toks mokslas, kuris („sistemaskeptikų“ nuomone) neturi net savo specifinio objekto?

Kad sistemotyra neturi savo objekto, kurį ji nagrinėtų, yra neteisinga nuomonė, kylanti iš sistemotyros esmės ir jos specifikos nesupratimo, tačiau tas **objektas, būdamas labai platus ir bendras, tikrai yra ypatingas, panašiai kaip ypatingi yra tokių mokslų kaip matematika, logika ar filosofija objektai.**

Sistemotyros objektas yra sistemos ir jose egzistuojantys santykiai, tie jų su(si)darymo (organizavimosi) ir funkcionavimo, jų evoliucijos bei jų degradacijos ir dezorganizavimosi (destrukcijos) dėsningumai, kurie yra bendri visoms sistemoms nepriklausomai nuo jų elementų prigimties bei substrato, nuo sistemos funkcionavimo mechanizmų veikimą palaikančios energijos tipo. Dėl savo bendrumo tokie dėsningumai vadinami **bendrasisteminiais.**

Bendrasisteminiai dėsningumai, kuriuos nagrinėja sistemotyra, nusako tuos **ryšius bei apribojimus**, kurie reguliuoja į pirmojo tipo sistemą sujungtų elementų elgesį ir **iššaukia naujų – struktūrinių ir sisteminių – savybių atsiradimą**, kurių tie elementai nei pavieniui, nei kartu iki tol neturėjo, o taip pat **bendruosius pirmojo**

tipo sistemų funkcionavimo ir raidos ypatumus, elementų išsidėstymo tvarką antrojo tipo sistemose, išplaukiančią iš tų elementų savybių ir joms būdingų dėsningumų.

Ypatingai svarbūs ir įdomūs tie bendrasisteminiai dėsningumai, kurie pasireiškia sudėtingų sistemų iš paprastesnių netiesiniuose organizavimosi procesuose, o taip pat sudėtingų sistemų evoliucijoje, kada tos sistemos **saviorganizavimosi** dėka įgyja naujų savybių.

Išnagrinėti ir suprasti tokių procesų „mechanizmus“ ir dėsningumus, o po to visa tai panaudoti mums reikalingų sistemų kūrimui bei tobulinimui ir mūsų suvokimo bei žinių apie mus supantį pasaulį ir mus pačius gilinimui ir sistematizavimui – vienas pagrindinių sistemotyros tikslų.

Kaip ir kodėl atsirado saviorganizacija, gyvybė, emocijos, mąstymas, sąmonė, sąžinė – tai klausimai, į kuriuos atsakymo ieško ne tik „klasikiniai“ mokslai, bet ir sistemotyra. Viena iš sistemotyroje formuojamų hipotezių teigia, jog tai – **emergencijos** pasireiškimai (žiūr. 34 pav. Šios mokymosi priemonės 1.6.1. skyrelyje ir su juo surištą tekstą) nutolusiose nuo pusiausvyros sudėtingose sistemose, kurie matematiškai galėtų būti aprašyti tik **netiesinėmis funkcijomis** (žiūr. 1.6.4.11. skyrelį).

Kadangi sistemos sutinkamos visur ir gali turėti pačią įvairiausią (fizinę, cheminę, biologinę, techninę, ekonominę, ekologinę, socialinę ir t.t. bei kompleksinę) prigimtį, tai bandymai „įsprausti“ sistemotyros objektą į „klasikiniams“ specialioms mokslams būdingus specifinių tiriamųjų objektų suformuojamus „rėmus“ bei nepasitenkinimas, kai tokių „rėmų“ nesurandama, pavirstantis į nuomonę, jog sistemotyra net savo objekto neturi, yra **eilinis nesusipratimas, atsirandantis iš sistemotyros esmės nesupratimo**. O juk to mokslo tyrimų objektas, atrodo, savaime aiškus: to objekto pavadinimas „įmontuotas“ į paties mokslo pavadinimą – „sistemotyra“.

Sistemotyra kaip mokslas ir kaip to mokslo taikymo praktika nestovi vietoje, nors ir nesivysto taip sparčiai, kaip buvo tikėtasi „kibernetinio bumo“ metu.

Šiuo metu sistemotyrą būdingos **trys pagrindinės raidos kryptys**:

- 1) sistemų teorijos koncepcinių ir metodologinių pagrindų formavimas;
- 2) sistemotyros ir jos vystymosi teorinių ir praktinių uždavinių formulavimas, sudėtingų sistemų sisteminio modeliavimo ir projektavimo metodų tobulinimas, modeliavimo ir projektavimo sisteminės metodologijos kūrimas;
- 3) sistemotyros uždavinių sprendimo matematinio aparato kūrimas bei tobulinimas, jos metodų ir aparato taikymas sudėtingų procesų valdyme ir moksliniuose tyrimuose, sudėtingų sistemų projektavime ir tobulinime.

Pirmoji kryptis formuoja naują mokslinę pasaulėžiūrą, vadinamą sisteme, keičiančią individo ir visuomenės požiūrį į mus supančią aplinką ir į žmonių socialinius santykius bei visuomenės savivaldą, o paskutinės dvi kryptys jau peržengė sistemotyros mokslo formavimosi ribas ir jau duoda reikšmingą naudą ne tik moksliniuose tyrimuose, bet ir praktinėje žmonių veikloje – sudėtingų sistemų bei procesų modeliavime, projektavime ir valdyme, projektų kokybės gerinime, valdymo efektyvumo didinime, modeliavimo, projektavimo ir valdymo klaidų skaičiaus mažinime.

0.2. Sistemotyros mokslo atsiradimo ir jo sparčios evoliucijos pagrindinės priežastys bei aplinkybės.

Sistemotyros paskirtis ir tikslai

Sistemotyros atsiradimą inicijavo bei tolimesnį spartų vystymąsi skatino ir skatina eilė priežasčių.

Apžvelgsiu pačias svarbiausias sistemos atsiradimo priežastis bei aplinkybes, o kartu ir pačius svarbiausius sistemos tikslus, pačias svarbiausias sistemos savybes, išskiriančias ją iš kitų mokslų.

0.2.1. Sudėtingumo problema ir jos sprendimo poreikis

Žmonija, bevystydama mokslą, techniką ir technologijas, besiskverbda savo intelektu ir savo sukurtą techniką į visas pasaulio sritis gilyn ir platyn, palaipsniui perėjo nuo **paprastų**, t.y. apžvelgiamų vieno žmogaus intelektu, prie **sudėtingų sistemų** nagrinėjimo ir projektavimo, t.y. prie tokių sistemų, kurių vienas žmogus savo intelektu aprėpti jau nebegali. Tas reiškinys, t.y. susidūrimas su sudėtingomis sistemomis, buvo pavadintas **pirmuoju informaciniu barjeru**. Stengdamiesi įveikti tą barjerą, žmonės ėmė dekomponuoti sudėtingas sistemas bei sudėtingus procesus į paprastesnes dalis ir tokių dekomponuotų sistemų bei procesų tyrimui ir valdymui kurti daugiaėšlonines (hierarchines) tyrimo ir valdymo sistemas. Dekompozicijos metodą buvo pradėta taikyti ir sudėtingų sistemų projektavimui bei sudėtingų problemų sprendimui, kuriant hierarchinę struktūrą turinčius projektuotojų ir sprendėjų kolektyvus. Tai daugelyje atvejų padėjo įveikti pirmąjį informacinį barjerą, tačiau vis sudėtingėjančiose situacijose buvo susidurta su naujomis problemomis.

Pavyzdžiui, paaiškėjo, kad susidūrus su pirmuoju informaciniu barjeru ir sudarius hierarchinę daugešlonę valdymo sistemą – **valdymo kontūrų piramidę**, skirtą to barjero įveikimui, t.y. visos sudėtingos sistemos valdymui, aukštesniųjų tos piramidės ešlonų padalinių vadovai ir, visų pirma, pirmasis (vyriausiasis) visos sistemos vadovas, **praranda pastovų tiesioginį ryšį su visa sistema** ir tampa priverstas bendrauti su valdomaisiais objektais – visa sudėtinga sistema ir jos posistemiais – jau **netiesiogiai, o tik per tą informaciją**, kurią gauna iš savo pavaldinių, esančių žemesniuose valdymo kontūrų piramidės ešlonuose ir **tiesiogiai bendraujančių** su valdomos sudėtingos sistemos elementais ir jos posistemiais, bei per tą informaciją, kurią aukštesniųjų ešlonų padalinių vadovai ir visos sistemos vadovas siunčia žemesniųjų ešlonų padalinių vadovams. Toks informacinis bendravimas ne visada gali vykti sklandžiai ir patikimai dėl atsitiktinai atsirandančių trikdžių bei dėl sąmoningo informacijos klaidojimo, siekiant sukurti kam nors palankų įvaizdį ar nusišlopinti savo klaidas bei prasižengimus.

Kad valdymo sistemos darbuotojai ir vadovai nepasimestų didžiuliuose gaunamos ir perduodamos dažnai nepakankamai patikimos informacijos srautuose ir galėtų tos informacijos pagrindu kurti savo vaizduotėje valdomų objektų ir susidarantių probleminių situacijų **kauzaliinius** ar pusiau kauzaliinius **koncepcinius kognityvinius bei normatyvinius modelius**, reikalingus valdymo sprendimų priėmimui ir tų sprendimų realizavimui, atsirado būtinybė konstruoti sudėtingų objektų bei jų dalių **informacinius modelius**, padedančius sistematizuoti gaunamą informaciją.

Todėl turėjo atsirasti ir atsirado **informacinis modeliavimas**, kuris, tobulėjant kompiuterinei technikai, išsivystė į **matematinį (analizinį ir imitacinį) modeliavimą**. Buvo pradėtas valdymui reikalingos **statistinės informacijos** kaupimas ir jos matematinis apdorojimas bei panaudojimas matematiniam modeliavimui ir valdymo sprendimų priėmimui.

Buvo pradėtos kurti **automatizuoto ir automatinio valdymo sistemos** ne tik techninėms, bet ir organizacinėms sistemoms, kurių projektavimo sudėtingumas privedė ne tik prie **dženeralistų** poreikio padidėjimo, bet ir prie bandymų pasinaudoti

automatizuotomis projektavimo sistemomis, iki tol taikytoms tik projektuojant sudėtingas technines sistemas ir sudėtingus technologinius procesus.

Visos šios priemonės dalyje atvejų padėjo įveikti pirmąjį informacinį barjerą ir padeda spręsti sudėtingumo problemą, tačiau šios problemos iki galo vis dėl to neišsprendė ir niekada nepajėgs pilnai išspręsti ne tik todėl, kad buvo susidurta su **emerdžencijos** reiškiniu, kurį aptarsime šiek tiek vėliau, ir buvo suvokta, jog **dekompozicijos metodas nėra universalus, nes egzistuoja sistemos, kurių funkcionavimą dėl netiesinių ir grįžtamųjų ryšių egzistavimo teisingai suprasti galima tik nagrinėjant jas kaip veikiančią neišardytą** (t. y. „čielą“) **visumą**, bet ir todėl, kad, žmonijai nuolat plečiant savo veiklos horizontus, **sistemų ir problemų sudėtingumo augimui ribų nėra**, o konkretaus žmogaus ar konkrečios žmonių grupės, bandančios nagrinėti tas sistemas ir spręsti tas problemas, galimybės nors ir gali augti, tačiau kiekvienu konkrečiu momentu yra ribotos.

Didėjant dekomponuojamų sudėtingų sistemų bei procesų posistemų bei paprocesių skaičiui ir dėl to didėjant jų valdymui kuriamų hierarchinių sistemų apimčiai bei sudėtingumui, buvo susidurta su **antruoju informaciniu barjeru** (žiūr. šios mokymosi priemonės 1.6.4.13. skyrelį), kai toliau **didinti valdymo personalo bei sudėtingą problemą sprendžiančio personalo skaičių tampa nebetikslinga**, o dar toliau – net žalinga ir pavojinga.

Be to, gyvenimo praktika parodė, jog, **nagrinėjant ir projektuojant sudėtingas sistemas, ypač, jei pastarosios priklauso organizminių bei organizacinių sistemų klasėms, jau nebepakanka tų metodų, kurie gerai tarnavo nagrinėjant ir projektuojant paprastas mechanines sistemas**, nebepakanka klasikinės pozityvistinės logikos, redukcionistinės kauzalinės metodologijos, klasikinės matematikos kiekybinės analizės metodų, kad, ieškant sprendinių sudėtingose situacijose, nebegalima sau leisti neribojamos dekompozicijos, neatsižvelgiant į emerđencijos ir kitus sistemų netiesiškumo reiškinius, į taip vadinamąją nepakankamai objektyvią bei negriežtai apibrėžtą informaciją, nesinaudoti nekiekybiniais metodais, indukcija, analogija, intuicija, vaizdiniu mąstymu, euristika, kad, **norint rasti sudėtingų problemų pakankamai gerus sprendinius, reikalinga įvairių mokslų sintezė, įvairių sričių specialistų kolektyvinis darbas, nauji to darbo organizavimo metodai**.

Turėjo atsirasti ir atsirado **sisteminis modeliavimas, sisteminė analizė ir sisteminis projektavimas, sisteminiai tokio kolektyvinio kompleksinio darbo organizavimo metodai**, sintezuojantys savyje įvairius specialiųjų mokslų atrastus bei sukurtus metodus į kokybiškai naują visumą, emerđencijos dėka galinčią įgyti naujų savybių, naują kokybę.

Sprendžiant sudėtingumo problemą, buvo pastebėta, kad **informacijos sistematizavimas bei jos organizavimas į modelius ir tų modelių jungimas į dar didesnes sistemas žymiai palengvina informacijos suvokimą ir įsisavinimą**. Juk viena yra suvokti ir įsisavinti skaitančiajam nesuprantama kalba parašytą tekstą, kuris pastarajam atrodo kaip chaotiškas įvairių rašybos ženklų rinkinys, o visai kita, kai tas pats tekstas kitam skaitančiajam, suprantančiam tą kalbą, išreiškia logiškai surištas mintis, sudarančias vientisą apsakymą.

Buvo atrasta, kad **tinklinių grafikų** (žiūr. šios mokymosi priemonės 1.9.2.16.–1.9.2.18. skyrelius) **taikymas, planuojant sudėtingus darbų kompleksus, padeda pastebėti spragas**, neišvengiamai atsirandančias dėl kompleksų sudėtingumo, o operatyviniame tų darbų vykdymo valdyme **leidžia išskirti pačią svarbiausiąją informaciją iš didžiulio kiekio mažiau svarbios** ir tokiu būdu žymiai supaprastina valdymo procesą, padeda spręsti sudėtingumo problemą.

Buvo įsitikinta, jog, kuriant sudėtingų sistemų deskriptinius modelius bei projektus kolektyvinėmis pastangomis, kada sunku pilnai suderinti skirtingų žmonių sudarytas atskiras viso projekto, jau neaprepiamo vieno žmogaus protu, dalis, nepadarant klaidų, praleidimų ir bereikalingo dubliavimo, labai naudinga tą modelį ar projektą kurti keliais skirtingais metodais ir po to lyginti gautus modelio ar projekto variantus, tokiu būdu **atskleidžiant modelių bei projektų nesutapimus ir**

lokalizuojant galimų modeliavimo bei projektavimo klaidų vietas (žiūr. sisteminio projektavimo ir sisteminio modeliavimo principus, aprašytus antrojoje šios mokymosi priemonės dalyje, o taip pat šių eilučių autoriaus darbuose [5] ir [12÷16] bei knygoje [17], parašytoje kartu su kitais autoriais).

Atsirado ir pradėjo intensyviai vystytis **informaciniai tinklai**, kurie, tapdami savotišku žmonių nervų sistemų tęsiniu, sugeba jungti ir kaupti atskirų žmonių ir jų kolektyvų sukaupą informaciją ir žmonių individualius protus į „**kolektyvinio proto**“ sistemas, sugebančias spręsti tokias problemas, kurios negalėtų būti išspręstos atskirų individualių protų pastangomis. Labai svarbu, kad **tokie tinklai, tapdami „kolektyvinio proto“ sistemomis, žymiai pagerina sąlygas ir atskirų individualių protų pasireiškimui** (žiūr. šios mokymosi priemonės 1.16.4.3. skyrelį).

Tai tik maža dalis to, kuo **jau šiandien sistemotyros mokslas ir mokslas apskritai bei naujosios informacinės technologijos sugeba padėti sudėtingumo problemą sprendžiantiems žmonėms**.

Studijuodami sistemotyros kursą studentai galės susipažinti su šiomis ir kitomis svarbiausiomis priemonėmis, padedančiomis spręsti sudėtingumo problemą ir išmoki jomis naudotis.

Pavyzdžiui, 1.13. skyriuje studentai bus supažindinti su imitaciniu modeliavimu, kuris gali būti taikomas ir tada, kada dėl sistemos ir joje vykstančių procesų sudėtingumo tampa nebeįmanoma sudaryti kauzalinę analizę sistemos ir joje vykstančių procesų modeli.

1.14. skyriuje bus nagrinėjami matematinės statistikos, stochastinio modeliavimo ir ekonometrikos metodų taikymai tais atvejais, kai dėl sistemos ir joje vykstančių procesų sudėtingumo bei nepakankamo apibrėžtumo mums jau nebepavyksta pakankamai adekvačiai aprašyti sistemą ir joje vykstančius procesus deterministiniais matematiniais modeliais.

1.15. skyriuje bus nagrinėjami optimizavimo ir optimalių sprendimų jautrumo bei stabilumo analizės metodai, padedantys surasti sudėtingose situacijose geriausius ar pakankamai artimus geriausiems valdymo sprendimus ir nustatyti tas sąlygas, kurioms esant tie sprendimai išlieka pakankamai geri.

1.16. skyriuje bus nagrinėjami kokybiniai bei nepakankamai griežtai apibrėžti kiekybiniai ir kokybiniai modeliai ir ekspertinės sistemos bei jų taikymai tais atvejais, kai mums, ieškant sudėtingų problemų sprendinių, jau nebepakanka klasikinės matematikos deterministinių ir statistinių metodų. Ten taip pat bus nagrinėjamas dirbtinio intelekto ir „kolektyvinio proto“ sistemos, jungiančios savyje dirbtinio intelekto sistemas, globalius bei lokalius informacinius tinklus ir natūralius žmonių bei jų kolektyvų intelektus.

Apibendrinant visa tai, kas buvo pasakyta šio skyrelio pradžioje, galima suformuluoti tokią **išvadą**: žmonija, plėtodama mokslą, techniką ir ekonomiką, susidūrė su **sudėtingumo problema**, pasireiškiančia **pirmuoju ir antruoju informaciniais barjeriais**, kurių įveikimui prireikė naujos metodologijos. Sukūrimas tokios **sisteminės metodologijos, kuri leistų kolektyvinėmis pastangomis aprępti tai, ko jau nebeaprepia pavienio žmogaus – vienos srities specialisto – protas – vienas pagrindinių sistemotyros tikslų**. Vien dėl šio tikslo jau galėtų egzistuoti specialus mokslas, nes, **neįveikus sudėtingumo problemos, neįmanoma kurti daugelio žmonių labai svarbių ir reikalingų projektų**.

Tačiau sistemotyra siekia ne tik šio tikslo ir sprendžia ne tik šią problemą.

0.2.2. Mokslų integracijos ir holistinės pasaulėžiūros bei bendrasisteminės mokslinės kalbos formavimo poreikis

Antikos laikų mokslas turėjo nors ir naivų, tačiau **visuminį** (holistinį) supratimą apie žmogų supantį pasaulį, neskaidydamas pasaulio koncepcinio modelio į sudėtinę dalis – atskirus vienaaspekčius modelius, pavyzdžiui, fizikinį, biologinį, socialinį, ekonominį ir pan. Tik nuo Aristotelio laikų, kuris pats dar buvo mokslininkas – universalas, stipriai plečiantis žinių apimtims atskirose srityse, prasidėjo **mokslų diferenciacija**, kuri ypač paspartėjo naujaisiais amžiais.

Tai diferenciacijai besivystant, atsirado ne tik atskiri mokslai, pavyzdžiui, kalbotyra, psichologija, matematika, fizika, astronomija, chemija, biologija, geografija et cetera, bet ir dar labiau specializuotos jų dalys. Pavyzdžiui, ta pati geografija diferencijavosi į „fizinę“, „politinę“, „ekonominę“, „demografinę“ ir t.t. geografijas, o

„fizinė geografija“ savo ruožtu – į dalis, skirtas žemės paviršiaus reljefo, jos klimato, jos floros ir faunos pasiskirstymo, jos ekosistemų ir pan. nagrinėjimui, jau nekalbant apie atskirų regionų geografijas. Mokslams besidiferencijuojant, kartu su teigiamais reiškiniais, pavyzdžiui, išigilinimu į atskiras sritis, atsirado ir neigiamų reiškiniai: baigėsi mokslininkų – universalų (tokių kaip Aristotelis, Leonardas da Vinčis ir kt.) era, įvairių sričių mokslininkai ir specialistai, siaurindami savo tyrimų sritis, pradėjo nebesuprasti vieni kitų, o tai trukdė ir trukdo jiems pasinaudoti vienas kito atradimais bei pasiekimais, atsirado „tarpdisciplininiai barjerai“.

Todėl tapo labai aktualu, kad kartu su mokslų diferenciacija pradėtų vystytis ir jų integracija, kad šalia specialistų, gerai nusimanančių palyginti siaurose srityse, atsirastų ir taip vadinamų dženeralistų, sugebančių pakankamai kompetentingai bendrauti su įvairių sričių atstovais, organizuoti bendrą jų darbą, kad susiformuotų bendra visų mokslų atstovams suprantama ir visiems mokslams tinkama kalba (savotiška mokslo „esperanto“), bendros koncepcijos, bendri modeliai ir bendras mokslinio tyrimo aparatas, integruojantis savyje įvairių mokslų pasiekimus ir leidžiantis nagrinėti sudėtingus reiškinius ne tik vienapusiškai, bet ir kompleksiškai, visapusiškai.

Mokslų diferenciacija nėra neigiamas bei nepageidautinas reiškinys. Ji labai reikalinga, nes tik tokiu būdu galima išigilinti į visumos suvokimui svarbias detales ir jas suvokti. Sudėtingo pasaulio viso ir iškart suvokti tiesiog neįmanoma. Jo suvokimas vyksta dalimis, atskirais aspektais. Tačiau, suvokus atskiras dalis, reikia išmokti jas jungti į „čiela“ (nerandu tinkamo lietuviško atitikmens, todėl vartoju „barbarizmą“) visumą ir gauti sintetinį ir „gyvą“ tos visumos modelį. Tai leistų mums pastebėti ir suprasti tai, ko negalėjome pastebėti ir suprasti, nagrinėdami atskiras tos visumos dalis, o taip pat ir tai, ko nebūtume sugebę ne tik pastebėti ir suprasti, bet ir aprėpti, jei būtume pradėję nagrinėti visą tą visumą, neskaidydami jos į dalis, nediferencijuodami nagrinėjimo aspektų. Iš to, kas čia pasakyta, išplaukia, jog **mokslų diferenciacija ir integracija yra dvi būtinos ir viena kitą papildančios sudėtingo pasaulio pažinimo sudėtingo proceso dalys**. Žmonija daug pasiekė diferencijuoto mokslo vystymo srityje. Atėjo laikas išmokti tuos diferencijuotus mokslus integruoti ir naudotis tos integracijos vaisiais, tuo labiau, kad matematikos, kompiuterinės technikos, informacinių technologijų ir „kolektyvinio proto“ sistemų, apie kurias bus kalbama šios mokymosi priemonės 1.16.4. poskyryje, panaudojimas suteikia tokiai integracijai daug naujų galimybių.

Nesunku įsivaizduoti, kiek galėtų praturtėti ir pagilėti mūsų supratimas apie tai, kas vyksta mūsų planetoje, integruojant visas mūsų ką tik minėtas „geografijas“ tarpusavy, o kartu dar ir su geologija, astronomija, kosmogonija, kosmologija, fizika, chemija, biologija, ekologija, pasitelkiant matematiką, informacines technologijas ir kompiuterinę techniką, ekonomiką ir socialinius mokslus. Tačiau tokiai integracijai būtina, kad įvairių sričių specialistai pajęgtų susikalbėti, vienas kitą suprasti, naudotis vieni kitų sukauptomis žiniomis ir bendru moksliniu aparatu, efektyviai dirbti bendrą darbą, išmintingai ir sistemiškai paskirstytą į dalis, atitinkančias kiekvieno tame darbe dalyvaujančio specialisto galimybes.

Mokslų integravimo ir bendros visiems mokslams mokslinės kalbos, bendro visiems mokslams mokslinio aparato sukūrimo poreikis – antroji pagrindinė sistemotyros atsiradimo priežastis, iš kurios išplaukia **antrasis pagrindinis sistemotyros tikslas**.

Nepasiekus šio tikslo neįmanoma siekti ir pirmojo tikslo, nes neįmanoma **organizuoti įvairių mokslo sričių atstovų kolektyvinio darbo, reikalingo sudėtingumo problemos sprendimui, kai šie atstovai nesugeba susikalbėti, nes nesupranta vienas kito**.

Šią problemą, bent jau iš dalies (pavyzdžiui, kiekybinių santykių ir formos nagrinėjimo aspektu), bando spręsti ir matematika, nes ji irgi yra gana bendras mokslas, kurį galima ir naudinga taikyti bet kokioms sistemoms ir bet kokiems procesams pačiose įvairiausiose srityse, o tai, be kita ko, paaiškina, kodėl **sistemotyra taip artima matematikai** ir kodėl dauguma sistemotyros mokslų atstovų yra matematikai bei įvairių kitų mokslų atstovai, gerai įvaldę matematikos aparatą ir bandantys taikyti jį savo moksle. Formuojasi net speciali sistemotyros kryptis – **matematinė sistemo-**

tyra, kuri, remdamasi šiuolaikinės matematikos kalba ir jos aparatu, siekia išplėsti tą kalbą ir aparatą, įvesdama matematines koncepcijas, matematinius metodus, matematinius modelius, matematinę tyrimų metodologiją ir informacines technologijas į tas sritis, kurios anksčiau nebuvo prieinamos matematikai, aprėpdama ne tik kiekybinių, bet ir kokybinių faktorių analizę, naudodama ne tik dedukcijos ir redukcinės logikos metodus, bet ir indukciją bei indukcijos ir dedukcijos sintezę, objektinės bei terminalinės metodologijos sintezę su funkcinė bei teleologine metodologijomis, papildydama griežtus loginius samprotavimus intuityviais, nevengdama analogijų, mokslinės nuojautos ir ekspertinių įverčių panaudojimo sudėtingų tyrimų metu. Matematinė sistemotyra tampa dar vienu tiltu, jungiančiu matematiką su kitais mokslais ir realiu pasauliu, plečiančiu matematikos taikymo galimybes. Tuo pačiu metu **matematinė sistemotyra, įsisavindama ir panaudodama savo tikslams matematinę kalbą ir matematikos operacinį aparatą, lyg ir susilieja su matematika, papildydama pastarąją ir prisidėdama prie jos sistematizavimo, sisteminio požiūrio joje ugdymo.**

Su pradmeniniu vieno iš galimų matematinės sistemotyros variantų ir tokios bendrasisteminės kalbos, kuriamos matematikos (jos kalbos ir jos operacinio aparato) pagrindu, studentai bus supažindinami ir šioje mokymosi priemonėje: įvairios sąvokos bus įvedinėjamos visuose priemonės skyriuose, o kai kurie skyriai (pavyzdžiui, 1.5. skyrius, kai kurie 1.9., 1.11. ir 1.16. skyrių skyreliai) bus specialiai skiriami tokios kalbos formalizavimui ir matematinės sistemotyros aparato kūrimui.

Bendrasisteminės kalbos kūrimas padeda spręsti ne tik bendravimo tarp įvairių mokslų atstovų problemą, bet ir gilina bei plečia jų sisteminį mąstymą. **Juk kalba žmogui – ne tik bendravimo su kitais, bet ir mąstymo instrumentas.** Kol žmogus neturi susikūrus (įsisavinęs) tų ar kitų sąvokų ir nepažymėjęs jų kokiais nors žodžiais ar kitais identifikatoriais, tol jis tų sąvokų negali laisvai bei efektyviai vartoti ir savo mąstyme. Jis tuomet gali tik miglotai nujausti kai kurių dar neįvardintų sąvokų egzistavimą, dar nesugebėdamas aiškiai suvokti jų turinio ir apibrėžti jų apimties, tačiau tol negali jomis laisvai ir efektyviai operuoti, kol nepažymėjo jų savo sąmonėje žodžiais ar kitais identifikatoriais. Juk tik tada mes pradedame laisvai kalbėti kokia nors kalba, kai išmokstame tą kalbą mąstyti. Ir kai koks nors žmogus operuoja tik nedideliu skaičiumi sąvokų ir jas žyminčių žodžių (kaip, pavyzdžiui, Elka Liudojiedka iš „Dvylikos kėdžių“), nes kitų sąvokų ir jas atitinkančių žodžių nežino, tai ne tik jo kalba skurdi, bet skurdus ir jo mąstymas. Įsiklausę į kai kurių šiuo laiku paauglių ir jaunimo tarpe labai populiarių posakių ir dainelių turinį, pabandykite spręsti apie jų autorių ir iš susižavėjimo spygaujančios tų dainelių klausytojų minios intelekto lygį. Ar daug jis skiriasi nuo minėtosios Elkos lygio? Toks žemas nemažos dalies visuomenės narių intelekto ir dvasinės kultūros lygis formuojasi ne tik todėl, kad daugumoje pasaulio šalių švietimo sistema daugiau orientuota į mechaninių receptūrinių žinių teikimą, nei į poreikio ir gebėjimo suprasti ir tomis žiniomis kūrybiškai naudotis ugdymą, bet ir todėl, jog vartotojiškoje visuomenėje egzistuoja įtakingos jėgos, suinteresuotos taip vadinamos popkultūros sklaida ir tam išradingai panaudoja šiuolaikinių informacijų technologijų galimybes.

Todėl bendrasisteminis sąvokų formavimas ir jų įsisavinimas naudingas ne tik tuo, kad plečia ir turtina bendravimą tarp įvairių mokslų atstovų, bet ir tuo, jog ugdo visuomenės narių sisteminį mąstymą, apie kurį vėliau pakalbėsime šiek daugiau, nes tokio mąstymo formavimas ir ugdymas – irgi vienas svarbiausių sistemotyros mokslo ir sistemotyros kurso tikslų. Kadangi sisteminis mąstymas formuojasi apibendrinant bei integruojant įvairius mokslus ir kuriant holistinę pasaulėžiūrą, tai įvairių mokslų integravimas ir holistinės pasaulėžiūros formavimas – taip pat svarbus sistemotyros tikslas.

Sistemotyra bando susigražinti visuminį pasaulio supratimą, būdingą Antikos laikams, tačiau jau žymiai aukštesniame lygyje, atsirandančiame, kai žmonija, pakankamai giliai išnagrinėjusi vienaaspekčius modelius ir supratusi jų funkcionavimo dėsningumus, po to bando tuos dalinius modelius, kurie atsirado mus supančio pasaulio dekompozicijos dėka, vėl sujungti į vieną visuminį modelį.

Galima išvelgti analogiją tarp sistemotyros vaidmens įvairių mokslų sistemoje ir funkcionalinės analizės vaidmens matematikoje.

Funkcinė (funkcionalinė) analizė, apibendrindama įvairių matematikos šakų idėjas, padėjo pastebėti bendrus dėsningumus, besikartojančius įvairiose matematikos šakose ir besiskiriančius

tarpusavyje tik savo išraiškos forma, savita tai matematikos šakai, kurioje tie dėsningumai buvo surasti ir formalizuoti. Tai leido įvesti funkcionalo ir operatoriaus sąvokas ir pažvelgti į dalykus, atrodančius skirtingai, bendru požiūriu kaip į skirtingą kalbą aprašytus vieno ir to paties reiškinių modelius ir, pritaikant vienos šakos metodus bei pasiekimus kitoje šakoje, gauti naujus, naudingus visai matematikai, rezultatus. Sisteminis požiūris ir bendrų dėsningumų paieška pasirodė esą naudingi net pačioje matematikoje. Tuo labiau jis naudingas apibendrinant ir integruojant visų mokslų pasiekimus.

Sistemyra, apibendrinama ir integruodama įvairių mokslų idėjas ir metodus, padeda pastebėti bendrus dėsningumus, besikartojančius įvairiuose moksluose ir jungiančius tuos mokslus į sistemą – egzistuojančio bei įsivaizduojamo pasaulio modelį. Sintezuodama tuos dėsningumus ir įvairiuose moksluose sudarytus įvairių sistemų bei reiškinių modelius, besiskiriančius savo forma (o neretai – ir turiniu, nes tie modeliai buvo sudaryti, žiūrint į sistemą ar reiškinį iš šiek tiek skirtingų pozicijų, leidžiančių pastebėti ne tik tas pačias detales), sistemyra leidžia gauti žymiai pilnesnius ir adekvatesnius tikrovei sistemų ir reiškinių modelius, panaudoti vieno mokslų atradimus kituose moksluose ir tokiu būdu spartinti visų mokslų progresą bei pasaulio pažinimo procesą. O tai atsiliepia ir technikos, ir ekonomikos, ir žmonių gyvenimo lygiui.

Mokslų integracijos nauda ir bendramokslinės kalbos reikalingumu man teko įsitikinti ir asmeniškai, kai trečiosios tremties metu, kurdamas skaičiavimo centrą ir mokslinių tyrimų skirtingų laboratorijų Altajaus politechnikos institute, patekau į mokslinę stažuotę TSRS Mokslų akademijos Sibiro skyriuje.

Sibiro Akademinis miestelis tuomet garsėjo daug kuo, tačiau svarbiausias jo ypatumas ir didžiausias jo privalumas buvo tame, jog šiame moderniame moksliniame centre, įkurtame Sibiro taigos slėnyje šalia dirbtinės jūros, susidariusios užtvėnkus Obės upę ir pastačius Novosibirsko hidroelektrinę, buvo sukoncentruoti visų fundamentinių mokslų – ir tikslųjų, ir humanitarinių – akademiniai institutai su jų mokslinėmis laboratorijomis, galingu skaičiavimo centru, atominiu reaktoriumi ir kitais moksliniams tyrimams bei jų aptarnavimui reikalingais įrenginiais.

Tų institutų ir laboratorijų vadovais buvo paskirti garsūs mokslininkai, dar Antrojo pasaulinio karo metais evakuoti iš Maskvos, Leningrado, Kijevo ir kitų Sovietų Sąjungos europinės dalies mokslinių centrų kartu su kitais tų centrų moksliniais darbuotojais. Steigiant Mokslų akademijos Sibiro skyrių, jo institutai buvo papildyti jaunais moksliniais bendradarbiais, atstovaujančiais įvairias įvairių mokslų sritis. Akademinio miestelio institutų darbuotojai labai glaudžiai bendradarbiavo dalyvaudami kompleksiniuose tyrimuose bei projektuose, dalindamiesi skirtingų mokslų pasiekimais ir tokiu būdu papildydami vienas kito žinias bei darbo įgūdžius, generuodami tokias naujas mokslines idėjas, kurios galėjo gimti tik kelių mokslų sandūroje ir kurių įgyvendinimui reikėjo įvairių mokslų atstovų suvienytų pastangų.

Į tokių kompleksinių grupių, sudarytų iš kelių skirtingų mokslų atstovų, darbą buvo įtraukiami ir kiti tame miestelyje įkurto universiteto vyresniųjų kursų studentai, priklausantys įvairiems fakultetams. Tokiu būdu buvo rengiami jauni mokslininkai, įpratę ir sugebantys dirbti kompleksiniuose moksliniuose kolektyvuose.

Įvairių mokslų atstovų bendradarbiavimas ir dalijimasis to bendradarbiavimo metu gimstančiomis naujomis mokslinėmis idėjomis vykdavo ne tik darbo metu. Jis tęsdavosi ir laisvalaikio erdviose Akademinio miestelio Mokslininkų namuose, kuriuose vykdavo įdomūs ir turiningi disputai pačiomis įvairiausiomis temomis. Tie disputai dažniausiai persikeldavo ir į kotedžus, kuriuose buvo ne tik mokslininkų butai, bet ir jų bibliotekos bei darbo kabinetai ir net auditorijos, į kurias rinkdavosi ne tik moksliniai bendradarbiai ir studentai, bet ir prie universiteto veikusios specialios vidurinės mokyklos moksleiviai – iš įvairių Sibiro mokyklų atrinkti gabiausieji mokiniai – įvairių olimpiadų nugalėtojai, būsimieji universiteto studentai. Tokiu būdu atsirasdavo ir formuodavosi bendri interesai bei bendros diskusijų temos tarp būsimųjų fizikų ir būsimųjų medikų, tarp būsimųjų matematikų ir būsimųjų kalbotyros specialistų, būsimųjų informatikų ir kibernetikų. Dar studijų metais susiformuodavo studentiški kompleksiniai kolektyvai, kurie, vadovaujami iškilų mokslininkų, dalyvaudavo moksliniuose darbuose ieškant aktualių problemų sprendimų. Daugelis tų kompleksinių kolektyvų neiširdavo ir po universiteto baigimo, bet tęsdavo savo darbą to darbo rezultatais suinteresuotose darbovietėse. Toks jaunųjų specialistų paskirstymas į darbovietes ne pavieniui, o „paketais“, neišardant jau susiformavusių kompleksinių kolektyvų, jau turinčių bendro darbo patirtį ir bendrą kompleksinį darbo tikslą, buvo naudingas ir jauniems specialistams, ir jų darbovietėms, nes žymiai sutrumpėdavo ne tik jaunųjų specialistų adaptacijos, bet ir pasinaudojimo naujausiais mokslo pasiekimais darbovietėje laikas. Mokslinis progresas greičiau pasiekdavo gamybą.

Prisimindamas tą įvairių mokslų atstovų bendravimo ir bendradarbiavimo atmosferą, egzistavusią Sibiro Akademiniame miestelyje, aš labai pasigendu jos Lietuvoje. Pas mus iki šiol vis dar nėra tokio kompleksinio mokslinio centro, kuris suburtų įvairių sričių specialistus ne tik epizodinių konferencijų bei seminarų metu, bet ir pastoviam bendravimui bei bendradarbiavimui. Specializuoti moksliniai institutai Lietuvoje silpnai bendradarbiauja tarpusavyje, ir viena tokio silpnumo priežasčių – tų institutų teritorinis išsibarstymas. Net senasis Vilniaus universitetas, kelis šimtmečius nešęs Lietuvai šviesą ir mokslais pagrįstą tiesą, dabar nėra pajėgus efektyviai atlikti tokio kompleksinio mokslinio centro funkciją, nes, augant jo fakultetams ir didėjant jų skaičiui, jie išsimėto ne tik po Vilniaus miestą, bet ir po Lietuvą. Todėl skirtingų fakultetų darbuotojai susitinka taip retai, kad daugelis ne tik nėra pažįstami, bet net nežino apie vienas kito egzistavimą, jau nekalbant apie mokslinį bendradarbiavimą. Tą patį galima pasakyti ir apie skirtingų fakultetų studentų bendravimą bei bendradarbiavimą, bendras mokslines diskusijas, bendrus kursinius ir diplominius darbus.

Tiesa, egzistuoja graži tradicija, kai studentai-fizikai FiDi proga keliauja po Vilniaus miestą iš Saulėtekio kartu su savo garsiuoju Dino-Zauru aplankyti senuosiuose Universiteto rūmuose studijuojančių filologų, tačiau tokio bendravimo, skatinančio jaunų žmonių pažintis ir net jaunų šeimų atsiradimą, dar nepakanka, kad atsirastų bendri moksliniai interesai tarp „tikslinių“ ir „humanitarų“.

Įvairių mokslų atstovus bendram darbui sprendžiant kompleksines mokslines problemas, galėtų suburti vieno stambaus mokslinio „slėnio“, analogiško jau minėtajam Aukšiniui slėniui, įkūrimas, sukeliant į jį visus akademinius institutus ir visus VU ir VGTU fakultetus, o kartu su tuo dar ir Lietuvos pramonės bei šalies ekonomikos orientavimas į aukštųjų technologijų ir naujausių mokslo pasiekimų panaudojimą. Toks orientavimasis duotų abipusę naudą ir verslui, ir mokslui, o todėl ir visiems mūsų šalies žmonėms, nes pakeltų jų gyvenimo ir materialinį, ir kultūrinį lygį, sumažintų bedarbių bei pakeltų dirbančiųjų atlyginimus.

Dabar gi verslas Lietuvoje savo konkurencingumą tarptautinėje rinkoje stengiasi išlaikyti ne tiek savo gaminamos produkcijos išskirtine verte ir kokybe, kiek žema jos kaina, kuri pasiekama mokant tos produkcijos gamybai panaudojamai „darbo jėgai“ kelis kartus mažesnius atlyginimus, negu mokama tose šalyse, į kurias dabar masiškai emigruoja darbingo amžiaus Lietuvos gyventojai ir ypač – mūsų jaunimas, baigęs vidurinį bei aukštuosius mokslus mūsų šalies mokyklose.

Darbo jėgos „eksportas“, būdamas labai nuostolingas mūsų valstybei ir jos visuomenei ne tik ekonomiškai, bet ir demografiškai, pasiekė tokį mastą, kad, net esant didelei bedarbių, pradedame stokoti darbuotojų, reikalingų dabartiniam mūsų šalies verslui, dėl ko verslininkai pradeda reikšti pretenzijas Lietuvoje veikiančiai švietimo ir specialistų rengimo sistemai, reikalaudami iš jos persiorientavimo atsižvelgiant į dabar Lietuvoje egzistuojančio verslo poreikius. Tokios pretenzijos, rūpinantis tik šia diena, yra pagrįstos, tačiau kažkas turėtų rūpintis dar ir tuo, kad, tenkindami tik dabarties poreikius, nepakenktume mūsų šalies ir jos visuomenės ateičiai. Mokslas turi ne tik ir ne tiek tarnauti verslui, kiek būti jo progreso varikliu.

Žvelgdamas į čia paminėtas problemas sistemiškai, prieinu išvadą, kad nepriklausomybę atkūrusios Lietuvos valstybės valdyme mokslas neužėmė jam priderančios vietos, dėl ko mūsų valstybės „laivas“ plaukia blaškomas pasaulinių „skersvėjų“ ir jo „kapitonams“ nelabai žinant, kur jis plaukia ir kur turėtų nuplaukti. Labai išmintingai ir sėkmingai vadovavę didelės dalies mūsų Tautos kovai dėl savo valstybės atkūrimo, Sąjūdžio vadovai, tapę atgavusios nepriklausomybę Lietuvos vadovais, dėl valstybės valdymo reikalingų žinių ir patirties stokos bei dėl aklo pasitikėjimo „ekspertais“ ir „konsultantais“ iš Vakarų neįsiklausė į vietinių mokslininkų pasiūlymus bei perspėjimus* ir nuvedė mūsų šalį ne pirmyn, o atgal ekonomikos ir kultūros vystymosi atžvilgiu – į pusiau kolonijinę būseną, pasmerkta chroniškam atsilikimui.

Vietoje to, kad po juridinio Lietuvos valstybės nepriklausomybės atkūrimo, pasitelkus mokslą ir tuomet labai entuziastingai nusiteikusios Lietuvos visuomenės daugumos palaikymą, tuojau pat imtis šalies ekonominio, socialinio ir kultūrinio vystymosi ilgalaikės strategijos sukūrimo ir nuoseklaus jos įgyvendinimo, siekiant užtikrinti mūsų mažos tautos išlikimą ir Lietuvos piliečių gerovę globalizmo ir pasaulį krečiančių ekonominių, finansinių ir kultūrinių bei moralinių krizių sąlygomis, valdžią šalyje užrėpęs savanaudiškas „elitas“, nepasitikėdamas savo tautos išmintimi ir kūrybine galia, nutarė akiai pasikliauti pasaulio galingųjų pasiūlyta ir primesta „globa“. Tapęs jų statytiniu Lietuvoje, mūsų „elitas“ su pataikūnišku uolumu puolė vykdyti savo naujųjų šeiminkų komandas bei pageidavimus, vesdamas savo šalį į valstybingumo praradimą, o savo tautą – į išsivaikščiojimą ir nutautėjimą.

* žiūr. mano tinklalapyje internete (adresu <http://www.mif.vu.lt/~sukys>) mano straipsnį „Mokslo vieta ir vaidmuo Lietuvos visuomenėje ir valstybėje“ bei Sausio 13-osios Brolijos vardu parašytą mano laišką LR AT Pirmininkui ir LR MT vadovui, išsiųstą 1991-10-06. O juk galėjo būti kitaip. Apie tai mano straipsniai „Ar galėjo būti kitaip?“ ir „Ką daryti, kad būtų kitaip?“, kuriuos taip galima rasti internete nurodytu adresu.

Kol dar ne visai vėlu, būtina visiems tiems Lietuvos piliečiams, kurie sugeba sistemiškai mąstyti ir kuriems todėl rūpi Lietuvos ateitis, skubiai stabdyti šį pavojingą mūsų Tautos degradavimo procesą pažadinant tautą dar vienam Atgimimui. Pradėti reikėtų nuo Lietuvos visuomenės (ir ypač jaunimo) švietimo, atstatant žmogiškąją ir tautinę savigarbą bei pagarbą mokslui ir amžinoms šalies vertybėms.

0.2.3. Emerdžencijos reiškinys, jo suvokimo ir išmokymo į jį atsižvelgti bei juo naudotis poreikis

Derėtų pažymėti dar vieną svarbų reiškinį, žymiai apsunkinantį sudėtingumo problemos sprendimą – jau minėtąjį **emerdžencijos reiškinį**, kurio esmė yra tokia: jungiant objektus į sudėtingas konstrukcijas (pavyzdžiui, į pirmojo tipo sistemas), tarp tų objektų atsirandančių tarpusavio ryšių bei santykių dėka **gali atsirasti ir naujų savybių, priklausančių jau ne atskiriems jungiamiesiems objektams, bet visam tam junginiui, tampančiam nauju atskiru sudėtingu objektu, vadinamu pirmojo tipo sistema**.

Pavyzdžiui, lėktuvo dalys skristi negali, tačiau, atitinkamai sujungę tas dalis, mes galime gauti naują konstrukciją, įgyjančią naują savybę – sugebėjimą pakilti į orą ir skristi. Ta savybė yra **sisteminė**: ji nepriklauso nė vienai lėktuvo daliai, paimtai atskirai, **o tik visai konstrukcijai** – lėktuvui, kurį, todėl **galime laikyti nauju objektu**, turinčiu nuosavų savybių, išskiriančių šį objektą iš kitų objektų tarpo.

Panašiu būdu, jungdami gerai degančias dujas – vandenilį – su dujomis, gerai palaikančiomis degimą, – deguonimi, galime gauti naują medžiagą – vandenį, kuris ne tik nedega, bet ir tinka gaisrų gesinimui.

Tokių pavyzdžių aibę galima plėsti ir plėsti. Pavyzdžiui, šeima, susidedanti iš dviejų individų, irgi yra daugiau nei dviejų skirtingos lyties individų suma, o pirmojo tipo sistema, nes sugeba padaryti tai, ko tie individai, paimti atskirai, padaryti nesugebėtų. Šeimoms būdinga tai, jog jos sugeba gimdyti vaikus, galinčius pratęsti žmonijos, sudarytos iš baigtinę gyvenimo trukmę turinčių individų, egzistavimą potencialiai neribotam laikui.

Sistemotyros mokslas leidžia išspręsti ginčą, ar egzistuoja esminis skirtumas tarp šeimų, sudarytų iš skirtingos lyties individų, ir homogeninių junginių, sudarytų iš individų, priklausančių tai pačiai lyčiai – gėjų ir lesbiečių sandraugų. Tos sandraugos irgi yra sistemos, bet skiriasi nuo tradicinių šeimų, nes turi skirtingas sistemines savybes. Todėl turėtų skirtis ir tų sistemų pavadinimai, vaidmuo bei statusas žmonių visuomenėje. Bandymai sutapatinti šias sąvokas prieštarauja sistemotyros mokslui.

Žmogaus ir žmonijos žinojimas ir nežinojimas, emerđžentiškai sąveikaudami vienas su kitu, taip pat sudaro pirmojo tipo sistemą, nes, jie aktualizuodami tam tikrą nežinojimo dalį, skatina naujo žinojimo paiešką ir sugeba sukurti naują žinojimą ir aktualizuoti naują nežinojimą. Pastarieji sąveikaudami sukuria naują pirmojo tipo sistemą ir tokiu būdu užtikrina tolimesnį tiesos paieškos ir mokslinio progreso procesą, kuris tęsis tol, kol egzistuos žmonija.

Emerdžencija gali pasireikšti ir žmonėms jungiantis į kolektyvą bendram darbui. Pavyzdžiui, jei du asmenys statys sau po namą kiekvienas atskirai, tai jie sugaiš daugiau laiko negu planingai ir organizuotai veikdami kartu – statydami vieną po kito du namus, padėdami vienas kitam. Papildomas efektas, kuris atsiranda racionaliai jungiant pajėgas bendrame darbe, vadinamas **sinergetiniu efektu**. Nagrinėjamu atveju jis pasireiškia ne tik tame, kad statyti namus dviese lengviau, negu pavieniui, bet ir tame, kad vienas iš namų atsiras gerokai anksčiau negu statant namus atskirai ir kad tuo namu jau bus galima naudotis. Šiek tiek anksčiau atsiras ir antrasis namas, nes sujungus pajėgas, padidės bendrasis darbo efektyvumas.

Sinergetinio efekto buvimas rodo, jog **emerdžencijos reiškinys yra netiesinis ir pasireiškia tik sistemose, kurios nėra tiesinės**. Tiesinėse sistemose elementų pajėgų jungimo rezultatas būtų lygus algebrinei tų elementų pajėgų sumai ir jokio papildomo sinergetinio efekto atsirasti negalėtų.

Sistemotyroje nagrinėjamos įvairios (ir tiesinės, ir netiesinės) sistemos (žiūr. 1.6.4.11. skyrelį), tačiau savaime suprantama, jog **netiesinėms sistemoms sistemotyroje turi būti skiriamas ypatingas dėmesys**, tuo labiau, kad tokios sistemos šiuo metu dar nepakankamai ištirtos. Jas nagrinėdami mes susiduriame su eile įdomių reiškinių, kurie nėra būdingi tiesinėms sistemoms: bifurkacijos, „stipri priklausomybė nuo pradinių sąlygų“ („drugelio efektas“), „keistieji atraktoriai“, katastrofos, solitonai ir t. t. Gali atsirasti ir atsiranda **nauji sistemų ir jų modelių lygiai** (žiūr. 1.6.4.15. ir 1.6.4.17. skyrelius), turintys specifinių sisteminių savybių ir todėl nesusivedantys vienas į kitą.

Stebėjimai rodo, jog **naujos savybės pirmojo tipo sistemoje gali atsirasti net tada, kada sistemos sudėtis nesikeičia ar beveik nesikeičia, o keičiasi tik sistemos struktūra**: atsiranda nauji ryšiai, keičiasi santykiai tarp sistemos elementų, nors patys elementai išlieka tie patys ar beveik tie patys.

Pavyzdžiui, paprasta anglis, kuri gali būti ir grafitu, esant dideliame slėgiui ir aukštai temperatūrai, gali taip pakeisti savo vidinę struktūrą, kad tampa deimantu. Taigi, cheminė sudėtis išliko ta pati – anglis, tačiau, **pasikeitus struktūrai, kaip pasikeitė savybės!** Palyginkite deimanto ir grafito kietumą!

Tokie sistemos struktūros ir jos savybių pasikeitimo procesai gali vykti įvairiose pirmojo tipo sistemose (nepriklausomai nuo jų prigimties, substrato, jų energetinio bei informacinio turinio), tačiau, didėjant sistemos sudėtingumui, o ypač – jos **organizuotumui**, tokie procesai pasireiškia vis dažniau ir stipriau. Atsiranda ir tokia savybė kaip sistemos **labilumas**, kada sistema, nekeisdama arba **beveik nekeisdama savo sudėties ir medžiaginės struktūros, sugeba pastebimai keisti savo funkcionavimą**. Palyginkite, kaip ir kiek reiktų pakeisti kombainą, skirtą grūdų derliui nuimti, kad jis taptų kateriu, galinčiu plaukioti upe, su tuo, kaip ir kiek reikia keisti kombainininką, kad jis galėtų tapti upių katerio mašinistu! Taigi, kombainininko labilumas žymiai didesnis negu kombaino ar katerio. O iš kur jis, tas labilumas? Tai irgi sisteminė savybė, kuri atsiranda ir pasireiškia emerđencijos dėka, pavyzdžiui, žmogui besimokant, įgyjant naujų žinių ir naujų įgūdžių. Kad pirmojo tipo sistema turėtų labilumo savybę, t.y., kad sistemoje, turinčioje pastovią sudėties schemą, galima būtų realizuoti kelias skirtingas veiklos struktūras (kelis skirtingus veiklos algoritmus), pakanka, kad **sistema turėtų savo veiklos valdymo sistemą ir joje – dinaminę atmintį, į kurią būtų galima įrašyti jos veikimo programas**. Tuomet **sistemai pakaktų tik pereiti nuo vienos programos prie kitos, t.y. padaryti pokyčius tik jos valdymo sistemos atmintyje, beveik nieko nekeičiant pagrindinėje – vykdančioje – sistemos dalyje**, ir sistema jau veiktų kitaip. O atmintis bei sugebėjimas save valdyti ir net savimonė, kaip teigia jau minėtoji sistemotyros hipotezė, irgi atsiranda emerđencijos dėka: didėjant sistemos sudėtingumui, t.y. atsirandant naujiems ryšiams (naujiems santykiams) tarp sistemos dalių, atsiranda ir naujos savybės.

Tokios **beįndrosios sisteminės savybės** kaip organizuotumas, labilumas, jautrumas, patikimumas, atsparumas trikdžiams, stabilumas, gyvybingumas, adaptyvumas, orientuotumas į tikslą, savireguliacija, sugebėjimas kelti nuosavus tikslus, sugebėjimas mokytis ir tobulinti save bei eilę kitų įdomių sisteminių savybių, atsirandančių emerđencijos dėka, bus nagrinėjamos antrojoje šios mokymosi

priemonės dalyje specialiai išskirtame bendrasisteminių savybių nagrinėjimui skyriuje, sudarančiame labai svarbią sistemotyros kurso dalį.

Emerdžencija nėra retas ir tik neseniai pastebėtas reiškinys. Dar Aristotelis savo „Metafizikoje“ rašė, jog „**Visuma yra daugiau negu jos dalių suma**“. Neseniai jis buvo tik pakankamai įsisąmonintas ir įvardintas. Žmogus, gamindamas sau įrankius ir įvairias pirmojo tipo sistemas, turinčias jam pageidautinų naudingų savybių, **jau nuo senų senovės naudojosi emerđžencijos reiškiniu**, apie jį net nesusimąstydamas. Galima teigti, jog žmogus, sumaniai pasinaudodamas kaip tik tuo reiškiniu, sugebėjo sukurti šiuolaikinę civilizaciją ir tapti tuo, kuo jis dabar yra.

Su emerđžencijos reiškiniu susiduriame ir tada, kada mes užsiimame sudėtingų pirmojo tipo **sistemų dekompozicija**. Skaidydami sudėtingą objektą į sudėtinės dalis ir nutraukdami jų tarpusavio ryšius, mes sunaikiname ir kai kurias to sudėtingo objekto sisteminės savybes, kurios egzistavo tų dabar nutraukiamų ryšių dėka. Todėl, dekomponuodami sunkiai apžvelgiamą sudėtingą sistemą į apžvelgiamas sudėtinės dalis, mes, net sudarę pakankamai adekvačius tikrovei tų dalių modelius, dar negalime būti tikri, kad jau pakankamai gerai suvokėme visą nagrinėjamąją sistemą kaip vieningą visumą, sudarančią naują objektą, galintį turėti tokių savybių, kokių nėra jo dalyse. Tai reiškia, kad tarpusavyje surištus objektus, procesus ir įvykius nepakanka išnagrinėti atskirai, kad po to dar reikia juos nagrinėti **sinergiškai** – kartu ir visapusiškai, atsižvelgiant į jų tarpusavio ryšius: tiesioginius ir grįžtamuosius.

Tai žymiai apsunkina sudėtingumo problemos sprendimą, nes, **susidūrus su sudėtinga sistema, ne visada pakanka tik dekomponuoti ją į sudėtinės dalis ir išnagrinėti kiekvieną dalį atskirai. Reikia dar mokėti po to tas dalis vėl sujungti į sudėtingą sistemą, atstatant tuos ryšius ir tas savybes, kurie ir kurios galėjo būti ar buvo prarasti dekompozicijos metu.** O tai padaryti mes dar ne visada mokame. Pavyzdžiui, suskaidę kokį nors (kad ir nesudėtingą) gyvą organizmą į molekules, mes dar nesugebame tas molekules vėl taip sujungti, kad gautume vėl tą patį gyvą organizmą.

Skirtingų, dėl savo specifikos pilnai nesuvedamų vienas į kitą, sisteminių lygių (mechaninio, cheminio, biologinio, psichologinio, socialinio) egzistavimas – irgi emerđžencijos padarinys.

Jau tai, kas čia buvo pasakyta apie emerđžencijos reiškinį ir jos vaidmenį pirmojo tipo sistemų sudaryme bei susidaryme, leidžia padaryti išvadą: **susidūrimai su emerđžencijos reiškiniu įvairiose srityse bei bandymai suvokti jo esmę ir „mechanizmą“ buvo viena iš priežasčių, skatinusių sistemotyros mokslo atsiradimą, o to reiškinio „mechanizmų“ išsiaiškinimas, sisteminis aprašymas ir taikymai sisteminėje analizėje ir sintezėje, sistemų modeliavime ir projektavime – vienas iš svarbių sistemotyros mokslo tikslų, kurio siekimas skatina tolimesnę to mokslo raidą.**

0.2.4. Senojo – mechanistinio – mąstymo nepakankamumas.

Perėjimo prie naujo – sisteminio – mąstymo poreikis

Emerđžencijos reiškinys, kai jis tapo pakankamai suvoktas, bei negrįžtamųjų procesų tyrimo rezultatai atkreipė dėmesį į mechanistinio mąstymo, gana ilgai vyravusio tiksliuosiuose moksluose, nepakankamumą, į **būtinybę papildyti mechanistinį mąstymą organizminiu** ir tokiu būdu, **sintezuojant mechanistinį ir organizminį mąstymą, suformuoti naują – gilesnį ir adekvatesnį tikrovei – sisteminį mąstymą.**

Sisteminio mąstymo esmę sudaro, žmogui stengiantis integruoti visų mokslų pasiekimus ir tobulinant mokslinę savo pasaulėžiūrą bei lavinant savo intelektą, atsiradę ir psichologine nuostata bei įpročiu tapę poreikis ir sugebėjimas, stebint ar nagrinėjant kokius nors objektus ar procesus, **neapsiriboti tik jais, bet ieškoti ir juos rišančių priežastinių ar kitų ryšių bei dėsningumą, leidžiančių surasti ir suprasti tuos objektus bei procesus erdvėje ar/ir laike sudarančias, apimančias bei jungiančias sistemas** su toms sistemoms bei jų dalims būdingomis struktūromis ir sisteminėmis savybėmis bei reiškiniiais (tame tarpe ir emerđžencijos reiškiniu, generuojančiu tas sisteminės savybes), tuo pat metu suvokiant: 1) kad nagrinėjamos sistemos yra kitų (dar sudėtingesnių) sistemų posistemiai, o ir pačios susideda iš posistemų ir elementų, esančių, savo ruožtu, taip pat sistemomis, 2) kad, norint gerai suprasti nagrinėjamus objektus ar reiškinius, reikia nagrinėti kaip sistemas ne tik juos, bet ir juose vykstančius procesus bei tas sistemas, į kurių sudėtį jie įeina, o taip pat nagrinėjamų sistemų posistemius bei juose vykstančių procesų sąryšį su nagrinėjamoje sistemoje vykstančiais procesais.

Toks poreikis ir toks sugebėjimas, pasireiškiantis kaip „**sisteminis matymas**“ ir „**sisteminis mąstymas**“, įgyjami ne iš karto ir nelengvai, tačiau juos įgijęs žmogus pradeda žymiai giliau, plačiau ir žymiai lengviau susivokti jį supančiame pasaulyje, nes jo **pastebėti ir išsiaiškinti sisteminiai dėsningumai padeda pastebėti ir suvokti tam tikrą tvarką ir priežastinius ryšius ten, kur žmogui, nesugebančiam sistemiškai mąstyti, viskas atrodo kaip nesuvokiamas chaosas** be jokių dėsningumų, ribojančių ir paaikškinančių vykstančius bei galinčius tame „chaose“ vykti procesus.

Žmogus, nesugebantis sistemiškai matyti ir sistemiškai mąstyti, gali ir nepastebėti to, kad, iš vienos pusės, koks nors **objektas, tapdamas kokios nors sistemos elementu, netenka dalies savo elgesio laisvių** ir todėl jo veikimas tampa lengviau prognozuojamas, ir kad, iš kitos pusės, **objektai, jungdamiesi vienas su kitu, gali „pagimdyti“ visai naujus objektus su naujomis sisteminėmis savybėmis**, kurių nebuvo besijungiančiuose objektuose. Todėl toks žmogus, stebėdamas kokį nors sudėtingą reiškinį, neretai pastebi ir suvokia žymiai mažiau negu žmogus, sugebantis sistemiškai matyti ir sistemiškai mąstyti.

Kitaip tariant, **sisteminis mąstymas yra išvystyto (išlavinto) intelekto gebėjimas pastebėti pirmojo ir antrojo tipo sistemas mus supančiame pasaulyje bei projektuoti ir kurti jas, išplaukiantis iš gebėjimo mąstymo procese kurti pirmojo ir antrojo tipo sistemų koncepcinius modelius, fiksuojant ir analizuojant juos savo sąmonėje. Tokių modelių kūrimas ir jų matematizavimas sistemiškai mąstančiam žmogui padeda aprępti ir suprasti žymiai daugiau ir giliau.**

Nors **holizmas** yra laikomas **redukcionizmo** priešingybe, tačiau sistemiškai mąstantis žmogus holistinio ir redukcionistinio požiūrių ne tik nesupriešina, bet juos sujungia kaip vienas kitą papildančius požiūrius. Todėl **sisteminiam modeliavimui ir sisteminiam projektavimui naudojamosi ir sisteminės analizės, ir sisteminės sintezės metodais.**

Sistemiškai mąstantis žmogus, priimdamas kokį nors svarbų sprendimą, siekia jo „sistemiškumo“, t.y. stengiasi visapusiškai išnagrinėti esamą situaciją erdvėje ir laike, pasverti visus svarbius „už“ ir „prieš“ ir tik tada spręsti, kaip reikėtų pasielgti.

Todėl **sistemiškai mąstantis žmogus stengiasi, kad jo sprendimas būtų logiškai pagrįstas, t.y. protingas, o sudėtingesniais ir svarbesniais atvejais – dar ir visapusiškai moksliškai pagrįstas, t.y. išmintingas**, nes jis supranta, kad sudėtingais atvejais, priimant svarbų ir atsakingą sprendimą, nuo kurio priklauso ne

tik tavo paties, bet ir kitų žmonių gerovė, **nebepakanka vien tik asmeniško proto, t.y. sugebėjimo rasti sudėtingų problemų logiškai pagrįstus racionalius ir naudingus sprendimus**, bet reikia dar ir **išminties, t.y. sugebėjimo numatyti tolumas tų, dabar atrodančių labai protingais, sprendimų pasekmes erdvėje ir laike**. O išminties atsiradimui **nebepakanka vien tik asmeniškos patirties**. Būtina įsisavinti ir kitų žmonių, o kartais ir visos žmonijos patirtį. Tokią galimybę suteikia mokslai ir visuomenės švietimas.

Sistemiškai mąstantis žmogus skiria ne tik „proto“ ir „išminties“, bet ir „žinojimo“ bei „supratimo“ sąvokas. Jis žino ir supranta, kad galima žinoti tai, ko dar pakankamai nesupranti, ir galima bei naudinga bandyti suprasti ne tik tai, ką jau žinai, bet ir tai, ko dar pakankamai nežinai.

Svarbus sisteminio mąstymo bruožas: **sistemiškai mąstantis žmogus neapsiriboja paprastu (receptūriniu) žinojimu, o siekia, kad tas žinojimas taptų supratimu, nes tik tada įmanomas teisingas ir kūrybiškas žinių taikymas**.

Supratimas skiriasi nuo paprasto (receptūrinio) žinojimo tuo, kad žmogus, apsiribojantis paprastu žinojimu, žino tik tiek ir tik tai, kad tada ir tada, ten ir ten, taip ir taip atsitiko, ten ir ten, taip ir taip buvo pasakyta ar parašyta, tą ir tą, tada ir tada reikia taip ir taip daryti, bet ne visada supranta, kodėl taip atsitiko, kodėl reikia daryti taip, o ne kitaip bei kas būtų, jei pradėtume daryti kitaip.

Žmogus, apsiribojantis paprastu žinojimu, dažniausiai net nesistengia išsiaiškinti visų tų „kodėl“ ir todėl dažnai nesugeba atskirti tiesos nuo netiesos, pasimeta susidūręs su nestandartine situacija. Toks žmogus suklysta daug dažniau nei žmogus, sugebantis sistemaiškai mąstyti ir matyti ne tik reiškinius, bet ir jų priežastis bei pasekmes.

Sistemiškai mąstantis žmogus stengiasi ne tik sužinoti kuo daugiau ir kuo tiksliau, bet ir kuo geriau suprasti tai, ką sužino, patikrinti savo nuomonę ir įsitikinti jos teisingumu.

Todėl sistemaiškai mąstantis žmogus sugeba išvelgti reiškinių esmę, atskirti neteisingą nuomonę nuo teisingos, „atrodo“ nuo „iš tikrųjų yra taip“, surasti stebimo reiškinių priežastis ir numatyti jo pasekmes.

Sistemiškai mąstantis žmogus nepasimeta nestandartinėse situacijose ir todėl jų nevengia, o kartais – net jų ieško, nes žino, kad tokiose situacijose gana dažnai galima rasti bei sužinoti ką nors naujo, įdomaus ir naudingo, leidžiančio išplėsti ir pagilinti savo supratimą bei galimybes. Tokį žmogų apmulkinti yra žymiai sunkiau, todėl ne visi dabartinės visuomenės sluoksniai suinteresuoti sisteminio mąstymo plėtra.

Sistemotyros kursas, ugdantis sisteminių mąstymą, naudingas visiems sąmoningiems piliečiams, bet ypač reikalingas (ir net būtinas) tiems, kurie savo gyvenime privalės ne tik naudotis mokslo pasiekimais (mokslo pasiekimų „vartotojams“ dažnai gali pakakti ir „receptūrinio žinojimo“, mokėjimo efektyviai naudotis mokslo sukauptomis žiniomis ir jo sukurtais instrumentais), bet ir kurti patį mokslą, nes jiems bus būtina ne tik žinoti faktus bei tyrimų metu gautus rezultatus, bet ir suprasti juos, suprasti tų faktų ir tyrimo rezultatų atsiradimo „mechanizmus“, būtina sugebėti pastebėti naujus faktus, kurti ir tikrinti hipotezes, kurti naujus mokslui ir gyvenimui reikalingus instrumentus.

Sisteminio mąstymo sąvoka yra labai plati ir todėl jo pavadinime vartojamo žodžio „mąstymas“ apimtis yra žymiai platesnė už tą, kurią tam žodžiui buvo priskyręs Kantas, nagrinėdamas **pažinimo proceso pakopas**. Jis jų buvo išskyręs keturias: 1) **stebėjimą ir pastebėjimą**, t. y. **pojūčių registravimą**, jų grupavimą erdvėje ir laike bei jų jungimą į **vaizdus (percepcijas)**; 2) **galvojimą ir suvokimą**, t. y. **percepcijų įvardijimą** ir tas percepcijas atitinkančių **sąvokų (konceptų) formavimą**;

3) **samprotavimą**, t. y. faktų ir santykių nustatymą, teiginių ir dėsnių formulavimą; 4) **mąstymą**, kurį I. Kantas laikė **idėjų formulavimu ir žmogaus apsisprendimu**, vadovaujantis jomis.*

Sisteminio mąstymo procesas aprėpia ne tik ką tik minėtąją ketvirtąją, bet ir visas kitas pažinimo ir sprendimų priėmimo pakopas, net ir pojūčių sintezavimą į vaizdus (percepcijas). Jis privalo užtikrinti ir stebimų detalių, ir visos visumos aprėpimą, suvokimą bei supratimą.

Sisteminis mąstymas, būdamas sveiko proto žmogaus natūralaus mąstymo evoliucijos produktas, pradėjo formuotis žymiai anksčiau, negu jo mokslinis pagrindas – bendroji sistemų teorija. Kaip jau buvo minėta 0.2.2. skyrelio pradžioje, dar Antikos laikų mąstytojams jau buvo būdingas naivusis holizmas. Sisteminio mąstymo požymius galime pastebėti ir Sokrato samprotavimuose, ir jo mokinio Platono darbuose, ir, tuo labiau, Platono mokyklos auklėtinio Aristotelio sukurtoje mokslų sistemoje.

Kad Aristotelis mąstė sistemiškiau ir logiškiau negu daugelis laikančių save mokslininkais šiuolaikinio kapitalizmo apologetų, rodo kad ir toks faktas, jog pastarieji kažkodėl nesugeba (ar nedrįsta) padaryti iš visuotinio tvermės dėsio išplaukiančios išvados, kurią padarė Aristotelis, pareikšdamas, jog „pinigai negali ir neturi daryti pinigų“. Tokios pat nuomonės laikosi ir Platonas. Jis rašė, jog paskolos turėtų būti draugiškos, neapmokamos palūkanomis.

O tai, kad Aristotelis pripažino emerddžencijos reiškinių egzistavimą, nors ir nesuteikė tam reiškiniui atskiro pavadinimo, jau esu minėjęs 0.2.3. šio „Ivado“ skyrelyje.

Dar viena svarbi sisteminio mąstymo ypatybė: **sistemiškai mąstantis žmogus neapsiriboja fragmentiniu padriku atskirų reiškinių bei faktų žinojimu ir supratimu. Jis siekia savo žinojimą ir supratimą sujungti į darnią, neprieštarinę ir, atsižvelgiant į jo poreikius ir galimybes, pakankamai pilną sistemą**, kuri leistų jam pakankamai greitai rasti teisingus atsakymus į jam aktualius klausimus net tada, kai tie klausimai nestandartiniai, netikėti ir net paradoksalūs.

Sistemiškai mąstančiam žmogui pasaulis atrodo, iš vienos pusės, **žymiai sudėtingesnis**, nes toks žmogus pastebi žymiai daugiau pasaulyje egzistuojančių ryšių, iš kitos pusės, **žymiai suprantamesnis, žymiai lengviau prognozuojamas, net kokia tai prasme „paprastesnis“**, nes sistemiškai mąstantis žmogus išvelgia iš sisteminių ryšių išplaukiančius dėsningumus, ribojančius galimų situacijų spektrą ir surišančius atskiras dalis į vieningą bei tam tikra prasme tvarkingą visumą, mažinančią jos dalių funkcionavimo laisvės laipsnių skaičių.

Sisteminis mąstymas, apimantis emerddžencijos reiškinių, generuojančio sisteminės savybės, nebūtinai sutampančias su besijungiančių elementų individualiomis savybėmis, suvokimą padeda suprasti, kodėl, ieškant gyvybės ar sąmonės ištakų, nebūtina ieškoti gyvybės ar sąmonės požymių materijos molekulėse ar atomuose ir, jų ten nesuradus, mestis į mistiką, nes **saviorganizacija, gyvybė ir sąmonė – tai ne „elementinės“, o sudėtingos sistemos sisteminės savybės**, atsirandančios emerddžencijos dėka labai sudėtingos sistemos susidarymo metu. Sisteminės savybės todėl ir vadinasi sisteminėmis, kad priklauso pačiai sistemai, o ne jos elementams. Jos atsiranda jiems jungiantis į sistemą „lyg ir iš niekur“, o iš tikrųjų – naujų ryšių atsiradimo dėka.

Senojo – nesisteminio – mąstymo nepakankamumo suvokimas, išaiškėjęs, siekiant sukurti visuminį pasaulio modelį, integruojant įvairių mokslų pasiekimus, ir susidūrus su emerddžencijos reiškiniu, bei naujo – sisteminio – mąstymo poreikis – ketvirtoji sistemotyros atsiradimo priežastis, o tokio mąstymo formavimas – vienas pagrindinių sistemotyros tikslų.

Sisteminis mąstymas svarbus ne tik pavieniam žmogui. Vargu ar galima pervertinti globalinę ir epochalinę sisteminio mąstymo reikšmę visai žmonijai. Juk **žmonės, skirtingai nuo daugelio kitų gyvūnų, ne tik sugeba prisitaikyti prie**

* Dabartiniu metu moksle ir praktikoje vartojama „mąstymo“ sąvoka yra žymiai platesnio turinio negu ta, kurią turėjo omenyje I.Kantas, ir apima tris mąstymo rūšis: veiksminį, vaizdinį ir abstraktųjį mąstymą, t. y. mąstymą, pasireiškiantį veiksmais, mąstymą vaizdais ir mąstymą abstrakčiomis sąvokomis bei jas žyminčiais žodžiais ar simboliais.

aplinkos, bet ir bando tą aplinką savo nuožiūra keisti, norėdami padaryti ją patogesne sau. Tačiau, nors žmonėms dažnai pakanka proto ir išradingumo, kad sugalvotų įvairių naujovių, jiems neretai pritrūksta sisteminio mąstymo ir išminties, kad numatytų visas tų naujovių pasekmes. Ir gana dažnai už tą sisteminio mąstymo ir išminties stygių žmonijai tenka skaudžiai mokėti.

Klaidingų sprendinių, nuo kurių nukenčia gamta, o kartu su ja anksčiau ar vėliau – ir patys žmonės, būtų žymiai mažiau, jei žmonės, priimdami svarbius sprendimus, stengtųsi mąstyti sistemiškai ir vadovautųsi ne vien tik nuosavu protu ir ne vien tik savo interesais, bet ir visos žmonijos sukaupta išmintimi – ilgalaike praktika patikrintais mokslais – ir visos žmonijos ilgalaikiais interesais. Juk sisteminis mąstymas dėl jam būdingo stengimosi nagrinėti sprendžiamą problemą ne fragmentiškai ir atitrauktai nuo probleminę situaciją sudarančios ir supančios aplinkos, o sistemiškai, žiūrint į problemą plačioje erdvės ir laiko panoramoje bei perspektyvoje, jau savaime turėtų būti išmintingas ir „ekologiškas“: priimdamas sprendimą, sistemiškai mąstantis žmogus stengiasi elgtis apdairiai ir numatyti galimas to sprendimo pasekmes ne tik nagrinėjamai sistemai, bet ir jos aplinkai, ne tik šiai dienai, bet ir rytdienai, t.y. ateičiai.

Sąvokas „ekologija“ ir „aplinka“, sistemiškai mąstant, reikėtų traktuoti labai plačiai, turint omenyje ne tik „fizinę“, t.y. „gamtinę“, bet ir „informacinę“, „moralinę“, „socialinę“, „kultūrinę“ ir kitas „aplinkas“, aprėpiančias ne tik tą konkretų sprendimą priimančius žmones bei tas organizacijas, kurioms jie priklauso, bet ir visus kitus, kuriuos tas sprendimas bei jo pasekmės galėtų vienaip ar kitaip paliesti. Kartais tais „visais kitais“ gali tapti ištisi regionai ar valstybės, o kartais – ir visa žmonija ir ne tik dabartinė jos karta, bet ir kitos kartos, kurios gyvens po mūsų. Apie tai bus kalbama šios mokymosi priemonės 1.14.13. ir 1.16.4. skyreliuose.

Sistemiškai mąstantis išmintingas žmogus, jausdamas atsakomybę prieš visuomenę už savo ir jos ateitį, iš principo negali būti amoralus, negali sau leisti priiminėti amoralius sprendimus, nes jis žino ir supranta, jog amoralių sprendinių pasekmės anksčiau ar vėliau bumerangu sugrįš jam pačiam, o jei ne jam, tai jo artimiesiems, jo vaikams ar vaikaičiams, o kartais – ir visai visuomenei.

Jis tai žino ir supranta todėl, kad žino ir supranta, jog moralė yra visuomenės išminties forma, atsirandanti apibendrinant kolektyvinę žmonių atmintyse visuotinai kaupiamą ir iš kartos į kartą perduodamą gyvenimo patirtį, mokantis iš jos.

Juk, pavyzdžiui, normuojanti žmonių santykius „auksinė taisyklė“ („Nedaryk kitam to, ko nenorėtum, kad kiti tau darytų, ir stenkis daryti kitiems tai, ko norėtum, kad kiti tau darytų“) atsirado ne staiga ir ne „tuščioje vietoje“ kaip koks nors „deus ex machina“, o apibendrinant ir apmąstant ilgametę daugelio žmonių bendravimo ir iš to bendravimo išplaukusių pasekmių (kartais – labai malonių, o kartais – ir gana skaudžių) visuotinę patirtį. Didžioji žmonijos dalis ilgai praktiškai įsitikino ir kasdien nepaliojama įsitikina, kad žmonės, nesilaikydami tos taisyklės (o tokių visada atsiranda), galų gale pakenkia ne tik kitiems, bet ir sau. Nesilaikydamas šios taisyklės jis gali tapti turtingu, bet laimingu niekada netaps.

Sistemiškai mąstydamas, išmintingas žmogus neišvengiamai prieina prie išvados, jog žmonių bendravimo būdas, laikantis „auksinės taisyklės“, yra pats geriausias iš visų galimų bendravimo būdų, jog tos taisyklės nesilaikymas, galų gale gali tapti nuostolingas ir pačiam nesilaikančiam, panašiai, kaip, pavyzdžiui, antagonistiniame lošime (žiūr. šios mokymosi priemonės 1.16.2.4.2. skyrelį) su mokėjimo matrica, turinčia balno tašką, nė vienam iš lošėjų, net siekiant išlošti kuo daugiau kitų lošėjų sąskaita, nenaudinga nukrypti nuo tą tašką atitinkančių pusiausvyrinių lošimo strategijų.

Kitaip tariant, galima teigti, jog „auksinės taisyklės“ ir moralaus elgesio būtinybės bei visuotinio naudingumo suvokimas logiškai išplaukia iš pačios sisteminio mąstymo esmės: šių tiesų suvokimas ir jų laikymasis yra sistemiškai mąstančio išmintingo žmogaus būtinas atributas.

Lygiai taip pat galima teigti, jog iš sisteminio mąstymo esmės logiškai išplaukia „ekologiškas“ požiūris į žmogaus ir visuomenės „fizinę“ bei „dvasinę“ aplinką ir būtinybė pradėti laikytis ne „plėtros bet kokia kaina“ ir aklo („kaip akis išdegus“) veržimosi nežinia kur, netoliaregiškai didinant nebūtiną vartojimą, kaip buvo ir vis dar tęsiasi iki šiol, o tausojančios plėtros principo visuose žmogaus ir žmonijos veiklos baruose.

Iš sisteminio mąstymo esmės taip pat išplaukia ir supratimas, jog žmonių tarpusavio santykius naudingiau būtų grįsti pirmoje eilėje pagarba ir geranoriškumu vienas kito atžvilgiu, tolerancija ir pagalba vienas kitam, o ne tik ir ne tik konkurencine kova vieno su kitu, neretai peraugančia į antagonistinę kovą, ką dažnai stebime dabar (ir ką labai mėgsta propaguoti „asmenybės agresyvaus veiklumo ugdymo“ ideologai, išpažįstantys kaip aksiomą dar Romos laikais suformuluotą teiginį „Homo homini lupus est“, kaltinantį vilkus nebūtais dalykais. Juk ne vilkai sugalvoja „aforizmus“: „Gyvena tas, kuris pirmas iššauna“, „Geras indėnas – negyvas indėnas“ ir pan.).

Konkurencinė kova gali tapti ir tampa galingu progreso varikliu tada ir tik tada, kai joje laikomasi moralės normų ir sistemiškai mąstančių žmonių sukurtų išmintingų įstatymų, kai joje gali nugalėti ir nugalėti tik tas, kuris, darydamas savo darbą geriau, kokybiškiau, greičiau ar pigiau už kitus, savo pavyzdžiu skatina ir moko kitus, ir tokiu būdu, **kildamas aukštyn, kelia paskui save ir visus kitus. Tačiau, jei konkurencinėje kovoje tampa įmanoma laimėti ne tik kylant aukštyn, bet ir smukdant savo konkurentus žemyn, kenkiant jiems, šmeižiant juos, juos sprogdinant ar net žudant bei naikinant ekonomiškai ar psichologiškai, nesilaikant moralės normų, o laužant jas, tai tokia konkurencinė kova ne tik nekelia visuomenės aukštyn, o smukdo ją visais atžvilgiais: ir dvasiškai, ir ekonomiškai. Verta taip pat pamąstyti, **ar skatina visuomenės progresą „komercinės paslapties“ teisė?** Tokį pat klausimą turi iškelti sau žmonija ir „vertybinių paslapčių“ bei tarpvalstybinių karų atžvilgiu. Kodėl iki šiol laikomos įteisintomis tokios absurdiškos „konkurencijos formos“?**

Išmintingas sistemiškai mąstantis žmogus, jei jis tikrai išmintingas ir tikrai sistemiškai mąsto, būtinai tampa geranorišku žmogumi net tada, kai pradžioje jis galbūt tokiu ir nebuvo. Jis supranta, kad tokias vertybes kaip kitų žmonių pagarba ir parama, jų simpatijos ir meilė galima įsigyti tik gerumu, kad, naudodamasis tik jėga bei smurtu, nei tikros paramos bei pagarbos, nei meilės neįgys, kad tik jėga ir smurtu jokios teisingos ir tikrai efektyvios kūrybiškai veikiančios sistemos, net turėdamas kilnius tikslus, nesukursi. Pyktis, neapykanta, smurtas, silpnėsnių už save skriaudimas gimdo tik naują (dar didesnę) pyktį bei neapykantą, naują (dar žiauresnę) smurtą, dėl ko nuskriaustųjų ir nekaltai nukentėjusių skaičius tik didėja. Net gražiausi tikslai negali pateisinti amoralių priemonių panaudojimo. **Gėrį gimdo tik gėris, meilę – tik meilė, pagarbą mums – tik mūsų pagarbą kitiems. Tai sisteminio mąstymo aksiomos.**

Sistemiškai mąstantis skaitytojas, analizuodamas audringą ką tik praėjusio šimtmečio istoriją, ras daugybę didelių ir mažų pavyzdžių, patvirtinančių čia ką tik išsakytą teiginių teisingumą, ir sugebės suprasti, kodėl buvo būtent taip, kaip buvo, kodėl dabar yra būtent taip, kaip yra. O supratęs sugebės padaryti atitinkamas išvadas ir, tikiuosi, gana greitai asmeniškai įsitikins, kad **kilniai elgtis ne tik gražu ir smagu, bet ir naudinga ne tik visuomenei, bet ir taip besielgiančiai asmenybei.**

Atsižvelgdamas į sisteminio požiūrio ir sisteminio mąstymo svarbą ir naudą, į sisteminės pasaulėžiūros ir sisteminio mąstymo įgūdžių ugdymo reikalingumą ir naudingumą žmogui ir visuomenei, šių eilučių autorius mano, jog **sisteminė pasaulėžiūra ir sisteminio mąstymo įgūdžiai turėtų būti diegiami besimokančiam jaunimui ne tik aukštosiose, bet ir vidurinėse mokyklose.** Dabar tam dar neskiriama reikiamo dėmesio. Net pats mokymo ir mokymosi procesas, sistemiškai į jį žiūrint, dabar nėra pakankamai sistemiškas: mokyklose didžioji dėmesio dalis skiriama žmogaus didžiųjų smegenų kairiojo pusrutulio veiklos lavinimui, o juk nemažiau svarbi žymiai sudėtingesnė dešiniojo pusrutulio veikla, kurios „algoritmų“ mes dar nesuvokiame ir nesugebame net imituoti dirbtinio intelekto sistemose (žiūr. šios mokymosi priemonės 1.16.3.3. skyrelį). O juk tik abiejų pusrutulių veiklos sintezė gali užtikrinti pilnavertį sisteminių mąstymą, būdingą pakankamai išsilavinusiam žmogui ir kol kas nepasiekiamą dirbtinio intelekto sistemoms. Todėl dešiniojo didžiųjų smegenų pusrutulio veiklos lavinimo ir sisteminio mąstymo ugdymo reikšmė, didėjant kairiojo pusrutulio veiklos kompiuterizavimo galimybėms, ateityje dar labiau padidės. Kartu didės ir ateities visuomenių bei visos žmonijos nuostoliai dėl žmogaus intelekto lavinimo asimetrijos dabarties mokyklose. Tie nuostoliai pasireikš ne tik tų mokyklų absolventų intelekto vienpusiškumu bei sisteminio mąstymo įgūdžių stoka, bet ir absolventų dvasinio pasaulio išsivystymo nepakankamumu, to pasaulio skurdumu. Juk, ugdant pilnavertę asmenybę ir aktyvų sąmoningą pilietį, **būtina ugdyti ir lavinti ne tik žmogaus loginį intelektą, bet ir jo emocijas, jo vertybinę orientaciją. Ir tai reikia daryti sistemiškai ir sistematiškai.** Vargu ar galima tikėtis, kad jaunuolis, nesugebantis sistemiškai mąstyti ir nepripažįstantis jokių kitų vertybių, išskyrus pinigus, už kuriuos, jo nuomone, jis galėsias gauti viską, ko beįsigeistų veikiamas agresyvios besaikiško vartojimo kultą propaguojančios informacijos, pats savaime taps ir bus pilnaverčiu piliečiu, kilniu ir tikrai laimingu žmogumi, pilnaverte asmenybe.

Iš kitos pusės, galima tikėtis, kad, atitinkamai pakeitus mokymo sistemą ir visuomenėje dominuojančią vertybinę orientaciją, išmokus mūsų jaunimą sistemiškai mąstyti, nemaža jo dalis sugebės išmintingiau pasirinkti sau idealus ir tikslus, greičiau ir giliau supras moralės normų ir įstatymų laikymosi būtinybę bei asmeninę ir visuomeninę naudą, greičiau taps pilnaverčiais piliečiais.

Gali kilti klausimas: „Kodėl šiomis galimybėmis silpnai naudojamas, kodėl sisteminio mąstymo ugdymui ir kilniam vertybiniam jaunimo auklėjimui valstybės iki šiol skiria taip mažai dėmesio, dažnai net visai tuo nesirūpina?“.

Atsakymas, mano nuomone, galėtų būti toks: „**Arba valstybių vyriausybės ir visuomeninių organizacijų vadovai nesupranta tokio mąstymo ir jo ugdymo svarbos, apie tai net nemąsto, tuo nesidomi, nes apie tai net nežino, arba žino ir supranta, bet kartu supranta ir tai, kad sistemiškai mąstančius žmones mulkinti, kaip jau buvo minėta, yra žymiai sunkiau.**“ Kaip yra iš tikrųjų?

Išvadas kiekvienu konkrečiu atveju daryti palieku pačiam skaitytojui, nes būna ir taip, ir taip, ir dar kitaip. Vertinant reikėtų atsižvelgti į konkrečius faktus, konkrečias aplinkybes, konkrečių vadovų konkrečius sprendimus ir veiksmus, jų rezultatus. Kitaip tariant, vertinti reikėtų mąstant irgi sistemiškai. O priėmus sistemiškai pasvertą ir pagrįstą vertinimą, reikėtų **neapsiriboti pasyvaus (tik postringaujančio ir dejuojančio) stebėtojo vaidmeniu, taip būdingu didelei daliai mūsų piliečių, bet pagalvoti ir apie tai, ką reikėtų daryti, kad situacija pagerėtų, ir po to būtinai imtis atitinkamos asmeniškos veiklos, skatinančios veikti ir kitus. Likti tik pasyviu stebėtoju, „stovinčiu po medžiu“, – neišmintinga ir net nedora.**

Pasaulį įmanoma ir privalu keisti. Keisti į gerąją pusę. Ir tai turime daryti mes patys, pradėdami nuo savęs, nuo savo artimiausios aplinkos, nuo pradžioje galbūt nedidelių, bet konkrečių darbų, nesitikėdami, kad kažkas kitas padarys tai už mus ir dėl mūsų. Tai privalome daryti išmintingai, ne griaudami ir naikindami tai, kas jau sukurta, o tobulindami tai, ką turime, ir kurdami tai, ko trūksta. Ne beatodairiškai kovodami vienas prieš kitą, o padėdami vienas kitam, nes neapykanta gimdo tik naują, dažnai – dar didesnę, neapykantą, smurtas – tik naują, dažnai – dar didesnę, smurtą, o tolerancija ir geranoriškumas gimdo naują toleranciją ir naują geranoriškumą, mūsų pagarba ir meilė kitiems gimdo kitų žmonių pagarbą ir meilę mums.

Aptariant čia ką tik išsakytas mintis, neretai galima susidurti su nuomone, jog čia pateiktas požiūris, kurį šių eilučių autorius pavadino sistemišku, iš tikrųjų esąs nepagrįstai optimistiškas, net utopiškas, nes žmonės iš prigimties esą egoistai ir todėl yra beprasmiška tikėtis, jog jie gali tapti altruistais, t.y. būti geresni kitiems negu sau.

Sistemiškai mąstantis žmogus, būdamas realistas ir stengdamasis matyti pasaulį tokį, koks jis yra iš tikrųjų, o ne tik tokį, kokį norėtųsi matyti ir koks jis galėtų atrodyti, žiūrint į jį pro spalvotus akinius, nesvarbu – rožinius ar juodus, – negali nesutikti su tuo, kad čia ką tik paminėtoje nuomonėje tikrai yra nemaža dalis tiesos, nes **žmogus, būdamas biologine būtybe, iš tikrųjų yra egoistinė būtybė**, ir todėl naivus tikėjimas, jog vien tik kilnių idėjų skleidimu, saloniniais papostringavimais siauruose bendraminčių rateliuose ir kitais „užkalbėjimais“ galima lengvai ir greitai sukurti tokią visuomenę, kurioje visų žmonių santykiai visur ir visada būtų tik altruistiški, tikrai būtų utopinis. Jis ne tik neduotų jokios naudos, o skatintų tik bergždžią „socialinio kapitalo“, jėgų bei laiko švaistymą ir galėtų atnešti tik taip vadinamąjį „socialinio garo nuleidimą“, po to – nusivylimą ir pesimizmą, ir galų gale – tik žalą.

Tačiau sistemiškai mąstantis žmogus todėl ir vadinamas sistemiškai mąstančiu žmogumi, kad sugeba pažvelgti į nagrinėjamą problemą ne tik lokaliai, bet ir žymiai plačiau. Jis supranta, jog žmogaus kaip biologinės būtybės fiziologiniai poreikiai nėra vieninteliai, kad yra dar žmogaus kaip socialinės būtybės socialiniai poreikiai ir jo asmenybės dvasiniai bei kūrybinės saviraiškos poreikiai, kurių tenkinimas žmogui gali tapti svarbiu ir net svarbiausiu dalyku, kai būtinieji žemesniųjų lygių poreikiai yra jau patenkinti. Šią tiesą pripažįsta ir sociologija*.

Todėl sistemiškai mąstantis žmogus nelaiko utopija įsitikinimo, kad, **sudarius žmonėms tokias sąlygas, prie kurių būtinieji materialiniai poreikiai būtų patenkinti (o dabartinis gamybos technologijų, technikos ir mokslo išsivystymo lygis tokių sąlygų sudarymą daro įmanomu,** ir jų iki šiol nėra tik dėl socialinių priežasčių), ir suteikus žmonėms pakankamai aukštą, orientuotą į aukštesniųjų lygių poreikių tenkinimą, išsilavinimo lygį, didžiausiomis daugumos žmonių vertybėmis galėtų tapti jų kūrybinių galių visapusiško pasireiškimo galimybė bei galimybė turiningai ir įdomiai bendrauti su kitomis asmenybėmis, užsitarnaujant kitų žmonių dėkingumą pagarbą, pasigėrėjimą ir meilę.**

Esant tokioms sąlygoms, išmintingas išsilavinęs žmogus, net būdamas didelis egoistas, siekdamas savo egoistinių tikslų – maksimalaus savo kūrybinių galių pasireiškimo, kitų žmonių maksimalios pagarbos ir meilės bei maksimalaus kitų žmonių gėrėjimosi ir nuostabos jo asmeniniais pasiekimais, elgtųsi taip, lyg būtų tikras altruistas, nes jam nuosava garbė ir sąžinė, kitų žmonių dėkingumas, pagarba ir meilė būtų didesnės vertybės negu tik jo pilvas ir papilvė, negu galimybė materialiai praturtėti kitų sąskaita. Sistemiškai mąstydamas, jis pajęgtų suprasti, kad kitų žmonių asmeniniai pasiekimai kartu yra ir visos visuomenės (o tai reiškia – ir jo paties)

* Skaitytojas, tikiuosi, yra girdėjęs apie JAV sociologo Maslow'o pasiūlytą žmogaus poreikius vaizduojančią piramidę, kurios pagrindą – žemutinį sluoksnį – sudaro **fiziologiniai poreikiai**, virš jo – **saugumo poreikių** sluoksnis, po to – **socialiniai bendravimo poreikiai**, virš jų – **pagarbos ir asmenybės orumo palaikymo poreikiai**, o virš jų – **kūrybiniai saviraiškos poreikiai**, sudarantys tos piramidės viršūnę.

** Apie tai jau buvo minėta šios mokymosi priemonės „Pratarmėje“ aptariant galimybę išvengti skurdo ir bedarbystės, atsisakius karų, sutrumpinus darbo dieną ir laikantis teisingo atlyginimo už darbą principo, t. y. panaikinus sąlygas, leidžiančias „apsukriems“ žmonėms išnaudoti mažiau „apsukrius“.

pasiekimai, ir todėl nuoširdžiai džiaugtusi ne tik savo asmeniniais, bet ir kitų žmonių kūrybiniais laimėjimais. Jam būtų įdomu ir malonu dalyvauti, tenkinant savo asmeninį žingeidumą ir asmenybės kūrybinės saviraiškos poreikį, bendrame naujų, dar neatskleistų, žmogaus žinojimo ir kūrybos horizontų atskleidimo darbe, kuriame neegzistuoja galutinės savo siekių ribos pasiekimo ir persisotinimo pavojus, taip būdingas ir toks pražūtingai pavojingas tiems, kurie apsiriboja tik žmogaus poreikių piramidės žemesniųjų lygių poreikių tenkinimu, nepajėgdami pakilti iki tos piramidės viršūnės. Pastariesiems, pasiekus tą savo taip trokštamą išsvajotąją materialinių poreikių patenkinimo ribą, gyvenimas tampa betikslis ir beprasmis,* kai tuo tarpu pilnavertės dvasingoms asmenybėms, joms kylant aukštyrų savo tikslų link, gyvenimas tampa vis prasmingesnis ir įdomesnis, o todėl – ir tikrai laimingesnis.

Žmogus – aktyvi, nuolat ko nors trokštanti ir ko nors ieškanti būtybė, sugebanti ir privalanti kelti sau tikslus, aktyviai jų siekti. Tik juos turint ir jų siekiant, žmogui gyvenimas tampa prasmingas ir todėl vertingas. Sisteminis mąstymas privalo padėti žmogui kelti sau ir siekti tokių tikslų, kuriais netektų vėliau nusivilti, kurie darytų žmogaus gyvenimą tikrai turiningą, įdomų bei naudingą ir jam pačiam, ir jo šeimai, jo artimiesiems ir kolegoms, jo tautai ir valstybei, visai žmonijai.

Bent retkarčiais derėtų susimąstyti, prisiminus mūsų tautos poetinės literatūros klasiko žodžius:

„Išnyksiu kaip dūmas, neblaškomas vėjo,
Ir niekas manęs neminės!
Tiek tūkstančių amžiais gyveno, kentėjo,
O kas jų bent vardą atspės?“

Poetas apie tai mąstė. Todėl neišnyko „kaip dūmas“. Jo vardą mes visi žinome ir dažnai prisimename. Nors jo jau seniai nebėra tarp mūsų, jo poezija – su mumis. O ką, išeidami Anapilin, paliksimė mes? **Neturėtų taip būti, kad mūsų gyvenimas neturėtų prasmės. Prasmę jam turėtume suteikti mes patys.** Kitas mūsų klasikas – J. Tumas – Vaižgantas yra pasakęs: „**Dariau gerą kitiems, o pats tapau laimingas.**“ Gal tai ir yra ta stebuklingoji „laimės formulė“, kurios žmonija vis dar ieško?

Sisteminis mąstymas galėtų būti tam tikru priešnuodžiu dabar intensyviai propaguojamam žmogaus interesų siaurinimui ir jo dvasinio pasaulio skurdinimui, kai įvairiais būdais bandoma mūsų jaunimui įteigti, kad visi žmogaus interesai ir visi jo veiksmai turi būti koncentruojami vien tik jo asmeninės karjeros siekimui, tik siekimui kuo intensyviau ir bet kokia kaina kilti asmeninės karjeros laiptais, net nesilaikant elementarių padorumo normų, vadovaujantis įsitikinimu, kad pinigai – dideli pinigai – ir jų suteikiama asmeninė materialinė gerovė yra pati didžiausia vertybė, dėl kurios galima ir privalu aukoti viską, nes „jei turėsi pinigų – daug pinigų – tai turėsi viską“.

Padėti žmogui ir žmonijai išvengti klystkelių ir greičiau surasti kelią pilnavertės žmogaus asmenybės ugdymo ir brandžios, sistemiškai mąstančios visuomenės kūrimo link – vienas labai svarbių sistemos tyros mokslo ir sisteminio mąstymo ugdymo tikslų, kurio svarbą vargu ar galima pervertinti. Jei norime sukurti išmintingesnį ir teisingesnį pasaulį, tai turime pradėti nuo jo kūrimo žmonių galvose ir širdyse, nes tokio pasaulio kūrimui reikalingi žmonių veiksmai gali atsirasti tik po to, kai atsiranda jų būtinumą teigiančios mintys ir juos skatinantys jausmai, paverčiantys tas mintis asmens apsisprendimu, valia ir ryžtu.

Todėl toks svarbus ir reikalingas visuomenės švietimas ir todėl sistemos tyros kurse bus sisteminiu požiūriu nagrinėjamos visuomenės santvarkos įvairios formos – visuomenės organizavimo bei organizavimosi ir valdymo bei savivaldos struktūros (autokratija, demokratija, „valdomoji demokratija“, atstovaujamoji ordoliberalioji demokratija, dalyvavimo demokratija, tiesioginė demokratija), visuomenės elementų ir posistemių (asmenybių, elito ir „elito“ bei „runkelių“) vaidmuo visuomenės raidoje, pilietiškumo būtinybės ir pilietiškumo ugdymo, visuomenės valdymo ir jos savivaldos problemos, visuomenės savivaldos sistemos kūrimo „nuo apačios“ tikslingumas ir būtinybė.

Nereiktų manyti, kad sisteminis mąstymas, atiduodamas prioritetą geranoriškumui santykiuose tarp žmonių, neatsižvelgia į tai, kad visada buvo ir bus nepakankamai sistemiškai mąstančių, o todėl – ir nepakankamai sąmoningų ir net nepakankamai sąžiningų žmonių. Jei į tai būtų atsižvelgiama, tai toks mąstymas nebūtų sisteminis mąstymas, nes sistemiškai mąstantis žmogus tik tada gali būti pavadintas tikrai sistemiškai mąstančiu žmogumi, kada jis sugeba matyti pasaulį tokį, koks jis yra iš tikrųjų, sugeba pastebėti jo negeroves ir jų priežastis bei ieško būdų, kaip jas pašalinti ir, suradęs juos, imasi atitinkamų veiksmų.

* Galbūt šis gyvenimo beprasmiškumo jausmas, išstinkantis nemažą dalį vartotojiška filosofija besivadovaujančių žmonių, ir yra viena pagrindinių priežasčių, sukeliančių savižudybių gausėjimą mūsų šalyje, kai, tuo tarpu karo metais, man būnant tremtyje ir gyvenimo sąlygoms buvus nepalyginamai sunkesnėms ir žiauresnėms, nė vienas tremtinys nenusižudė.

Todėl nereikėtų manyti, kad sistemiškai mąstantis žmogus iš viso atmets bet kokią jėgą ir prievartos panaudojimą visuomenėje net tada, kada būtina pasipriešinti blogiui bei užkirsti kelią galimai nelaimei.

Yra ne taip jau mažai atvejų, kada jėgą ir prievartą pavartoti tampa ne tik leistina, bet ir būtina. Čia apsiribosiu tik dviem pavyzdžiais, iliustruojančiais dvi tipines situacijas.

Mano kaimyno kalytė prieš keletą metų buvo atsivedusi ketvertą simpatiškų šuniukų. Ir kaip tik tuomet atsitiko nelaimė: kalytė suvažinėjo kažkoks nutrūktgalvis. Šunyčiai liko be motinos maitintojos. Lakti pienuką, kuriuo kaimyno vaikai bandė šuniukus maitinti, pastarieji dar nemokėjo. Kaimynui teko imtis prievartos: nardinti šunyčių snukučius į dubenėlį su pienu. Šunyčiai spyriojosi, nepatenkintai purkštavo ir, atrodo, net nesirošia pradėti lakti. Bet po kelių tokių „prievartos aktų“ vienas iš šuniukų, aplaižęs savo pienuotą snukutį, matyt, pastebėjo, kad skystis, į kurį buvo nardinamas jo snukelis, nors ir nėra tikras motinos pienas, bet nėra ir toks jau bjaurus, kad juo nebūtų galima malšinti savo alkį. To užteko, kad po kurio laiko šunyčiai, nors pradžioje ir nemokėsiškai, pradėtų lakti. Taip jie išliko gyvi ir greitai buvo išsidalinti.

O kiek panašių situacijų pasitaiko žmonių gyvenime?! Ar galima tokiais atvejais kaip sergančiųjų atvira tuberkuliozės forma bei venerinėmis ligomis priverstinis gydymas smerkti jėgą ir prievartos panaudojimą?

Antras pavyzdys, taip pat iš „šunų gyvenimo“. Kitą mano kaimyną, augalotą vyrą, dažnai matau išvedantį rotveilerių veislės stambų šunį pasivaikščiojimui. Jau kuris laikas to šuns snukį „puošia“ metalinis antsnukis. Nemanau, kad jis šuniui labai patinka, bet, pasirodo, kitaip negalima: prieš kurį laiką tas šuo buvo užpuolęs kažkodėl jam nepatikusią mažą mergytę ir labai ją išgąsdino. Gera, kad šį kartą, kaimynui staigiai sureagavus, viskas baigėsi be kraujo ir neatsitiko taip, kaip buvo įvykę Klaipėdoje.

O juk ir kai kurių žmonių atžvilgiu visuomenė būna priversta pavartoti analogiškas priemones. Juk egzistuoja kalėjimai ir kalinių juose kol kas netrūksta ir net nemažėja!

Blogiui priešintis ne tik leistina, bet ir privalu, tačiau net tokiais atvejais jėga ir prievarta vartotinos tik kaip laikina (ir ne pagrindinė) priemonė ir tik tada, kada visos kitos humaniškesnės priemonės šiuo momentu nebegali padėti, o pasipriešinti blogiui būtina. Labai svarbu ir būtina sudaryti tokias sąlygas, kad net ir tokiais atvejais nebūtų galima piktnaudžiauti turima jėga ir prievartos panaudojimo teise. Bet koks neteisingumas ne tik nesumažina blogio, bet ir pagimdo dar didesnę neteisingumą, esamą blogį padaro dar žiauresnį. Tai mokslo, vadinamo socialine psichologija, aksiomos. Todėl visose normaliose juridinėse sistemose galioja „nekaltumo prezumpcijos“ principas: geriau palikti kaltąjį nenubaustu, negu neteisingai nuskriausti nekaltąjį, nubaudžiant jį už nusikaltimą, kurio jis nepadarė. Ir dar: labai svarbu išmokyti skirti, kas yra blogis ir kas – gėris. Tai nėra paprasta. Tam irgi reikalingas sisteminis mąstymas ir jo išugdyta išmintis.

Sistemiškai mąstantis žmogus stengiasi niekada neprarasti realybės ir perspektyvos laike bei erdvėje jausmo. Prieš priimdamas kokią nors sprendimą, jis stengiasi kuo visapusiškiau išnagrinėti situaciją, pasverti visus „už“ ir „prieš“. Todėl jis pastebi ir gėrį, ir blogį, sugeba juos skirti vieną nuo kito. Tačiau, būdamas toliaregiškas erdvėje ir laike, jis mato ne tik save, bet ir kitus, galvoja ne tik apie šią dieną, bet ir apie būsimą rytdieną. Todėl jis prioritetą atiduoda gėriui ir stengiasi mažinti blogį, nes žino, kad taip elgtis yra ir išmintinga, ir naudinga. Naudinga ir jam asmeniškai, ir visuomenei, o todėl vėlgi – ir jam asmeniškai. Todėl **išmintingas egoistas stengiasi elgtis moraliai, nes suprantą, jog taip elgtis naudinga ir jam pačiam. Jei dauguma žmonių bus išmokyti sistemiškai mąstyti, tai normalios, socialiai teisingos ir laimingos visuomenės sukūrimas iš utopijos virs realybe.**

Sistemiškai mąstantis žmogus taip pat suprantą, kad jo galios yra ribotos, dėl ko jis visko aprėpti nepajėgs. Todėl jis sugeba ne tik judėti pirmyn, bet ir laiku sustoti. Jis suprantą, kad bet kokią idėją, net ir labai gerą, nežinant saiko ir nesiskaitant su realybe, galima paversti į absurdą. Net siekdamas tokių aukštų idealų, prie kurių galima tik artėti ir artėti, niekada pilnai jų nepasiekiant, jis stengiasi nekelti nei sau, nei kitiems absurdiškų reikalavimų. Prieš šokdamas per platų griovį, jis visada pasveria savo jėgas, įvertindamas, ar, labai pasistengęs, tikrai sugebės dabar tą griovį peršokti.

Suprasdamas, jog pasaulis yra neišsemiamas savo sudėtingumu ir todėl klausimų „Kodėl?“ seką galima tęsti be galo, jis sugeba ne tik kelti tuos klausimus sau ir kitiems bei ieškoti ir surasti atsakymus į daugelį svarbių klausimų, bet ir laiku sustoti, nepaversdamas savo klausimų į retoriškus bei beprasmius, šiuo metu negalinčius turėti prasmingų ir naudingų atsakymų, „sofistinius klausimus“, savo samprotavimų – į nevaisingą tuščiažodžiavimą, į „pilstymą iš tuščio į kiaurą“.

Sistemiškai mąstantys žmonės skiriasi nuo nesistemiškai mąstančių žmonių ne tik tuo, kad stengiasi pažvelgti į pasaulį plačiau, giliau ir sistemiškiau, bet ir tuo, kaip jie vertina kitų žmonių nuomonę, tų nuomonių įvairovę. Savo požiūriu į kitaminčius jie kardinaliai skiriasi nuo dogmatinio mąstymo atstovų: **sisteminio mąstymo atstovų požiūrį į žmones, mąstančius ir manančius kitaip negu jie, galime laikyti net priešingybe dogmatinio mąstymo atstovų požiūriui.**

Sistemiškai mąstantis žmogus supranta, kad jis, stengdamasis pažinti patį save ir jį supantį pasaulį, geriausiu atveju gali tik vis labiau artėti prie pilnos viską apimančios erdvės ir laike tiesos, bet pasiekti jos dėl pasaulio sudėtingumo bei neišsemiamumo platyn ir gilyn niekada nepajėgs. Todėl **sistemiškai mąstantis žmogus niekada nėra visiškai įsitikinęs, kad jis yra absoliučiai teisingas ir kad kiti žmonės, mąstantys ir manantys šiek tiek kitaip negu jis ar net priešingai negu jis, yra būtinai neteisūs. Todėl protingi ir dori kitaminčiai sistemiškai mąstančiam žmogui yra ne tik toleruoti, bet ir ypač įdomūs. Bendravimo su jais galimybę sistemiškai mąstantis žmogus laiko didele ir saugotina vertybe.** Sistemiškai mąstančio žmogaus nuomone, protingas ir doras kitamintis mąsto ir mano kitaip, matyt, todėl, kad jis turėjo galimybę pažiūrėti į nagrinėjamą sistemą ir sprendžiamą problemą iš tos pusės, iš kurios pats konkretus sistemiškai mąstantis žmogus dėl kažkokių priežasčių negalėjo ar nesugebėjo pažiūrėti. **Diskusijos su protingais ir dorais kitaminčiais sistemiškai mąstančiam žmogui yra labai pageidautina ir labai vertinga galimybė pažvelgti į nagrinėjamą sistemą ir problemą kito žmogaus akimis, praturtinti savo tezaurą ir patikslinti bei pagilinti savo pasaulėžiūrą.** Dorų ir protingų kitaminčių buvimas sistemiškai mąstančiam žmogui ne tik nesukelia neigiamų emocijų, bet netgi džiugina jį. Sistemiškai mąstantis žmogus nėra linkęs beatodairiškai atmetinėti alternatyvias nuomones bei teorijas, nesutampančias su dabar vyraujančiomis nuomonėmis bei teorijomis, o stengiasi suprasti, kodėl ir kaip tos alternatyvios nuomonės bei teorijos atsirado, išsiaiškinti, ar kartais jose nėra to ar kito krislelio tiesos, kuriuo būtų verta pasinaudoti ir kurio praradimas būtų nuostolis tiesos paieškos kelyje.

Dogmatiškai mąstantis žmogus jaučia ir elgiasi priešingai. Dėl savo siauro – nesistemiško – požiūrio net logiškai, bet dogmatiškai mąstantis doras žmogus nesuvokia, jog ta tiesa, kurią jis žino ir kuria jis tiki, nebūtinai ir ne visada yra tikra, pakankamai pilna ir galutinė tiesa, kad net labai protingi, atsakingi ir dori žmonės kartais gali apsirikti ir klysti. Tvirtai tikėdamas tuo, ką jis žino ir daug kartų apmąstęs, dogmatiškai mąstantis žmogus dėl savo mąstymo tiesmukiškumo ir siaurumo net nepagalvoja apie tai, kad joks žmogus nėra pajėgus savo intelektu aprėpti visą pasaulį visame jo sudėtingume ir todėl kiekvienu momentu aprėpia tik mažą jo dalį, bet ir tai – tik iki tam tikro riboto lygio, kuris ne visada yra pakankamas. Todėl dogmatiškai mąstančiam žmogui atrodo, jog kitaminčiai arba klysta, jei jie yra padorūs žmonės, arba išūliai meluoja, nes jie yra apgavikai, sukčiai, intrigantai, žodžiu, niekšai ir niekšeliai. Pirmuosius, t.y. „klystančius“, dogmatikai stengiasi „atvesti į tiesos kelią“, „atvesti į savo tikėjimą“, ir pyksta, jei to padaryti jiems nepavyksta, laikydami tokius kitaminčius „bukais neišmanėliais“ ir „aklais užsispyrėliais“ arba priskirdami savo oponentus antrajai grupei, t.y. laikydami juos „išūliai meluojančiais“ bei „piktybiškai iškraipiančiais tiesą“ „nedorėliais“. Su pastaraisiais bei priskirtais prie jų kitaminčiais dogmatiškai mąstantys žmonės daugumoje atvejų elgiasi kaip su savo priešais: jų nekenčia, o aktyvesnieji stengiasi su jais kovoti ar net juos negailestingai naikinti.

Istorija pateikia nemažai tokio dogmatiško požiūrio pasireiškimų ir tokio dogmatikų elgesio bei jo pasekmių pavyzdžių. Tai ir inkvizitorių kova su „erezijomis“, ir „kryžiaus karai“ su „netikėliais“, kurių metu Dievo ir kilnių krikščionybės idėjų vardu buvo žudomi nekalti žmonės, ir „Baltramiejaus naktis“, ir bolševikmečio politinės represijos, ir t.t., ir t.t. Dogmatizmo (o kartu ir veidmainystės) pavyzdžių apstu ir dabarties politinių partijų „kovose“, ir konflikte tarp „Šiaurės“ ir „Pietų“, tarp „Rytų“ ir „Vakarų“ civilizacijų, tarp musulmoniškųjų ir sionistinių judėjimų „aktyvistų“. O kur dar „kovos su vėjo malūnais“ bei „pilstymas iš tuščio į kiaurą“ bandant „įrodyti“ tai, kas neįrodoma?! Čia jau ne tik dogmatizmas, bet ir veidmainystė bei sąmoningas melas.

Apmąstęs tas išvadas, kurios išplaukia iš sisteminio mąstymo apibrėžimo ir jo savybių nagrinėjimo bei iš sisteminio ir dogmatinio mąstymų palyginimo, manau, jog darosi dar labiau suprantama, **kodėl taip aktualu ugdyti visų visuomenės narių sisteminį mąstymą** ir kodėl šių eilučių autorius šiai mokymosi priemonei parašė tokią dedikaciją, kokią parašė.

Atsižvelgiant į sisteminio mąstymo įgūdžių svarbą, antroje šios mokymosi priemonės dalyje **sisteminio mąstymo principų** išdėstymui bei tokio mąstymo įgūdžių ugdymui bus skiriamas atskiras gana didelės apimties skyrius. Dabar su tais principais galima susipažinti šių eilučių autoriaus knygelėse ir straipsniuose [5, 12÷17] bei jo tinklapyje internete.

0.2.5. Bandymai pritaikyti tikslųjų mokslų metodus organizminėms ir organizacinėms sistemoms. „Kibernetinis bumas“. Sistemotytros vystymuisi palankaus „klimato“ susidarymas

Mechanistinio požiūrio papildymą organizminiu bei tų požiūrių sintezę į sisteminį požiūrį skatino ir skatina vis didėjantis tikslųjų mokslų atstovų

susidomėjimas organizminėmis ir organizacinėmis sistemomis, bandymai perkelti tikslųjų mokslų metodus į biologiją ir visuomeninius mokslus, sudėtingų techninių sistemų projektavimo gana tobulai išvystytas inžinerines technologijas bei inžinerinę projektavimo kultūrą – į organizacinių sistemų projektavimo ir tobulinimo procesus bei į organizminių sistemų rekonstravimą.

Ryšium su tikslųjų mokslų ekspansija tų mokslų sandūrose su kitais mokslais pradėjo dygti, kaip grybai po lietaus, nauji **hibridiniai mokslai**: biofizika, biochemija, bionika, genų inžinerija, bioinformatika, ekonometrika, ergonomika, inžinerinė psichologija, sociometrija, matematinė lingvistika ir pan. **Hibridinių mokslų atsiradimas ir tikslųjų mokslų atstovų bendradarbiavimas su biologais, medikais, ekonomistais, sociologais, psichologais, lingvistais, filosofais ir kitais specialistais netruko pagimdyti naujų vaisingų idėjų ir atradimų srautą.**

Tačiau tikslųjų mokslų atstovai gana greitai įsitikino, jog **net gerai išvystytos mechanistinės metodologijos vis dėlto nepakanka, kad būtų galima sudaryti pakankamai adekvačius tikrovei organizminių ir organizacinių sistemų modelius**, ir todėl kartu su organizminių ir organizacinių mokslų atstovais **pradėjo plėtoti naują – sisteminių – požiūrį**, sintezuojantį vienas kitą papildančius mechanistinių ir organizminių požiūrius, suartinantį fizikos, chemijos ir biologijos mokslus, nagrinėjančius sistemas, priklausančias skirtingiems struktūriniams lygiams.

Tokie procesai negalėjo neskatinti mokslininkų tarpe supratimo apie mokslų integracijos ir tarpdisciplininės mokslo kalbos reikalingumą. Kartu su tuo šie procesai, patvirtindami tikslųjų mokslų atstovų įsitikinimą, jog, **perėinant nuo mažesnio struktūrinio lygmens prie aukštesnio, žemesnių lygių sąvokos dėsningumai išlieka galioti**, parodė, kad aukštesnio lygio sistemose dėl emerđžencijos atsiranda naujos savybės ir todėl moksle privalo atsirasti naujos sąvokos, kurios negali būti pilnai išreikštos per žemesniųjų lygių sąvokas, ir specialiais tyrimais turi būti atrasti nauji dėsningumai, kurie negali būti tiesiogiai išvesti iš dėsningumų, veikiančių žemesniuose struktūriniuose lygmenyse.

Didelius pokyčius mokslininkų ir, bendrai, visuomenės požiūriuose iššaukė **tokių mokslų kaip kibernetika bei genetika atsiradimas**. Pradžioje N. Vyneris, suformulavęs kibernetikos kaip mokslo apie valdymo mechanizmus ir principus, bendrus visoms valdymo sistemoms nepriklausomai nuo substancijos, kurioje tos sistemos realizuotos, pradmenis, ne visų ir ne iš karto buvo suprastas. Neiškart buvo įteisintas ir šiuolaikinis informacijos statusas, **pastatę informaciją į vieną eilę su tokiomis kategorijomis kaip materija ir energija**, nors K. Šenono ir jo pirmtakų darbai apie informacijos kiekį jau buvo šiek tiek paruošę tam dirvą. Tačiau dvidešimtojo amžiaus antrojoje pusėje kibernetinės idėjos gana greitai užkariavo daugumos mokslo darbuotojų ir, bendrai, inteligentijos protus, ir prasidėjo taip vadinamasis „**kibernetinis bumas**“, kurį ypatingai paskatino su kibernetikos idėjomis tampriai susijusios **kompiuterinės technikos atsiradimas**, iššaukęs **antrąją techninę revoliuciją**.

Jei pirmosios techninės revoliucijos metu žmogus, pradėjęs mechanizuoti ir mašinizuoti fizinį darbą, dešimteriopai bei šimteriopai padidino jo našumą, tai dabar buvo pradėtas **protinio darbo mašinizavimas**, didinantis to darbo našumą tūkstančius ir milijonus kartų.

Visa tai (kartu su tuo metu vykusiais revoliuciniais mokslo pasiekimais atominėje fizikoje, raketų technikoje, radioelektronikoje, genetikoje ir t.t.) **sudarė labai palankų mokslinį ir psichologinį klimatą visokioms naujovėms, tame tarpe ir sisteminio sąjūdžio atsiradimui ir plitimui**, tuo labiau, kad labai artimas sistemos tyros idėjoms mokslas – **operacijų tyrimas** (kai kurie mokslininkai,

pavyzdžiui, R. Akofas ir N. Moisejevas, iki šiol tebelaiko operacijų tyrimą ir sistemotyra ne dviem skirtingais mokslais, o vienu mokslu – operacijų tyrimu, palaipsniui perraugančiu į sistemotyros mokslo sudėtinę dalį – **sisteminę analizę**) dar Antrojo Pasaulinio karo metu **jau buvo įrodęs savo praktinę naudą**.

Sisteminės idėjos, kurios dar 30-ais XX šimtmečio metais buvo išsakytos L. fon Bertalanfio, nagrinėjant metabolizmo procesus bei plėtojant atvirųjų sistemų teoriją, ir tuomet nebuvo tinkamai įvertintos, dabar buvo prisimintos. Dabar jos pateko į gerai paruoštą palankią joms dirvą ir galėjo greitai plisti draugiškai ir net entuziastiškai nusiteikusioje jų atžvilgiu mokslinėje visuomenėje, įskaitant ir filosofus, ir technokratus. Ypač greitai jos plito jaunųjų mokslininkų tarpe.

Visos čia ką tik aprašytos aplinkybės, nors ir nebuvo tiesiogine sistemotyros atsiradimo priežastimi, tačiau paruošė dirvą sistemotyros idėjų sparčiam plitimui, skatino jos vystymąsi. Be šių aplinkybių sistemotyra per tokį trumpą laiką vargu ar būtų pasiekusi tokį lygį, kokį ji turi dabar. Biologinių ir organizacinių problemų sprendimo poreikis ir dabar skatina sistemotyros vystymąsi bei tikslųjų mokslų ir jų metodų ekspansiją į naujas sritis.

0.2.6. Izomorfizmų ir homomorfizmų egzistavimas. Jų reikšmė sistemotyros atsiradimui. Izomorfizmų ir homomorfizmų paieška – vienas sistemotyros tikslų

Kad galėtų atsirasti toks įvairius mokslus ir jų pasiekimus integruojantis mokslas kaip sistemotyra, **turėjo būti suvokta, jog tarp įvairių mokslų egzistuoja tai, kas jiems bendra, kas juos galėtų jungti į vientisą sistemą.**

Nors, mąstant sistemiškai ir filosofiškai, tai turėtų atrodyti akivaizdu, nes **įvairūs specialūs mokslai atspindi tik įvairius vieningo pasaulio aspektus** ir atsirado iš mūsų jau minėto vientiso pasaulio nagrinėjimo, vykstant mokslų diferenciacijai, tačiau rimtai aptarinėti šį klausimą buvo imtasi tik XX amžiaus viduryje.

Vienas pirmųjų į tą bendrumą atkreipė dėmesį mūsų jau minėtasis Norbertas Vyneris. Nagrinėdamas valdymo procesus mašinos ir organizmuose, o vėliau ir organizacinėse sistemose, jis pastebėjo, kad **valdymo sistemos nepriklausomai nuo substancijos, kurioje jos egzistuoja, turi analogišką struktūrą, analogiškus veikimo principus ir analogiškus informacijos, cirkuliuojančios valdymo sistemų kanaluose bei „mechanizmuose“, apdorojimo ir panaudojimo algoritmus.** Taip atsirado kibernetika – mokslas apie bendruosius valdymo sistemų sandaros ir funkcionavimo dėsningumus mašinos, organizmuose ir visuomenėje*, taip sąvoka „informacija“ gavo statusą, prilygstantį sąvokų „materija“ ir „energija“ statusui, taip prasidėjo mūsų jau minėtasis „kibernetinis bum“, revoliucionizavęs daugelio mokslininkų sąmonę ir paruošęs palankią dirvą bendrasisteminių idėjų plitimui.

* Šį mokslą kartais vadina „**kibernetika siaurąja prasme**“, nes jis **apsiriboja informacinių procesų ir informacinių srautų valdymo procesuose ir sistemose nagrinėjimu**, nenagrinėdamas visų kitų informacinių procesų, tiesiogiai nesusijusių su valdymu.

Mokslą apie informaciją, skirtą ne tik valdymui, bet ir sudarančią pačių įvairiausių informacinių procesų turinį ir esmę, kai kurie mokslininkai pavadino „**kibernetika plačiąja prasme**“. Dabar tą mokslą dažniausiai vadina „**informatikos**“ vardu, interpretuodami „informatikos“ sąvoką gana įvairiai ir patikslindami bei specifikuodami ją įvairiais priešdėliais bei epitetais: „bioinformatika“, „socioinformatika“, „kosmoinformatika“, „homoinformatika“, „poliinformatica“, „nanoinformatika“, „infrainformatika“, „kompiuterinė informatika“, „komunikacinė informatika“ ir t.t.

Tada buvo atkreiptas dėmesys į tai, kad **valdymo sistemose pastebėtas bendrumas nėra tik valdymo sistemų specifinė savybė, kad bendrumų galima rasti ir daugelyje kitų sistemų**, kad todėl įmanomas ne tik bendras mokslas apie valdymą bei valdymo sistemas – kibernetika „siaurąja prasme“, vėliau išaugusi į „kibernetiką plačiąja prasme“, dabar dažniau vadinamą „informatika“, bet ir **bendras mokslas tiesiog apie sistemas – bendroji sistemų teorija**.

Pavyzdžiui, buvo pastebėta, kad **virpesiai bei svyravimai, vykstantys įvairiose terpėse, aprašomi analogiškėmis matematinėmis lygtimis**:

a) $m \frac{d^2x(t)}{dt^2} + k \frac{dx(t)}{dt} + \lambda x(t) = F(t)$ – **mechanikoje**, kur m – masė, k – trinties koeficientas, λ – medžiagos tamprumo (pasipriešinimo deformacijai jėgos) koeficientas, $F(t)$ – išorinė jėga, $x(t)$ – poslinkis (deformacijos dydis), $\frac{dx(t)}{dt}$ – judėjimo (deformacijos) greitis, $\frac{d^2x(t)}{dt^2}$ – judėjimo pagreitis, $\lambda x(t)$ – pasipriešinimo deformacijai jėga, $k \frac{dx(t)}{dt}$ – trinties jėga, $m \frac{d^2x(t)}{dt^2}$ – pagreitį suteikianti jėga;

b) $L \frac{d^2q(t)}{dt^2} + R \frac{dq(t)}{dt} + \frac{1}{C} q(t) = E(t)$ – **elektrotechnikoje bei radiotechnikoje**, kur L – virpesių kontūro induktyvumas, R – kontūro aktyvioji varža, C – kontūro elektrinė talpa (kontūro kondensatoriaus talpa), $E(t)$ – išorinė elektrovaromoji jėga (išorinė įtampa), $q(t)$ – virpesių kontūro kondensatoriuje susikaupęs elektros krūvis, $\frac{dq(t)}{dt}$ – elektros srovės kontūre stipris i , $\frac{d^2q(t)}{dt^2}$ – elektros srovės stiprio i kitimo greitis (elektros krūvio kitimo pagreitis), $\frac{1}{C} q(t)$ – elektrostatinė įtampa u_C tarp kondensatoriaus plokštelių (elektrodų), $R \frac{dq(t)}{dt} = R \cdot i = u_R$ – elektros potencialo pokytis, atsirandantis dėl aktyviosios varžos R , $L \frac{d^2q(t)}{dt^2}$ – elektroindukcinė įtampa u_L , atsirandanti ritelėje, turinčioje induktyvumą L , keičiantis elektros srovei i su greičiu $\frac{di(t)}{dt} = \frac{d^2q(t)}{dt^2}$.

Ši analogija yra ne tik formali, t.y. ne tik grynai struktūrinė, pasireiškianti formulių, aprašančių šiuos fizinius reiškinius, struktūrų panašumu, bet turi ir gilumines ne tik fizines, bet ir bendrasistemines savo egzistavimo priežastis, nes atspindi bendrus dėsningumus, būdingus tiek mechanikai, tiek elektrotechnikai, tiek visoms dinaminėms sistemoms: m – masė – yra **mechaninio inertiškumo** charakteristika, o L – induktyvumas – yra **elektromagnetinio inertiškumo** charakteristika; k – trinties koeficientas – charakterizuoja **mechaninės energijos išsisklaidymo** (jos vartimo šilumine) proceso intensyvumą, R – varža – charakterizuoja **elektromagnetinės energijos išsisklaidymo** (jos vartimo šilumine) intensyvumą; λ – mechaninės deformacijos koeficientas (Huko koeficientas) – charakterizuoja kūno **pasipriešinimo mechaninei deformacijai jėgą**, $\frac{1}{C}$ – dydis, atvirkščias kondensatoriaus elektriniam talpumui – charakterizuoja **elektrostatinio lauko poveikį**, stabdantį

elektronų srautą į kondensatorių, kuris didintų kondensatoriaus elektrinį krūvį q .

Buvo pastebėta, kad **analogiškomis lygtimis galima aprašyti ir svyravimus ekonomikoje** (žiūr., pvz., 1.14.12.2.3. skyrelį apie biznio ciklus bei jų modelius ir palyginkite tuos svyravimus su 1.11.9. skyrelyje aprašytais elektromagnetiniais svyravimais) **bei ekologijoje** (žiūr., pvz., 1.14.13. skyrelyje aprašytus ir 301 pav. pavaizduotus Šiaurės Kanados baltųjų kiškių ir lūšies populiacijų individų skaičiaus svyravimus), **ir žmogaus nuotaikos ir nuomonės bei visuomenės pasaulėžiūros svyravimus, ir eilę kitų analogiškų reiškinių, atsirandančių visose dinaminėse sistemose todėl, kad visur egzistuoja didesnis ar mažesnis inertiškumas, iššaukiantis sistemos „pasipriešinimą“ pokyčiams bei atoveikio reakcijos į aplinkos poveikius didesnę ar mažesnę vėlavimą, pati atoveikio reakcija į tuos išorės ar vidinius poveikius ir nepilnai produktyvus turimos energijos panaudojimas, pasireiškiantis didesniu ar mažesniu jos iššvaistymu, dėl ko naudingo veikimo koeficientas niekada nebūna lygus 1.**

Kitas izomorfizmo pavyzdys: **diferencialinė lygtis** $\frac{dz(t)}{dt} = k_1 z(t) - k_2 z^2(t)$,

aprašanti logistinę kreivę. Ši lygtis modeliuoja daugelį procesų, kuriuose sąveikauja teigiamieji ir neigiamieji grįžtamieji (atbuliniai) ryšiai, nepriklausomai nuo to, su kokiais objektais ir kokioje terpėje tie procesai bevyktų (žiūr., pavyzdžiui, šios mokymosi priemonės 1.4.9., 1.9.1.6., 1.14.12.2.2. ir 1.14.13. skyrelius).

Dar vieną svarbų matematinių modelių, aprašančių skirtingus reiškinius, izomorfizmo pavyzdį galime rasti nagrinėdami pagrindines matematinės fizikos lygtis.

Pasirodo, kad gana didelę dalį procesų, vykstančių įvairiose terpėse, aprašo trys diferencialinės lygtys:

1) **banginė (bangų) lygtis** $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}$, nusakanti, kaip sklinda įvairūs

virpesiai ir bangos įvairiomis terpėmis erdvėje ir laike;

2) **šilumos laidumo lygtis** $\frac{\partial u}{\partial t} = a^2 \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right)$, aprašanti ne tik šilumos laidumą

vienalytėje terpėje, bet ir dujų bei skysčių difuziją (todėl ši lygtis vadinama dar ir **difuzijos lygtimi**);

3) **Puasono lygtis** $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = f(x, y, z)$.

Pastarąją lygtį prancūzų fizikas, astronomas ir matematikas D. Puasonas (D. Poisson) sudarė gravitaciniam potencialui, tačiau paaiškėjo, jog ji gali būti taikoma ir elektrostatikoje, ir magnetostatikoje, ir hidrostatiškoje, ir nagrinėjant difuzijos reiškinius.

Panašių pavyzdžių galima pririnkti gana daug. Izomorfizmo bei homomorfizmo sąvokų nagrinėjimui bus skirtas specialus (1.8.) šios mokymosi priemonės skyrius, apie izomorfizmo reiškinius bus kalbama 1.9.1.1., 1.9.1.3., 1.9.1.4., 1.9.1.5. ir kituose skyreliuose.

Matematinių modelių, aprašančių įvairius fizikinius, cheminius, ekonominius, psichologinius, socialinius, ekologinius ir t.t. procesus, izomorfizmas, rodo, kad **visuose tuose procesuose, jų „mechanizmuose“ yra kažkas bendro, „izomorfiško“, kad gamtoje egzistuoja ne tik specifiniai, bet ir tokie dėsningumai, kurie yra bendri įvairioms sritims ir įvairiems procesams.** Tokio bendrumo, pasireiškiančio įvairiose srityse ir atspindimo įvairiuose moksluose, pavyzdys – **tvermės dėsniai**, teigiantys, kad niekas neatsiranda iš nieko ir niekas niekur nedingsta, o tik gali pereiti iš vienos erdvėlaikio vietos bei vienos egzistavimo formos į kitą vietą ir/ar kitą formą. Tai ne tik visiems gerai žinomi energijos tvermės dėsniai, kuriuos partvirtino visi gamtos mokslai, bet ir daugybė specifiskesnių ir mažiau žinomų tvermės dėsnių. Pavyzdžiui, net toks, atrodo, grynai specifinis dėsnis kaip, pirmasis Kirchhofo dėsnis, nustatytas elektrotechnikoje ir teigiantis, jog bet kuriame elektrinės grandinės taške bet kuriuo laiko momentu visų į tą tašką įtekančių elektros srovių stiprių i , imamų su pliuso ženklu, ir visų iš to taško ištekančių elektros srovių stiprių, imamų su minuso ženklu, algebrinė suma yra lygi 0, yra tik dalinis bendrojo tvermės dėsniu pasireiškimas, turintis daugybę analogų kitose srityse: transporto tinkluose, taikant jį transporto priemonių, kelevių ir prekių srautams, finansinėse sistemose,

taikant jį pinigų srautams, gyvūnų kraujotakos sistemose ir t. t.

Iš bendrųjų dėsningumų egzistavimo fakto išplaukia, jog **tikslinga turėti mokslą, kuris tokių bendrųjų dėsningumų ieškotų, juos nagrinėtų ir taikytų.**

Sistemotyroje, nagrinėjant izomorfizmo ir homomorfizmo reiškinius, buvo nustatytas **sistemų struktūrų ir jų funkcionavimo izomorfiškumo dėsnis, teigiantis apie sąryšio tarp sistemų struktūrų izomorfiškumo ir tų sistemų funkcionavimo analogiškumo egzistavimą** (žiūr. 1.8.6.1., 1.8.6.2. skyrelius).

Vadovaujantis **izomorfiškumo principu** (žiūr. [5; 16]), nesunku suprasti, kodėl, pavyzdžiui, akis ir fotoaparatas turi panašią struktūrą, nors fotoaparato išradėjas ir nekopijavo akies, bei pastebėti ir suprasti, kuo ir kodėl linkoras panašus į medį, o judrus, manevringas karinis kateris – į gyvūną. Rekomenduoju skaitytojui pabandyti savarankiškai surasti atsakymus į šiuos klausimus, o po to (suradus ar nesuradus) kreiptis į ką tik paminėtus 1.8. skyriaus skyrelius.

Iš **izomorfiškumo principo išplaukia ir pati modeliavimo galimybė bei nauda**, pavyzdžiui, tai, kad **mechaninius procesus galima modeliuoti elektromagnetiniais procesais** (ir atvirkščiai); kad, pastebėjus kokius nors dėsningumus vienoje iš izomorfiškų ar homomorfiškų sistemų, tikslinga ieškoti jų ir kitoje izomorfiškoje ar homomorfiškoje sistemoje; kad iš skirtingų elementų sudarytos sistemos kartais gali turėti vienodus matematinius modelius, jei tų sistemų funkcijos gali būti panašios.

Izomorfizmų bei homomorfizmų paieška ir jų panaudojimas – vienas iš sistemotyros tikslų.

Izomorfizmų bei homomorfizmų egzistavimas – viena pagrindinių sistemotyros atsiradimo priežasčių, o taip pat sistemotyros – kaip mokslo – viena pakankamų egzistavimo sąlygų, antrojo matavimo mokslų sistemoje* atsiradimo sąlyga.

Visa tai dar kartą patvirtina teigiamą atsakymą į klausimą „Ar sistemotyra turi teisę į egzistavimą, ar gali būti toks mokslas?“.

0.2.7. Poreikis ir galimybė spręsti organizacijų vadovų „akių atrišimo“ problemą

Dar viena svarbi priežastis, vis stipriau stimuliuojanti sistemotyros (ypatingai – sudėtingų situacijų sisteminio modeliavimo) plėtotę, yra **poreikis padėti spręsti sudėtingų procesų eigos prognozavimo problemas, „atrišant bei atveriant akis“ organizacijų vadovams.**

Vienas sisteminio modeliavimo pradininkų bei specialistų ir pagarsėjusio savo ekologinėmis prognozėmis Romos klubo organizatorių bei dalyvių – Dž. Foresteris (J. W. Forrester) – yra vaizdžiai palyginęs organizacijos vadovą ir automobilio vairuotoją: vairuotojas, valdydamas automobilio judėjimą, tuo pat metu gali matyti būsimosios automobilio judėjimo trajektorijos (kelio) atkarpą ir todėl nesunkiai sugeba numatyti artimiausios ateities įvykius, o organizacijos vadovas tokios galimybės neturi ir, priimdamas valdymo sprendinius, priverstas vadovautis ne informacija apie ateitį, o informacija apie praeitį.

„Įsivaizduokite“, rašo Dž. Foresteris, „kad Jūs vairuojate automobilį užrištomis akimis, nematydami prieš save esančios kelio atkarpos, o vadovaudamiesi vien tik informacija, kurią teikia ant galinės sėdynės ir atgal žiūrintis automobilio keleivis, laikas nuo laiko pranešinėjantis, ką jis pamatė“. „Ar toli nuvažiuosite, taip važiuodami?“ – klausia Dž. Foresteris. – „Kokiu greičiu Jūs galėsite važiuoti ir kokių

* žiūr. 1.6.4.14. skyrelį.

apsaugos priemonių Jūs turėsite imtis, stengdamasis išvengti avarijų ir nesuvažinėti į vidurį gatvės paskui savo kamuolį išbėgusio vaiko? Kiek pagerėtų vairavimo sąlygos ir kaip sumažėtų galimų pavojų kiekis, jei Jums būtų atrištos akys? Kiek galėtumėte tuomet padidinti važiavimo greitį?“.

Šiuolaikinio oro lainerio pilotas taip pat jau nebesugeba apžvelgti pakankamai ilgos būsimosios lainerio judėjimo trajektorijos atkarpos, tačiau lėktuvo pilotui „akis atrišti“ padeda radiolokatorius, šviečiančiais taškais vaizduodamas savo ekrane priešakyje esančius objektus. Kaip gi „atrišti“ bei „atverti“ akis organizacijų (įmonių, regionų, valstybių) vadovams? Kokį „radiolokatorių“ jiems reiktų sukurti?

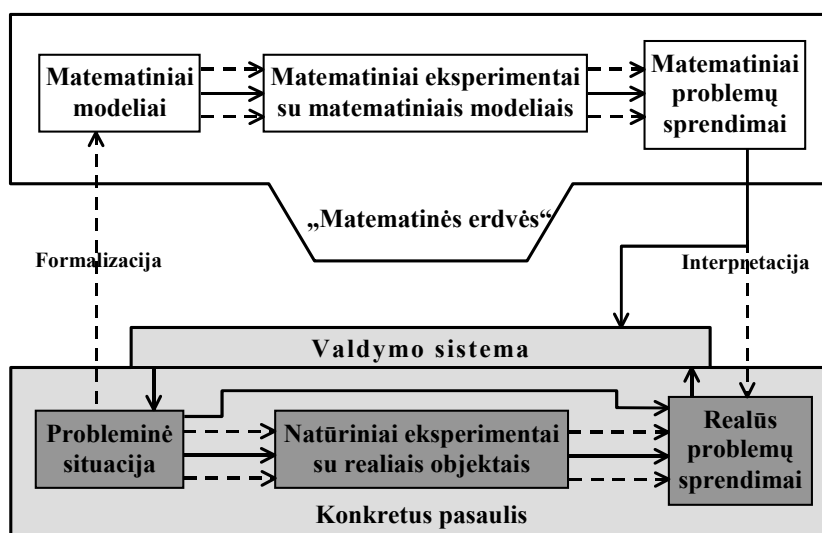
Tokio „radiolokatoriaus“ funkcijas gali atlikti matematinis modeliavimas, imituojantis esamą situaciją ir joje vykstančius procesus. Naudojantis sudėtingos situacijos matematiniu modeliu, realizuotu kompiuteryje atitinkamų programų pavidalu, ir eksperimentuojant su juo, galima numatyti įvairiose situacijose priimamų įvairių valdymo sprendimų nemažą dalį pasekmių ir išsirinkti tą sprendimo variantą, kurio įgyvendinimo pasekmės būtų labiausiai priimtinos ar pageidautinos. Tokį eksperimentavimą galima taikyti ir valdymo praktikoje, ir mokymosi procese.

Sudėtingų sistemų matematinį modeliavimą ir kompiuterinius eksperimentus su matematiniais modeliais galima taikyti (ir tai jau daroma) ne tik organizacijų valdyme, bet ir sudėtingų sistemų projektavime, įvairių hipotezių tikrinime ir t.t.

Matematiniai eksperimentai su sudėtingų sistemų modeliais, naudojantis kompiuterine technika ir kitomis informacijos automatizuoto apdorojimo priemonėmis – nauja ir labai efektyvi mokslo ir technikos kryptis, galingas sudėtingų sistemų tyrimo ir valdymo bei patirties kaupimo instrumentas.

Matematiniai eksperimentai svariai papildo ir išplečia natūrinių eksperimentų su realiomis sistemomis galimybes, o neretai net pakeičia juos (žiūr. 1 pav.). Sistematyrai tai beveik tas pats, kaip fizikai – fizikiniai eksperimentai.

Ieškoti bei rasti aktualios problemos sprendimą galima ne tik atliekant brangiai kainuojančius, užimančius daug laiko, o kartais ir rizikingus natūrinius bandymus, bet ir sukūrus probleminės situacijos matematinį modelį, tuos bandymus atliekant „matematinėje erdvėje“, eksperimentuojant su tuo modeliu. Suradus pageidautiną matematinių problemos sprendinių, jį galima perduoti probleminės situacijos sprendimo proceso valdymo sistemai, kuri interpretuos jį ir perves realią probleminę situaciją į mums reikalingą būseną tuo keliu, kuris buvo surastas matematinio eksperimentavimo metu.



1 pav.

Turint sudėtingos sistemos matematinį modelį ir eksperimentuojant su juo, natūriniai eksperimentai naudojami tik pirminės informacijos kaupimui, matematinio modelio ir matematinių eksperimentų rezultatų patikrinimui bei priimtinių sprendinių realizavime. Pati sprendimo paieška bei jo optimizavimas atliekami „matematinėse erdvėse“, naudojantis kompiuterine technika ir jos programine įranga.

Matematiniai eksperimentai dažnai gali būti atlikti žymiai greičiau bei pigiau negu natūriniai ir reikalauja žymiai mažiau rizikos: juk natūriniai eksperimentai ir jų rezultatai kartais gali būti pavojingi ar kenksmingi, kai tuo tarpu matematiniai eksperimentai negali kelti tiesioginio pavojaus. Dar daugiau: matematiniai eksperimentai gali suteikti informaciją apie galimus pavojus ir tuo padėti išvengti nuostolių ir kitų nemalonumų realiame gyvenime. Ir dar – matematiniuose eksperimentuose galima imituoti ir tokias kraštutines situacijas bei sąlygas, kurias sunku ar net neįmanoma realizuoti tikrovėje.

Sudėtingų sistemų ir procesų matematinis modeliavimas, pasitelkiant kompiuterinę techniką, ir matematiniai eksperimentai su sudėtingų sistemų modeliais – naujas epochalinis žingsnis matematikos ir sistemos tyros taikyme, galintis duoti ne tik didžiulę praktinę naudą, bet ir stipriai skatinantis matematikos ir sistemos tyros (matematinės sistemos tyros) vystymąsi.

Matematikos atžvilgiu tai yra tiesiog **naujas ir svarbus kokybinis šuolis: pirmą kartą nuo Euklido laikų savo ilgoje vystymosi istorijoje matematika tampa ne tik dedukciniu, bet ir eksperimentiniu mokslu.** Ir tai jau duoda savo vaisius ne tik matematikoje, bet ir kituose moksluose. Pakanka paminėti, kad matematinio eksperimentavimo su matematiniais modeliais dėka formuojasi naujas požiūris į eilę sudėtingų gamtoje vykstančių netiesinių procesų (tokių kaip turbulentinis tekėjimas, meteorologiniai reiškiniai, „drugelio efektas“, „keistieji atraktoriai“ ir t. t.), kurių nepajėgė paaiškinti ar net nepastebėjo klasikiniai mokslai, pradėjo formuoti tokios naujos teorijos kaip fraktalų teorija, disipatyviųjų struktūrų teorija, deterministinė chaoso teorija ir t. t.

Tiems, kuriems teko susidurti su sisteminio matematinio modeliavimo ir eksperimentų su tokiais modeliais panaudojimu, sprendžiant technines, ekonomines ir įvairias mokslines problemas, nekyla jokių abejonių, kad tai **labai naudinga ir turinti didžiules perspektyvas mokslo ir jo taikymo praktikoje kryptis.** Esu įsitikinęs, jog šios krypties vystymasis bus gana spartus ir turės revoliucines pasekmes, panašias į tas, kurias iššaukė informacinės technikos ir informacinės technologijos atsiradimas.

Net ir tuo atveju, **jei sistemos tyra neužiimtų niekuo daugiau, o tik sudėtingų sistemų sisteminiu modeliavimu bei matematiniais eksperimentais su sistemų bei procesų modeliais, ji turėtų teisę laikyti save labai naudingą ir labai perspektyviu mokslu, leidžiančiu žymiai paspartinti pažinimo ir patirties kaupimo procesus, eksperimentuojant virtualioje erdvėje ir virtualiame laike.**

Ar nenuostabu, kad naudodamasis **kompiuterizuotais dalykiniais žaidimais**, specialistas kvalifikacijos tobulinimo kursuose dabar per kelias savaites gali įgyti tiek patirties, kiek anksčiau jis galėjo įgyti tik per keletą praktinių darbo metų?

Studentams, kuriuos sudomino šiame mokymosi priemonės „Įvado“ skyrelyje paminėtos sisteminio imitacinio modeliavimo ir matematinio eksperimentavimo su tokiais modeliais galimybės bei taikymai ir kurie norėtų rašyti referatus ar kursinius bei diplominius darbus šia tema, rekomenduoju prieš tai susipažinti su šios mokymosi priemonės pirmosios dalies 1.13.2., 1.13.3., 1.16.3.3., 1.16.4.2.÷1.16.4.4 skyreliais, antrosios dalies rankraščiu bei su buvusių studentų V. Dranseikaitės, A. Gulbickos, J. Masiulaitytės, O. Vorobej, A. Komorovskio ir J. Vaskelos kursiniais ir diplominiais darbais, saugomais specialiai sukurtoje sistemos tyros kursui skirtoje bibliotekėlėje.

0.2.8. Kompiuterinės technikos ir jos programinės įrangos atsiradimas bei spartus jų vystymasis – automatizuotų sisteminio modeliavimo ir sisteminio projektavimo sistemų atsiradimo sąlyga ir stimulus

Sistemotyros (ir ypačiai – vienos svarbiausių sistemotyros dalių – sudėtingų sistemų sisteminio modeliavimo ir sisteminio projektavimo) atsiradimą bei plėtotę stimulavo ir techninis progresas – **kompiuterinės technikos atsiradimas bei spartus jos vystymasis, skatinęs ir spartų jos programinės įrangos vystymąsi.**

Juk sudėtingų sistemų modeliavimas ir matematiniai eksperimentai su sudėtingų sistemų matematiniais (tame tarpe ir imitaciniais) modeliais būtų praktiškai neįmanomi be šiuolaikinės kompiuterinės technikos ir jos programinės įrangos.

Tai dar kartą patvirtina tezę, kad **nauji mokslai ir kitos naujovės atsiranda ir sparčiai vystosi tada, kada vienu ir tuo pačiu metu:**

1) atsiranda jų poreikis;

2) atsiranda realios galimybės tuos mokslus bei naujoves vystyti ir panaudoti.

Abi šios paskatos, viena kitą paremdamos ir stimuliuodamos, sudarė ir sudaro palankias sąlygas sistemotyros ir kitų naujų mokslų atsiradimui bei sparčiam vystymuisi, naujų problemų kėlimui ir jų sprendimui.

Spręstinių problemų aibė, nusakanti **sistemotyros paskirtį bei jos turinį**, kaupėsi palaipsniui ir gana ilgai, tačiau intensyviai spręsti tas problemas buvo pradėta tik tada, kada, atsiradus ir tobulėjant kompiuterinei technikai ir jos informacinei bei programinei įrangai, tobulėjant kompiuterio ir žmogaus interfeisui, **tapo praktiškai įmanoma jas išspręsti ir gautus sprendinius pritaikyti praktikoje. Automatizuotų sistemų modeliavimo ir sisteminio projektavimo sistemų atsiradimas ir intensyvi jų taikymo sferos plėtra** – ryškus šio teiginio teisingumą patvirtinantis pavyzdys.

Tokios automatizuotos sistemos bus detalios nagrinėjamos ir plačiai taikomos antrojoje šios mokymosi priemonės dalyje. Jau šioje mokymosi priemonės dalyje mes susidursime su tokių sistemų pavyzdžiais: **POWERSIM, GPSS, Designer/2000, Developer/2000.**

0.2.9. Sudėtingų kolektyvinio darbo ir „kolektyvinio proto“ sistemų kūrimo ir tobulinimo poreikis, visuomenei gyvybiškai svarbių sudėtingų ekonominių, ekologinių ir socialinių problemų kolektyvinio sprendimo poreikis

Galiausiai reiktų pažymėti dar vieną svarbų faktorių, skatinusį ir skatinantį sistemotyros vystymąsi, kuris tą vystymąsi netolimoje ateityje skatins dar stipriau ir vis stipriau.

Iš šiame „Įvade“ sistemotyros atsiradimo ir sparčios evoliucijos pagrindinių priežasčių sąrašo pirmajame punkte paminėtos sudėtingumo problemos charakteristikos išplaukia, jog **pavieniam žmogui jau nebeįmanoma susidoroti su kai kuriomis žmonijai dabar iškylančiomis problemomis ir tam reikia kolektyvinių pastangų bei kolektyvinio susitarimo. Tinkamai organizuotas kolektyvas emerđžencijos dėka yra žymiai daugiau negu jį sudarančių individų suma.** Toks kolektyvas – tai sudėtinga kibernetinė organizacinė sistema, tampanti savotišku „supraorganizmu“, dėl sinergetinio efekto turinčiu žymiai daugiau galimybių negu „aritmetiškai sudėti“ pavieniai jį sudarantys asmenys. Šis efektas buvo pastebėtas jau seniai. Dar XVII a. pradžioje D. Vebsteris rašė: „**Žmonės drauge**

gali atlikti tai, ko nepajėgia padaryti pavieniui, protų ir rankų vieningumas, jų jėgų sutelkimas gali tapti beveik visagaliai“.

Reikia pažymėti, kad gerai organizuotame kūrybiškai veikiančiame kolektyve* ir pavieniai asmenys gali pasiekti žymiai daugiau, negu dirbdami izoliuotai. Žymus darbo organizavimo specialistas iš JAV H. Emersonas, pagarsėjęs savo paskelbtais **dvylika darbo organizavimo ir jo našumo didinimo principų**, su kuriais turėtų būti susipažinęs kiekvienas vadovas, kiekvienas organizatorius, yra pasakęs: „**Bendras darbas sukelia tokį karštą žmogaus siekimą atlikti žygdarbį, kokį jis retai gali patirti vienas**“.**

Tačiau gerai organizuoti kūrybiškai dirbantys kolektyvai, sudaryti iš įvairių specialistų, neatsiranda savaime. Juos reikia organizuoti, reikia turėti vadovų – dženeralistų – sugebančių tai padaryti, reikia išmokti projektuoti efektyviai veikiančias organizacines sistemas, kurios, kaip galima pilniau išnaudodamos mokslo vystymosi dėka atsirandančias naujas technines galimybes ir savo aktyviųjų elementų intelektą, galėtų padaryti žymiai daugiau, negu žmonės padaro šiandien. Galų gale reikia išmokyti ir eilinius kolektyvo narius kūrybiškai ir efektyviai dirbti bendrą darbą, o tai irgi nėra taip jau paprasta.

Iš to, kas čia pasakyta, išplaukia, jog reikalingas specialus **sudėtingų organizacinių sistemų projektavimo ir kolektyvinio darbo organizavimo mokslas**, apie kurį jau buvo kalbėta, išvardinant sistemotyros sudedamąsias dalis. Ir kuo toliau, tuo stipriau tokio mokslo poreikis ir svarba didės, nes žmonija, imdamasi vis sudėtingesnių problemų sprendimo, bus priversta vis dažniau organizuoti vis didesnius ir sudėtingesnius kompleksinius kolektyvus: ne tik **kolektyvinio darbo sistemas**, kurios egzistuoja jau seniai įvairių įmonių bei kitų darbo kolektyvų pavidalu ir dabar intensyviai kompiuterizuojamos, diegiant **AVS ir integruotas automatizuotas kolektyvinės veiklos sistemas**, bet ir „**kolektyvinio proto**“ sistemas. „Kolektyvinio proto“ sistemų kūrimas ir tobulinimas kuo toliau, tuo stipriau skatins tyrimus ir projektavimo darbus šioje srityje. Tai tampa ypač aktualu, kuriant taip vadinamąją „**žinių visuomenę**“ (žiūr. šios mokymosi priemonės 1.16.4. poskyrį) bei pereinant nuo **atstovaujamosios dalyvavimo**, o po to – ir prie **tiesioginės demokratijos** (žiūr. ten pat).

Žiūrint iš tokių pozicijų, negalima neatkreipti dėmesio į vieną negatyvų ir prieštaraujantį sisteminiams principams reiškinį, paskutiniu laiku paplitusį ir vis dar plintantį Lietuvos visuomenėje. Tai tam tikrų visuomenės sluoksnių sąmoningai vedamas masinis ir intensyvus kolektyvo ir kolektyvinio darbo idėjų neigimas ir net menkinimas, masinis bei intensyvus kraštutinio individualizmo ir kraštutinio liberalizmo idėjų propagavimas, individo kaip „gėrio ir laisvės prado“ liaupsinimas ir priešpastatymas kolektyvui kaip „blogio pradui“ ir „asmenybės pavergimo įrankiui“.

Ši tendencija šiandieninėje Lietuvoje iš dalies yra suprantama ir objektyvi. Tai

* Gerai organizuotu kolektyvu, naudodamiesi sisteminės savybės „**organizuotumas**“ apibrėžimu (žiūr. šios mokymosi priemonės antrąją dalį ir knygoje [16] pateiktą bendrasisteminio organizuotumo principo formuluootę), vadinsime tokį kolektyvą, kuriame visi jo nariai – ir vadovai, ir eiliniai – žino ir supranta organizacijos, kurią sudaro ar į kurią įeina tas kolektyvas, tikslus, žino, kaip jų siekti, ir laiko juos savo asmeninių tikslų dalimi, nes žino ir supranta, kad tie tikslai yra suderinti su jų grynai asmeniniais tikslais ir padeda pastarųjų pasiekimui, būdami viena būtinų pastarųjų pasiekimo sąlygų. Ši pastaba čia pateikta todėl, kad gana dažnai įvairios valdžios neskiria pakankamai dėmesio savo sprendimų išaiškinimui eiliniams piliečiams, nesistengia įtraukti pastaruosius į būsimųjų nutarimų ir įstatymų projektų svarstymus bei į tų projektų įgyvendinimą.

Net geriausi sprendimai ir įstatymai „nesuveiks“ ir liks tik popieriuje, jei jų nežinos, nesupras, nepalaikys ir nevykdys tie žmonės, kuriems tie nutarimai ir įstatymai yra skirti.

** Šio teiginio teisingumu man teko ne vieną kartą įsitikinti asmeniškai: ir kuriant skaičiavimo centrą trečiosios mano tremties metu, ir statant barikadas prie AT rūmų 1991 m. sausį.

visuomenės reakcija į tarybiniais metais vykdytą priverstinę kolektyvizaciją, į perdėtą kolektyvizmo idėjų kultą, į žmogaus asmenybės reikšmės menkinimą, suvedant jos vaidmenį į didžiulės kolektyvinės sistemos „sraigtelio“ vaidmenį.

Kitaip tariant, minėtasis kolektyvizmo idėjų neigimo reiškinys yra **nuolat vykstančių žmonių daugumos nuomonės svyravimų „sinusoidės“ eilinis vingis, kurį, laikui bėgant, neišvengiamai pakeis priešingos fazės vingis, jį – vėl priešingos fazės vingis ir t. t.** Ir todėl į tokį reiškinį galėtume žiūrėti kaip į objektyvų laikiną reiškinį, kuris, laikui bėgant, praeis savaime, užgesdamas kaip ir visi kiti gęstantys svyravimai.

Tačiau atidesnis stebėtojas – o sistemotyrininkas privalo būti atidus – gali pastebėti ne tik tai. Jis gali ir privalo pastebėti ir kai kurių įtakingų visuomenės sluoksnių bei juos palaikančių žmonių (tame tarpe ir priskiriančių save inteligentijai), suinteresuotų dabar esamo „status quo“ išlikimu ir išlaikymu, neobjektyvų ir perdėtą kolektyvizmo idėjų niekinimo bei individualizmo, tampančio egoizmu, idėjų aukštinimo tendencijos palaikymą ir net skatinimą. Tai irgi suprantama, nes nėra visiškai nauja: nuo Romos imperijos laikų žinoma, kad su nepatenkintais pavieniais individais daug lengviau „susitvarkyti“, juos „nuperkant“ ar „izoliuojant“, negu su nepatenkintais organizuotais kolektyvais, kuriuos „nupirkti“ ir „izoliuoti“ tampa sunkiau ar net neįmanoma. „Skaldyk ir valdyk“, – sakydavo senovės romėnai.

Štai su šita čia nagrinėjamo reiškinio puse, po „asmenybės laisvės“ ir „žmogaus teisių gynimo“ idėjų priedanga pasireiškiančia kaip sąmoningas žmonių klaidinimas ir mulkinimas, giminėgas smurto idėjų „lengvųjų narkotikų“ bei perdėtos erotikos, beišsigimstančios į pornografiją, propagavimui, toleravimui ar net skatinimui, **sistemotyros specialistas – ir kaip mokslo atstovas, ir kaip pilietis – taikstyti negali ir neturi teisės.**

Apie tai labai teisingai ir išmintingai yra pasakęs šviesios atminties popiežius Jonas Paulius II: **„Pasyvumas, kuris niekada nebuvo priimtinas, šiandien vis labiau virsta kalte. Niekam nedera likti neveikliam“.** Šie žodžiai tinka visiems, tame tarpe – ir mums – dėstytojams, ir mūsų studentams. Derėtų pažymėti, kad šiuo metu didžioji dauguma Lietuvos inteligentijos ir studentijos dar nesivadovauja šiuo ką tik išėjusio Anapilin popiežiaus priesaku. Todėl ir vyksta tokie įvykiai ir procesai, kurie dvasiškai ir materialiai skurdina mūsų valstybę ir jos žmones. Sistemiškai mąstantis žmogus neturi teisės abejingai žiūrėti į tokius nepageidautinus reiškinius.

Nagrinėdami XVIII–XX a. valstybių istorijas, galime pastebėti įdomų dėsningumą: daugelyje progresyvių visuomeninių procesų aktyviai dalyvavo (o dažnai – net tuos procesus inicijavo) ne tik progresyvioji inteligentijos dalis, bet ir jaunimas, pirmoje eilėje, studentija. Tai ir suprantama: **studentija – tai karta, kuri artimiausioje ateityje tvarkys valstybės reikalus, ir jai visai ne vis tiek, kokį palikimą ji gaus iš vyresniosios kartos.** Be to, **studentija – tai labiausiai išsilavinusi jaunimo dalis, kuri toliausiai ir giliausiai mato, palyginus su visu kitu jaunimu.**

Gaila, kad **dabartinė mūsų studentija silpnai atlieka savo pilietinę pareigą:** ji neretai pasiduoda mulkinimui ir įtraukimui į dvasinio narkotiko – pigios popkultūros – liūną, ir tokiu būdu, kai kurių, gal ir negausių, bet gana įtakingų, visuomenės sluoksnių neafišuojamam džiaugsmui bei daugelio dorų žmonių liūdesiui ir pasipiktinimui, per dažnai eikvoja savo jaunatvišką energiją tuščiam fizinių ir dvasinių jėgų švaistymui, nebepalikdama jų aktyviai visuomeninei veiklai, kuri kai kam iš valdančiosios mažumos, vadinančios save „valdančiąja dauguma“, galėtų būti ne tik nepageidautina, bet ir pavojinga. Todėl ir negaili įvairūs vietiniai ir užsienio

„fondai“ lėšų jaunimo dvasiniam nuodijimui ir mulkinimui, įvairių madingų „srovių“ kūrimui ir reklamai.

Mūsų – dėstytojų – pareiga – atverti studentijai akis ir padėti jai suvokti savo pilietinę pareigą, savo vertę ir savo vaidmenį. **Ypatingai prie šio kilnaus darbo gali prisidėti sistemotyros kursas, mokydamas sisteminio mąstymo ir sisteminio tokios „evoliucijos“ tolimų pasekmių vertinimo. Visuomenė, norėdama išlikti, privalo susimąstyti ir atsikvošėti.** Ir tai pirmoje eilėje turi padaryti sąmoningoji ir aktyvioji jos dalis. Tai – jos pilietinė pareiga.

Sistemotyros specialistai ir dženeralistai, žinodami sudėtingų sistemų evoliucijos dėsningumus bei sudėtingų problemų sprendimo specifiką, negali nesuvokti, kad **kolektyvo ir kolektyvinių pastangų idėja yra pažangi idėja, ne tik ne prieštaraujanti asmenybės kūrybinės laisvės idėjai, bet ir sudaranti ypatingai palankias sąlygas tai laisvei egzistuoti ir pasireikšti, nes laisva asmenybė gali pilnai atskleisti savo kūrybines galias tik tada, kada jos aplinka, laikydamasi žmonių bendravimo „auksinės taisyklės“, yra geranoriška tai asmenybei ir jos kūrybai.** Ir nors tarybiniais laikais kolektyvizmo idėja dėl perdėto ideologizavimo ir nemokšiško, dažnai peraugdavusių į brutalią prievartą, buvo suabsoliutinta ir todėl tapo savotiškai diskredituota, jos nereikėtų beatodairiškai atmesti, pakeičiant kitu labai pavojingu kraštutiniu – neriboto liberalizmo, laukinio individualizmo ir egoizmo bei „džiunglių įstatymo“ propagavimu. Sistemotyros specialistai ir dženeralistai, atlikdami savo pilietinę pareigą, privalo garsiai tarti gerai argumentuotą žodį, padedantį visuomenei greičiau išsivaduoti nuo laikinų „proto užtemimų“, palaikomų pseudo–populiariais bei populistiniais, tačiau netoliaregiškais kai kurių tuo suinteresuotų politikierių ir demagogų bei uoliai sekančių „kur vėjas pučia“, bet nesugebančių matyti toliau savo nosies „modernių“ ir ambicingų „mąstytojų“ samprotavimais, privalo išaiškinti visuomenei, kad **mokslo ir civilizacijos progreso užtikrinti negali nei nuogas „laukinis“ individualizmas, nei „skruzdėlyniškas“ beasmenis kolektyvizmas, kad reikia mokytis ir išmokti derinti asmenybės laisvės ir bendro organizuoto darbo idėjas. Negali būti laisvės be atsakomybės, teisių be pareigų, negali būti efektyvaus kūrybinio darbo be atitinkamų teisių ir atitinkamos laisvės ir giliai suvoktos asmeninės atsakomybės.**

Taigi, sistemotyra, būdama gana plačiu ir visapusišku mokslu, aktyviai sąveikaujančiu su visais kitais mokslais ir gyvenimo praktika, neturi teisės atsiriboti nuo visuomeninio gyvenimo ir politikos. Ji gali ir privalo padėti visuomenei spręsti eilę iškylančių aktualių ekologinių, ekonominių, socialinių ir kitų sudėtingų problemų, kurias šiandien galima išspręsti tik kolektyvinėmis pastangomis.

Tai savo laiku gana įtikinamai įrodė jau minėtojo garsiojo Romos klubo veikla, atkreipusi pasaulio valstybių vyriausybių dėmesį į gresiančią žmonijai ekologinę katastrofą. To klubo veiklos dėka įvairiose valstybėse buvo priimta nemažai svarbių ir naudingų įstatymų, buvo pradėta rimčiau ir toliaregiškiau žiūrėti į ekologines problemas. Manau, kad **sisteminis modeliavimas ir jo taikymai ekologiniame, ekonominiame ir socialiniame prognozavime bei planavime gali padėti sprendžiant daugelį ekonominių, ekologinių ir socialinių problemų, vykdant intensyvesnę žmonijai pražūtingos ginkluotės, skirtos žmogaus fiziniam ir dvasiniam naikinimui, mažinimo politiką.** Argi išmintinga ir humaniška švaistyti tūkstančius milijardų dolerių vis naujų žudymo priemonių tobulinimui ir gamybai, tuo pačiu metu nesurandant lėšų visai žmonijai gyvybiškai svarbių ekologinių bei socialinių problemų sprendimui ir kasdien nuo bado dešimtimis tūkstančių mirstančių žmonių pamaitinimui?!

Taigi, intensyviu sistemotyros mokslo vystymąsi ir jo taikymų sferos plėtimą „platin“ ir „gilyn“ skatina ir skatins ne tik prieš visą žmoniją išskylančių **gyvybiškai svarbių sudėtingų problemų sprendimo poreikis**, bet ir iš jo išplaukiantis „kolektyvinio proto sistemų“, skirtų toms problemoms spręsti, kūrimo ir tobulinimo poreikis, darbo tokiose sistemose metodų kūrimo poreikis, „žinių visuomenės“ kūrimo poreikis.

Trumpai apžvelgę sistemotyros mokslo sudėtines dalis, tokio mokslo atsiradimo aplinkybes ir priežastis bei sistemotyros tikslus, pereisime prie uždavinių, kuriuos tas mokslas dabartinėje savo vystymosi stadijoje privalo spręsti ir sprendžia.

0.3. Matematinės sistemotyros mokslo formavimo(si) uždaviniai

Besivystydamas ir siekdamas aukščiau išvardintų tikslų, sistemotyros mokslas ir jo sudėtinė dalis – matematinė sistemotyra – stengiasi spręsti eilę bendrų ir specifinių vienas su kitu susijusių sistemotyros mokslo formavimosi, plėtotės ir taikymo uždavinių, kuriuos galima sąlyginai suskirstyti į grupes, priskiriant joms šiuos sąlyginius pavadinimus:

- 1) konceptualizavimo,
- 2) fundamentalizavimo,
- 3) formalizavimo ir interpretavimo,
- 4) integravimo ir sistematizavimo,
- 5) sisteminės pasaulėžiūros ir sisteminio mąstymo įgūdžių formavimo,
- 6) operacionalizavimo,
- 7) instrumentalizavimo,
- 8) taikymo.

0.3.1. Konceptualizavimo uždaviniai

Kiekvienas mokslas susikuria ir turi savo **specifinę terminiją**, vartoja **specifines, tame moksle apibrėžiamas, sąvokas** (konceptus), kurios susiformuoja to mokslo raidoje ir identifikuoja tame moksle nagrinėjamas esybes, jų savybes bei santykius tarp jų. Tų sąvokų įsisavinimas būtinas ir studijuojantiems tą mokslą.

Pavyzdžiui, **matematikoje** susiformavo ir vystėsi **skaičiaus** (sveikąjo ir trupmeninio, teigiamojo ir neigiamojo, racionalaus ir iracionalaus, realaus, menamo ir kompleksinio, algebrinio ir transcendentinio), **matematinės operacijos** (sudėties, atimties, daugybos, dalybos, kėlimo laipsniu, šaknies traukimo, logaritmovimo ir antilogaritmovimo, diferencijavimo, integravimo operacijos, topologinės geometrinų figūrų transformacijos ir t.t.), **nepriklausomų kintamųjų ir jų funkcijų**, **matematinio operatoriaus** ir jų **operandų** bei **rezultatų**, **daugiamačio vektoriaus**, **matricos** ir t.t. sąvokos; **fizikoje** – **fizikinių dydžių** (greičio, pagreičio, masės, tankio, jėgos, jėgos momento, judėjimo kiekio, inercijos momento, energijos, temperatūros, entropijos, potencialo, įtampos, srovės stiprio, elektrinės talpos, induktyvumo, elektrinės varžos, elektrinio lauko stiprio ir t.t.) sąvokos; **kalbotyroje** – balsės, priebalsės, jas žyminčios raidės ir kitų **kalbos ženklų**, **žodžio ir jo dalių**, **sakinio ir jo dalių**, **kalbos dalių ir t.t. sąvokos**. Įvairių mokslų ir jų specifinių sąvokų sąrašą galima tęsti ir tęsti.

Joks mokslas negali išsiversti be savo specifinių sąvokų susikūrimo ir jų įsivedimo į savo kalbą, jas apibrėžiant ar kaip nors kitaip aprašant bei identifikuojant.

Tokių specifinių sąvokų įsivedimo ir mokslo **tezauro** sukūrimo procesą vadinsime mokslo **konceptualizavimu** (nuo lotyniško žodžio „conceptus“, reiškiančio „suvoktas“, „sugriebtas“, „suimtas“).

Sistemotyros konceptualizavimo uždaviniai – tai **sąvokų**, reikalingų bendrasisteminės tarpdisciplininės mokslo kalbos ir sistemotyros tezauro sukūrimui, **formavimo, jų apibrėžimų formulavimo ir tų sąvokų identifikavimo (pavadinimų, išreiškiamų žodžiais ar jų junginiais, bei žymėjimų ir žymėjimo**

sistemos sukonstravimo ir įdiegimo) uždaviniai.

Konceptualizavimo uždavinių sprendimas – sudėtingas daugiaetapis iteracinis procesas, prasidedantis intuityviu naujos reikalingos sąvokos prasmės, jos semantinio turinio suvokimo laipsnišku kristalizavimusi ir užsibaigiantis tos naujos sąvokos apibrėžimo formulavimu bei jos identifikatoriaus (pavadinimo, simbolinio žymens, kodo) įvedimu ir taikymu moksle ir praktikoje.

Sprendžiant konceptualizavimo uždavinius, naudojamos **indukcija, dedukcija, analogija bei euristika ir semantinėmis, loginėmis bei lingvistinėmis operacijomis** (abstrahavimu, sąvokų sinteze, apibendrinimu, apibrėžimų konstravimu, sąvokų identifikavimu, formalių sąvokų konkretizavimu ir interpretavimu, palyginimu) matavimo, klasifikavimo ir įvestų sąvokų, jų matų bei klasifikatorių **praktinio patikrinimo sistemų konstravimu bei panaudojimu**.

Kai kurios iš šių operacijų bus aprašytos 1.5. šios mokymosi priemonės skyriuje, kur bus nagrinėjamos **pirminės** bei **antrinės sąvokos** ir jų įvedimo bei apibrėžimo būdai, o konceptualizavimo uždaviniai bus sprendžiami kiekviename jos skyrelyje, palaipsniui įvedant naujas sąvokas ir plėtojant sistemos tezaurą.

Svarbesnių bei išsiaiškintinų sąvokų (susiformavusių sistemos mokslų raidoje bei paimtų iš kitų sričių) sąrašai pateikiami kiekvieno šios mokymosi priemonės skyriaus pabaigoje, o čia kaip sisteminių sąvokų pavyzdžius, paminėsiu tik kai kurias iš jų: **sistema**, jos **posistemiai**, sistemų ir jų posistemių **elementai**, **pirmojo ir antrojo tipų sistemos**, sistemos **sudėtis** ir **struktūra**, antrojo tipo sistemos **atributinė ir reliacinė struktūros**, sistemos elementų **individualios ir struktūrinės savybės**, sistemų **sisteminės savybės**, **bendrasisteminės savybės** (**adaptyvumas, atsparumas, gyvybingumas, labilumas, organizuotumas, stabilumas, sudėtingumas** ir t. t.), **emerdingumas, sinergetinis efektas**, struktūrų **izomorfizmas** ir **homomorfizmas**, pirmasis ir antrasis „**informaciniai barjerai**“, **sisteminiai ir bendrasisteminiai santykiai bei dėsniai** ir t. t.

Svarbi specifinė bendrasisteminų sąvokų, kurias formuoja ir įsiveda į savo tezaurą sistemos mokslas, yra tų sąvokų **universalumas**: tos sąvokos todėl ir vadinamos bendrasisteminėmis, jog yra suformuotos ir apibrėžtos taip, kad turėtų prasmę jei ne visoms, tai bent didelei daliai sistemų bei jas nagrinėjantiems specialiesiems mokslams.

Susipažinimas su sistemos mokslų specifinėmis sąvokomis ir išmokimas teisingai jas suprasti bei teisingai ir taisyklingai jomis naudotis – vienas pagrindinių **sistemos mokslų uždavinių**, naujų sisteminių (bendrasisteminų) sąvokų formavimas – vienas pagrindinių **sistemos mokslų formavimosi – jo konceptualizavimo – uždavinių**. Dėl sistemos mokslų jaunumo, rašant šią mokymosi priemonę, šių eilučių autoriui irgi tenka spręsti abiejų čia ką tik paminėtų tipų uždavinius.

0.3.2. Fundamentalizavimo uždaviniai

Vienas pačių svarbiausių kiekvieno mokslų uždavinių – **dėsningumų savo srityje paieška bei surastų dėsningumų formulavimas ir jungimas į sistemą, sudarančią to mokslo pagrindą**, kuriuo naudojantis kuriamas to mokslo instrumentinis aparatas, vyksta to mokslo ir iš jo išplaukiančių išvadų **gavimas ir taikymas gyvenime**. Pagrindinių mokslų dėsnių supratimas bei žinojimas būtinas ir jį studijuojantiems.

Dėsningumų paiešką, jų formulavimą ir jų jungimą į to mokslo pagrindą sudarančią sistemą vadinsime mokslų **fundamentalizavimu** (nuo lotyniško žodžio „fundamentum“, reiškiančio ko nors pagrindą, pamatą, atramą).

Pavyzdžiui, matematikos fundamentą sudaro jos **aksiomų sistemos ir iš jų išplaukiančios teoremos su savo įrodymais**. Remiantis tomis aksiomomis ir teoremomis, kuriamas matematikos instrumentinis aparatas – matematinių operacijų atlikimo taisyklės bei algoritmai, tuos algoritmus realizuojančios kompiuterinės programos. Visa tai sudaro pagrindą plačiam matematikos taikymui. Jo poreikiai skatina tolimesnį matematikos ir jos aparato vystymąsi.

Fizikos fundamentą sudaro fizikiniais stebėjimais ir eksperimentais nustatyti bei nustatomi **fizikiniai dėsniai bei principai**: 1) klasikinės mechanikos dėsniai, dažnai vadinami juos pirmą kartą aiškiai suformulavusio ir sujungusio į sistemą bei po to panaudojusio visuotinės traukos dėsnio nustatymui I. Niutono (I. Newton) vardu, 2) termodinamikos dėsniai, dažnai vadinami termodinaminiais principais, 3) klasikinės elektrodinamikos – elektrinio ir magnetinio lauko – dėsniai, dažnai vadinami juos pirmą kartą aiškiai suformulavusio ir sujungusio į sistemą bei po to panaudojusio elektromagnetinių bangų susidarymo ir sklaidymo teorijos sukūrimui Dž. Maksvelio (J. C. Maxwell) vardu, 4) kvantinės ir kvantinės–reliatyvistinės mechanikos dėsniai. Šiais dėsniais remiasi fizikos taikymai šiuolaikinėje technikoje, be kurių ir be kurios neišsivaizduojama šiuolaikinė civilizacija.

Kalbotyros fundamentą sudaro kalbų formavimosi metu susiklostę **dėsningumai**. Juos stengiasi nustatyti ir suformuluoti kalbotyrininkai, analizuodami kalbas, pateikdami kalbų vartotojams **kalbos gramatikos** (aprepdami šia sąvoka ne tik žodžių darybą bei rašybą ir sakinių sintaksę, bet ir kirčiavimą, stilistiką, kalbos kultūrą ir pan.) **taisyklių** forma. Kadangi „gėvosios“ kalbos – natūraliai besivystantys „organizmai“, tai, laikui bėgant, tokiose kalbose gali susiklostyti nauji dėsningumai, į kuriuos atsižvelgiant, tenka šiek tiek keisti anksčiau nusistovėjusias kalbos taisykles. „Gramatikos taisyklės“ gali keistis ir dirbtinėse kalbose (pvz., algoritminėse kalbose), tobulinant tas kalbas bei plečiant tų kalbų taikymo sferas. „Gramatikos taisyklės“ nesikeičia tik „mirusiose kalbose“ (pvz., lotynų, senovės graikų). Taikomąją kalbos vertę vargu ar galima pervertinti: pabandykite įsivaizduoti žmonijos civilizaciją be kalbos!

Sistemyra, besiformuodama kaip mokslas apie bendrąsias sistemų savybes, pasireiškiančias pirmojo bei antrojo tipo sistemose nepriklausomai nuo tų sistemų prigimtės, paskirties ir egzistavimo srities, ir apie bendruosius sistemų sandaros, funkcionavimo bei raidos dėsningumus, irgi privalo spręsti fundamentalizavimo uždavinius, kurdama savo mokslinį pagrindą. **Sistemyros fundamentalizavimo uždaviniai** – tai **bendrasisteminų dėsningumų** paieškos, jų nagrinėjimo bei aprašymo, **bendrasisteminės metodologijos fundamentinių ir instrumentinių principų** formulavimo, sudėtingų ir supersudėtingų **sistemų teorijos** (bendrosios, matematinės, specialiųjų teorijų) **pagrindų formavimo uždaviniai**.

Pagrindinis sistemyros fundamentalizavimo uždavinių sprendimo tikslas – pasiekti tokį sistemyros išsivystymo lygį, kuris, požiūrio ir apibendrinimų platumu ir gilumu prilygdamas filosofijai, savo tikslumu ir loginiu pagrįstumu bei griežtumu tiek priartėtų prie klasikinių tikslųjų mokslų lygio, kad sistemyrą būtų galima laikyti lyg ir matematikos apibendrinančiu plėtinu ir fizikos bei kitų gamtos ir visuomeninių mokslų apibendrinimu, nagrinėjančiu įvairių tipų ir įvairios prigimtės sistemų sandaros, jų organizavimosi ir raidos (evoliucijos) procesų bendruosius dėsnius.

Tačiau iki tokio lygio šiandieninei sistemyrai dar toli ir dar neaišku, ar toks lygis sistemyroje iš viso gali būti pasiektas. Juk organizminių ir organizacinių sistemų (o taip pat makrokosmoso ir mikrokosmoso) organizavimosi ir evoliucijos bendrųjų dėsningumų (jų griežtoje kokybinėje ir kiekybinėje traktuotėje) sistema dar nesurasta ir nesuformuluota, o kai kurie mokslininkai abejoja net jos egzistavimu.

Sistemyra šiandien – kol kas dar tik empirinis fenomenologinis mokslas, bandantis jungti ir apibendrinti visų mokslų žinias apie sistemas, tik perspektyvoje siekiantis matematikos bei fizikos mokslų griežtumo ir tikslumo lygio.

Bet padėtis nėra tokia liūdna, kaip ji atrodo kai kuriems „sistemoskeptikams“, ir judėjimas pirmyn, sprendžiant sistemyros fundamentalizavimo uždavinius, vis dėlto vyksta, nors ir ne taip sparčiai, kaip norėtųsi, kaip „kibernetinio bumo“ metu buvo tikėtasi.

Jau nemažai pasiekta nustatant, formuluojant ir taikant **sistemotyros sisteminius principus** sudėtingų sistemų analizėje, modeliavime ir projektavime.

Sisteminiais (bendrasisteminiais) principais sistemotyroje vadinsime tokius **teiginius**, kurie aprašo **dėsningumus**, pastebėtus sistemų sandaroje, jų funkcionavime ir jų sandaros bei funkcionavimo raidoje, o taip pat sisteminės metodologijos taikymo praktikoje susiformavusias tos metodologijos ir jos taikymo **taisykles**, kuriomis rekomenduotina vadovautis, atliekant sudėtingų sistemų sisteminę analizę, sisteminį modeliavimą, sisteminį projektavimą bei sudėtingų sistemų tobulinimą, kai norima sumažinti galimų klaidų bei apsirikimų skaičių ir sutrumpinti bei supaprastinti tą kelią, kurį reikėtų praeiti iki užsibrėžto tikslo.

Sisteminis principas, priklausančius čia ką tik paminėti pirmajai grupei, skirtus bendrasisteminių dėsningumų aprašymui, vadinsime **fundamentiniais**, o principas – sisteminės metodologijos ir jos taikymo taisyklės – **instrumentiniais**.

Toks sisteminių principų klasifikavimas nėra griežtas ir vienareikšmis, nes egzistuoja nemažai sisteminių principų, kuriuose galima pastebėti ir fundamentalumo, ir instrumentalumo požymių.

Fundamentinio bendrasisteminio principo pavyzdys – mūsų jau minėtasis **izomorfizmo principas**, apie kurio vaidmenį sistemotyroje bei apie iš to principo išplaukiančių išvadų svarbą jau buvo kalbėta ir dar ne kartą bus kalbama.

Šis principas teigia, jog gali egzistuoti ir egzistuoja tokios sistemos, kurios, būdamos galbūt net skirtingos prigimtios ir turėdamos galbūt net skirtingą sudėtį (t.y. galbūt skirtingą savo sudedamųjų dalių substratą), turi izomorfiškas arba beveik izomorfiškas struktūras ir todėl tokių izomorfiškų ar beveik izomorfiškų sistemų funkcionavime galima pastebėti bendrų toms sistemoms bruožų, bendrų dėsningumų, dėl ko tos sistemos gali būti laikomos tam tikrais viena kitos modeliais.

Kitas fundamentinio sisteminio principo pavyzdys – **sistemos elementų suderinamumo principas**. Pirmojo tipo sistemoms jis formuluojamas taip: pirmojo tipo sistema S , turinti sisteminę savybę t , gali būti sudaryta iš įvairių mūsų laisvai pasirenkamų jos sudėties elementų A_i , tačiau tie elementai gali būti ne bet kokie, o privalo tenkinti **pirmojo tipo sistemos sudėties elementų suderinamumo sąlygas**:

1) elementų A_i nuosavos (individualios) savybės turi būti tokios, kad leistų tiems elementams koegzistuoti sistemoje S šalia vienas kito ir taip sąveikauti tarpusavyje, kad jie, sąveikaudami ir papildydami vienas kitą, galėtų sudaryti atitinkamą struktūrą a , kuri iššauktų naujo savistovaus objekto – sistemos S , turinčios mums reikalingą sisteminę savybę t , atsiradimą;

2) elementai A_i sistemoje S privalo sugebėti papildyti savo individualias savybes toje sistemoje įsigyjamomis struktūrinėmis savybėmis, reikalingomis tam, kad sistemos sudėties elementai A_i galėtų atlikti sistemos S struktūros a elementų vaidmenį, t.y. atlikti atitinkamas funkcijas, reikalingas sistemos S atsiradimui ir egzistavimui;

3) elementų A_i individualios savybės turi būti suderinamomis su jų struktūrinėmis savybėmis sistemoje S , t.y. elementų A_i individualios ir struktūrinės savybės neturi būti antagonistiškai priešingomis; pageidautina, kad jos viena kitą palaikytų ir stiprintų ar bent būtų neutralios vienos kitų atžvilgiu;

4) kai elementai A_i yra tokie, jog siekia nuosavų tikslų, tai tie jų tikslai sistemoje S privalo būti tokie, kad juos būtų galima suderinti tarpusavyje ir su visos sistemos S globaliaisiais tikslais.

Kaip nesunku pastebėti, šio principo formuluotėje galima rasti ir fundamentalumo, ir instrumentalumo požymių, tačiau šis principas priskiriamas prie fundamentinių, nes jis aprašo būtinąsias pirmojo tipo sistemos su(si)darymo sąlygas. Iš šio principo išplaukia net keli instrumentiniai **koordinavimo principai**, aprašantys pirmojo tipo sistemos sudėties elementų A_i jų savybių bei jų tikslų koordinavimo sistemoje S būdus. Su šiais svarbiais principais skaitytojas gali susipažinti jau minėtojo M. Mesarovičiaus knygoje „Theory of Hierarchical Multilevel Systems“ [18], kurią jis parašė kartu su D. Mako ir I. Takahara, o taip pat V. I. Burkovo knygoje «Основы математической теории активных систем» (Москва: «Наука», 1977 [19]).

Instrumentinio sisteminio principo pavyzdžiu galėtų būti **funkcinės ir objektinės metodologijų sintezės būtinumo, projektuojant sudėtingas organizacines sistemas, principas**. Šis principas teigia, jog funkcinė metodologija, kuria vadovaujamasi sudarant organizacijų tikslų medžius ir funkcijų pasiskirstymo bei jų hierarchijos schemas (FHD), paimta atskirai, ir objektinė metodologija, kuria vadovaujantis organizacijoje išskiriamos jos sudėtį privalančios sudaryti esybės, nustatomos tų esybių savybės bei tarpusavio ryšiai, t.y. sudaromos sistemos sudėties schemas (ERD), paimta atskirai,

būdamos efektyvios analizuojant ir projektuojant nesudėtingas sistemas, yra nepakankamos, tiriant ir projektuojant sudėtingas organizacijas bei kitas sudėtingas sistemas, tačiau tos metodologijos yra naudingos ir papildo viena kitą, leidžia pastebėti bei lokalizuoti tyrimo bei projektavimo klaidas bei praleidimus, todėl tikslinga ir reikalinga tų metodologijų sintezė, kaip tai daroma sisteminėje metodologijoje, jungiančioje savyje ne tik šias, bet ir eilę kitų metodologijų (pvz., mechanistinę bei organizminę, terminalinę bei teleologinę, deskriptinę bei normatyvinę ir t. t.).

Kito instrumentinio sisteminio principo pavyzdys – **iteratyvumo principas**, teigiantis, jog sudėtingų sistemų modeliavimo ir projektavimo bei jų valdymo ir tobulinimo sprendinių priėmimo procesai dėl tokių sistemų neapžvelgiamumo neišvengiamai tampa iteratyviais, t. y. besikartojančiais, palaipsniui artėjančiais prie pageidaujamo rezultato.

Sisteminų principų formulavimo uždaviniai – tai praktikoje ir įvairiuose moksluose sukauptų žinių apie sistemas ir jose vykstančius bei galinčius vykti procesus **apibendrinimo, dėsningumų paieškos bei nagrinėjimo** ir jo rezultatų išreiškimo **bendrasisteminų fundamentinių bei instrumentinių principų** pavidalu uždaviniai. Šių uždavinių sprendimas – sistemotyros **fundamentalizavimo etapo** svarbiausioji dalis.

Atsižvelgiant į fundamentinių bendrasisteminų principų svarbą sistemų teorijos bei sisteminės pasaulėžiūros formavimuisi ir į instrumentinių principų naudą sisteminame projektavime ir sisteminame modeliavime bei jų taikymuose, antrojoje šios mokymosi priemonės dalyje bendrasisteminiais bei iš jų išplaukiantiems sistemų projektavimo ir modeliavimo principams, o taip pat tų principų taikymui išskirtas specialus gana didelės apimties skyrius. O kol ta – antroji – mokymosi priemonės dalis dar neišleista, norintiems susipažinti, kaip tie principai ir jų sistema atrodo, galiu rekomenduoti savo knygelę [5], parašytą rusų kalba, apibendrinant sudėtingų sistemų tyrimo ir projektavimo darbus, įvykdytus Vakarų Sibire mokslinių tyrimų laboratorijoje, kuriai tuo metu šių eilučių autoriui teko vadovauti. Norintiems susipažinti su tų principų taikymu automatizuotų valdymo ir informacinių sistemų projektavime galima rekomenduoti knygeles [15] ir [16], parašytas jau lietuvių kalba.

Su kai kuriais fundamentalizavimo uždavinių sprendimo rezultatais susipažinsime jau pirmojoje šios mokymosi priemonės dalyje, skirtoje sistemotyros pagrindų išdėstymui bei studentų supažindinimui su sistemotyroje įvedamomis ir vartojamomis fundamentinėmis sąvokomis. Antrojoje jos dalyje, kaip ką tik buvo minėta, bus išdėstyti svarbiausieji **bendrasisteminiai fundamentiniai ir instrumentiniai principai** (virš 30 bendrasisteminų ir virš 90 specialių sisteminų ir instrumentinių principų, skirtų sudėtingų gamybinių sistemų ir jų valdymo sistemų tobulinimui) ir bus aprašyti kai kurie naujesni sistemotyros fundamentalizavimo uždavinių sprendimo rezultatai.

Paskutiniu laiku daug dėmesio skiriama **organizminių, supraorganizminių bei organizacinių** sistemų, o taip pat sistemų, kurioms būdinga **savioreguliacija bei saviorganizacija**, teorijos pagrindų formavimui. Analizuojant tokias įvairios prigimties, įvairaus substrato bei energetinio ir informacinio turinio pakankamai sudėtingas sistemas bei jų funkcionavimą ir raidą, buvo pastebėta, jog **organizuojančiu faktorium tokiose sistemose, apsprendžiančiu sistemos sugebėjimus veikti tikslingai (orientuotai į kokį nors tikslą ar tikslus) ir net kelti savo nuosavus tikslus**, adaptuotis, tobulėti ir net tobulinti save, keisti savo aplinką ir net formuoti savo funkcionavimui, išlikimui ir evoliucijai pageidautiną aplinką, **yra savo aplinkos ir savęs pačios informacinio modelio atsiradimas (susidarymas) pačios sistemos viduje**, t.y. **sistemos savivokos atsiradimas**.

Savo aplinkos ir savęs pačios informacinio atvaizdžio susikūrimas suteikia sistemai galimybę atpažinti susidarancias situacijas bei modeliuoti galinčias susidaryti situacijas ir įvertinti jas savo išlikimo bei klestėjimo atžvilgiu, o tai **leidžia sistemai tapti pakankamai atsparia įvairiems išorės poveikiams bei vidinėms disfunkcijoms ir ne tik pristabdyti entropijos didėjimą savo viduje, bet ir**

sumažinti ją, didinant savo organizuotumo lygį. Šis savivokos ir savireguliacijos atsiradimo ir veikimo dėsnis galioja ir atskiriems individams, ir jų populiacijoms. Šis reiškinys – irgi bendrasisteminis dėsningas.

Suvokti sudėtingus procesus, kad po to būtų galima jais pasinaudoti, nukreipiant juos pageidautina linkme bei išvengiant katastrofų, – labai sudėtingas **kompleksinis sistemotyros fundamentalizavimo uždavinys**, priklausantis jau **antrajam fundamentalizavimo etapui**. Jį dar tik bando spręsti kompleksiniai įvairių mokslo sričių atstovų kolektyvai. Šis uždavinys bus nagrinėjamas šios mokymosi priemonės antrojoje dalyje bei atitinkamuose speckursuose jau po sistemotyros pagrindų įsisavinimo. Ten bus nagrinėjamos ir organizminės, supraorganizminės bei organizacinės sistemos, jose vykstantys procesai, kurių dauguma yra **netiesiniai**, o taip pat jų raida, organizmų **pirmoji ir antroji signalinės sistemos**, organizacinių sistemų projektavimas, jų ir jų valdymo tobulinimas.

0.3.3. Formalizavimo ir interpretavimo uždaviniai

Nors natūraliosios kalbos semantinė prasme yra gana turtingos, tačiau moksluose, kuriuos priimta laikyti tiksliaisiais mokslais, natūraliųjų kalbų nepakanka, nes kalbinės konstrukcijos, sukurtos naudojantis natūraliosiomis kalbomis, gana dažnai būna nepakankamai vienareikšmės bei nepakankamai operacionalios.

Todėl tikslieji mokslai, tokie kaip matematika, fizika, chemija ir pan., priversti kurti ir vartoti dirbtines **formalizuotas sistemas**, kurių formalizuotas aparatas, atliekantis kalbines, logines, skaičiavimų bei kitas tipines tiems mokslams operacijas, leidžia vienareikšmiškai išreikšti tuose moksluose vartojamas sąvokas ir vienareikšmiškai operuoti jomis, gaunant išvadas, išplaukiančias iš jau turimos informacijos. Formalizavimo mokslo bei meno turi mokytis visi studijuojantys tuos mokslus.

Sistemotyros dalis, kuri vadinama **matematine sistemotyra** ir kurios pagrindų išdėstymas yra vienas svarbiausiųjų šios mokymosi priemonės tikslų, apie ką liudija jau pats šios mokymosi priemonės pavadinimas, **siekia tapti tiksliuoju mokslu**, panašiu į matematiką ir fiziką. Todėl **matematinė sistemotyra irgi yra priversta kurti savo sąvokų**, įvedamų sprendžiant conceptualizavimo uždavinius, ir **dėsningumų**, nustatytų sprendžiant fundamentalizavimo uždavinius, **formalizuotą vaizdavimo ir operavimo su įsivestomis formaliomis konstrukcijomis sistemą**, t.y. spręsti **formalizavimo uždavinius**.

Matematinės sistemotyros formalizuota kalbinė (vaizdavimo, identifikavimo) **ir operacinė** (operavimo) **sistema** kuriama ne tuščioje vietoje, o naudojantis jau kituose moksluose, pirmoje eilėje – matematikoje, sukurtomis formaliomis sistemomis (pirmoje eilėje – teiginių ir predikatų skaičiavimo, aibių ir grafų teorijos, automatų ir algoritmų teorijų, tikimybinės logikos, funkcinės analizės, L. Zadeh „difuzinės matematikos“ ir t.t. matematine kalba ir aparatu), jungiant ir praplečiant pastarąsias, pritaikant matematinės sistemotyros reikmėms.

Kuriant matematinės sistemotyros mokslą kaip formalizuotą sistemą, jos **lingvistinį ir operacinį aparatą**, kuris reikalingas sudėtingų sistemų analizei, modeliavimui ir projektavimui, sprendžiami tokie sistemotyros formalizavimo uždaviniai:

a) **santykių** tarp esybių bei jų savybių (t.y. santykių tarp sistemos elementų bei jos posisteminių sistemos viduje ir tarp sisteminių santykių) **nustatymo ir aprašymo (atvaizdavimo)**, naudojantis **matematinėmis formulėmis bei algoritmų kalba**, o taip pat **esybių ryšių diagramomis (ERD)**, veiklos **funkcijų hierarchijos diagramomis (FHD)**, veiklos **funkcijų ir esybių sąveikavimo matricomis (FESM)**, uždaviniai;

b) **sisteminių ir optimizacinių formalizuotų modelių** (analizinių, imitacinių, grafinių ir pan.) **sudarymo** uždaviniai;

c) **formalizuotų kalbų**, priklausančių **sistemų formalizuoto aprašymo kalbų** (REL), **išorinio bendravimo** su formalizuotomis (tame tarpe ir kompiuterizuotomis) sistemomis kalbų (KOL) ir sistemų **vidinio funkcionavimo** kalbų (SUL) klasėms, **kūrimo** uždaviniai, t.y. tų kalbų sąvokų **formalių žymėjimų sistemų** ir tų **kalbų gramatikų kūrimo** uždaviniai;

d) **formalių teorijų** (formalių sistemų) **formavimo, aksiomatizuojant egzistuojančias neformalias teorijas**, aprašančias realų pasaulį, bei **konstruojant virtualias dedukcines sistemas**, išplaukiančias iš užsiduoto neprieštaringo aksiomų rinkinio, uždaviniai;

e) **formalizuoto bei automatizuoto algoritminio (programinio) aparato**, skirto formalizuotų modelių kūrimui ir pertvarkymui, **konstravimo** uždaviniai;

Sprendžiant sistemotyros mokslo formalizavimo uždavinius neišvengiamai tenka spręsti ir atvirkštinius uždavinius – formalizuotų konstrukcijų **interpretavimo uždavinius**. Juk reikia mokėti stebimus reiškinius ne tik aprašyti formalizuota kalba ir, operuojant su tais aprašymais, gauti reikalingus rezultatus, bet ir sugebėti suprasti tuos aprašymus ir rezultatus, sugebėti jais pasinaudoti praktikoje, paaiškinti kitiems žmonėms, nesuprantantiems formalizuotos kalbos, formalizuotų operacijų su formalizuotomis konstrukcijomis ir tų operacijų rezultatų, išreikštų formalizuotomis kalbomis.

Formalizuotą modeliavimą (pavyzdžiui, matematinį modeliavimą) būtų galima pavadinti sistemų ir procesų aprašymų, pateiktų natūraliomis kalbomis, **vertimu į specialias formalias kalbas** (pavyzdžiui, matematinę kalbą), kuriose su formalizuotais aprašymais (pavyzdžiui, su matematiniais modeliais) daug lengviau operuoti (pavyzdžiui, atlikti įvairias matematines operacijas, matematinius eksperimentus su matematiniais modeliais), gaunant mums reikalingus rezultatus, išreikštus formalizuotomis kalbomis, o tų **formalizuotų aprašymų, atliktų formalizuotų operacijų ir jų rezultatų interpretavimą** galima pavadinti **vertimu iš specialiųjų formalizuotų kalbų į natūralias kalbas**, suprantamas visiems žmonėms.

Aukščiau išvardinti sistemotyros mokslo formalizavimo uždaviniai ir jų sprendimas kaip tik ir skirti sukūrimui specialių formalizuotų kalbų ir specialaus formalizuoto operacinio aparato, pritaikyto įvairių operacijų su formalizuotomis konstrukcijomis atlikimui. Tų formalizuotų kalbų, formalizuotų operacijų ir jų rezultatų interpretavimui, suprantama, taip pat reikalingos specialios priemonės ir metodai. Tokių priemonių sukūrimui ir tokių metodų suradimui būtina suformuluoti ir išspręsti atitinkamus uždavinius – **matematinės sistemotyros interpretacinio aparato ir interpretavimo metodologijos sukūrimo uždavinius**.

Norėčiau atkreipti skaitytojo dėmesį į skirtumus tarp **formalizavimo ir interpretavimo uždavinių, sprendžiamų formuojant ir vystant matematinės sistemotyros mokslą, ir formalizavimo ir interpretavimo uždavinių, sprendžiamų, studijuojant matematinės sistemotyros kursą**. Pirmieji skirti specialių formalizavimo bei interpretavimo priemonių ir jų sistemų sukūrimui, antrieji – išmokimui tomis priemonėmis ir jų sistemomis sąmoningai ir efektyviai naudotis.

Vienas matematinės sistemotyros kurso, kurio dėstymui skirta ši mokymosi priemonė, svarbių tikslų kaip tik ir yra **išmokyti studentus spręsti formalizavimo ir atvirkštinius jiems interpretavimo** uždavinius. Šių uždavinių vieta moksle ir gyvenime yra gana svarbi. Ji pavaizduota mūsų jau nagrinėtame 1 pav.). Todėl gana nemažai jų bus sprendžiama studijuojant jau pirmąją kurso dalį. Pavyzdžiui, 1.5. skyriuje ir 1.16.1.5. skyrelyje bus gana detalai išdėstyta formalizavimo esmė ir

studentai bus supažindinti su formalizavimo rezultatais – **formaliomis sistemomis**, o 1.9. skyriuje studentai bus supažindinti su bandymais kurti formalią sistemą – **struktūrų algebrą**. Antroje šios mokymosi priemonės dalyje studentai susipažins su kai kuriomis formalizavimo bei automatizavimo (o **automatizuoti bent jau kol kas įmanoma tik tai, kas jau formalizuota**) uždavinių sprendimo priemonėmis ir pavyzdžiais, t.y. su **automati-žuotomis imitacinio modeliavimo sistemomis (AIMS) ir automatizuotomis projektavimo sistemomis (APS)**, kuriose formalizavimas ir automatizavimas vykdomas „kvadrato“: **kompiuterizuotos sistemos naudojamos kompiuterizuotų sistemų projektavime bei jų funkcionavimo išbandyme, tokių sistemų tyrime, tobulinime ir valdyme**.

Norėčiau atkreipti skaitytojo dėmesį ne tik į tai, kad **perėjimas prie simbolių ir juos jungiančių formulių duoda apibrėžtumą, kompaktiškumą, operacionalumą bei kompiuterizavimo galimybę**, bet ir į tuos **sunkumus**, su kuriais tenka susidurti, sprendžiant formalizavimo uždavinius sistemotyroje, **kuriant formalizuotus sisteminius modelius**.

Visų pirma, sudėtingos sistemos sisteminio modelio sukūrimui **reikia nemažai žinių iš įvairių sričių** ir reikia sugebėti **sintezuoti tas žinias**, t.y. sugebėti organizuoti įvairių mokslo sričių atstovų **bendrą darbą**, suprasti kiekvieną iš jų, sugebėti integruoti skirtingas ir skirtingomis mokslo kalbomis išreikštas idėjas.

Antra, ne visų objektų ir **ne visas savybes bei santykius tarp jų pavyksta nustatyti ir išreikšti kiekybiškai ar naudojantis geometrija ir jos transformacijomis** (pavyzdžiui, konforminėmis ar topologinėmis), t.y., įprasta klasikinės matematikos kalba. Neretai tenka pasitelkti ir neklasikinę matematinę dvireikšmę bei daugiareikšmę logiką, ir logiką, išreiškiamą natūralios kalbos žodžiais, ir tikimybinę logiką bei statistinių tyrimų rezultatus, ir L. Zadə (L. Zadeh) negriežtai apibrėžtas aibes, sąvokas, reikšmes, funkcijas bei algoritmus, ir intuiciją, ir euristicą. Gana dažnai tokiu būdu sudarytas **sisteminis modelis tampa kuo tai tarpiniu tarp koncepcinio modelio, susiformavusio žmogaus galvoje, bei išreikšto žodžiais verbalinio modelio, iš vienos pusės, ir matematinio modelio, prie kurio turi būti artėjama formalizavimo metu, iš kitos pusės**. Vienas iš sistemotyros tikslų kaip tik ir yra **nutiesti tiltus, jungiančius įvairių mokslų atstovų šiek tiek vienpusiškus įvaizdžius, susidariusius nagrinėjant sudėtingą situaciją, į vieną visuminį įvaizdį, iš kurio, jį po to formalizuojant, būtų galima gauti sisteminį matematinį sudėtingos situacijos modelį**.

Trečia, kuriant sudėtingų sistemų matematinius modelius tenka nagrinėti **labai daug kintamųjų** ir, kas svarbiausia ir sunkiausia, **sąveikaujančių kintamųjų**, surištų daugialypiais tiesioginiais bei atvirkštiniais ir gana dažnai netiesiniais ryšiais, t. y. susidurti su **emerdžencijos reiškiniu**, neleidžiančiu supaprastinti sudėtingą sistemą, mechanškai ją dekomponuojant į paprastesnes sudėtines dalis ir nagrinėjant jas visiškai atskirai vieną nuo kitos kaip nepriklausomas žymiai paprastesnes sistemas.

Štai kodėl 1 pav. pavaizduotos **formalizacijos**, pervedančios sudėtingos problemos sprendimą į matematinių modelių pasaulį, **esmė yra ne tik sudėtingas mokslas, bet ir didelis menas**, reikalaujantis gilių ir visapusiškų žinių, gabumų ir nemažos patirties. **Specialistai, sugebantys kurti sudėtingų situacijų sisteminius matematinius modelius, operuoti su jais bei interpretuoti matematinių eksperimentų su tais modeliais rezultatus, labai vertinami visame pasaulyje**, nes sudėtingose situacijose jau neįmanoma išsiversti be **sisteminių analitikų ir be sisteminių projektuotojų**. Galima teigti, jog jų poreikis tampa toks pat kaip ir dženeralistų poreikis.

Reikėtų pabrėžti, kad **formalizuotų modelių kūrimas yra gana efektyvus sudėtingumo problemos sprendimo (informacinių barjerų įveikimo) būdas**: kurdami formalizuotą modelį, mes iš be galo sudėtingos tikrovės „ištraukiame“ baigtinį ir todėl jau nesunkiai apžvelgiamą mums šiuo metu esminių dalykų skaičių, abstrahuodami ir atmesdami viską, kas mums šiuo metu nėra svarbu. Todėl **sudėtingos ir iš pirmo žvilgsnio neapžvelgiamos bei nesuprantamos situacijos formalizuotas modelis savo sudarymo ir operavimo su juo metu padeda mums ir priverčia mus tą situaciją apžvelgti ir suprasti.**

Gautas **formalizuotas modelis naudingas dar ir tuo, kad su juo galima eksperimentuoti, atliekant įvairias operacijas ir gaunant naujų žinių apie nagrinėjamą sistemą, o tų eksperimentų bei operacijų atlikimui galima taikyti greitai eigančią kompiuterinę techniką.**

Visa tai rodo, kaip svarbu išmokyti spręsti formalizavimo ir interpretavimo uždavinius.

0.3.4. Žinių integravimo ir sistematizavimo uždaviniai

Kalbant apie priežastis, paskatinusias tokio mokslo kaip sistemotyra atsiradimą ir skatinusias spartinti jo vystymąsi, antrąją priežastimi buvo pavadintas mokslų integravimo ir visus mokslus jungiančios mokslų sistemos, leidžiančios įvairių mokslų atstovams efektyviai naudotis įvairių kitų mokslų pasiekimais, sukūrimo poreikis.

Šio poreikio tenkinimas tapo svarbiu sistemotyros mokslo tikslu, kurio siekdama sistemotyra turi spręsti ir išspręsti visą eilę atitinkamų uždavinių.

Įvairių mokslų **integravimo** ir juose sukaupytų žinių **sistematizavimo uždaviniai** – tai uždaviniai, kurių turinį sudaro:

- a) įvairių mokslų nagrinėjimas, ieškant juose **sąlyčio taškų ir izomorfizmų**;
- b) tų **mokslų apibendrinimas** surastų izomorfizmų pagrindu;
- c) **mokslų jungimas** jų apibendrinimo ir surastų sąlyčio taškų bei izomorfizmų pagrindu į vieningą suderintą sistemą, kurioje atskiri mokslai, papildydami vienas kitą, sudarytų pilnesnį ir tikslesnį **bendrasisteminį mokslą apie pasaulį kaip vieningą visumą**;
- d) **įvairių žinių apie pasaulį sistematizavimas ir integravimas**, siekiant sukurti ir supaprastinti bendrasisteminį pasaulio modelį ir surasti jame bendrasisteminius dėsningumus, kurių dėka mokslų sistemą būtų lengviau įsisavinti ir būtų galima suvokti kaip vieningą „organizmą“, ar bent jau susisteminti ir integruoti įvairiuose moksluose sukauptas žinias apie pasaulį į antrojo tipo sistemą – **žinių bankų* sistemą**.

Šie uždaviniai – tai **bendrosios sistemų teorijos kūrimo uždaviniai**. Studentų mokymosi kurse, savaime suprantama, tokie uždaviniai negali būti sprendžiami. Tačiau mokymosi procese kai kuriais šių uždavinių sprendimo rezultatais bus stengiamasi naudotis, o taip pat **bus stengiamasi integruoti studentų turimas žinias, įgytas iš įvairių šaltinių, į vieningą suderintą sistemą, kurioje žinios, sukauptos, besimokant įvairių mokymosi disciplinų, papildytų vienos kitas, padėtų giliau bei pilniau jas suvokti ir kompleksiškai jomis naudotis, sudarytų simfoniją, o ne kakofoniją**. Į šį svarbų sisteminio mąstymo ugdymui ir visam mokymosi procesui tikslą atsižvelgta ir sudarant šią mokymosi priemonę, kurioje buvo stengiamasi naudotis žiniomis, paimtomis iš įvairių mokymosi disciplinų, ir integruoti bei sistematizuoti jas. Tai darant, žinoma, neišvengta kai kurių studentams jau girdėtų

* Apie žinių bankus žiūr. šios mokymosi priemonės 1.16.3.3. skyrelį.

dalykų pakartojimo, tačiau to mokymosi priemonės trūkumo nelaikyčiau didele blogybe, nes naudinga į senas žinias pažvelgti nauju – sisteminiu – aspektu ir pamatyti jose tai, į ką anksčiau nebuvo išsižiūrėta, išvelgti jose vis turtingesnę ir pilnesnę sistemą.

0.3.5. Sisteminės pasaulėžiūros ir sisteminio mąstymo įgūdžių formavimo uždaviniai

Tai labai svarbūs, sudėtingi ir specifiški uždaviniai. Jie gali būti sprendžiami tik kompleksiškai, palaipsniui įsigilinant į sistemotyros mokslą, įsisavinant sisteminės sąvokas ir taikant sisteminius principus, sprendžiant konkrečius sisteminio modeliavimo ir sisteminio projektavimo uždavinius, dalyvaujant diskusijose sistemotyros klausimais.

Sisteminės pasaulėžiūros ir sisteminio mąstymo įgūdžių formavimas – vienas pagrindinių šios mokymosi priemonės bei viso sistemotyros mokymo ir mokymosi kurso tikslų, kurio siekiama kiekviename mokymosi priemonės skyrių, pradedant šiuo „Įvadu“. Apie tai, kas yra sisteminis mąstymas ir ką jis duoda ir gali duoti žmogui ir visuomenei, jau buvo rašyta, aptariant ketvirtąją sistemotyros atsiradimo ir spartaus vystymosi priežastį, o sisteminio mąstymo principai, kaip jau buvo minėta, bus išdėstyti antroje šios mokymosi priemonės dalyje. Norintys su jais susipažinti dabar tų principų formuluotes ir jų esmės bei jų taikymo aprašymus gali rasti knygose [5, 12, 15, 16].

0.3.6. Operacionalizavimo uždaviniai

Sistemotyros dalis, kuri vadinama matematine sistemotyra, taip vadinama todėl, kad ji formuojama panašiai kaip matematika, naudojantis matematikos pavyzdžiu, ir turi panašią paskirtį.

Matematinė sistemotyra savo raidoje **formuoja ne tik specialią formalizuotą kalbą,** skirtą sistemų, jų sandaros ir savybių bei santykių tarp jų formalizuotam (matematiniam ar gana artimam matematiniam) aprašymui ir sudarančiam visos sistemotyros formalizuotos kalbos branduolį, **bet ir specialų formalizuotą operacinį aparatą, skirtą procesų, vykstančių sistemose ir tarp sistemų, formalizuotam modeliavimui ir eksperimentavimui su formalizuotais modeliais.**

To **operacinio aparato branduolį sudaro matematinės operacijos,** jau susiformavusios bei besiformuojančios matematikos mokslo raidoje, **su jų atlikimo, t.y. tų operacijų rezultatų gavimo taisyklėmis (algoritmais).**

Tačiau net viso šiuolaikinės matematikos aparato, kurį pakankamai pilnai įvaldęs yra tik gana nedidelis matematikų skaičius, nes dauguma matematikų specializuojasi tik tam tikrose matematikos mokslo srityse ir naudojasi tik tam tikra matematinio aparato dalimi, matematinei sistemotyrai, nagrinėjančiai ne tik kiekybinius griežtai apibrėžtus ir tiksliai išmatuojamus santykius bei struktūras, bet ir žymiai platesnį sisteminių reiškinių ratą, jau nebepakanka. Todėl **matematinė sistemotyra savo operacinį aparatą nuolat plečia ne tik matematikos mokslo raidos dėka, bet ir savarankiškai, papildydama jį sistemotyros mokslo raidoje susiformavusiomis operacijomis ir jų atlikimo taisyklėmis.**

Tas operacijas stengiamasi formuoti taip, kad jos, iš vienos pusės, **būtų pakankamai specializuotos ir būtų tinkamos specifinių procesų** (loginių, fizikinių, cheminių, ekonominių, biologinių, organizacinių, psichologinių ir t.t.), **keičiančių sistemų būsenas, jų įėjimus, išėjimus, sudėtį ar struktūrą, formalizuotam kiekybiniam bei kokybiniam aprašymui ir modeliavimui,** bet tuo pačiu metu, iš

kitos pusės, **būtų pakankamai bendros, t.y. invariantinės izomorfiškų struktūrų bei izomorfiškų procesų atžvilgiu**, nepriklausytų nuo tas struktūras užpildančios bei tuose procesuose dalyvaujančios substancijos.

Su tokių operacijų ir jų atlikimo taisyklių (algoritmų) pavyzdžiais šios mokymosi priemonės skaitytojas bus supažindintas jos 1.5., 1.9., 1.11., 1.12., 1.13., 1.14. ir 1.16. skyriuose.

Antrojoje šios mokymosi priemonės dalyje jis taip pat bus supažindintas su kai kuriomis tokių operacijų atlikimo automatizavimo priemonėmis (pavyzdžiui, su specialiomis programomis kompiuteriui bei jų paketais, su matematinio modeliavimo automatizavimo sistemomis ir pan.).

Kuriant ir plėtojant matematinės sistemos operacinį aparatą sprendžiami šie **sistemos operacionalizavimo uždaviniai**:

a) **operacijų** su sistemų elementų ir pačių sistemų modeliais **rinkinio sudarymo ir to rinkinio plėtotės**, papildant jį naujomis operacijomis,

b) **tų operacijų bei jų vykdymo taisyklių formalizuoto aprašymo**,

c) **sistemų teorijos ir jos metodų taikymo kompiuterizuoto matematinio aparato sukūrimo**, sudarant atitinkamus programų paketus bei jų sistemas.

Operacionalizavimo uždavinių sprendimas tampa su sąryšis su konceptualizavimo, fundamentalizavimo ir formalizavimo uždavinių sprendimu. Jau įvedant sistemos mokslui reikalingas sąvokas (t.y. sprendžiant konceptualizavimo uždavinį), tikslinga stengtis, kad bent jau daugumą tų sąvokų būtų įmanoma formaliai apibrėžti, išmatuoti su tomis sąvokomis surištų esybių charakteristikas (t.y. įvertinti jų savybes bei santykius), o po to ir operuoti su tomis sąvokomis ir charakteristikomis, t.y. atlikti su jomis **semantines, logines, struktūrines ir kiekybines tolydžiosios bei diskrečiosios klasikinės ir difuzinės (L. Zadeh) matematinės analizės operacijas**, praplečiant tokiu būdu šiuolaikinį matematikos aparatą ir **sukuriant sistemos matematinį aparatą**.

Su kai kuriomis kuriamo sistemų teorijos matematinio aparato operacijomis, o taip pat su kai kuriomis sistemos matematinio aparato ir, apskritai, matematinės sistemos kūrimo problemomis studentai bus supažindinti šios mokymosi priemonės 1.5., 1.9., 1.11. ir 1.16. skyrių skyreliuose, pavyzdžiui, kalbant apie **operacijas su TSF ir jų elementais**, apie **struktūrų bei tipinių sisteminių modelių algebrų** pradmenis bei tų algebrų tolimesnės raidos ir taikymo problemas, apie **logines procedūras bei procedūras su negriežtai apibrėžtomis aibėmis**, su lingvistiniais kintamaisiais ir t.t.

0.3.7. Instrumentalizavimo uždaviniai

Norint, kad sistemos mokslas turėtų ne tik teorinę, bet ir praktinę taikomąją reikšmę, t.y., kad jis padėtų spręsti konkrečių sudėtingų sistemų analizės, tų sistemų modeliavimo ir projektavimo uždavinius, nepakanka turėti tik sistemos matematinį aparatą – matematinės sistemos operacijas ir jų atlikimo taisykles.

Reikia turėti dar ir atitinkamus to aparato taikymo instrumentus (pavyzdžiui, tipinius modelius ir tipinius algoritmus bei atitinkamus kompiuterinių programų paketus), palengvinančius ir pagreitinančius matematinės sistemos metodų ir operacijų taikymą, sprendžiant sisteminės analizės, sisteminių modelių sudarymo, eksperimentavimo su sistemų modeliais, sisteminio projektavimo ir tų projektų optimizavimo, jų jautrumo ir stabilumo analizės, jų realizavimo procesų valdymo ir sukurtų sistemų tobulinimo uždavinius.

Todėl, kuriant sistemotyros mokslą, jo taikomąją dalį, tenka spręsti ir to mokslo instrumentalizavimo uždavinius.

Instrumentalizavimo uždaviniai – tai kuriamos **formalizuotos bendrasisteminės kalbos, bendrasisteminės metodologijos ir sistemotyros formalizuoto (tame tarpe – ir matematinio) sisteminės analizės, sisteminės sintezės bei sisteminio modeliavimo ir projektavimo automatizuoto aparato sukūrimo ir pritaikymo**, o taip pat, remiantis ta kalba, metodologija ir aparatu, – sudėtingų techninių, organizminių ir organizacinių sistemų sisteminės analizės ir sintezės, sistemotechnikos ir orgprojektavimo bei operacijų tyrimo **instrumentinės bazės (įskaitant kompiuterizuotas instrumentines sistemas bei jų taikymo technologijas)**, tenkinančios **sistemotyros instrumentinių principų** reikalavimus, **sukūrimo ir tobulinimo** uždaviniai, kurių išsprendimas palengvintų ir pagreintų sprendimą šių labai aktualių sistemotyros taikymo problemų:

a) **sudėtingumo** (t.y. **pirmojo ir antrojo informacinių barjerų įveikimo**, tiriant, modeliuojant, projektuojant bei tobulinant sudėtingas sistemas bei sudėtingų procesų vykdymo technologijas) **problemos**,

b) **tarpdisciplininių barjerų įveikimo bei pašalinimo** (t.y. sąlygų sudarymo įvairių specialistų efektyviam bendravimui bei tokio bendravimo organizavimo ir dženeralistų paruošimo) **problemos**,

c) **„akių atrišimo“** (t.y. sudėtingų situacijų modeliavimo ir eksperimentavimo su matematiniais modeliais **instrumentų sistemos**, leidžiančios pagreitinti ir palengvinti modelių sukūrimą, eksperimentavimą su jais, informacijos, surinktos eksperimentavimo metu, apdorojimą, valdymo sprendimų galimų pasekmių prognozavimą ir hipotezių tikrinimą, **sukūrimo ir tobulinimo**) **problemos**.

Studentų supažindinimas su sistemotyroje taikomomis instrumentinėmis sistemomis (pavyzdžiui, su tokiais automatizuotomis imitacinio modeliavimo sistemomis kaip POWERSIM ir GPSS bei su tokiais automatizuotomis projektavimo sistemomis kaip CASE, su statistinės informacijos apdorojimo programų paketais) ir **išmokymas jomis naudotis** – vienas svarbių sistemotyros kurso ir šios mokymosi priemonės (ypatingai – jos antrosios dalies) tikslų ir uždavinių, todėl instrumentalizavimo uždaviniams bus skiriamas pakankamas dėmesys. Juos sprendžiant bus stengiamasi naudotis labai sparčiai tobulėjančių informacinių technologijų pasiekimais.

0.3.8. Taikymo uždaviniai

Sistemotyros mokslo, jo idėjų ir principų, jo metodologijos, bendrasisteminės kalbos, sistemotyros matematinio aparato ir instrumentinių sistemų **taikymo uždaviniai** – tai instrumentalizavimo uždavinius aprašančiame skyrelyje, o taip pat sistemotyros mokslo atsiradimo ir spartaus vystymo priežastis nagrinėjančiuose skyreliuose išvardintų **sudėtingų kompleksinių problemų** (ir dar eilės kitų, išplaukiančių iš pastarųjų bei atsirandančių, siekiant sistemotyros mokslo vystymo bei sistemotechnikos, orgprojektavimo ir operacijų tyrimo metodų taikymo tikslų) **sprendimo uždaviniai**. Apie taikymo uždavinių specifiką ir jų sprendimo sudėtingumą jau buvo kalbėta „Pratarmėje“, todėl čia nebesikartosiu. Pažymėsiu tik tai, kad, neišmokus taikyti sisteminės analizės, sisteminio modeliavimo ir sisteminio projektavimo metodų bei instrumentų, neįmanoma rasti jokios sudėtingos kompleksinės problemos sprendimo, kurį būtų galima pakankamai ilgą laiką laikyti pakankamai teisingu.

Išmokyti studentus spręsti tokius uždavinius – galutinis sistemotyros kurso ir šios mokymosi priemonės praktinis tikslas, kuris kartu su sisteminės pasaulėžiūros bei sisteminio mąstymo ugdymo tikslu apsprendžia pagrindinę šio matematinės sistemotyros kurso ir šios mokymosi priemonės paskirtį.

Bendrasisteminio požiūriu analizuodami 0.3.1.-0.3.8. skyreliuose išvardintus ir trumpai aprašytus uždavinius, kuriuos turi spręsti ir sprendžia besiformuojantis sistemotyros mokslas ir ta jo dalis, kuri pavadinta matematine sistemotyra, galime pastebėti, kad **analogiškus uždavinius sprendė ir sprendžia dauguma besiformuojančių bei jau susiformavusių, bet ir toliau intensyviai besivystančių mokslų.**

Šis pastebėjimas – tai dar vienas svarbaus sistemotyros postulato apie izomorfizmą ir analogijų egzistavimą įvairiose srityse patvirtinimas.

0.4. Sistemotyros mokslo formavimosi metodai

Dabartiniu metu sistemotyra, kaip jau buvo minėta, dar tebėra tik empirinis, fenomenologinis ir šiek tiek padrikas mokslas, nes **dar nesuformuota bendrasisteminė dėsnių sistema, sistemotyra dar neturi savo aksiomatinės bazės** ir dar nepasiekė tokio lygio, kad galėtų vystytis kaip pakankamai tikslus ir griežtas dedukcinis mokslas, apie kurį kalbama šios mokymosi priemonės 1.16.1.5. skyrelyje. Taigi, norint sistemotyra paversti tokiu mokslu, būtina spręsti ir išspręsti nemažai sistemotyros mokslo formavimo uždavinių, ką tik išvardintų šiame „Įvade“, pirmojoje eilėje sistemotyros mokslo konceptualizavimo, fundamentalizavimo ir formalizavimo uždavinius.

Egzistuoja **trys sistemotyros mokslo formavimo bei formavimosi metodologijos** ir tas metodologijas atstovaujančios sistemotyryninkų „mokyklos“:

- 1) empirinė intuityvinė induktyvinė metodologija,
- 2) deduktyvinė metodologija,
- 3) matematinio formalizavimo metodologija.

1. **Empirinio intuityvinio induktyvinio sistemotyros mokslo formavimo metodo**, kuriuo naudojasi ir kurį rekomenduoja L. fon Bertalanfis, K. Bouldingas ir nemažai kitų gyvosios gamtos mokslų atstovų, **esmė** yra tame, kad, naudojantis šiuo metodu, pradedama nuo realių sudėtingų sistemų (tame tarpe ir organizminių bei organizacinių) nagrinėjimo ir įvairių faktų kaupimo, po to pereinama prie tų faktų sisteminės analizės ir apibendrinimo, kuomet, vadovaujantis **intuicija ir indukcija** kuriami koncepciniai modeliai, kuriuos po to bandoma aprašyti formalizuota matematine kalba, patikrinti praktikoje, koreguoti ir taikyti iškilančių problemų sprendimui.

Pagrindinis šios metodologijos principas: **nuo dalinių reiškinių stebėjimų ir analizės per jų apibendrinimą prie dėsnių formulavimo ir jų panaudojimo praktikoje.**

2. **Deduktyvinės metodologijos esmę**, kuriai atstovauja biologas ir kibernetikas U. Ešbis bei jo pasekėjai, sudaro **dedukcijos** metodas: jau žinomi ir teoriškai bei intuityviai laikomi galinčiais egzistuoti bendrasisteminiai dėsniai formalizuojami, paverčiant žinomus ir hipotetinius dėsnius aksiomomis; tikrinamas sudarytos aksiomų sistemos neprieštaringumas ir, naudojantis logikos aparatu, išvedamos iš aksiomų išplaukiančios teoremos bei iš tų teoremų išplaukiančios antrinės teoremos ir t. t.; turimoji aksiomų ir teoremų sistema interpretuojama ir lyginama su realiai egzistuojančiomis sistemomis bei jų sistema; to palyginimo rezultate turimoji formalioji virtuali sistema koreguojama, papildoma naujomis aksiomomis ir teoremomis, siekiant aksiomų sistemos pilnumo ir adekvatumo

tikrovei, leidžiančio sudarytos formalios sistemos ribose paaiškinti jau žinomus bei naujai atrandamus faktus, išvesti tokius naujus dar nežinomus teiginius, kurie galėtų ar privalėtų būti teisingi tam tikrose realiose sistemose ir kurių teisingumą ar neteisingumą būtų galima patikrinti praktikoje.

Pagrindinis šios metodologijos principas: **nuo bendros formalios teorijos virtualių neprieštaringų aksiomų sistemos formavimo per dedukcijos metodo taikymą prie dalinių teiginių išvedimo, jų interpretavimo ir jų tikrinimo bei panaudojimo praktikoje.**

Siūlydamas šį sistemotyros mokslo formavimo metodą, U. Ešbis rėmėsi kristalografijos mokslo susiformavimo precedentu: sukurta formali simetrinių struktūrų teorija, išplaukianti iš simetrijos sampratos ir simetrijos dėsnių, ne tik leido sistematizuoti jau žinomas kristalų struktūras, bet ir nurodė eilę galimų „nišų“, dalis kurių po to buvo užpildytos naujai atrastų realių kristalų struktūromis. U. Ešbio įsitikinimu, naudojantis šiuo metodu būtų galima ir tikslinga nagrinėti ne tik realias, fizines bei biologines sistemas, bet ir galimų fizinių bei biologinių sistemų **virtualių „nišų“ sistemą**, sudarytą panašiai kaip ir cheminių elementų Mendelejevo periodinė sistema su jos užpildytais ir pradžioje dar buvusiais neužpildytais, bet palaipsniui užpildomais langeliais.

3. Trečiasis egzistuojantis sistemotyros mokslo formavimo metodas, kuriuo naudojasi ir kurį propaguoja matematikos, matematinės ekonomikos, organizacinės kibernetikos ir matematinės organizacinių sistemų teorijų atstovai, tokie kaip jau mūsų minėtasis Sisteminių tyrimų centro prie Keinso universiteto direktorius prof. M. Mesarovičius, matematikai R. Kalmanas, P. Falbas ir M. Arbibas, tėvas ir sūnus N. P. ir V. N. Buslenkos, B. J. Brusilovskis ir kiti **matematinės sistemų teorijos** atstovai, **savo esme gana artimas U. Ešbio metodui** ir skiriasi nuo pastarojo tik tuo, kad **yra dar labiau formalizuotas** ir remiasi ne tik ir ne tiek biologinės kibernetikos idėjomis bei logika, kas būdinga Ešbio metodui, kiek šiuolaikine **abstrakčiąja matematika**, jos idėjomis ir metodais (aibių teorija, kategorijų algebra, grupių teorija, tikimybių teorija, metamatematika ir, bendrai, šiuolaikine matematika).

Tai formalios matematinės sistemų teorijos kūrimo dedukcinis metodas (žiūr. pavyzdžiui, knygas: Калман Р., Фалб П., Арбиб М. «Очерки математической теории систем» [20], M. D. Mesarovic and Y. Takahara „General Systems Theory: Mathematical Foundations“ [21] ir Б. Я. Брусиловский «Теория систем и система теорий» [22]).

Šių eilučių autoriaus nuomone, visi šie sistemotyros mokslo formavimo metodai turi teisę egzistuoti, nors kiekvienas jų turi savo trūkumų ir privalumų. **Vadovaujantis bendrasistemine metodologija, būtų tikslinga visus tuos metodus sujungti į vieną**, išnaudojant kiekvieno jų privalumus ir stengiantis sumažinti trūkumus. Pavyzdžiui, pradžioje būtų tikslinga sujungti vienas kitą papildančius Bertalanfio ir Ešbio metodus, o po to, formalizuojant gautąją junginį ir kuriant tą sistemotyros dalį, kuri pavadinta „matematine sistemotyra“, prijungti prie jo trečiosios krypties metodus ir modelius.

Sistemotyros fundamentinės bazės kūrimas galėtų vykti dviem kryptimis:

1) egzistuojančių sudėtingų bei kuriamų sistemų ir jų modelių, jų kūrimo (kūrimosi) bei tobulinimo (tobulėjimo) procesų sisteminės analizės keliu, **ieškant bendrasisteminių dėsningumų ir stengiantis juos formuluoti** taip, kad jie a) iš vienos pusės, būtų pakankamai platūs (bendri) ir universalūs, jog tiktų visoms sistemoms, t.y. **būtų panašūs į mokslinės filosofijos dėsnius** ir b) iš kitos pusės, būtų pakankamai griežti, tikslūs ir konstruktyvūs, ne tik patvirtinti praktikos, bet ir pritaikomi joje, t.y. **būtų panašūs į matematikos bei fizikos dėsnius**;

2) **formuluojant galimas hipotezes (hipotetines aksiomas)** ir kuriant jų sistemą, aptariant ir tikrinant tas hipotezes bei iš jų išplaukiančias išvadas praktikoje ir tokiu būdu **tikslinant ir plečiant hipotetinę fundamentinę sistemotyros bazę**.

Abu keliai vienas kito nepaneigia, bet papildo vienas kitą, padeda greičiau ir patikimiau judėti kiekviename iš tų kelių, jungiant ir apibendrinant pasiektus rezultatus, generuojant naujas idėjas, skatinant naujus tyrimus.

Nors iki šiol dar nerastas pakankamai pagrįstas nei teigiamas, nei neigiamas atsakymas į klausimą, ar įmanoma suderinti pirmojo čia pateikto punkto reikalavimus „a“ ir „b“, tačiau izomorfizmų egzistavimas bei jau pasiekta nemaža pažanga, išsiaiškinant bei formuluojant jau minėtus bendrasisteminius principus, apie kuriuos bus išsamiai kalbama antrojoje šios mokymosi priemonės dalyje, teikia nemažai vilčių, kad atsakymas į šį klausimą bus teigiamas. Kad tai yra įmanoma, patvirtina matematikos pavyzdys. Matematika kaip tik todėl gali būti taip plačiai taikoma, kad ji atspindi ir išreiškia bendruosius santykių tarp objektų bei jų savybių dėsningumus, abstrahuodamasi nuo pačių objektų, formalizuoja tuos dėsningumus ir sudaro sąlygas efektyviai jais naudotis.

Kristalų struktūrų teorijos, neeuklidinių geometrijų sukūrimo ir kvantinės mechanikos kūrimo praktika nuteikia pakankamai optimistiškai ir antrojo sistemotyros vystymosi kelio atžvilgiu, nors, žinoma, tas kelias yra labiau rizikingas negu pirmasis, nes nėra apsaugotas nuo galimo nepakankamai pagrįsto formalių sistemų kūrėjų „intuicinio voliuntarizmo“, galinčio pasireikšti tuo, kad pastarieji dėl ontologinio sisteminio mąstymo kultūros ir atsakomybės stokos kartais gali pradėti kurti tokius virtualių sistemų modelius, kurie ne tik nepriartintų mūsų prie mus supančios tikrovės supratimo, bet net nuvestų nuo to tolyn į fantazijos džiungles. Pavyzdžiui, kuriant reliatyvistinę kvantinę mechaniką, kartais buvo ir yra elgiamasi perdėm voliuntaristiškai, nepakankamai laikantis net elementarių logikos reikalavimų. Panašių klaidų pasitaiko ir matematinėje ekonomikoje, o jų galimybės pavojus galėtų grėsti ir formuojant sistemotyros mokslą vien tik antruoju keliu. Mokslų raidos istorijoje kartais taip atsitinka.

Todėl būtina abiejų kelių sintezė, nuolatinis skirtingais būdais gaunamų rezultatų palyginimas ir pasitikrinimas, neleidžiantis nei per daug nuklysti „į lankas“, nei „užsicieklinti“ siaurame tik kelių nepakankamai produktyvių idėjų rate. Žymiai labiau galima pasitikėti abiejų kelių sinteze, jos rezultatų objektyvumu ir jos metodų efektyvumu.

Plačiau ir giliau apie šiuos du kelius bei jų sintezę sistemotyroje ir kituose moksluose, o taip pat apie tų kelių atsiradimą studentai galės susipažinti 1.9. skyriuje, kuriame bus rašoma apie sistemų struktūrų algebros kūrimo galimus kelius ir pateikti indukcinio ir dedukcinio kelių taikymo pavyzdžiai, ir 1.16.1.5. skyrelyje, kuriame bus kalbama apie formalių sistemų konstravimo būdus. Norėtusi pabrėžti, jog šie metodologiniai klausimai gana svarbūs sisteminio mąstymo ugdymui, todėl jie nusipelno ypatingo dėmesio.

Nors **ši mokymosi priemonė skirta mokymosi tikslams ir todėl neprivalėtų kelti sistemotyros mokslo formavimo ir tobulinimo tikslų**, tačiau dėl sistemotyros mokslo jaunumo ir nepilnumo šių eilučių autoriui, rašant šią mokymosi priemonę, nori-nenori teko rizikuoti ir ryžtis kai kurių sistemotyros mokslo spragų užpildymui, vadovaujantis savo supratimu, asmenine ilgamete sudėtingų organizacinių sistemų tyrimo, projektavimo, diegimo ir tobulinimo patirtimi ir sistetine sistemotyros mokslo formavimo metodologija, integruojančia visas tris čia trumpai apibūdintas metodologijas. Todėl šioje mokymosi priemonėje ne tik dėstoma tai, kas jau patikrinta ir tapo vadovėline tiesa, bet ir kartu su skaitytoju, kaip jau buvo rašyta „Pratarmėje“,

ieškoma atsakymų į tuos klausimus, į kuriuos iki šiol dar nebuvo atsakyta. Kitaip tariant, joje sprendžiami ne tik sistemotyros kurso mokymosi, bet ir kai kurie sistemotyros mokslo vystymo uždaviniai.

0.5. Sistemotyros mokslo ir kurso apžvalgos, pateiktos šiame „Įvade“, tikslai

Tikiuosi, kad ši trumpa sistemotyros mokslo ir sistemotyros kurso apžvalga leis skaitytojui susidaryti bendrą vaizdą apie šį naują, sudėtingą ir naudingą mokslą, leis jam atsakyti į klausimus: „Ar turi teisę egzistuoti toks mokslas, kaip sistemotyra?“, „Kas yra sistemotyra?“, „Kaip ir kodėl ji atsirado ir kuria linkme vystosi?“, „Kodėl tikslinga susipažinti su šiuo mokslu ir jo taikymais?“, „Kokias problemas ir kokius uždavinius šis mokslas sprendžia?“, „Kur ir kaip jis galėtų būti taikomas?“.

Taip pat tikiuosi, kad ši „Įvade“ išdėstyta sistemotyros mokslo apžvalga bei susipažinimas su sistemotyros kurso programa [1, 2] **padės skaitytojui įžvelgti ir sistemotyros kurse ir šioje mokymosi priemonėje tam tikrą sistemą.** Tai padės skaitytojui lengviau ir giliau įsisavinti sistemotyros kursą, o pats to kurso įsisavinimas paskatins jį **sistematuoti ir kitų studijuojamų mokslų žinias, jungiant jas į darnią sistemą,** kurioje įvairūs mokslai papildo ir paremia vienas kitą.

Norėtusi tikėti, kad studentai, susipažinę su „Pratarmėje“ išvardintais sistemotyros kurso tikslais („a“, „b“, „c“, „d“ ir „e“) ir ten aprašytais šios mokymosi priemonės ypatumais, panorės tų tikslų siekti ir, siekdami jų, sugebės efektyviai naudotis šia mokymosi priemone, atsižvelgdami į jos ypatumus. Ypatingai svarbu, kad studentai stengtųsi išmokti savarankiškai studijuoti šį ir kitus sudėtingus kursus, ne tik surasdami juose naujų naudingų žinių, bet ir pilnai suprasdami, tai, ką skaito, lavindami savo mąstymą, siekdami įgyti sisteminio mąstymo įgūdžių. Šiame „Įvade“ ir „Pratarmėje“ sisteminiam mąstymui ir jo bei jo ugdymo svarbai buvo skirta tiek daug dėmesio kaip tik todėl, kad norėta įtikinti skaitytojus, jog sugebėjimas sistemiškai mąstyti labai reikalinga ir naudinga žmogui ir visuomenei savybė, kurios įgijimui ir lavinimui tikrai verta skirti pakankamai daug pastangų ir laiko. Taip pat labai svarbu išmokti modeliuoti ir projektuoti sudėtingas sistemas, eksperimentuoti su jų matematiniais modeliais. Tam ypatingai daug dėmesio bus skiriama antroje šios mokymosi priemonės dalyje, kai studentai jau bus pramokę sistemiškai mąstyti ir susipažinę su pagrindinėmis sistemų teorijos sąvokomis bei jos matematiniu aparatu.

Jei kai kurie iš skaitytojų, susidomėję sistemotyra (o šių eilučių autorius pageidautų, kad tokių atsirastų, nes jo amžius jau verčia ieškoti sau pamainos), panorėtų sužinoti apie ją daugiau, negu pateikta šioje mokymosi priemonėje, skirtoje bakalauro ir magistrų ruošimui, tai jiems būtų galima parekomenduoti susipažinti su literatūra, kurios sąrašas pateiktas šios mokymosi priemonės pabaigoje, o nuorodos į ją duotos mokymosi priemonės tekste, bei jau minėtu jos autoriaus mašinraščiu (preprintu) «О системах и их сложности» [4], kurio 802 puslapių tekste galima rasti nemažai papildomos medžiagos bei sistemotyros mokslo pradininkų straipsnių ir knygų apžvalgą. Tame preprinte skaitytoją, linkusį į mokslinę veiklą, galėtų sudominti kai kurie jo autoriaus samprotavimai bei įžvalgos, dar netapusios pilnai įrodytomis tiesomis ir todėl reikalaujančios mokslinio parvartinimo arba paneigimo.

Tiems, kuriuos labiau domina ne sistemų teorija, o sisteminio projektavimo metodologija ir jos taikymai, apie ką detalai rašoma antroje šios mokymosi priemonės dalyje, dabar, kol ta antroji dalis dar neišspausdinta, būtų galima rekomenduoti šių eilučių autoriaus paruoštą ir Statistikos departamento išspausdintą

162 puslapių apimties metodinę priemonę „**Sudėtingų organizacijų modeliavimo, projektavimo ir tobulinimo sisteminės metodologijos pagrindiniai bruožai**“ [16], patalpintą internete adresu <http://www.mif.vu.lt/~sukys>. Ten galima rasti ir kitos rekomenduotinos knygos [15] trečiąją dalį bei kai kurių autoriaus straipsnių šia tema sąrašą.

Kai ką gali nustebinti tai, kad šios mokymosi priemonės pabaigoje pateiktame literatūros sąrašė dauguma nurodytų informacinių šaltinių yra gana seni. Taip padaryta specialiai todėl, kad norėta pateikti **pirminius šaltinius**, kuriuose įvedamos pagrindinės ir pirminės sistemos mokslų sąvokos, toliau vartojamos vėlesniuose straipsniuose ir knygose jau be ypatingų paaiškinimų.

Skaitydamas minėtame sąrašė išvardintą literatūrą, skaitytojas susipažins su savo rūšies „**sistemos tyrinė klasika**“, kuri suformavo ir šių eilučių autoriaus „sistemine pasaulėžiūra“ ir kuriai jis turi, kaip ir dauguma senesnės kartos atstovų, tam tikrą „sentimentų“. Vėliau pasirodžiusią literatūrą pradedančiam sistemos tyrininkui, nežinant sistemos tyrimo pradmenų, būtų sunkoka skaityti, o žinodami tuos pradmenis, studentai bus pajėgūs savarankiškai suprasti ir skaityti vėliau pasirodžiusią (ir dabar pasirodančią) labiau specializuotą ir labiau specifinę literatūrą, skirtą siauresnėms specialioms sistemos tyrimo problemoms.

Ši teiginį patvirtina ir mokymosi praktika. Pavyzdžiui, mano studentai, išstudijavę šią mokymosi priemonę ir sistemos tyrimo kurso studijavimo metu susipažinę su Dž. Foresterio knygose aprašyta dinaminių sistemų modeliavimo metodologija ir kalba, gana lengvai įsisavino panašaus tipo modeliavimo automatizavimo sistemą POWERSIM ir be jokio papildomo apmokymo iškart sugebėjo naudotis J. D. Stermano preprintu „Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World“ [23], kai jis tik pasirodė Lietuvoje mašinraščio pavidale ir dar nebuvo išleistas kaip atskira didelės apimties knyga. Kitas pavyzdys: mano studentai, išklause sistemų teorijos, sisteminio modeliavimo ir sisteminio projektavimo kursus dar tuo laiku, kai dar nebuvo išleista literatūra apie CASE metodą ir JAV firma ORACLE dar nebuvo sukūrusi CASE programinės įrangos, kai tik Lietuvoje atsirado tokia literatūra ir tokia įranga, gana greitai ją įsisavino ir dabar, dirbdami bendroje Lietuvos ir Austrijos įmonėje „Informacinės technologijos“, sėkmingai naudojami ta įranga sudėtingų informacinių sistemų projektavime.

Tam, kad studentams būtų lengviau skaityti ir suprasti sudėtingą mokslinę ir techninę literatūros tekstą, kuriame pasitaiko gana daug ne visiems žinomų tarptautinių mokslinių ir techninių terminų, šioje mokymosi priemonėje stengiamasi studentus iš anksto supažindinti bent jau su tais terminais, kurie dažniausiai pasitaiko literatūroje, skirtoje nagrinėjimui tų klausimų, kurie aktualūs sistemai. Tokie terminai specialiai įvedami į mokymosi priemonės tekstą, o po to dar ir įtraukiami į išsiaiškintų sąvokų sąrašus, patalpinamus kiekvieno skyriaus pabaigoje.

Į pastabą, kad literatūros sąrašė didžiąją dalį sudaro knygų rusų kalba, galiu atsakyti taip: šioje mokymosi priemonėje dėstomo matematinės sistemos tyrimo pradmenų kurso pagrindai susiformavo šių eilučių autoriui gyvenant ir dirbant Vakarų Sibire, kur ir jam, ir jo studentams literatūra rusų kalba (originali ar verstinė) buvo ir lengviau prieinama, ir patogesnė negu literatūra anglų kalba. Reikia pažymėti, kad tuomet tai nebuvo didelis trūkumas, nes pagrindinės dėmesio vertos knygos, pasirodančios spaudoje anglų, prancūzų, vokiečių ir japonų kalbomis, buvo gana operatyviai verčiamos į rusų kalbą, o rusiškoji originalioji mokslinė literatūra, dažnai būdama gremėzdiškesnė minčių dėstymo stiliumi atžvilgiu, savo moksliniu lygiu ir dėstomų minčių pateikimo tikslumu bei griežtumu nenusileisdavo angliškajai, o kartais net lenkdavo ją.

Kai sąlygos leido man 1983 m. grįžti į Lietuvą, kur pradėjau dėstyti Vilniaus Universitete, padėtis kurį laiką išliko beveik ta pati, nes sistemotyrinės literatūros lietuvių kalba dar nebuvo, o studentų dauguma rusų kalbą mokėjo žymiai geriau negu anglų. Dabar gi, kai ateinančios studentų kartos jau nebemokės rusų kalbos ir gerai mokės anglų kalbą, literatūros sąrašą reikėtų peržiūrėti ir pakoreguoti. Tam reikia nemažai laiko, nes reikia parinkti atitinkamus „ekvivalentus“, ir tai bus padaryta, pertvarkant šią mokymosi priemonę į vadovėlį. Tada taip pat bus atsižvelgta ir į pasirodančias, bei pasirodysiančias knygas ir straipsnius sistemotyros srityje ne tik anglų, bet ir lietuvių kalba. Tiesa, teks susidurti su vienu nemaloniu dalyku: literatūra anglų kalba gana brangi.

Linkiu sėkmės visiems pradedantiems studijuoti sistemotyros mokslą!

„Įvado“ santrauka

Sistemotyros mokslo esmė ir paskirtis

Sistemotyra – tai mokslas, kuris, **apibendrinamas ir integruodamas įvairių mokslų pasiekimus, bando surasti ir nagrinėti įvairių sistemų bendrąsias** (t.y. nepriklausiančias nuo to, iš ko tos sistemos sudarytos ir kokioje srityje egzistuoja) **savybes bei tų sistemų sandaroje, funkcionavime ir evoliucijoje pasireiškiančius bendrasisteminius dėsningumus**, būdingus visoms sistemoms bei tam tikroms didelėms jų grupėms, ir tuo pagrindu **konstruoti holistinį (visuminį) pasaulio modelį bei formuoti holistinę sisteminę pasaulėžiūrą, sisteminių mąstymą**.

Sisteminis mąstymas – tai **objektinio ir funkcinio, mechanistinio ir organizminio, terminalinio ir teleologinio požiūrių** bei iš tų požiūrių išplaukiančių **metodologijų sisteminės sintezės į holistinę pasaulėžiūrą rezultatas**, tai ta pasaulėžiūra ir sistemine įvairių mokslų pasiekimų integracija grindžiamas nuoseklus ir visapusiškas loginio mąstymo būdas, kurio **pagrindinis bruožas yra suvokimas, jog visa tai, ką mes stebime, analizuojame ar kuriame, yra sistemos, įeinančios į kitų – dar didesnių ir sudėtingesnių – sistemų sudėtį ir susidedančios iš elementų, kurie savo eile taip pat gali būti nagrinėjami kaip sistemos; jog, sprendžiant bet kokią problemą, sprendžiamų problemų ir jų sprendimo ar nesprendimo galimų pasekmių sisteminių nagrinėjimą visada galima ir dažnai yra būtina tęsti platyn ir gilyn erdvėje ir laike iki tol, kol įsitikinsime, kad esamomis sąlygomis sprendžiamoji problema ir priimamo sprendimo pasekmės yra išnagrinėtos pakankamai visapusiškai**.

Sistemotyroje nagrinėjami **du sistemodaros būdai: konstravimas (konstravimasis) ir sistematizavimas (klasifikavimas)**. Pirmuoju būdu sudarytas bei susidarančias sistemas sistemotyra priskiria pirmajam, o antruoju būdu sudaromas sistemas – antrajam tipui.

Pirmojo tipo sistemos – tai sistemos, atsirandančios jungiantis elementams bei mažesnėms sistemoms į stambesnes, kai **to jungimosi metu atsirandančių naujų santykių dėka atsiranda naujos savybės, priklausančios visam tam junginiui, dėl ko tas junginys tampa nauju atskiru objektu** – nauja pirmojo tipo sistema.

Antrojo tipo sistemos – tai struktūros, vaizduojančios nagrinėjamų ir klasifikuojamų objektų modelių išrikiavimo* tam tikrą tvarką. Jos sudaromos nagrinėjant objektų savybes ir surandant tų savybių aibėje dėsningumus, leidžiančius klasifikuoti nagrinėjamus objektus, sudėliojant jų modelius tam tikra tvarka į struktūrą, vadinamą **antrojo tipo sistemos reliacine struktūra**.

Ypatingą dėmesį sistemotyra skiria **sistemų sudėtingumui ir iš to sudėtingumo išplaukiančioms savybėms bei dėsningumams, metodų ir aparato, skirtų sudėtingumo problemai spręsti, kūrimui**.

Sudėtingumo problema – tai pirmojo ir antrojo informacinių barjerų įveikimo problema.

Pirmuoju informaciniu barjeru vadinama situacija, su kuria susiduria žmogus, bandydamas analizuoti, modeliuoti, projektuoti bei valdyti tokias sistemas ir procesus, kurių jau nebepajėgia iškart aprėpti savo intelektu. Tokios sistemos sistemotyroje vadinamos **sudėtingomis sistemomis**.

Antruoju informaciniu barjeru vadiname tokią situaciją, su kuria susiduria kolektyvas, sudarytas pirmojo informacinio barjero įveikimui, kai to kolektyvo tolimesnis didinimas ne tik nebepalengvina sudėtingumo problemos sprendimo, bet, didindamas kolektyvo narių tarpusavio bendravimo sudėtingumą, pradeda vis labiau sunkinti to sprendimo paieškas. Problemos, kurių

* Tas išrikiavimas gali būti ne tik vienamatis, bet ir daugiamatis, t. y. gana sudėtinga struktūra.

sprendimo paieškos priveda prie susidūrimo su antruoju informaciniu barjeru, vadinamos **supersudėtingomis (labai sudėtingomis)** problemomis.

Sistemotyros mokslo paskirtis – integruojant įvairių mokslų pasiekimus formuoti holistinę pasaulėžiūrą ir sisteminį mąstymą, kurti metodus, padedančius žmonėms spręsti sudėtingas ir labai sudėtingas problemas, padėti įvairių sričių specialistams suprasti vienas kitą ir naudotis savo darbe skirtingų mokslų pasiekimais, tokiu būdu pagreitinant problemų sprendimą ir mažinant klaidų, atsirandančių dėl sprendimų vienpusiškumo, skaičių.

Sistemotyra – dar labai jaunas, giminingas matematikai mokslas. Jis pradėjo intensyviai formuotis tik nuo XX a. vidurio, nors pirmosios to mokslo idėjos buvo išsakytos dar 30-taisiais to amžiaus metais. Dabar šis mokslas intensyviai vystosi platin ir gilyn.

Sistemotyros mokslo sudėtis

Sistemotyros moksle egzistuoja trys kryptys: **teorinė, metodologinė ir taikomoji.**

Teorinę kryptį atstovauja:

- a) bendroji sistemų teorija,
- b) matematinė sistemų teorija,
- c) specialiosios sistemų teorijos.

Metodologinei kryptčiai priklauso:

- a) sisteminės analizės metodologija,
- b) sisteminės sintezės metodologija,
- c) sisteminio modeliavimo ir matematinio eksperimentavimo su sisteminiiais modeliais metodologija,
- d) sudėtingų techninių, organizminių ir organizacinių sistemų projektavimo ir tobulinimo sisteminė metodologija.

Taikomoji sistemotyra užsiima:

- a) sisteminio modeliavimo ir eksperimentų su sistemų modeliais taikymu techninėse, organizminėse ir organizacinėse sistemose,
- b) sudėtingų techninių sistemų projektavimo ir realizavimo metodų kūrimu, tobulinimu ir taikymu įvairių sudėtingų sistemų kūrime,
- c) orgprojektavimu, t.y. sudėtingų organizacinių sistemų projektavimu ir tobulinimu.

Taikomajai sistemotyros kryptčiai galima priskirti ir operacijų tyrimą, užsiimančią sudėtingų operacijų atlikimo optimizavimu, nors šis mokslas ir jo taikymo praktika pradėjo formuotis šiek tiek anksčiau negu sistemotyra ir dabar egzistuoja kaip atskiras savarankiškas taikomasis mokslas bei jo taikymo praktika.

Sistemotyros mokslo tikslai

Sistemotyros mokslas siekia:

- a) integruoti įvairius mokslus bei jų pasiekimus, kurti priemones, palengvinančias skirtingų mokslų ir specialybių atstovų bendradarbiavimą,
- b) formuoti bendrasisteminę mokslinę kalbą,
- c) formuoti holistinę sisteminę pasaulėžiūrą ir įvairių sričių specialistų sisteminį mąstymą,
- d) nagrinėti bendrasistemines savybes bei bendrasisteminius dėsningumus, stengiantis išsiaiškinti jų atsiradimo ir egzistavimo „mechanizmus“, emerđžencijos bei sudėtingų sistemų saviorganizacijos ir savivokos atsiradimo „mechanizmus“,
- e) kurti bendrasisteminius metodus, padedančius analizuoti, modeliuoti ir projektuoti sudėtingas kompleksines sistemas bei spręsti sudėtingumo problemą, atsirandančią susidūrus su pirmuoju ir antruoju informaciniu barjerai,
- f) kurti metodus ir priemones, palengvinančias sudėtingų kompleksinių sistemų ir procesų valdymą, bei to valdymo tobulinimą, gerinant jo kokybę ir toliaregiškumą.

Sistemotyros mokslo atsiradimo ir jo sparčios evoliucijos priežastys

Sistemotyros mokslo atsiradimą paskatino ir jo vystymąsi spartino šios **pagrindinės priežastys:**

- a) susidūrimas su informaciniais barjerai ir sudėtingumo problemos sprendimo poreikis;
- b) mokslų integravimo ir holistinės pasaulėžiūros bei bendrasisteminės mokslinės kalbos formavimo poreikis;

- c) emerđencijos reiškiny, jo suvokimo ir išmokymo į jį atsižvelgti bei juo naudotis poreikis;
- d) senojo – mechanistinio – mąstymo nepakankamumo suvokimas ir perėjimas prie naujo – sisteminio – mąstymo poreikis;
- e) izomorfizmų egzistavimo atradimas;
- f) poreikis ir galimybė spręsti organizacijų vadovų „akių atirišimo“ problemą;
- g) visuomenei gyvybiškai svarbių sudėtingų ekonominių, ekologinių ir socialinių problemų kolektyvinio sprendimo poreikis ir ryšium su tuo sudėtingų kolektyvinio darbo ir „kolektyvinio proto“ sistemų kūrimo ir tobulinimo poreikis.

Aplinkybės, padėjusios sistemotyros atsiradimui ir sparčiam jos vystymuisi

Sistemotyros atsiradimui ir sparčiam jos vystymuisi ypač padėjo dvi **aplinkybės**:

a) „kibernetinis bum“ – naujų mokslinių idėjų plitimui ir naujų mokslų atsiradimui palankaus psichologinio klimato mokslinėje visuomenėje susidarymas išgalėjus kibernetikos idėjoms ir suintensyvėjus bandymams taikyti tikslųjų mokslų metodus biologijoje ir visuomeniniuose moksluose;

b) antroji techninė revoliucija – kompiuterinės technikos ir jos programinės įrangos atsiradimas, stimuliavęs automatinį ir automatizuotų sistemų kūrimą, sisteminio modeliavimo ir sisteminio projektavimo automatizuotų sistemų atsiradimą.

Dabar sistemotyros vystymąsi ypač skatina biologinių ir organizacinių problemų sprendimo poreikis, galimybė kurti sudėtingų sistemų bei procesų matematinius modelius bei galimybė eksperimentuoti su tais modeliais.

Sistemotyros mokslo formavimosi uždaviniai

Sistemotyra, siekdama tapti susiformavusiu brandžiu mokslu, privalo spręsti ir išspręsti šiuos **mokslo formavimosi uždavinius**:

- a) konceptualizavimo,
- b) fundamentalizavimo,
- c) formalizavimo ir interpretavimo,
- d) integravimo ir sistematizavimo,
- e) sisteminės pasaulėžiūros ir sisteminio mąstymo formavimo,
- f) operacionalizavimo,
- g) instrumentalizavimo,
- h) taikymo.

Sistemotyros mokslo formavimosi metodai

Egzistuoja **trys sistemotyros mokslo formavimo bei formavimosi metodologijos** ir tas metodologijas atstovaujančios **sistemotyrininkų mokyklos**:

- a) empirinė intuityvinė induktyvinė metodologija,
- b) deduktyvinė metodologija,
- c) matematinio formalizavimo metodologija.

Šios trys metodologijos, sąveikaudamos tarpusavyje, papildo viena kitą ir formuoja bendrą sisteminę sistemotyros mokslo formavimo(si) metodologiją.

Sistemotyros kurso tikslai

Sistemotyros kursas, skaitomas matematinių specialybių studentams kaip matematinės sistemotyros kursas, siekia šių **tikslų**:

a) supažindinti studentus su pagrindinėmis sistemų teorijos sąvokomis, bendrasisteminiais dėsniais ir principais, išaiškinti jiems teorinius sisteminės analizės, sisteminio modeliavimo ir sisteminio projektavimo pagrindus;

b) padėti studentams išsiugdyti sisteminę pasaulėžiūrą ir įsigyti pradinius sisteminio mąstymo įgūdžius;

c) supažindinti studijuojančius šį kursą su sisteminės analizės metodais ir jų taikymu;

d) išdėstyti pagrindinius sisteminį matematinių modelių sudarymo ir panaudojimo bei sisteminio projektavimo metodus;

e) išmokyti studentus naudotis sisteminės analizės, sisteminio modeliavimo ir sisteminio projektavimo metodais;

f) papildyti, integruoti ir sistematizuoti studentų turimas žinias, jas sujungiant į darnią, efektyviai veikiančią ir objektyvią mokslinę sisteminę pasaulėžiūrą atitinkančią sistemą

Išsiaiškinamos sąvokos

Skaitydami literatūrą, skirtą sistemotyrai, studentai neišvengiamai susiduria su terminija, kuri daugumai skaitytojų nėra įprasta ir todėl yra arba nesuprantama, arba nepakankamai tiksliai suprantama. Atsižvelgdamas į šią aplinkybę, mokymosi priemonėje aš stengiuosi supažindinti studentus su specifine sistemotyros terminija, specialiai įtraukdamas į mokymosi priemonės tekstą gana daug specialių terminų. Siekdamas, kad studentai, skaitydami mokymosi priemonės tekstą, būtinai atkreiptų dėmesį, į tokius terminus, o taip pat į tuos terminus, kuriuos jie laiko žinomais, bet dažnai nepakankamai įsigilina į jų prasmę sistemotyros kurso kontekste, kiekvieno šios mokymosi priemonės skyriaus pabaigoje pateikiu tokių terminų, pavartotų tame skyriuje, sąrašus. Pateikiu tokį sąrašą ir „Įvado“ pabaigoje. Kai kurie iš čia pateiktų terminų kartosis ir pagrindiniame mokymosi priemonės tekste bei to teksto skyrių pabaigose pateiktuose sąrašuose, ypač tada, kai tuose skyriuose į tuos terminus bus galima ar būtina pažvelgti šiek tiek kitu aspektu, pastebėti kai kuriuos ypatingus niuansus.

Specialių terminų išsiaiškinimas ir jų įsisavinimas, taip pat jau žinomų terminų supratimo pagilinimas reikalingas ne tik tam, kad studentams būtų lengviau skaityti specialiąją mokslinę bei techninę literatūrą. **Dar svarbesnis tikslas – studentų mąstymo turtinimas, nes žmogus kalbą ir jos žodžius vartoja ne tik bendraudamas su kitais žmonėmis, bet ir mąstydamas. Įsisavindamas naujus žodžius, žmogus įsisavina ir naujas sąvokas. Tada jos pradeda dalyvauti jo mąstyme, turtindamos, gilindamos jį, darydamos jį subtilesnį, įvairesnį, išradingesnį. Žmogus negali mąstyti apie tai, kam neturi atitinkamų sąvokų. Kai skurdus žmogaus tezauros, tai skurdus ir jo mąstymas. Turtindamas savo tezaurą, žmogus turtina ir savo mąstymą, nes gali bei pradeda naudotis naujomis sąvokomis ir mąstyti apie tai, apie ką ankščiau mąstyti negalėjo. Todėl kiekvienam žmogui ir kiekvienai tautai labai svarbu turtinti savo kalbos žodyną. Todėl ir kitų kalbų mokėjimas naudingas ne tik bendravimo, bet ir mąstymo turtinimui, nes skirtingų kalbų ir tezaurai nėra tapatūs ir todėl jų jungimas turtina žmogaus mąstyme vartojamų sąvokų aibę.**

Peržvelgdami pateikiamus „žodynėlius“, studentai turėtų įsitikinti, jog supranta juose pateiktų žodžių **prasmę, turinį ir sąvokų apimtį** bei tai, kodėl, atrodo, žinomi žodžiai pateko į „žodynėlį“.

Susidūrę su žodžiais, kurių prasmė nėra pakankamai aiški ir nepaaiškėja iš konteksto, studentai privalėtų pabandyti išsiaiškinti jų prasmę internete, enciklopedijose bei tarptautinių žodžių žodynuose ar kreipdamiesi į kurso dėstytoją. Reikėtų stengtis, kad neliktų nė vieno nesuprasto ar nepakankamai giliai suprasto žodžio bei sakinio. Tokios pastangos padės turtinti ir gilinti mąstymą, mokyti suprasti skaitomą tekstą. Jos tikrai atsipirks, nes padės skaitytojui išplėsti savo erudiciją ir „mąstymo erdvę“.

Jei skaitytojui neaišku, ką reiškia tokios sąvokos kaip „sąvokos prasmė“, „sąvokos turinys“ ir „sąvokos apimtis“, rekomenduočiau paskaityti šios mokymosi priemonės 1.5.4. skyrelį.

abstrahavimas
abstrakčioji matematika
adaptyvumas
adekvatumas
aibių teorija
AIMS
Akofas
Aksioma
aktyvi sistema
aktyvus elementas
algoritmas
altruizmas
anabolizmas
analizė
analizinis modelis
analogija
antagonistinis lošimas
antagonizmas
antrasis informacinis barjeras

antrasis matavimas mokslų sistemoje
antrinė sąvoka
antroji signalinė sistema
antrojo tipo sistema
APS
Arbibas
Aristotelis
Arnofas
asimetrija
atributas
atributinė sistemų klasifikavimo sistema
atributinė struktūra
atstovaujamoji demokratija
atviroji sistema
atviros sistemos koncepcija
„auksinė taisyklė“
automatinio valdymo sistema
automatizuoto valdymo sistema (AVS)

balno taškas
bendrasisteminė mokslinė kalba
bendrasisteminė savybė
bendrasisteminiai principai
bendrasisteminiai santykiai
bendrasisteminis dėsni (dėsningumas)
„Bendrasisteminis (sisteminis) sąjūdis“
bendroji sistemų teorija
Bertalanfis

CASE

Čerčemenas

dalykiniai žaidimai
dalyvavimo demokratija
darbo organizavimo ir jo našumo didinimo principai
daugiareikšmė logika
dedukcija
degradacija
dekompozicija
demokratija
deskriptinis modelis
destrukcija
deterministinio chaoso teorija
determinizmas
determinuotumas
diferenciacija

ego
egoizmas
ekologija (siaurąja ir plačiąja prasme)
ekologinės problemos
ekonometrika
ekspertinė sistema
ekspertinis įvertis
ekstrapoliacija
emerdžencija
Emersonas
emocijos
empirinis mokslas

Falbas
fenomenologinis mokslas
FESM
FHD
filosofija
Foresteris
formalioji sistema
formalizavimas
formalizavimo uždavinys
formulavimas

genetika
genų inžinerija
gyvybė
gyvybingumas
GPSS

bifurkacija
biheviorizmas
bioinformatika
bionika
Bouldingo evoliucinė sistemų sistema
Brusilovskis
Burkovas
Buslenkos

chaoso teorija

difuzinė logika
difuzinė matematika
difuzinė sistema
difuzinis algoritmas
difuzinių aibių teorija
dinaminė sistema
dirbtinis intelektas
disfunkcija
disipatyvioji struktūra
dogmatinis mąstymas
„drugelio efektas“
duomenų bankas
dvireikšmė logika
dženeralistas

energijos tvermės dėsnis
entropija
epistemologija
ERD
erdvėlaikis
ergonomika
erudicija
esybė
Ešbis
euristika
evoliucinė sistemų klasifikavimo sistema

formulė
fragmentas
fraktalas
fundamentalizavimo uždavinys
fundamentiniai principai
funkcija
funkcinė (funkcionalinė) analizė
funkcinė metodologija
funkcinis požiūris
funkcionalas

grįžtamieji ryšiai
grupė
grupių teorija
Gudas

hedonizmas
hibridiniai mokslai
hierarchija
hierarchinė struktūra
hipotetinė aksioma

idealas
identifikatorius
identifikavimas
imitacija
imitacinis modelis
individualizmas
indukcija
informacija
informacinė visuomenė
informacinės technologijos
informacinis modelis
informacinis tinklas
informatika
instrumentalizavimo uždavinys
instrumentinė sistema

Jangas
jautrumas

kakofonija
Kalmanas
Kantas
katabolizmas
katastrofų teorija
kategorija
kategorijų algebra
kauzalinis modelis
Keinsas
„keistasis atraktorius“
kibernetika
kibernetika „plačiąja prasme“
kibernetika „siaurąja prasme“
„kibernetinis bumas“
kiekybinė analizė
Kirchhofo pirmoji teorema
klasifikavimas
klasikinė matematika
klasikinis mokslas
Kliras
kognityvinis modelis
kognityvizmas

labai sudėtinga sistema
labilumas
„laimės formulė“
laisvės laipsnių skaičius
Leonardas da Vinčis
liberalizmas

Maironis
Makas
Makolas
masinio aptarnavimo sistemų teorija
matematinė ekonomika

hipotezė
holizmas, holistinis požiūris
homomorfizmas
humanitariniai mokslai
humanizmas

instrumentiniai principai
intelektas
interpoliacija
interpretavimas
interpretavimo uždavinys
intuicija
intuicinis voliuntarizmas
invariantė
invariantiškumas
inžinerinė psichologija
iteracija
iteracijų principas
izomorfizmas
izomorfizmo dėsnis

jautrumo analizė

kokybinė analizė
KOL
„kolektyvinio proto“ sistemos
kolektyvizmas
kompiuteriniai eksperimentai ir žaidimai
kompleksinė sistema
kompleksinis kolektyvas
kompleksinis skaičius
konceptija
konceptinis modelis
konceptas
konceptualizavimo uždavinys
konforminė transformacija
konkretizavimas
konstravimas
koordinavimo principai
kosmogonija
kosmologija
kristalizacija
kristalografija
kvantas
kvantinė mechanika

lingvistika
lingvistinis aparatas
loginė formulė
logistika
lokalizavimas
lošimų teorija

matematinė fizika
matematinė lingvistika
matematinė sistemotyra
matematinis eksperimentas
matematinis modelis

mechanistinė pasaulėžiūra

Mesarovičius

metabolizmas

metamatematika

metodas

metodologija

modeliavimas

modeliavimas „plačiąja prasme“

modeliavimas „siaurąja prasme“

modelis

Moisejevas

neeuklidinė geometrija

negriežtai apibrėžta aibė

nekaltumo prezumpcijos principas

objektinė metodologija

objektinis požiūris

ontologija

operacija

operacijų tyrimas

operacinis aparatas

operacionalizavimas

operacionalumas

operands

operatorius

paprasta sistema

percepcija

pilietinio pasyvumo priežastys

pilietinio pasyvumo žala

pirmasis informacinis barjeras

pirmoji signalinė sistema

Platonas

Popiežius Jonas Paulius II

postulatas

postuluoti

pozityvinė logika

Rapoportas

redukcija

redukcinė kauzalinė metodologija

redukcionizmas, redukcionistinis požiūris

regresija

sąmonė

santykis

SAV

saviorganizavimosi procesas

savireguliacija

savivalda

savivoka

savivoka

savybė

sąvoka

sąvokos apimtis

sąvokos prasmė

sąvokos turinys

sąžinė

semantika

mokslo formalizavimo uždavinys

mokslo fundamentalizavimo uždavinys

mokslo instrumentalizavimo uždavinys

mokslo integravimo uždavinys

mokslo konceptualizavimo uždavinys

mokslo operacionalizavimo uždavinys

mokslo sistematizavimo uždavinys

mokslo taikymo uždaviniai

mokslų diferenciacija

mokslų integracija

moralė – visuomenės išminties forma

netiesinės funkcijos

normatyvinis modelis

optimizacinis modelis

optimizavimas

Optneris

ordoliberalioji demokratija

ordoliberalizmas

organizacinė sistema, organizacija

organizminė metodologija

organizminė sistema, organizmas

organizuotumas

orgprojektavimas

pozityvizmas

predikatas (1) ir predikatas (2)

predikatų logika

pirminė sąvoka

pirmojo tipo sistema

posistemis

POWERSIM

precedentas

predikatų skaičiavimas

prioritetas

prognozavimas

REL

reliacinė struktūra

reliatyvumas

Romos klubas

simbolinė logika

simetrija

simfonija

sinergetinis efektas

sintezė

sistema

sistematika

sistematškumas

sistematizavimas

sisteminė analizė

sisteminė dinamika

sisteminė pasaulėžiūra

sisteminė savybė

sisteminė sintezė

sisteminiai principai

sisteminis analitikas (sistemų analitikas)
 sisteminis mąstymas
 sisteminis modeliavimas
 sisteminis požiūris
 sisteminis projektavimas
 sisteminis santykis
 sistemiškumas
 sistemodara
 sistemos elementas
 sistemos elemento individualios savybės
 sistemos elemento struktūrinės savybės
 sistemos struktūra
 sistemos sudėtis
 sistemotechnika
 sistemotyra
 sistemotyros matematinis aparatas
 sistemų klasifikacija
 sistemų lygiai
 sistemų teorija
 socialinė psichologija
 socialinės problemos
 socialiniai mokslai
 „socialinis kapitalas“
 sociologija

Takahara
 tarpdisciplininiai barjerai
 teiginių logika
 teiginių skaičiavimas
 teiginys
 teleologinė metodologija
 teorema
 teorija
 terminalinė metodologija
 tezasauras
 tiesinė funkcija
 tiesioginė demokratija
 tiesioginiai ryšiai

Ujomovas
 universalumas

Vagneris
 valdymas
 valdymo kontūras
 valdymo kontūrų piramidė
 valdomoji demokratija
 Vebsteris

Zadė

žymėjimų sistema
 žinių bankas
 žinių integravimas ir sistematizavimas

sociometrija
 sofizmas
 Sokratas
 solitonas
 specialiosios sistemų teorijos
 specialistas
 stabilumas
 stabilumo analizė
 Staras
 statistika
 statistinis modelis
 Stermanas
 stochastinė sistema
 stochastinis modeliavimas
 struktūra
 struktūrų lygiai
 studentijos pilietinė pareiga
 studentijos vaidmuo
 substratas
 sudėtinga sistema
 sudėtingumo problema
 SUL
 supraorganizminė sistema

tikimybinė logika
 tikimybių teorija
 tinklinė struktūra
 tinklinis grafikas
 tinklinis planavimas
 topologija
 topologinė transformacija
 traktuotė
 TSF – taisyklingai sudaryta formulė
 Tumas-Vaižgantas
 turbulentinis tekėjimas
 tvermės dėsniai

uždara sistema

vertybinė orientacija
 vertybių hierarchija
 Vyneris
 virtuali sistema
 virtualus pasaulis

žinių visuomenė
 žmogaus poreikių piramidė

Klausimai savikontrolei

1. Ką, Jūsų manymu, galima ir tikslinga vadinti sistemomis? Kuo skiriasi pirmojo ir antrojo tipo sistemos? Kas jose bendro? Išvardinkite pagrindinius (būtinus ir pakankamus) pirmojo ir antrojo tipo sistemų požymius. Savo samprotavimus iliustruokite juos patvirtinančiais konkrečiais pavyzdžiais.

Kuriam sistemų tipui Jūs priskirtumėte miško ekosistemą? O muzikinės notacijos sistemą? Kuo skiriasi notacijos sistema nuo tokios sistemos, kurią vadina muzikos kūrinio (pavyzdžiui, nuo simfonijos)?

2. Kuo skiriasi atviros ir uždaros sistemos? Kas yra anabolizmas, katabolizmas ir metabolizmas? Kokį vaidmenį sistemotyros mokslo atsiradimo istorijoje suvaidino metabolizmo tyrimai? Kodėl uždaroje sistemoje entropija gali tik didėti arba likti pastovi, o atviroje sistemoje kai kada gali ir mažėti? Jei, bandant atsakyti į šį klausimą, kyla kokių nors neaiškumų, žvilgtelėkite į šios mokymosi priemonės 1.6. skyriaus 1.6.4.1. skyrelį. Ką vadiname entropija ir kaip ši sąvoka surišta su informacija?

3. Kuo skiriasi sistemos sisteminė savybė nuo tos sistemos elementų individualių savybių? Kuo skiriasi sąvokos „sistemos sudėties elementas“ ir „sistemos struktūros elementas“? Kuo skiriasi sistemos elemento individualios savybės nuo jo struktūrinių savybių? Atsakymą iliustruokite konkrečiais pavyzdžiais.

4. Kas yra emerđencija? Kaip Jūs paaiškintumėte emerđencijos reiškinį? Kodėl emerđencijos reiškinio egzistavimas apsunkina sudėtingumo problemos sprendimą? Kaip žmogus gali pasinaudoti emerđencijos reiškinio savo poreikių tenkinimui?

5. Ką Jūs esate girdėję apie pirmąjį ir antrąjį informacinius barjerus? Kokios, Jūsų manymu, tų barjerų atsiradimo priežastys? Kokios pasekmės išplaukia iš tų barjerų egzistavimo?

6. Ką vadiname sudėtingumo problema? Kokias sistemas Jūs pavadintumėte paprastomis, kokias – sudėtingomis, o kokias – labai sudėtingomis? Savo atsakymą iliustruokite konkrečiais pavyzdžiais.

7. Kodėl įvyko mokslų diferenciacija? Ar buvo galima jos išvengti? Kodėl? Kokios teigiamos ir kokios neigiamos tos diferenciacijos pasekmės? Kodėl reikalinga mokslų integracija? Kokias problemas reikia išspręsti, kad tokia integracija įvyktų?

8. Pabandykite savais žodžiais apibūdinti sistemų struktūrų izomorfizmo reiškinį ir rasti jo pavyzdžių, nepaminėtų „Įvade“. Kuo izomorfizmo sąvoka skiriasi nuo jam giminingos homomorfizmo sąvokos? Pateikite homomorfizmo pavyzdžių. Kodėl sistemos, vykdančios vienodas ar panašias funkcijas, dažnai turi vienodas ar panašias struktūras? Apibūdinkite savais žodžiais sistemos struktūros sąvoką. Kokį vaidmenį vaidina sistemos struktūra pirmojo tipo sistemoje ir kokį – antrojo? Atsakymą iliustruokite pavyzdžiais.

9. Kodėl mechanistinės metodologijos nebepakanka, nagrinėjant organizmines ir organizacines sistemas? Ką Jūs pavadintumėte „sisteminio mąstymo“? Išvardinkite keletą svarbiausių sisteminio mąstymo požymių? Kodėl naudinga išsiugdyti sisteminio mąstymo įgūdžių? Pagrįskite teiginį „sisteminis požiūris net į paprastus objektus ir reiškinius leidžia ir skatina pažvelgti į juos giliau bei plačiau ir pamatyti juose daugiau negu įprasta“.

10. Kaip Jūs suprantate didelės organizacijos vadovo „akių atirišimo“ problemą? Kodėl ir kaip reikia tą problemą spręsti? Raskite keletą matematinių eksperimentų su sistemų matematiniais modeliais ir jų taikymo pavyzdžių. Kodėl matematiniai eksperimentai gali naudingai papildyti, o neretai – ir pakeisti natūrinius eksperimentus?

11. Kodėl kompiuterinės technikos atsiradimą vadina antrąja technine revoliucija? Kuo skiriasi antroji techninė revoliucija nuo pirmosios? Kaip kompiuterinė technika ir jos matematinė įranga gali padėti sudėtingumo ir „akių atirišimo“ problemų sprendimui?

12. Aprašykite savais žodžiais, kaip Jūs suprantate tokių sisteminių savybių kaip „organizuotumas“ ir „labilumas“ sąvokas. Palyginkite skruzdėlyną ir studentų grupės organizuotumą ir labilumą. Kokias išvadas padarėte? Kodėl? Paaiškinkite labilumo atsiradimo „mechanizmą“.

13. Ką turi bendro ir kuo, Jūsų nuomone, skiriasi tokios sisteminės savybės kaip „adaptyvumas“, „atsparumas trikdžiams“ ir „sistemos gyvybingumas“? Kodėl galima kalbėti apie techninės sistemos gyvybingumą, nors tokia sistema ir neturi gyvumo savybės? Atsakymą iliustruokite pavyzdžiais. Kuo būtų galima matuoti čia išvardintas tris sisteminės savybes, jų pasireišimo laipsnį? Kaip jos surištos su pirmojo tipo sistemų sąvokomis?

14. Kuo, Jūsų nuomone, skiriasi „sistemiškumo“ ir „sistematiskumo“ sąvokos? Atsakymą iliustruokite pavyzdžiais.

15. Kuo užsiima sistemotyros mokslas ir kokias problemas jis sprendžia? Išvardinkite pagrindines sudėtinės sistemotyros mokslo dalis ir trumpai apibūdinkite jas.

16. Ką turi bendro tradicinė filosofija ir bendroji sistemų teorija? Kuo tie mokslai skiriasi? Kokią naudą galima būtų gauti iš filosofų ir sistemotyrininkų bendradarbiavimo?

17. Kuo skiriasi matematika ir matematinė sistemotyra? Ką jos turi bendro? Kodėl sistemotyrininkai turi gerai išmanyti matematiką ir mokėti naudotis jos kalba ir aparatu?

18. Apibūdinkite savais žodžiais, kas, Jūsų manymu, yra teorija, kas – metodologija, o kas – teorijos ir metodologijos taikymai. Savo samprotavimus iliustruokite pavyzdžiais. Kodėl teisingam ir kūrybiškam teorijos taikymui nepakanka tik jos žinojimo, o būtinas dar ir jos supratimas?

19. Išvardinkite ir trumpai apibūdinkite pagrindines sistemotyros atsiradimo ir jos sparčios evoliucijos priežastis bei sąlygas ir aplinkybes.

20. Kodėl L. Bertalanfio idėjos pradžioje nebuvo tinkamai įvertintos ir kodėl į jas buvo visai kitaip pažiūrėta praėjusio šimtmečio viduryje? Kokie bendrasisteminiai dėsningumai galėtų paaiškinti tokius reiškinius?

21. Kodėl sisteminio požiūrio ir dženeralistų poreikį viena iš pirmųjų pajuto būtent medicina?

22. Kas yra sintezė, o kas – analizė. Kaip suprantamos šitos sąvokos chemijoje, o kaip – sistemotyroje? Kuo skiriasi projektavimas nuo deskriptinio modeliavimo? Pateikite deskriptinių ir normatyvinių modelių pavyzdžių.

23. Kas, Jūsų manymu, yra imitacinis modeliavimas ir kuo imitaciniai modeliai skiriasi nuo analizinių? Pateikite analizinių ir imitacinių modelių bei jų taikymo pavyzdžių.

24. Kas, Jūsų manymu, yra indukcija, o kas – dedukcija? Kaip ir kur šie mąstymo metodai naudojami sistemotyroje? Ar jų pakanka? Kas, Jūsų manymu, yra intuicija, o kas – euristika? Atsakymą iliustruokite pavyzdžiais.

25. Išvardinkite pagrindinius uždavinius, kuriuos sprendžia sistemotyros mokslas. Trumpai apibūdinkite konceptualizavimo, fundamentalizavimo, formalizavimo, operacionalizavimo ir instrumentalizavimo uždavinius, iliustruodami savo samprotavimus pavyzdžiais.

26. Trumpai apibūdinkite sistemotyros kurso tikslus. Kodėl naudinga studijuoti sistemotyra? Kokios sistemotyros kurso dalys atrodo naudingiausios? Kodėl? Kaip, Jūsų nuomone, reikėtų organizuoti sistemotyros kurso studijas, kad jos atneštų studijuojantiems didžiausią naudą? Savo atsakymą pagrįskite.

27. Trumpai apibūdinkite pagrindines sistemotyros raidos kryptis ir sistemotyros mokslo formavimo bei formavimosi metodologijas. Kodėl naudinga tų metodologijų sintezė?

28. Kodėl kai kurie tikslųjų mokslų atstovai, priklausantys senajai kartai, abejoja sistemotyros naudingumu? Išvardinkite šiuolaikinio sistemotyros mokslo silpnąsias vietas ir pabandykite atsakyti į klausimą, ar galima tuos trūkumus pašalinti. Jei galima, tai kuriuos ir kaip?

29. Ar galima sudėtingas problemas išspręsti pavienių žmonių nesuderintomis pastangomis? Ką, Jūsų manymu, vadina „ekspertinėmis sistemomis“, o ką – „kolektyvinio proto sistemomis“? Ką vadina „dirbtinio intelekto sistemomis“ ir koks jų vaidmuo „kolektyvinio proto“ sistemose? Jei, bandant atsakyti į šiuos klausimus, kyla kokių nors neaiškumų pasiskaitykite šios mokymosi priemonės 1.16.3. ir 1.16.4. skyrelius. Pagrįskite teiginį: „Nagrinėjant sudėtingas sistemas ir sudėtingus procesus, sisteminis požiūris tampa ne tik pageidautinu, bet ir būtinu“.

30. Kaip Jūs įsivaizduojate dženeralistų vaidmenį įvairiose visuomenės gyvenimo ir veiklos sferose? Ką turėtų žinoti, suprasti ir mokėti dženeralistai? Kuo dženeralistas skiriasi nuo specialisto?

31. Kas yra „pilietinė visuomenė“ ir kaip ją reikėtų kurti? Išvardinkite „pilietinės visuomenės“ požymius. Palyginkite Lietuvos visuomenės pilietiškumo laipsnį Sąjūdžio pakilimo laikais ir dabar. Kuo paaiškintumėte skirtumus?

32. Kodėl popiežius Jonas Paulius II teigė, jog pasyvumas šiandien vis labiau virsta kalte? Pabandykite pagrįsti šios minties teisingumą, nurodydami Jums žinomas pilietinio pasyvumo neigiamas pasekmes. Kodėl kai kam piliečių pasyvumas yra naudingas? Ar neskatina pilietinio abejingumo ir pasyvumo pavienio asmens bejėgiškumo bei jo pastangų bevaisiškumo pojūtis? Ar kai kam nėra naudinga palaikyti ir net skatinti daugumos piliečių abejingumo, bejėgiškumo ir nusivylimo nuotaikas? Ką Jūs siūlytumėte daryti?

33. Ką vadina vertybine orientacija ir vertybių hierarchija? Pateikite skirtingos vertybinės orientacijos bei skirtingos vertybių hierarchijos pavyzdžių. Kaip Jūs vertinate dabar paplitusią ir vis labiau įsigalinančią visuomenėje vertybių hierarchiją? Kokią vertybinę orientaciją (Jūsų nuomone) ir kaip reikėtų ugdyti mūsų visuomenėje? Pagrįskite savo pasiūlymus.

34. Įrodykite išmintingumo ir moralumo sąryšį. Pagrįskite „auksinės“ taisyklės teisingumą ir naudingumą.

35. Išvardinkite ir trumpai apibūdinkite sistemotyros mokslo ir jo formavimosi tikslus, iliustruodami savo apžvalgą konkrečiais pavyzdžiais, nurodydami informacijos šaltinius, kuriais Jūs naudojotės.

36. Susipažinkite su studentų Mariaus Joco, Juditos Kriukaitės ir Reantos Tamkun referatais, kuriuos galite gauti pas sistemotyros kurso dėstytoją. Kokios temos nagrinėjamos tuose referatuose? Ką naujo Jūs sužinojote perskaitę tuos referatus? Ko Jūs tuose referatuose pasigedote? Pasirinkite temą, kuri nagrinėjama šios mokymosi priemonės „Įvade“ bei būtų įdomi ir naudinga studijuojantiems sistemotyra, tačiau nebuvo išnagrinėta minėtuose referatuose, ir parašykite savo referatą. Kokiais papildomais informacijos šaltiniais Jūs pasinaudojote, ruošdami savo referatą? Kokias vaizdines priemones Jūs parengėte ir panaudojote, pristatydami savo referatą savo kolegų auditorijai? Ar Jūsų referatas sudomino studentus ir dėstytoją? Kuo jis papildė mokymosi priemonę? Kokią naudą Jums asmeniškai davė tas darbas, kurį Jūs atlikote rašydami šį savo referatą?