

1.2. OBJEKTO ĮEJIMŲ IR IŠEJIMŲ MATEMATINIS APRAŠYMAS

Objektas O_i , sąveikaudamas su aplinka, gali keistis su ja medžiagomis, energija ir informacija. Tų apsikeitimų matematiniam aprašymui sistemų teorijoje įvedamos specialios sąvokos ir žymėjimai, t. y. sudaroma **įėjimų ir išėjimų aprašymo kalba** su savo simboliais – **kalbos ženklais** ir su savo **gramatikos taisyklėmis**. Susipažinsime su tos kalbos pagrindiniais elementais, leidžiančiais matematiškai aprašyti įėjimų bei išėjimų **srautus** ir įėjimų bei išėjimų **procesus**.

Visų pirma, žiūrėdami į įeigą ir išeigą (t. y. į **įėjimo ir išėjimo srautus kokių nors fiksuotu momentu t**) kaip į tam tikrus objektus, įsivesime objekto O_i **įeigos ir išeigos vektorius** $\bar{x}_i = (x_{i,1}, x_{i,2}, \dots, x_{i,k}, \dots, x_{i,n})$ ir $\bar{y}_i = (y_{i,1}, y_{i,2}, \dots, y_{i,l}, \dots, y_{i,m})$, kurių **koordinatinių $x_{i,k}$ ir $y_{i,l}$ reikšmės** yra įėjimo ir išėjimo srautus charakterizuojančių parametrų reikšmės. Šitų parametrų pasirinkimas nėra vienareikšmis, todėl vieną ir tą patį srautą galima aprašyti įvairiais vektoriais, t. y. **vienas ir tas pats srautas gali turėti kelis matematinius modelius**. Svarbu, kad tie modeliai tenkintų **pakankamo adekvatumo principo** reikalavimus, t. y. kad visos esminės realaus srauto savybės ir visi esminiai santykiai tarp jų būtų matematiškai aprašyti ir pakankamai tiksliai išreikšti matematiniais simboliais ir santykiais tarp jų.

Aprašant įėjimų ir išėjimų srautus bei procesus, nederėtų painioti **vektoriaus**, jo **koordinatės** ir tos **koordinatės reikšmės** sąvokų, nes tų sąvokų **denotatai** (esybės, kurias žymi tų sąvokų pavadinimai bei žymenys) yra skirtingi, o todėl tos sąvokos skiriasi ir savo turiniu, ir savo apimtimis.

Pavyzdžiui, medžiagų sandėlio įėjimo vektoriaus **koordinatės** atitinka atvežamų į sandėlį **medžiagų rūšis**, o **koordinatinių reikšmės** momentu t – atvežtų ir tuo momentu priimamų į sandėlį atitinkamų rūšių **medžiagų kiekius**. Medžiagų sandėlio įėjimų vektorius – hierarchinis, kurio kiekviena komponentė – medžiaginė, informacinė ar energetinė – savo eile gali būti vektorius. Pavyzdžiui, atvežamų į sandėlį medžiagų vektorius yra vektorius, turintis tiek koordinatinių, į kiek rūšių yra skirstomos tos medžiagos, kurias sandėlis gauna. Jei sandėlininkui bei sandėlio vadovybei svarbu skirti medžiagas ne tik pagal jų rūšis, bet ir pagal kiekvienos į sandėlį atvežamos medžiagos gamintojus bei tiekėjus, tai atvežtų medžiagų vektoriaus koordinatinių skaičius bus jau didesnis už medžiagų rūšių skaičių, nes teks atskirai laikyti ir atskirai skaičiuoti ne tik skirtingas, bet ir tos pačios rūšies medžiagas, gautas iš skirtingų tiekėjų bei gamintojų.

Visų vektoriaus koordinatinių reikšmės momentu t nusako **vektoriaus reikšmę** tuo momentu.

Interpretuodami bei vaizduodami čia ką tik išvardintas sąvokas grafiškai, galime teigti, kad įėjimų **vektoriaus koordinatės atitinka tų koordinatinių ašys** įėjimų erdvėje, **koordinatinių reikšmės momentu t – atitinkami taškai ant tų ašių**, o įėjimų **vektoriaus reikšmę momentu t – atitinkamas įėjimų erdvės taškas**, t. y. taškas, kurio koordinatinių reikšmės – momentu t gautų visų medžiagų kiekių.

Analogiškai sudaromi vektoriai, aprašantys informacinį ir energetinį (kai to reikia) medžiagų sandėlio įėjimus bei išėjimus, nustatomos tų vektorių koordinatinių reikšmės bei pačių vektorių momentinės reikšmės.

Žiūrėdami į objekto įėjimą ir išėjimą **kaip į procesus**, mes pamatysime, kad koordinatinių $x_{i,k}$ ir $y_{i,l}$ reikšmės gali kisti. Todėl mes galime žiūrėti į tas reikšmes kaip į **laiko momentų t bei laiko intervalų (t_s, t_{s+1}) funkcijas** $x_{i,k} = x_{i,k}(t)$ ir $y_{i,l} = y_{i,l}(t)$ bei $\bar{x}_{i,k}(t_s, t_{s+1})$ ir $\bar{y}_{i,l}(t_s, t_{s+1})$, kur $\bar{x}_{i,k}(t_s, t_{s+1})$ ir $\bar{y}_{i,l}(t_s, t_{s+1})$ yra vidutinės $x_{i,k}$ ir $y_{i,l}$ reikšmės intervale $[t_s, t_{s+1}]$. Laiko funkcijomis bus ir vektoriai $\bar{x}_i = \bar{x}_i(t)$ bei $\bar{y}_i = \bar{y}_i(t)$, o taip pat $\bar{x}_i = \bar{x}_i(t_s, t_{s+1})$ ir $\bar{y}_i = \bar{y}_i(t_s, t_{s+1})$, kurių kitimas vyks vektorinėse erdvėse X_i ir Y_i , vadinamose objekto O_i **įėjimo ir išėjimo erdvėmis**. Šitos erdvės yra **matematinės erdvės** ir gali būti vienamatis (skaliarinės), o kartais ir „nulmatės“ (kai objektas O_i izoliuotas nuo aplinkos), tačiau dažniausiai jos yra daugiamatės ir neretai turi gana daug matavimų (koordinatinių ašių). Jos gali būti diskrečios, tolydžios ir mišrios.

Pavyzdžiui, kokios nors įmonės, gaminančios prietaisus ar mašinas, įėjimų erdvė turi koordinates, atitinkančias visų gaunamų medžiagų, įrengimų, energijos ir informacijos esmines

charakteristikas (parametrus), o tos įmonės išėjimų erdvės koordinatės atitinka įvairius gaminamos produkcijos tipus bei jos parametrus. Tokiu būdu įmonių įėjimų ir išėjimų erdvės X ir Y gali turėti šimtus, o kartais net ir tūkstančius koordinatinių ašių, žymimų indeksų k ir l skirtingomis reikšmėmis (pavyzdžiui, numeriais).

Sudėtingais atvejais neretai būna tikslinga vektorius $\bar{x}$ ir $\bar{y}$ suskaidyti į keletą paprastesnių vektorių, kurie savo ruožtu gali būti suskaidyti į dar paprastesnius ir t. t., t. y. įvesti koordinačių x_k ir y_l **hierarchinę klasifikavimo ir kodavimo sistemą**.

Pavyzdžiui, statistikos departamentas naudoja gana sudėtingomis hierarchinėmis įmonių veiklos rūšių ir gaminamos produkcijos rūšių klasifikavimo ir kodavimo sistemomis, priimtomis visoje ES, ir jų pagrindu sudarytais **klasifikatoriais**.

Tokiu atveju į vektorius $\bar{x}$ ir $\bar{y}$ galima žiūrėti ne tik kaip į paprastus vektorius, bet ir kaip į „hierarchinius“ vektorius:

$$\begin{aligned}\bar{x} &= (\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_p, \dots, \bar{x}_r), & \bar{x}_p &= (\bar{x}_{p,1}, \bar{x}_{p,2}, \dots, \bar{x}_{p,i}, \dots, \bar{x}_{p,t}), \\ \bar{y} &= (\bar{y}_1, \bar{y}_2, \dots, \bar{y}_q, \dots, \bar{y}_u), & \bar{y}_q &= (\bar{y}_{q,1}, \bar{y}_{q,2}, \dots, \bar{y}_{q,j}, \dots, \bar{y}_{q,u}), \\ \bar{x}_{p,i} &= (\bar{x}_{p,i,1}, \bar{x}_{p,i,2}, \dots, \bar{x}_{p,i,v}), & & \\ \bar{y}_{q,j} &= (\bar{y}_{q,j,1}, \bar{y}_{q,j,2}, \dots, \bar{y}_{q,j,w}) & \text{ir t. t.}\end{aligned}$$

Hierarchinėmis gali būti ir **vektorinės funkcijos** $\bar{x}(t)$, $\bar{y}(t)$, vaizduojančios **įėjimo ir išėjimo trajektorijas**, o kartu – ir **įėjimo bei išėjimo procesus**.

Ne visuomet tikslinga (ir įmanoma) stebėti ir aprašinėti objektą kiekvienu laiko t momentu. Tuomet stebėjimų laiko intervale T , vadinamame **objekto kalendoriumi**, galime išskirti keletą momentų $t_0, t_1, t_2, \dots, t_w$ bei laiko intervalų $[t_0, t_1)$, $[t_1, t_2)$, ... ir, išmatavę įėjimų bei išėjimų parametrų reikšmes $x_{i,k}(t)$, $y_{i,l}(t)$ tais ir tik tais momentais, bei tų parametrų vidutinės reikšmės jau minėtuose laiko intervaluose, vietoj tolydžių funkcijų $x_{i,k}(t)$ ir $y_{i,l}(t)$ (kurios daugelyje atvejų gali būti ir nežinomos, t. y. nenustatytos) galime nagrinėti jų reikšmių sekas $x_{i,k}(t_0), x_{i,k}(t_1), x_{i,k}(t_2), \dots, x_{i,k}(t_s), \dots, x_{i,k}(t_w)$ ir $y_{i,l}(t_0), y_{i,l}(t_1), y_{i,l}(t_2), \dots, y_{i,l}(t_s), \dots, y_{i,l}(t_w)$ bei $\bar{x}_{i,k}(t_0, t_1), \bar{x}_{i,k}(t_1, t_2), \dots, \bar{x}_{i,k}(t_{w-1}, t_w)$ ir $\bar{y}_{i,l}(t_0, t_1), \bar{y}_{i,l}(t_1, t_2), \dots, \bar{y}_{i,l}(t_{w-1}, t_w)$ fiksuotuose taškuose $t^*=t_0, t^*=t_1, t^*=t_2, \dots, t^*=t_w$ bei laiko intervaluose $[t_0, t_1)$, $[t_1, t_2)$, ... Tokios kintamųjų $x_{i,k}(t_s)$ ir $y_{i,l}(t_s)$ bei $\bar{x}_{i,k}(t_s, t_{s+1})$ ir $\bar{y}_{i,l}(t_s, t_{s+1})$ reikšmių sekos yra vadinamos **laiko eilutėmis**. Tai – **diskrečioji įėjimo ir išėjimo trajektorijų forma**.

Sistemoje tenka vartoti ir **tolydų**, ir **diskretų** objektų O_i kalendorių. Yra ir tokių objektų bei procesų, kurių nagrinėjimui tikslinga naudotis **mišriu kalendoriumi**, t. y. žiūrėti į kalendorių T , kaip į sudėtingą konstrukciją, susidedančią iš diskreta laiko momentų (taškų) $t_0, t_1, t_2, \dots$ ir laiko intervalų (atkarpu) $(t_i, t_{i+1}]$ arba $[t_i, t_{i+1})$, kuriuose kalendorius yra tolydus.

Pavyzdžiui, dangaus kūnų judėjimo aprašymui geriausiai tinka tolydus kalendorius, įrenginių pristatymo į sandėlį procesų aprašymui – diskretus, o daugumos gamybinių procesų aprašymui – mišrus kalendorius.

Aprašant objekto įeigą ir išeigą, ne visuomet pavyksta visas jų charakteristikas pakankamai pilnai ir pakankamai tiksliai išreikšti **kiekybiškai**, naudojantis **santykių ir intervalų skalėmis**.* Neretai tenkinamasi tų ar kitų įeigos bei išeigos komponentų ir jų **kokybinių lygių** pažymėjimu, naudojantis **rangų** (t. y. tvarkos) ar net **nominaline** (t. y. pavadinimų) skalėmis ir specialiais ženklais –

* Egzistuoja keturių tipų skalės, skirtos tyrimų bei jų metu atliktų matavimų rezultatų vertinimui: santykių, intervalų, rangų ir nominalinė.

Pirmosios dvi taikomos **kiekybinių** matavimų rezultatams ir skiriasi viena nuo kitos tik tuo, kad **santykių skalė**, kuri taikoma matuojant ilgus, plotus, tūrius, svorius ir pan., turi **absoliutųjį nulį**, nuo kurio atidedamos atkarpos, kurių ilgai yra proporcingi matuojamiems dydžiams, o **intervalų skalė**, kuri taikoma laiko (pvz., kalendorinių metų), temperatūros (pvz., Celsijaus, Farenheito, Reomiuro skalės) matavimui turi tik **sąlyginį** (sutartinai pasirenkamą) **nulį**. Kelvino temperatūros skalė – jau santykių skalė.

Dvi paskutinės skalės skirtos **kokybiniam** vertinimui, identifikavimui bei klasifikavimui. **Rangų** (arba tvarkos) **skalė** taikoma esybių palyginimui bei rikiavimui pagal kokybinius požymius bei jų intensyvumą, o **nominalinė** (arba pavadinimų) **skalė** – esybių bei jų savybių identifikavimui ir klasifikavimui.

identifikatoriais, iš anksto susitarus, ką tie identifikatoriai reiškia, kokią realybę jie atitinka. Identifikatoriais gali būti raidės bei jų grupės ar net natūralių kalbų žodžiai, hieroglifai, kodai, kompiuterių monitorių ekranuose bei taip vadinamose instrumentų juostose vartojami mygtukų modeliai („ikonas“), žmonių pavardės ir vardai, jų asmens kodai, žmogaus pirštų papiliarinių linijų atspaudai, firmų prekių ženklai, gatvių pavadinimai, namų numeriai ir kiti žymenys. Skaitmenys, kuriais užrašomos kiekybinės koordinatų reikšmės, irgi gali būti laikomi identifikatoriais. Elementarių identifikatorių sąrašai vadinami įeigos ir išėigos **kalbų abėcėlėmis**. Jas žymėsime gotiškais raidėmis $\mathbb{X}$ ir $\mathbb{Y}$. Skirtingi įėjimai ir išėjimai gali turėti skirtingas abėcėles ir skirtingas įėjimų bei išėjimų kalbas. Iš **abėcėlės ženklų** (elementarių identifikatorių) galima sudarinėti jų sekas, aprašančias realius ir galimus įėjimo ir išėjimo srautus bei jų dalis, konstruoti įėjimų bei išėjimų trajektorijų atkarpas. Tokias sekas galima laikyti **sudėtingais identifikatoriais**.

Trumpiausias* objektų įėjimo išėjimo kalbų abėcėlių ženklų sekas, sudarytas iš vieno, kelių ar keliolikos ženklų ir gramatiškai atskirtas viena nuo kitos (t.y. atskirtas viena nuo kitos atitinkamais skyrybos ženklais, pavyzdžiui, tuščiais tarpeliais), atliekančias sąvokų vardų (identifikatorių) funkcijas ir todėl turinčias autonomines (t.y. savarankiškas) semantines reikšmes (prasmes), vadinsime įėjimo ir išėjimo kalbų žodžiais.

Įėjimo ir išėjimo kalbų abėcėlių ženklų pavyzdžiu gali būti raidės, vartojamos rašytiniam **natūralios garsų kalbos** (pvz.: lietuvių, rusų, anglų ir kt.) bei minčių vaizdavimui. Įeigos ir išėigos žodžiais tuo atveju bus tos kalbos žodžiai. Priemiestinių traukinių bilietų pardavimo automatuose įėjimo kalbos raidėmis bus įvairios monetos, žodžiais – tų monetų kombinacijos, atitinkančios bilietų kainas, išėjimo kalbos raidėmis ir „vienaraidžiais“ žodžiais – bilietai į traukinį.

Iš įėjimo bei išėjimo kalbų žodžių, naudojantis tų **kalbų gramatikų taisyklėmis**, galima sudarinėti žodžių sekas, turinčias tą ar kitą autonomiškumą prasmės ir gramatiniu atžvilgiais.

Trumpiausias žodžių sekas, turinčias specialias paskirtis ir savarankiškas, tam tikra prasme jau išbaigtas, semantines reikšmes (t. y. tų kalbų priemonėmis vaizduojančias atskiras „komandas“ bei ką nors teigiančias ar neigiančias mintis), formaliai atskirtas viena nuo kitos specialiais tose kalbose priimtais skyrybos ženklais, vadinsime **įėjimo ir išėjimo kalbų sakiniais**.

Jų pavyzdžiais galima laikyti natūralių kalbų (lietuvių, anglų, rusų ir kitų kalbų) sakinius, algoritminėmis kalbomis užrašytus matematinius reiškinius – matematines formules, vaizduojančias, kokias matematines operacijas ir kokia tvarka reikia atlikti su duomenimis, kad gautume mus dominančio parametro reikšmę ar kokią nors kitą rezultatą, turintį nors ir elementarią, bet savarankišką, tam tikra prasme jau išbaigtą, reikšmę, vertę ar paskirtį.

Iš sakinių galima sudaryti dar sudėtingesnes ir stambesnes jų sekas, gaunant naujas kalbines konstrukcijas, turinčias tam tikrą autonomiškumą, t. y. savarankišką paskirtį ir atskirą savarankišką prasmę (savarankišką ne tik pavienių sakinių, bet ir viso jų junginio prasmę).

Atskirdami tokius sakinių junginius vieną nuo kito kokiomis nors specialiomis struktūrinėmis priemonėmis, numatytomis tose kalbose, gauname sakinių sekas, vadinamas „**pastraipomis**“, o iš jų konstruojame dar sudėtingesnes **įėjimo bei išėjimo trajektorijų atkarpas** ir pačias **trajektorijas**.

Tokių struktūrinių darinių pavyzdžiais gali būti ir šios mokymosi priemonės pastraipos, skyreliai, skyriai, knygos (tomai) ir dalys bei visas mokymosi priemonės tekstas, taip pat kompiuterinių programų, parašytų algoritminėmis kalbomis, sudėtinės dalys: iš atskirų operatorių sudaryti programų moduliai bei pačios programos ir jų paketai, statistinių stebėjimų metu gautos laiko eilutės, iš jų sudarytos lentelės, informacijos masyvai (failai, bylos), informacijos bankai ir pan.

Sąvokos „abėcėlės ženklas“, „žodis“, „sakinys“, „pastraipa“, „straipsnis“ ir t. t. tam tikra prasme yra **reliatyvios**, nes neretai koks nors ženklas, pavyzdžiui, hieroglifas, gali būti interpretuojamas ir kaip „raidė“, ir kaip „žodis“, o atskiras žodis gali atlikti sakinio funkciją. Taip, pavyzdžiui, gana dažnai būna formuojamos ir formuojamos karinės komandos bei komandos dresuojamiems gyvūnams. Net atskiras abėcėlės ženklas, pavyzdžiui, funkcinio mygtuko „paspaudimas“ monitoriaus ekrane, gali reikšti atskirą komandą, turinčią savarankišką paskirtį ir prasmę, t. y. reikšti jau ištisą sakinį.

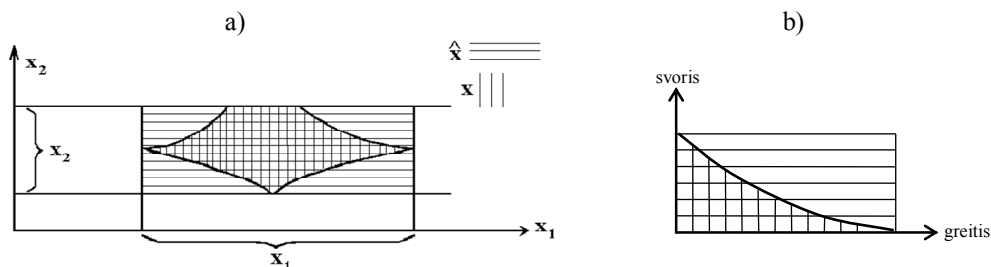
Toje ar kitoje kalboje suformuluotų „**pranešimų**“ (interpretuojant šią sąvoką plačiaja, t. y. apibendrinančia ir „ženklą“, ir „žodžio“, ir „sakinio“, „pastraipos“ ir t. t. sąvokas, prasme),

* Asembleryje bei mašininėse kompiuterių kalbose „žodis“ nėra pati trumpiausia konstrukcija, nes jis konstruojamas iš **baitų**, o šie – iš **bitų**, kurie yra patys mažiausi informacijos kiekio vienetai, atitinkantys vieną **dvejetainio kodo skiltį**. Natūraliose kalbose žodžiai taip pat gali būti skaidomi į smulkesnes dalis: skiemenis bei **morfologines žodžio dalis**. Tačiau tos dalys dar nėra sąvokų, reiškiančių atskirus daiktus, veiksmus, savybes ar santykius, identifikatoriai, o tik tų **identifikatorių konstrukcinės dalys**. Todėl **žodžius galime laikyti mažiausiais semantiškai savarankiškais** (t. y. turinčiais autonominę prasmę) **natūraliųjų kalbų vienetais**. Matematinėse kalbose, skirtose objektų ir procesų modeliavimui, stengsimės išlaikyti analogiją su natūraliomis kalbomis ir žodžiais laikysime trumpiausius **semantinius vienetus**. Tik grynai mašininėse kompiuterinėse kalbose naudosimės šiek tiek kitokia gramatika, pritaikyta kompiuterių darbo specifikai.

struktūrizavimas, naudojantis ką tik išvardintais „pranešimų“ struktūriniais vienetais bei hierarchine jų sistema, palengvina „pranešimų“ prasmės suvokimą, jų interpretavimą. Tačiau pasitaiko ir tokių rašytojų (kaip, pavyzdžiui, Kolumbijos rašytojas Gabrielis Garsija Markesas), kurie mėgsta neregėtai ilgus ir painius „sakinius“. Ir šioje mokymosi priemonėje jau radote ir rasite nemažai sakinių, kurie gana ilgi ir gana painūs.

Išvedę įėjigos ir išėjigos abėcėlių ir raidžių bei jų junginių sąvokas, galime jas taikyti kokybiniam ir kiekybiniam įėjimų ir išėjimų aprašymui. Sunumeravę įėjimų ir išėjimų erdvių koordinačių ašis ir paskyrę kiekvienos koordinatės reikšmės žymėjimui fiksuotas vietas (pozicijas), mes, užrašę tose vietose konkrečias koordinačių reikšmes, įgytas duotu momentu t^* , gausime konkrečias įėjigos ir išėjigos vektorių $\vec{x}(t^*)$ ir $\vec{y}(t^*)$ reikšmes kaip konkrečias įėjigos ir išėjigos „vektorines raides“, susidedančias iš tiek „skaliarinių raidžių“, kiek atitinkama erdvė (X arba Y) turi koordinatinių ašių. **Kiekviena „skaliarinė raidė“, išreiškianti atitinkamos koordinatės reikšmę, bus skaičiumi ar koku nors kitu identifikatoriumi, paimtu iš atitinkančios tai koordinatei abėcėlės, o „vektorinė raidė“ charakterizuos jau visą objekto įėją ar išėją duotuoju momentu t^* .**

Koordinačių x_k ir y_l galimų reikšmių aibes ir atkarpas žymėsime X_k ir Y_l . Dekartines jų sandaugas $\hat{X} = X_1 \times X_2 \times \dots \times X_k \times \dots \times X_n$ ir $\hat{Y} = Y_1 \times Y_2 \times \dots \times Y_l \times \dots \times Y_m$ vadinsime **potencialiomis įėjimo ir išėjimo erdvėmis** $\hat{X}$ ir $\hat{Y}$. **Realios įėjimų ir išėjimų erdvės** X ir Y gali sutapti su potencialiomis, tačiau gali būti ir žymiai mažesnės, sudarydamos tik pastarųjų dalį, kaip parodyta 5 pav., kur $n=2$.



5 pav.

Toks realios ir potencialios erdvių nesutapimas gali atsirasti todėl, kad ne visada objekto įėjimo ar išėjimo koordinatės gali vienu metu visos kartu pasiekti savo maksimalias ar minimalias bei kai kurias kitas reikšmes, pasiekiamas pavieniui, t. y. visoms kitoms koordinatėms išlaikant tam tikras pastovias reikšmes. Dėl įvairių priežasčių gali atsirasti įvairūs galimų reikšmių **apribojimai**.

Pavyzdžiui, žmogus, nešdamas sunkų daiktą, negali išvystyti tokio didelio greičio, kokį jis galėtų išvystyti bėgdamas be naštos ir galėdamas rankų mostais padėti bėgimui.

Iš kitos pusės, tas pats žmogus, stovėdamas vietoje, gali pakelti didesnę svorį negu tai galėtų padaryti bėgdamas. Bėgdamas su svoriu, jis negali pasiekti nei maksimalaus greičio, nei pakelti maksimalų svorį. Todėl reali dvimatė „svoris×greitis“ erdvė kiekvienam žmogui bus mažesnė už potencialią erdvę ir atrodys panašiai, kaip 5 „b“ pav.

Kaip jau buvo minėta, įėjimo ir išėjimo erdvių koordinačių ašių „atkarpos“ X_k ir Y_l (lygiai taip pat kaip ir objekto kalendorius T bei jo atkarpos) gali būti tolydžios, diskrečios ir mišrios, o tų „atkarpų“ elementai gali būti ne tik skaičiai – atkarpų taškų koordinačių reikšmės, bet ir kitokie identifikatoriai – kokybinio įėjimo ir išėjimo srautų charakteristikų įvertinimo rezultatų simboliai. Pavyzdžiui, **muzikine notacija** galima perduoti informaciją ne tik apie garsų ilgį ir aukštį (virpesių dažnį), bet ir muzikinio kūrinio atlikimo greitį (tempą), garso stiprumą, nuotaiką.

Procesą, generuojantį aplinkos veikimą į objektą O_i , žymėsime $\vec{N}_i(t)$ ir vadinsime **įėjimo procesu**. Šito proceso išeiga yra objekto O_i įėjigos vektoriaus reikšmių seka, t. y. $\vec{N}_i(t) = \vec{x}_i(t)$. Proceso $\vec{N}_i(t)$ poveikis į objektą O_i per visą laiko intervalą T , atitinkantį objekto O_i stebėjimo (ar egzistavimo) kalendorių, žymimas $(X_{N_i})_T$ ir vadinamas **įėjimo trajektorija**. Ji yra vektorinės funkcijos $\vec{x}_i(t)$ **grafikas** erdvėje $X \times T$, sudarytoje kaip n -matės erdvės X ir vienmatės erdvės T dekartinė sandauga. Šito **grafiko projekcija** į įėjimų erdvę X vadinama **įėjimo trajektorijos**

portretu*. Visų galimų objekto O_i **įėjimo trajektorijų aibę žymima** $\{(X_{N_i})_T\}$. Tos aibės trajektorijų projekcijų į erdvę X aibę vadinama **objekto O_i įėjimų portretu** (o taip pat ir **proceso $\vec{N}_i(t)$ portretu**).

Pavyzdžiui, kai įėjimo vektorius $\vec{x}=(x_1;x_2)$ turi dvi koordinates ir vektorinę įėjimo trajektoriją $\vec{x}(t)=(x_1(t);x_2(t))$ sudaro dvi **skaliarinės trajektorijos** $x_1(t)=a\cos\omega t$ ir $x_2(t)=b\sin\omega t$, kur a , b ir ω – pastovūs dydžiai, o kintamasis t yra laikas, tai **vektorinės įėjimo trajektorijos** $\vec{x}=(x_1(t);x_2(t))=(a\cos\omega t; b\sin\omega t)$, kuri trimatėje erdvėje $X_1\times X_2\times T$ yra elipsinė sraigtinė linija, **portretas** yra elipsė $\frac{x_1^2}{a^2} + \frac{x_2^2}{b^2} = 1$.

Tai nesunku įrodyti. Projektuodami įėjimo trajektoriją į įėjimų erdvę $X=X_1\times X_2$, kuri šiuo atveju yra dvimatė plokštuma, mes privalome iš funkcijos $\vec{x}(t)$ eliminuoti kintamąjį t , jungiantį tos plokštumos koordinates x_1 ir x_2 į įėjimo trajektoriją $\vec{x}(t)$, ir gauti matematinę sąryšio tarp x_1 ir x_2 , jau nepriklausančio nuo t , išraišką. Tai galima padaryti, apskaičiuojant sumą $\left(\frac{x_1(t)}{a}\right)^2 + \left(\frac{x_2(t)}{b}\right)^2$, kuri,

pasirodo, yra lygi 1 ir nebeprisiklauso nuo t . Todėl vietoj $\left(\frac{x_1(t)}{a}\right)^2 + \left(\frac{x_2(t)}{b}\right)^2 = 1$ galima rašyti

$$\frac{x_1^2}{a^2} + \frac{x_2^2}{b^2} = 1.$$

Tai reiškia, kad kai taškas $(x_1(t);x_2(t))=(a\cos\omega t; b\sin\omega t)$, laikui bėgant, juda trimatėje erdvėje $X_1\times X_2\times T$ elipsine sraigatine linija, tai jo projekcija į plokštumą $X_1\times X_2$ brėžia elipsę $\frac{x_1^2}{a^2} + \frac{x_2^2}{b^2} = 1$.

Analogiškai gautume, kad vektorinės įėjimo trajektorijos $\vec{x}=(x_1(t);x_2(t);x_3(t))=(a\sin\omega_2 t\cdot\cos\omega_1 t; b\sin\omega_2 t\cdot\sin\omega_1 t; c\cos\omega_2 t)$ portretas, kuris gaunamas projektuojant tą keturmatę trajektoriją į trimatę erdvę $X_1\times X_2\times X_3$, yra paviršius $\frac{x_1^2}{a^2} + \frac{x_2^2}{b^2} + \frac{x_3^2}{c^2} = 1$, vadinamas elipsoidu. Įsitikinkite tuo (žiūr. 1.2.11. užduotį).

Įėjimo trajektorija $(X_{N_i})_T$ gali būti „paprastos kreivės“ atkarpa $(n+1)$ -matėje erdvėje $X\times T$, kur T ir X_k yra atkarpos, atitinkančios skaitinių (kiekybinių) koordinatų t ir x_k reikšmių tolydaus kitimo intervalus. Tačiau $(X_{N_i})_T$ gali būti sudaryta ir iš atskirų taškų bei atkarpų ir net simbolių (identifikatorių), nes T gali būti ne tik tolydi atkarpa, bet ir „atkarpa“, sudaryta iš atskirų taškų bei atkarpėlių, o X_k – net ir simbolių seka.

Įėjimo trajektorijos $(X_{N_i})_T$ atkarpa, atitinkanti laiko atkarpą $(t_1, t_2]$, žymima $(X_{N_i})_{[t_1}^{t_2}$. Tokiu būdu $(X_{N_i})_{[t_1}^{t_2}$ yra funkcijos $\vec{x}_i(t)$ grafiko atkarpa, atitinkanti laiko intervalą $t_1 < t \leq t_2$.

Įėjimo trajektorijos atkarpas galima jungti: jei procesai $\vec{N}_1(t)$ ir $\vec{N}_2(t)$ generavo atkarpas $(X_{N_1})_{[t_1}^{t_2}$ ir $(X_{N_2})_{[t_2}^{t_3}$, tai galima sudaryti tokį procesą $\vec{N}_3(t)$, kad $(X_{N_3})_{[t_1}^{t_2} = (X_{N_1})_{[t_1}^{t_2}$ ir $(X_{N_3})_{[t_2}^{t_3} = (X_{N_2})_{[t_2}^{t_3}$. Tuomet atkarpų $(X_{N_1})_{[t_1}^{t_2}$ ir $(X_{N_2})_{[t_2}^{t_3}$ jungimo

* Toks pavadinimas buvo sukurtas, vadovaujantis analogija. Juk, pavyzdžiui, žmogaus portretas yra trimačio objekto „projekcija“ į dvimatę erdvę – popieriaus lakšto ar drobės gabalo paviršių plokštumą.

Antroje šios mokymosi priemonės dalyje, kai bus nagrinėjamos „katastrofos“, galinčios įvykti netiesinėse sistemose, paaiškės, kokia svarbi ir naudinga gali būti trajektorijos portreto sąvoka.

rezultatas bus atkarpa $(X_{N_3})_{t_1}^{t_3}$. Analogiškai galima jungti ir atkarpas $(X_{N_1})_{t_1}^{t_2}$ ir $(X_{N_2})_{t_2}^{t_3}$ į atkarpą $(X_{N_3})_{t_1}^{t_3}$.

Tais atvejais, kai įėjimo srautas yra informacijos srautas, o taip pat, kai mes kalbame apie įėjimo srauto informacinį modelį, įėjimo trajektorija $(X_{N_1})_T$ vadinama **įeinamuoju pranešimu**, o minimali savarankiška jos atkarpa – **įėjimo žodžiu**. **Taisyklės**, pagal kurias procesas $\tilde{N}_i(t)$ iš įėjimo abėcėlių ženklų generuoja ir jungia įėjimo žodžius į sakinius bei į dar sudėtingesnius įeinamuosius pranešimus, sudaro objekto O_i **įėjimo kalbos gramatiką (sintaksę)**. Pavyzdžiui, atkarpų $(X_{N_1})_{t_1}^{t_2}$ ir $(X_{N_2})_{t_2}^{t_3}$ jungimo taisyklė – viena iš šitos sintaksės taisyklių. Įėjimo kalbos abėcėlės simbolių, tos kalbos žodžių ir pranešimų interpretavimu bei jų prasmės nagrinėjimu užsiima **įėjimo kalbos semantika**. Įėjimo kalbos semantika užsiima **perėjimais nuo realių procesų ir objektų prie jų formalių aprašymų** (žymėjimų ir modelių) įėjimo kalboje, t. y. **formalizavimu**, ir atvirkščiai – nuo formalių žymėjimų ir modelių prie realių objektų ir procesų, t. y. **interpretavimu**, kitaip tariant, vertimu iš formalios į natūralią jų kalbą, o įėjimo kalbos sintaksė užsiima **formaliomis operacijomis** su įėjimo kalbos konstrukcijomis (ženklais, žodžiais, sakiniais ir dar sudėtingesniais pranešimais), leidžiančiomis konstruoti iš „raidžių“ (elementarių ženklų) „žodžius“, iš „žodžių“ – „sakinius“ ir dar sudėtingesnius „pranešimus“ bei tas konstrukcijas dekomponuoti. Kalbos semantika turi būti tokia, kad leistų gauti **teisingus** ir **pakankamai pilnus** objektų ir procesų aprašymus, o kalbos sintaksės ir jos taisyklių paskirtis – užtikrinti tų aprašymų **taisyklingumą**, leidžiantį tuos aprašymus interpretuoti, suprantant juos vienareikšmiškai ir teisingai.

Kokios nors formulės, užrašytos formalia kalba, interpretavimo nederėtų pilnai sutapatinti ir painioti su gimininga interpretavimui operacija – su tos formulės **konkretizavimu** – konkretaus dalinio atvejo, iliustruojančio toje formulėje formalia kalba išreikštą kokį nors bendrąjį dėsningumą, parinkimu (plačiau apie tai žiūr. 1.5.14. skyrelį).

Kadangi, kaip jau buvo minėta, vienas ir tas pats įėjimo srautas gali būti aprašytas įvairiais vektoriais $\vec{x}$, tai ir įėjimo proceso $\tilde{N}(t)$ aprašymui gali būti panaudotos įvairios kalbos. Įėjimo simbolių, žodžių, sakinių ir dar sudėtingesnių pranešimų pervedimą iš vienos kalbos į kitą vadinsime **įėjimų transliacija**. Įėjimų transliacija gali tapti **įėjimų erdvės transformacija**, kurios metu gali keistis ne tik įėjimų žymėjimai, bet ir įėjimų erdvės koordinatės bei jų skaičius. Pavyzdžiui, jei objekto įėjimo abėcėlę sudaro skaičiai 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, o jo įėjimų erdvė – vienamatis, tai tą erdvę galima transformuoti į trimatę, kurioje įėjimų vektoriaus $\vec{x}=(x_1, x_2, x_3)$ koordinatės x_1, x_2, x_3 galės turėti abėcėles, susidedančias tik iš dviejų ženklų: 0 ir 1. Tada įėjimą, žymimą skaičiumi 5, atitiks įėjimo vektorius (1, 0, 1), įėjimą, žymimą skaičiumi 4 – vektorius (1, 0, 0), įėjimą, žymimą skaičiumi 1 – vektorius (0, 0, 1) ir t. t. Tokiu būdu, **didinant įėjimų erdvės koordinačių skaičių, galima sumažinti abėcėlės ženklų skaičių ir atvirkščiai: didinant ženklų skaičių, galima sumažinti įėjimų erdvės matavimų skaičių**. Išnagrinėtas įėjimų erdvės aprašymo pertvarkymo pavyzdys priklauso vienai iš paprasčiausių įėjimo aprašymo transliavimo formų, vadinamai **įėjimų kodavimu**. Išnagrinėjame pavyzdyje buvo pereita nuo **aštuntainio kodo prie dvejetainio**. Panašiai atliekami ir **dešimtainės sistemos** skaitmenų kodavimas **dvejetainės sistemos** ženklais. Tik šiuo atveju reikalingos jau keturių dvejetainių ženklų grupės. Reikėtų pažymėti, kad dešimtainės sistemos skaitmenų kodavimas dvejetainės sistemos ženklais nėra dešimtainio skaičiaus pervedimas į dvejetainę sistemą. Tai – skirtingi dalykai.

Įėjimų srauto transliavimas gana plačiai taikomas verčiant įvedamas į kompiuterius programas, parašytas kokia nors algoritmine kalba, į „mašininę“ kalbą, tiesiogiai „suprantamą“ kompiuterio elektroninėms schemoms. Toks vertimas gali būti atliekamas **interpretavimo režime**, kuomet frazės, parašytos algoritmine kalba, įvedant jas į kompiuterį, yra verčiamos į „mašininę“ kalbą ir iškart atliekamos toje programoje numatytos operacijos, ir **kompiliavimo režime**, kuomet transliavimo rezultatu tampa įvestos programos, užrašytos algoritmine kalba, pilnas ir suredaguotas

vertimas į „mašininę“ kalbą, įrašytas į kompiuterio atmintį, kuriuo po to būtų galima naudotis tiek kartų, kiek galėtų prireikti.

Suprantama, jog vienkartinio bei reto naudojimo programų transliavimui tikslinga naudotis transliatoriais, kurie vadinami **interpretatoriais**, o daugkartinio – **kompiliatoriais**.

Viską, kas buvo pasakyta apie įėjimo trajektorijas, jų atkarpas, portretus, sintaksę, semantiką, įėjimo aprašymų transliavimą bei įėjimų erdvės transformavimą, galima, naudojantis analogija, pakartoti ir kalbant apie išėjimus. Lygiai taip pat, kaip buvo įvesti žymėjimai $\bar{N}(t)$, $(X_N)_T$, $\{(X_N)_T\}$, $X \times T$, $(X_N)_{t_1}^{t_2}$ bei $[X_N]_{t_1}^{t_2}$ galima įvesti žymėjimus $\bar{P}(t)$, $(Y_P)_T$, $\{(Y_P)_T\}$, $Y \times T$, $(Y_P)_{t_1}^{t_2}$ bei $[Y_P]_{t_1}^{t_2}$. Skirtumas čia bus tik tas, kad nagrinėjamo objekto O_i atžvilgiu procesas $\bar{N}_i(t)$ yra išorinis, o procesas $\bar{P}_i(t)$, generuojantis objekto O_i išeią, – vidinis. **Kuriant objekto O_i matematinį modelį ir nagrinėjant jo funkcionavimą, procesas $\bar{N}_i(t)$ bus užduodamas kaip išorinis veiksnys, o proceso $\bar{P}_i(t)$ matematinis aprašymas bus gaunamas iš objekto matematinio modelio kaip modeliavimo „siaurąja prasme“* rezultatas ir kaip viena pagrindinių objekto funkcionavimo matematinio aprašymo dalių. Objekto įėjimų ir išėjimų trajektorijos vadinamos objekto funkcionavimo trajektorijomis.**

Nagrinėjant ir klasifikuojant objektų įėjimo ir išėjimo procesus, priimta atsižvelgti ne tik į tų procesų kalendorių, bet ir į jų **apibrėžtumo lygį**, todėl tie procesai skirstomi ne tik į tolydžius, diskrečius ir mišrius, bet ir į determinuotus, stochastinius ir neapibrėžtinius.

Determinuotais procesais priimta laikyti tokius procesus, kurių eigą mes, pakankamai suprasdami tų procesų veikimo „mechanizmus“ (t. y. žinodami tuos **priežastinius ryšius**, kurie jungia atskiras determinuoto proceso ir tos sistemos, kurioje tas procesas vyksta, dalis į vieningą visumą, veikiančią dėsningai ir todėl nuspėjamai) bei pakankamai tiksliai žinodami dabartinę proceso būseną, galime pakankamai tiksliai prognozuoti. Tokių procesų aprašymui taikomi **deterministiniai matematiniai modeliai**.

Determinuoto proceso pavyzdys – mūsų geografinėse platumose kiekvieną parą vykstanti dienos ir nakties kaita, atsirandanti dėl Žemės sukimosi aplink savo ašį. Kiti pavyzdžiai – Saulės ir Mėnulio užtemimai, kompiuterio atliekamas į jį įvestos programos vykdymas ir pan.

Stochastiniais procesais priimta laikyti (ir stochastiniais matematiniais modeliais vaizduoti) tokius procesus, kurių eiga mums neatrodo griežtai determinuota ir kiekvienu konkrečiu („individualiu“) atveju negali būti pakankamai tiksliai bei vienareikšmiškai nuspėjama, tačiau gali būti nuspėjamos tų procesų **statistinės charakteristikos**, t. y. charakteristikos, apibūdinančios ne kurio nors vieno („individualaus“) tokio proceso eigą, bet pakankamai didelę to proceso pa(si)kartojimų aibę, vadinamą **procesų ansambliu** bei **individų populiacija**.

Stochastinio proceso pavyzdys – žaidimų kauliuko (kubelio su ant jo sienų pažymėtais taškučiais nuo 1 iki 6) mėtymas: mes negalime būti tikri, kad šio konkretaus metimo metu būtinai „iškris“, pavyzdžiui, „6“, tačiau mes galime tikėtis, kad tuo atveju, kai kauliukas yra pakankamai simetriškas ir jo mėtymas atliekamas „be gudravimų“, daugkartinių pakankamai ilgų mėtymų rezultatų vidurkiai didžiojoje dalyje atvejų bus lygūs racionaliems skaičiams, priklausantiems intervalui (3; 4). Mes net galime apskaičiuoti apytikrius tokių vidurkių gavimo dažnius pakankamai didelėje tokių bandymų serijoje.

Kitas pavyzdys – labai didelio skaičiaus kokių nors dujų molekulių šiluminis judėjimas, tas dujas kaitinant ar slegiant kokiam nors uždaram inde. Tame inde molekulių labai daug, jos juda įvairiais greičiais ir įvairiomis kryptimis, daug kartų susidurdamos viena su kita bei su indo sienelėmis, ir mes nesame pajėgūs apskaičiuoti kiekvienos molekulės individualios trajektorijos, negalime nuspėti, kuriame erdvės taške (x, y, z) duotuoju momentu bus mūsų anksčiau pasirinkta ir kaip nors pasižymėta konkreti molekulė, tačiau mes galime pakankamai tiksliai apskaičiuoti vidutinius statistinius visų tų molekulių ansamblio tarpusavio sąveikavimo su aplinka rezultatus ir net surasti dėsnius, aprašančius priklausomybes tarp to ansamblio statistinių charakteristikų vidutinių reikšmių dinaminės pusiausvyros

* Modeliavimu „plačiąja prasme“ vadinsime procesą, susidedantį iš dviejų paprocesų: 1) modelio sudarymo, 2) eksperimentavimo su tuo modeliu, t. y. modeliuojamo objekto funkcionavimo įvairiose situacijose modeliavimo. Pastarąjį paprocesį vadinsime modeliavimu „siaurąja prasme“.

būsenoje. Tokių dėsnių pavyzdžiai: Mendelejevo ir Klapeirono dėsnis $pV = \frac{m}{\mu}RT$ idealioms dujoms,

Van der Valso dėsnis $(p + \frac{a}{V_0^2})(V_0 - b) = RT$ realioms dujoms.

Egzistuoja specialūs mokslai – tikimybių teorija, statistika, matematinė statistika, statistinė fizika, statistinė termodinamika, kurie užsiima stochastinių procesų nagrinėjimu, jų matematinių modelių kūrimu, tokių procesų statistinių charakteristikų vertinimu.

Statistiniai dėsningumai, būdami būdingi stochastiniams procesams, skiriasi nuo **determinuotų priežastinių dėsningumų**, būdingų determinuotiems procesams, visų pirma tuo, kad pirmieji galioja ne atskiriems procesams bei atskiriems įvykiams ar atskiriems individams, o tik jų pakankamai didelių aibių (ansamblių, populiacijų) vidutinėms charakteristikoms, esančioms tų aibių elementų atitinkamų charakteristikų vidurkiais*, kai tuo tarpu antrieji dėsningumai galioja ir atskiriems individams bei atskiriems įvykiams. Vadinasi, **determinuotų procesų apibrėžtumo lygis yra aukštesnis negu stochastinių procesų**, kuriuose **dėsningumai pasireiškia ne individualiai, o tik visos populiacijos ar ansamblio atžvilgiu, tik masiniuose reiškiniuose** tiems reiškiniams būdingais įvykių dažnių bei tų ar kitų charakteristikų matavimo rezultatų pasiskirstymais. Tokių pasiskirstymų matematiniai modeliai tikimybių teorijoje vadinami **tikimybiniais skirstiniais**, ir jiems suteikiami specialūs pavadinimai: normalusis, binominis, eksponentinis, Puasono, geometrinis, hipergeometrinis, Veibulo, Relėjo ir t. t.

Egzistuoja ir tokie procesai, kurių **neapibrėžtumas mums atrodo dar didesnis negu stochastinių procesų**, nes jie dar labiau nenusipėjami negu pastarieji, kadangi atrodo, jog tokie procesai „nepaklūsta“ jokiems pakankamai griežtiems ir reguliariems dėsniams nei individualiai, nei „masiškai“. Čia žodis „masiškai“ pateiktas kabutėse todėl, kad šiuo atveju apie „masiškumą“ galima kalbėti tik sąlyginai, nes šios rūšies procesai, jei ir kartojasi, tai kartojasi „individualiai“: besikartodami jie kiekvieną kartą vis dėlto koku nors ypatingu ir esminiu savo bruožu skiriasi vienas nuo kito ir todėl visiškai tapachiai niekada nesikartoja, dėl ko atrodo beprasmiška kalbėti apie tokių procesų homogenines aibes ir bendras statistines (pavyzdžiui, vidurkines) jų charakteristikų reikšmes bei jų įverčius. Organizacinėse sistemose tokie procesai pasireiškia kaip determinuotumo ir stochastiškumo evoliucionuojantis mišinys, kuriame veikia gana painūs tiesioginiai ir grįžtamieji ryšiai.

Tokius procesus, mums atrodančius dar labiau neapibrėžtais negu stochastiniai, nes jų nepavyksta prognozuoti nei individualiai, nei, taikant tikimybių teorijos ir matematinės statistikos metodus, nustatyti jų stochastinių charakteristikų įverčius, įvertinant juos „masiškai“, vadinsime **neapibrėžtiniais**. Neapibrėžtinio proceso pavyzdžiu galėtų būti įvairių madų (rengimosi, šukuosenos, elgesio ir pan.) raidos procesai, kuriuose dėl teigiamų, o po to – ir neigiamų atbulinių ryšių atsiradimo ir egzistavimo bei dėl anksčiau susikaupusios „masinės atminties“ silpnėjimo visuomenėje laikui, bėgant, nors ir atsiranda kai kurių pasikartojimų bei tam tikrų dėsningumų, tačiau tie pasikartojimai ir dėsningumai nėra nei pakankamai determinuoti, nei statistiškai taip „suniveluoti“, kad būtų galima pakankamai tiksliai prognozuoti juos ar vidutines jų statistinių charakteristikų reikšmes. Neapibrėžtiniuose procesuose bei jų raidoje kartais gali būti pastebėtos ir tam tikros jų raidos globaliosios tendencijos, tačiau tos tendencijos nebūna tiek implicitiškai apibrėžtos ar stabilios, kad jomis būtų galima determinuoti ar statistiškai pakankamai patikimai ir pakankamai tiksliai prognozuoti procesų raidą. Visą žmonijos istoriją irgi galima laikyti neapibrėžtinio proceso pavyzdžiu.

Dauguma sistemotyrininkų, fizikų ir nemaža dalis matematikų laikosi čia ką tik aprašytos procesų klasifikavimo sistemos ir kuria atitinkamą tokių procesų matematinio modeliavimo aparatą. Vienas šio kurso tikslų – supažindinti studentus su tuo aparatu. Determinuotų procesų modeliavimo metodus mes nagrinėsime 1.11. – 1.13. šios mokymosi priemonės skyriuose, stochastinių – 1.14., o neapibrėžtinių – 1.16. skyriuje.

Rašydamas apie reiškinių skirstymą į determinuotus ir nedeterminuotus, o pastarųjų – į stochastinius ir neapibrėžtinius, norėčiau išlikti objektyvus ir išvengti galimos skaitytojų dezinformacijos. Todėl privalau pažymėti, jog visuotinai pripažintu laikomas tik praktinis reiškinių

* Tiriamos aibės (populiacijos, ansamblio, imties) elementų charakteristikų vidurkiai gali būti apskaičiuojami kaip vidutinio aibės elemento charakteristikų vidutinės reikšmės duotuoju momentu ar duotajam laiko intervalui, tačiau gali būti apskaičiuoti ir kaip atsitiktinai paimtų tos aibės elementų charakteristikų vidurkiai laiko atžvilgiu, t. y. kaip tų charakteristikų reikšmių, nustatytų eilėje laiko momentų ar intervalų, vidurkiai. Pirmuoju ir antruoju būdu nustatyti vidurkiai gali būti skirtingi, bet gali ir sutapti. Kai jie sutampa, tiksliau, kai tikimybė, kad jie sutaps, yra lygi 1, tai sakome, kad nagrinėjamos aibės elementams bei juose vykstantiems procesams būdingas **ergodiškumas**. Pavyzdžiui, jei gaminanti televizorius įmonė, tirdama televizorių gedimus, stebėdama 100 televizorių vieną valandą ir vieną televizorių 100 valandų gauna vienodas televizorių gedimo statistines tikimybes, tai sakoma, kad televizorių gedimo procesas ergodiškas. Ne visi procesai yra ergodiški. Stebėdami 100 vienodo amžiaus jaunuolių visus metus ir vieną to paties amžiaus jaunuolį 100 metų gausime skirtingus stebėjimo rezultatų vidurkius.

skirstymas į determinuotus ir nedeterminuotus. Neapibrėžtinių reiškinių išskyrimas iš nedeterminuotų reiškinių aibės, atskiriant juos nuo stochastinių reiškinių, aprašomų tikimybių teorijos ir statistikos (matematinės ir aprašomosios) priemonėmis, dar nėra visuotinai pripažintas. Tačiau manau, jog tokio pripažinimo klausimas – tik laiko klausimas, nes tokio pripažinimo būtinybė, sistemiškai mąstant ir aiškinantis determinuotumo bei nedeterminuotumo atsiradimo priežastis bei stochastiškumo „mechanizmus“ (apie tai šiame skyriuje bus kalbama šiek tiek vėliau), atrodo, visai natūraliai išplaukia iš stebimų reiškinių sisteminės analizės: egzistuoja reiškiniai, kurių aprašymui ir supratimui nebepakanka nei klasikinės deterministinės matematinės analizės, nei tikimybių teorijos priemonių. Todėl ir atsirado reikiama išskirti reiškinius, stebimus **didelėse organizuotose sistemose** ir atrodančius mums **dar labiau nenuspėjama negu stochastiniai reiškiniai**, būdingi **didelėms homogeninėms neorganizuotoms sistemoms**, į atskirą grupę, gal ir nelabai vykusiai pavadintą **neapibrėžtinių reiškinių** grupe. Tokie reiškiniai dėl savo individualaus nenuspėjamumo atrodo panašiai kaip ir tie, kuriuos vadina **atsitiktiniais**, tačiau jie nėra **stochastiniai**, nes tų reiškinių „statistinės charakteristikos“ nėra nuspėjamos tikimybių teorijos ir statistikos metodais. Net neaišku, ar iš viso galima kalbėti apie tokių reiškinių „statistines charakteristikas“: jas, naudojantis statistikos metodais, „apskaičiuoti“, žinoma, galima, tačiau lieka neaišku, ar tokių apskaičiavimų rezultatai atspindi kokią nors objektyvią realybę, ar yra tik tipinių statistinių manipuliacijų su stebėjimų rezultatais „produktas“, charakterizuojantis tuos stebėjimų rezultatus, tačiau neturintis jokios prognostinės vertės. Juk **didžiųjų skaičių dėsnis galioja tik didelėms aibėms neorganizuotų (nepriklausomų) kokiomis nors savo savybėmis vienodų elementų, bet jis negali būti taikomas iš tų elementų organizuotai sistemai, turinčiai emerđžencijos dėka įgytas sisteminės savybes, kurios tai sistemai yra jau „individualios“**. Net ir patys tos sistemos elementai, būdami organizuoti į sistemą, nors ir būtų vienodi kaip sistemos sudėties elementai, gali tapti ir būti nevienodi kaip jos struktūros elementai, jei jie sistemoje užimtų skirtingas vietas ir vaidintų skirtingus vaidmenis. „Vidurkinti“ nevienodas struktūrines jų charakteristikas – beprasmiška.

Derėtų atkreipti skaitytojo dėmesį ir į tas **filosofines diskusijas**, kurios kartais kyla dėl procesų, skirstomų į determinuotus, stochastinius ir neapibrėžtinius, prigimtį, dėl kurios filosofų tarpe iki šiol vis dar nėra vieningos nuomonės, nes skiriasi požiūriai į „būtinybės“ ir „atsitiktinumo“ sąvokas. Iki šiol nėra pakankamai aišku, kas yra „atsitiktinumas“ ir kaip jis atsiranda.

Ypatingai aštrios diskusijos dėl determinuotumo ir stochastiškumo prigimtį vyko ir dar tebevyksta fizikų tarpe, kur susiformavo trys besiginčijančiųjų „stovyklos“: „deterministai“, „stochastikai“ ir „dualistai“.

„**Deterministai**“ teigia, jog viskas pasaulyje determinuota ir surišta vienareikšmiais priežastiniais ryšiais. Tačiau pasaulis yra labai (galima sakyti: „be galo“) sudėtingas, įvairių ryšių yra be galo daug, o įvairių įvykių pasekmės gali pasireikšti ir gana toli nuo įvykio įvykimo vietos ir momento (t. y. „toli“ ir erdvės, ir laiko atžvilgiu), todėl mes visų tų ryšių ir jų pasekmių apžvelgti ir absoliučiai tiksliai prognozuoti nesame pajėgūs ir niekada nebūsime pajėgūs.

Tam tikra dalis mūsų stebimų įvykių ir procesų **stipriai priklauso nuo nedidelio skaičiaus** kitų įvykių ir procesų ir gana silpnai priklauso (praktiškai žiūrint – beveik nepriklauso) nuo begalinės aibės kitų įvykių ir procesų. Todėl, išnagrinėję tokius įvykius ir procesus bei jų priklausomybės nuo kitų įvykių ir procesų nelabai sudėtingus „mechanizmus“, mes sugebame pakankamai tiksliai nuspėti tokių procesų eigą artimiausioje ateityje.

Tokių procesus, pakankamai tiksliai aprašomus determinuotais modeliais, ne tik jie, „deterministai“, bet ir visi kiti vadina determinuotais.

Kita dalis procesų „deterministų“ nuomone, yra tokia, kad jie pastoviai bei reguliariai priklauso nuo palyginti nedidelės dalies kitų įvykių ir procesų, tačiau papildomai, bet nereguliariai (ir galbūt vis dėlto dar pakankamai stipriai) priklauso nuo daugybės kitų įvykių ir procesų. Todėl mes, nesugebėdami apžvelgti visų priklausomybių, nesugebame prognozuoti tokiose priklausomybėse esančių įvykių ir procesų individualios eigos, nes, nežinodami iš anksto, koks nereguliarus įvykis įvyks ir kaip jis paveiks mūsų nagrinėjamą procesą, mes negalime numatyti tokio įvykio įvykimo (ar neįvykimo) pasekmių. Tačiau nagrinėdami ne pavienius procesus, o jų ansamblius bei populiacijas, mes susiduriame su reiškiniu, kuriame pastoviai bei reguliariai veikiančių kelių ar keliolikos faktorių poveikis visai populiacijos „masei“, besisumuodamas tampa stipresnis negu nereguliariai veikiančių daugybės skirtingų faktorių poveikių „vektorinė suma“. Todėl mes, **stebėdami visą ansamblį kaip visumą**, kaip tam tikrą neorganizuotą ar silpnai organizuotą sistemą, galime pastebėti tai visumai būdingus dėsningumus, kuriuos priimta vadinti **statistiniais**. Atskirus įvykius ir procesus, priklausančius tokiems ansambliams, dėl jų individualios eigos nenuspėjamumo priimta vadinti atsitiktiniais arba stochastiniais, nors jie, „deterministų“ nuomone, iš tikrųjų esą tokie pat determinuoti kaip ir pirmosios grupės įvykiai ir procesai, tik mes dėl priklausomybių sudėtingumo ir gausumo to

determinuotumo išvelgti jau nebepajėgiame ir todėl esame priversti tenkintis tik tokių įvykių bei procesų ansamblių vidutinių charakteristikų elementų ar laiko atžvilgiu nustatymu.

Pavyzdžiui, sudarydami kokį nors stochastinį procesą aprašančią regresijos funkciją, mes, „deterministų“ nuomone, išskiriame ir aprėpiame tik dalį tą procesą reguliariai veikiančių faktorių. Todėl regresijos funkcija tik apytikriai ir tik „vidutiniškai“ aprašo nagrinėjamą procesą. Kiti poveikiai lieka „už borto“. Jei mums pavyktų aprėpti daugiau faktorių ir nuspėti dar neapreptų reguliarių ir nereguliarių faktorių poveikius, tai mes galėtume tiksliau prognozuoti nagrinėjamo proceso eigą. „Deterministų“ nuomone, būtų galimas visiškai tikslus pavienių taip vadinamų „stochastinių“ procesų individualios eigos prognozavimas, jei mes pajėgtume aprėpti visus poveikius bei sąveikas ir visas nagrinėjamo proceso priklausomybes nuo jų.

Į „stochastininkų“ pastabą, kad kvantinėje mechanikoje, nagrinėdami subatominių dalelių elgesį, fizikai susidūrė su reiškiniiais, kurių paaiškinimui vokiečių fizikui Heizenbergui teko suformuluoti garsųjį „neapibrėžtumo principą“, iš kurio, „stochastininkų“ nuomone, išplaukia, jog **„subatominių dalelių elgesys jau pats savaime yra stochastinis“**, „deterministai“ atsako taip: „Niekio nuostabaus, jog, matuodami subatominės dalelės koordinatas, mes tuo pat metu nesugebame tiksliai išmatuoti dalelės judėjimo greičio ir atvirkščiai: **matuodami tokios mažos dalelės parametrus, mes taip stipriai ją paveikiame, kad tos dalelės charakteristikos nenusipėjamai pasikeičia ir atsiranda reikšminga paklaida**, palyginama ne tik su tuo energijos kvantu, kurį mes panaudojome stebėdami ir matuodami dalelės parametrus, bet ir su tų parametų reikšmėmis. Juk ir makropasaulyje psichologas, apklausdamas savo pacientą ar šiaip tiriamąjį asmenį, kartais gali taip pat paveikti pastarąjį, kad šio atsakymai ir elgesys jau bus šiek tiek kitokie negu jie būtų buvę, jei pacientas nebūtų stebimas ir būtų atsakinėjęs į tuos klausimus pats sau“.

„Stochastikai“ prieštarauja deterministams ir teigia, jog **visi procesai, vykstantys realiame pasaulyje, yra daugiau ar mažiau stochastiniai, o determinuotumas – tai dalinis atsitiktinumo atvejis**, kuris pasitaiko tik retkarčiais, susiklosčius atitinkamoms aplinkybėms, kaip ypatingas atsitiktinių poveikių vektorinio sumavimosi rezultatas. Absoliutaus determinuotumo, „stochastikų“ nuomone, niekada nebūna: anksčiau ar vėliau pasireiškia tie ar kiti atsitiktiniai faktoriai, į kuriuos determinuoti modeliai neatsižvelgia ir atsižvelgti negali. Ta pati mūsų Žemė ne amžinai suksis aplink savo ašį ir aplink Saulę, o ir Saulė su laiku užges. O kas galėtų dabar pasakyti, ar dar iki to neatlėks koks milžiniškas dangaus kūnas ir nesitrenks į mūsų planetą, sunaikindamas joje viską, kas gyva?

Stipriu argumentu, patvirtinančiu jų hipotezę apie pasaulio stochastiškumą „stochastikai“ laiko ką tik minėtuosius mikropasaulio reiškinius, su kuriais fizikai susidūrė kvantinėje mechanikoje ir kurių paaiškinimui teko įsivesti jau minėtąjį **„neapibrėžtumo principą“**, teigiantį, jog kvantinėje mechanikoje fizikinės sistemos būseną charakterizuojančių kintamųjų x ir y , aprašomų nekomutuojančiais operatoriais $\hat{X}$ ir $\hat{Y}$, kvadratinių nuokrypių sandauga negali tapti mažesnė už tam tikrą konstantą. Ir taip yra, „stochastikų“ nuomone, ne dėl matavimo paklaidų, o dėl mikrodalelės (korpuskuloms) būdingų de Broilio (de Broglie) bangų egzistavimo. Neapibrėžtumo principą 1927 m. suformulavo vokiečių fizikas Heizenbergas (W.K.Heisenberg), nustatęs, jog elektrono būseną aprašančių jo padėties koordinatų x, y, z , charakterizuojančių elektrono potencialinę energiją, ir elektrono judesio kiekio $\vec{p} = m\vec{v}$ projekcijų $p_x = mv_x, p_y = mv_y, p_z = mv_z$, charakterizuojančių elektrono kinetinę energiją,

atitinkamų vidutinių kvadratinių nuokrypių, pavyzdžiui, $\sigma_x = \sqrt{(\Delta x)^2}$ ir $\sigma_{p_x} = \sqrt{(\Delta p_x)^2}$, sandaugos bet

kuriuo atveju turi tenkinti nelygybes $\sigma_x \sigma_{p_x} \geq \frac{\hbar}{2}, \sigma_y \sigma_{p_y} \geq \frac{\hbar}{2}, \sigma_z \sigma_{p_z} \geq \frac{\hbar}{2}$ kuriose $\hbar = \frac{h}{2\pi}$ yra taip vadinamoji mažoji Planko (M.Planck) konstanta, o h – **Planko konstanta** ($h \approx 6,6260755 \cdot 10^{-34}$ J.s).

„Stochastikai“ teigia, jog determinizmą būtina atmesti dar ir todėl, kad „determinizmas, nuosekliai mąstant, neišvengiamai veda prie **fatalizmo**“, o fatalizmas yra nesuderinamas su kasdienine praktika.

Į šį priekaištą „deterministai“ atsako, kad **determinizmas logiškai vestų prie fatalizmo, jei pasaulis būtų baigtinis erdvėje ir laike, platin ir gilyn**. O tuo atveju, kai pasaulis nėra baigtinis ir visą laiką vystosi, dėl ko atsiranda ir tai, ko niekada nebuvo, determinizmas, suprantamas, kaip visų įvykių bei procesų **priežasčių egzistavimo pripažinimas**, neveda ir negali vesti prie fatalizmo.

Gana sudėtingos diskusijos tarp „deterministų“ ir „stochastikų“ vyksta jau minėtojo priežastingumo bei žmogaus laisvos valios pasireiškimo ir kitais panašiais klausimais, tačiau čia mes tų filosofinių klausimų bent jau kol kas nenagrinėsime, atidedami juos iki šio skyriaus baigiamosios dalies, kurioje aptarsime 1.1. skyriuje jau minėto Nobelio premijos laureato I. Prigožino požiūrį į determinizmą ir indeterminizmą. Nenagrinėsime ir skirtumo tarp **„statistinių“ ir „propensyvinių“ tikimybių**, dėl ko taip pat diskutuojama, aiškinantis, **kas yra tikimybė** ir kaip ją galima apskaičiuoti: ar renkant ir apdorojant statistinius duomenis, ar vertinant galimų situacijų bei galimų įvykių įvykimo

galimybes ir šansus. Šį klausimą galima būtų perfrazuoti ir taip: **ar tikimybė yra grynai matematinė, ar fizikinė kategorija?** Juk tikimybę, apibrėžtą A. Kolmogorovo aksiomų sistemoje, galima interpretuoti įvairiai.

Mažiau kategoriškos ir todėl „lankstesnės“ pozicijos šiose diskusijose laikosi taip vadinamieji „dualistai“. Jie teigia, jog **pasaulyje yra reiškinių, kurie yra determinuoti, bet kartu yra ir labai daug reiškinių, kurie yra stochastiniai**. Determinuotuose procesuose vyrauja determinuoti priežastiniai ryšiai, kuriuos išsiaiškinę mes galime prognozuoti tolimesnę įvykių eigą, o stochastiniams procesams būdingi tik stochastiniai ryšiai, kurių veikimo rezultatai aprašomi statistiškai.

Ir determinuotieji, ir stochastiniai reiškiniai, „dualistų“ nuomone, taip persipynę, kad, nagrinėdami realius procesus, mes niekada nesutinkame nei grynai determinuotų, nei grynai stochastinių procesų. Atsižvelgdami į tai, kokie dėsningumai tuo ar kitu atveju vyrauja, kas mus tuo ar kitu atveju pirmoje eilėje domina, mes reiškinių aprašymui bei aiškinimui kartais taikome deterministinius modelius, kartais – stochastinius, o kartais, ypač, kai nagrinėjamos sistemos yra sudėtingos, – ir tuos, ir tuos.

Kai kuriais atvejais mes susiduriame ir su tokiu sudėtingumu, kuriame jau nebepajėgiame išvelgti nei determinuotų, nei stochastinių dėsningumų, ir todėl laikome tokius procesus neapibrėžtaisiais, vadindami juos neapibrėžtiniais.

Kurios iš čia paminėtų trijų filosofinių srovių atstovai yra arčiau tiesos, vargu ar dabar įmanoma griežtai įrodyti, nes visi trys požiūriai, logiškai mąstant, yra galimi, t. y. nėra logiškai priešaringi, todėl galėtų egzistuoti tuos požiūrius atitinkantys „**virtualūs pasauliai**“: „deterministinis“, „stochastinis“ ir „dualistinis“. Kad galėtume atsakyti, kuris iš tų „virtualių pasaulių“ yra artimesnis tam realiam pasauliui, kuriame mes gyvename, reiktų papildomos informacijos. Dabar, taikydami deterministinius modelius vieniems objektams ar procesams, o stochastinius – kitiems, dažniausiai gauname rezultatus, kurie pasitvirtina praktikoje ir duoda mums praktinę naudą. Tais atvejais, kai pavyksta vienam ir tam pačiam objektui ar procesui sudaryti bei pritaikyti ir deterministinį, ir stochastinį modelius, gaunami rezultatai dažniausiai ne tik neprieštarauja vieni kitiems, bet papildo vieni kitus. Todėl, sistemiškai mąstydami, mes dabar dar negalime padaryti išvados, kad iš šių požiūrių tik vienas teisingas, o kiti – klaidingi. **Sistemiškai mąstantis žmogus į visus šiuos tris požiūrius ir į iš jų išplaukiančius objektyvios tikrovės modelius privalo žiūrėti tolerantiškai, laikydamasis nuomonės, jog tie modeliai yra pakankamai teisingi tikrovės atvaizdai ir skiriasi tik tuo ir todėl, kad, nebūdami pilni, nevienodais aspektais ir nevienodu detalumu atspindi tą tikrovę. Todėl kurio nors iš tų požiūrių pasirinkimas bent jau kol kas yra ne tiek mokslo, kiek praktikos, nuojaautos bei tikėjimo prerogatyva.** Juk ir religiją (ateizmas – irgi savotiškas tikėjimas) žmonės renkasi ne atlikdami mokslinius eksperimentus, o remdamiesi susiformavusiomis ir paveldėtomis tradicijomis bei savo individualiais intuityviais įsitikinimais, neturėdami griežtų loginių įrodymų, kad viena religija yra teisinga, o kitos – ne.

Atsižvelgdami į tai, kad į kai kuriuos filosofinius klausimus, panašius į ką tik nagrinėtąjį (determinizmas ar indeterminizmas?), nepavyksta gauti galutinių vienareikšmiškų atsakymų, kai kurie filosofai laikosi nuostatos, vadinamos **agnosticizmu**, teigiančios, jog pasaulis žmogui iš viso nėra pilnai pažinęs, kad žmogus pažįsta tik savo pojūčius ir nieko negali žinoti apie už tų pojūčių egzistuojančią tikrovę*. Pavyzdžiui, anot jau ne kartą minėto žymaus vokiečių filosofo ir mokslininko Imanuelio Kanto (1724 – 1804), gyvenusio bei dirbusio Karaliaučiuje ir turėjusio tam tikrų ryšių su prūsų Lietuva (I. Kantas 1800 m. net buvo parašęs pratarbę K. G. Milkaus „Lietuvių – vokiečių, vokiečių – lietuvių kalbos žodynui“), žmogus pažindamas tikrovę, ne atvaizduoja savo sąmonėje tą tikrąją nuo sąmonės nepriklausančią tikrovę, taip vadinamus „**daiktus savaime**“ („**daiktus savyje**“), o konstruoja savo sąmonėje **žinių sistemą („sąmonės reiškinį“)**, kurios pobūdį nulemia pačios sąmonės apriorinė sandara. I. Kantas manė, kad tas „pasaulis“, kurį mes matome ir jaučiame bei įsivaizduojame savo sąmonėje, nebūtinai yra panašus į „tikrąjį pasaulį“.

Toks požiūris irgi nėra logiškai priešaringas, ir toks „virtualus pasaulis“ irgi yra galimas, tačiau lygiai taip pat yra galimas ir toks pasaulis, kuriame žmonių sąmonėje susidarantys pasaulio daiktų ir procesų **percepciniai ir koncepciniai modeliai**, nors ir nebūdami tik medžiaginiai bei energetiniai (kaip jų originalai – daiktai ir procesai), o informaciniai, **galėtų būti tam tikra prasme panašūs** (pavyzdžiui, **izomorfiški**) **į modeliuojamus daiktus bei procesus, ir, gilėjant pažinimo procesui, vis labiau panašėti į juos, vis tiksliau atspindėdami vis daugiau tų savybių, kurias turi tie realūs daiktai bei procesai**. Neatrodo, kad tokia galimybė būtų mažiau tikėtina negu „principinio nepažinumo“ galimybė. Juk žmogaus sąmonė – žmogaus smegenų produktas, o žmogaus smegenys –

* Panašios nuostatos laikosi ir **pozityvistai** bei **neopozityvistai**. Pozityvistinės filosofija gana populiari naujosios (neklasikinės) teorinės fizikos atstovų tarpe. Mūsų jau minėtieji Puankare (H. Poincare) ir Hokingas (S. Hawking) – pozityvistai. Artimos neopozityvizmui ir I. Prigogino (I. Prigogine) pažiūros.

tos pačios tikrovės, kurią jos žmogaus sąmonėje „informatiškai“ atspindi, atstovas. Kodėl smegenų sandara turėtų būti tokia, kad jų vartojama vidinė kalba principiausiai skirtųsi nuo tos kalbos, kuria turėtų būti aprašyta ta pati tikrovė, kad toks aprašymas būtų „tikras“? Prie šių minčių mes dar sugrįšime truputį vėliau bei šios mokymosi priemonės 1.16. skyriuje, o čia apsiribosiu tik pastaba, dar kartą pakartojančia jau išsakytą mintį, jog **praktiniams sisteminiams tyrimams vienodai tinka bet kuris iš trijų čia paminėtų požiūrių**: ir „deterministinis“, kurį paskutiniu laiku stengiasi plėsti ir vystyti kai kurie **deterministinio chaoso teorijos kūrėjai**, ir „stochastinis“, kuriuo vadovaujasi **kvantinės fizikos atstovai**, ir „dualistinis“, kuris būdingas **didžiajai daliai praktikų**. Praktinei veiklai tinka ir „agnosticisminis“ požiūris, kuriuo vadovaujasi ne tik gryniesi agnostikai bet ir pozityvistai bei neopozityvistai: aš galiu sėkmingai naudotis kokios nors instrukcijos vertimu į lietuvių kalbą, nors tos instrukcijos originalas buvo parašytas kokia nors kita kalba, kurios aš nesu net girdėjęs. Svarbu tik, kad vertimas būtų pakankamai tikslus. Praktikai ne taip jau svarbu, kuria kalba bus aprašytas realus pasaulis. Svarbu tik, kad originalas ir vertimas iš tos kalbos į mums suprantamą kalbą būtų pakankamai teisingi ir bent homomorfiškai atitiktų realų pasaulį.

Po šios įvairių požiūrių apžvalgos koks nors skaitytojas galėtų paklausti, kokio požiūrio laikausi aš pats asmeniškai.

Į tokį klausimą atsakyčiau, jog iki šiol nesu tvirtai apsisprendęs, nes logiškai pagrįstam sprendimui neturiu pakankamai informacijos. Tačiau, jei vadovaučiausi ne tik ir ne tiek logika, bet daugiau intuicija, tai man šiek tiek patraukliau atrodytų **deterministinis priežastinis požiūris**, nes aš manau, kad **viskas, kas vyksta, privalo turėti savo priežastis**.

Mano nuomone, daugelis įvykių, kuriuos paprastai priimta laikyti atsitiktiniais, gali būti laikomi determinuotais, nes, geriau įsigilinę, galime surasti jų įvykimo priežastis.

Pavyzdžiui, imituodami kirpyklos funkcionavimą (žiūr. šios mokymosi priemonės 1.14.11. skyrelį), klientų atvykimą į kirpyklą mes laikome atsitiktiniu įvykiu, o atvykusiųjų skaičių – atsitiktiniu skaičiumi. Kirpyklos funkcionavimo atžvilgiu toks požiūris tikrai yra priimtinas ir, kas svarbiausia, pasiteisina praktiškai. Bet jei pažiūrėtume į klientų atvykimą pačių klientų akimis, tai pastebėtume, jog tik nedaugelis iš jų sutiktų, kad atvyko į kirpyklą atsitiktinai. Dauguma klientų pasakytų, kad buvo jau iš anksto nusprendę eiti į kirpyklą ir tik tai, kad atvyko į kirpyklą būtent tą, o ne kitą minutę, galbūt galėjo šiek tiek priklausyti nuo atsitiktinumo.

Tačiau mano „**intuicinis determinizmas**“ **netrukdo man laikyti tikimybių teorijos metodų taikymą pakankamai pagrįstu ir praktiškai, ir teoriškai**.

Štai kitas pavyzdys. Teroristo padėta bomba sprogo ne atsitiktinai, o pagal iš anksto apgalvotą ir realizuotą planą. Ir vienas iš žmonių, kurie nukentėjo to sprogo metu, pro bombos sprogo vietą ėjo visai ne atsitiktinai, o turėdamas aiškų savo kelionės tikslą. Atsitiktinumas pasireiškė tik tuo, kad šie du determinuoti įvykiai – bombos susprogdinimas ir konkretaus žmogaus konkreti kelionė, – būdami tiesiogiai nepriklausomi, sutapo erdvėje ir laike. Bet tai, kad sprogo metu nukentėjo žmonės, jau nėra atsitiktinumas, nes toje judrioje vietoje, kurioje buvo padėta bomba, visada būna pilna žmonių ir todėl labai tikėtina, jog sprogo metu vis vien kas nors turėjo nukentėti: nebūtinai šie konkretūs žmonės, kurie dabar nukentėjo, bet vis vien kurie nors žmonės. Todėl tikimybių metodų taikymas, negalėdamas prognozuoti nukentėjusiųjų pavardžių, gali prognozuoti, atsižvelgdamas į bombos galingumą ir žmonių judėjimo intensyvumą bombos sprogo vietoje jos sprogo metu, apytikrį nukentėjusiųjų skaičių.

Dar vienas pavyzdys. Draudimo bendrovės, pasinaudodamos statistiniais duomenimis ir tikimybių teorijos metodais, sugeba nustatyti tokį draudimo nuo nelaimingų atsitikimų mokesčio dydį, kuris leidžia joms turėti klientų ir pelningai verstis, nors bendrovės nežino ir nebando nuspėti kiekvieno apsidraudusio kliento individualaus likimo. Nemanau, kad vidutinis bendrasis draudimo mokestis žymiai pasikeistų, jei draudimo bendrovės įgytų galimybę iškart sužinoti kai kurių besidraudžiančiųjų konkrečių klientų likimus ir atskiriems individams skirtų skirtingas draudimo įmokas.

Todėl aš, nors ir nelaikau tikimybių teorijos fizikos mokslo dalimi, laikau ją labai naudinga matematine teorija ir esu nė kiek nė mažesnis matematinės statistikos metodų praktinio taikymo šalininkas negu „grynakraujis stochastikas“.

Išdėstęs čia savo nuomonę, noriu (ir privalau) dar kartą pabrėžti, jog **ta nuomonė – tik asmeninė nuomonė, o ne įrodymas, kad deterministinis požiūris yra teisingas, o kiti požiūriai – neteisingi**. Tokio teiginio įrodymui mano turimos informacijos ir čia pateiktų samprotavimų, nors jie man ir atrodo panašūs į tiesą, bent dabar man dar nepakanka... Todėl privalau tolerantiškai žiūrėti į kitoniškas nuomones, rimtai vertinti jų atstovų samprotavimus. Tačiau tai nedraudžia ir netrukdo man turėti ir reikšti savo asmeninę nuomonę, kuri nors ir nėra griežtai pagrįsta, tačiau man atrodo gana panaši į tiesą, nes pagrįsta **panašiais į tiesą samprotavimais**. Tokių samprotavimų vaidmenį moksle (ir net tokiaime griežtame kaip matematika) gana išsamiai ir įtikinamai yra aprašęs žymus JAV matematikas ir puikus pedagogas G. Polya knygoje [28], kurią savo skaitytojams rekomenduočiau

rimtai pastudijuoti, nes ji – ne tik įdomi, bet ir tikrai padeda su ta knyga dirbančiam ugdyti savo matematinį išradingumą.

Vadovaudamasis toje knygoje aprašytais metodais ir panašiais į tiesą samprotavimais, aš drįstu manyti, jog suprantu, kodėl tikimybiniai metodai daugelyje atvejų „suveikia“, kodėl egzistuoja atvejai, kuriuos pavadinau „neapibrėžtiniais“, kuomet tie metodai „nesuveikia“.

Savo supratimo esmę pabandysiu paaiškinti tokiu pavyzdžiu. Tarkime, karo metu fronto sąlygomis aš bandau perduoti svarbų šifruotą pranešimą, pasinaudodamas radijo ryšiu. Priešininkas, nesugebėdamas iššifruoti mano pranešimo, stengiasi pakenkti bent tuo, kad sukeltų pakankamai galingą „radijo triukšmą“, nustelbiantį mano perduodamus radijo signalus. Atrodytų, jog pasinaudoti radijo ryšiu tampa beviltiška. Tačiau jei aš tam tikrais laiko tarpais reguliariai kartosiu savo pranešimą, o priėmimo punkte sinchroniškai vyks priimto signalo „sumavimas“, tai po tam tikro tokių perdavimų skaičiaus mano perduodamų signalų „algebrinė suma“ nustelbs triukšmo „algebrinę sumą“, nes mano signalų „algebrinė suma“ dėl jų fazių suderintumo karts nuo karto didės, o „triukšmo“ „suma“ dėl jų fazių nesuderintumo reguliariai didėti negalės, o greičiausiai – net mažės, artėdama prie nulio ar prie kokio nors palyginti nedidelio dydžio.

Panašiai nutinka ir sumuojant statistinę informaciją apie masinius įvykius bei procesus, kurių eiga priklauso nuo daugelio reguliarių ir nereguliarių priežasčių. Tiems įvykiams bei procesams kartojantis laike ir/ar erdvėje, reguliariai veikiančių priežasčių pasekmės mūsų renkamoje statistinėje informacijoje „aritmetiškai“ sumuojasi, o nereguliariai veikiančių priežasčių, kurias priimta vadinti „atsitiktinėmis“, pasekmių „algebrinės sumos“ dažniausiai mažėja, artėdamos prie nulio. Todėl, atitinkamai apdorodami statistinę informaciją, mes galime pastebėti ir „išgaudyti“ reguliarių priežasčių pasekmes ir pagal jas spręsti ir apie pačias priežastis bei būsimas tų priežasčių pasekmes. Tai leidžia prognozuoti masinių įvykių ir procesų statistinių charakteristikų reikšmes. Todėl tokiais atvejais ir „suveikia“ matematinės statistikos metodai.

Tačiau jei mūsų nagrinėjamuose procesuose dėl veikiančių bei atsirandančių ryšių sudėtingumo ir netiesiškumo pradės reikštis sistemų emerdžentiškumas, tai **surinkta „statistinė“ informacija apie procesų praeitį jau nebebus pakankama tam, kad galėtume pakankamai patikimai prognozuoti nagrinėjamo proceso raidos tendencijas ir būsimas jo „statistinių charakteristikų“ reikšmes.** Įvykiai ir procesai galės tam tikra prasme ir kartotis, bet kartodamiesi jie taip stipriai evoliucionuos ir tos naujovės, kurios kas kartą atsiras, bus tokios reikšmingos, kad **praeities ekstrapoliacija į ateitį nebeteks prasmės ir net galės tapti klaidinga bei klaidinančia.**

Pasitaiko, jog kai kurie ekonomistai, pedagogikos, psichologijos, medicinos bei kitų mokslų atstovai, laikydami nuomonės, jog visi nedeterminuoti reiškiniai būtinai yra stochastiniai ir nesuprasdami šio ką tik aprašyto reiškinio bei **didelių sudėtingų organizuotų sistemų specifinio skirtumo nuo didelių masinių neorganizuotų reiškinų ansamblių**, surinkę nemažai informacijos apie sudėtingos organizuotos sistemos ar proceso praeitį ir laikydami ją „statistine informacija“, reikalauja iš matematinės statistikos specialistų, kad šie padėtų jiems gauti iš jų surinktos informacijos tokias išvadas, kurias būtų galima naudingai taikyti ateityje. O juk gana dažnai **tokios informacijos apdorojimas ir analizė gali tik paaiškinti tai, kas vyko praeityje su nagrinėjtais objektais, ir tie paaiškinimai nebūtinai privalo galioti ateityje bei kitiems panašioms objektams, veikiant jau kitiems „mechanizmams“.** Čia neretai žymiai daugiau naudingos informacijos galima gauti naudojantis **ekspertiniais įverčiais** bei sistemiskai **jungiant ir derinant ekspertinės ir statistinės analizės rezultatus.** Juk geri ekspertai jau iš anksto žino apie daugelį būsimų naujovių bei sugeba jas nuspėti, o kai kurie iš jų patys dalyvauja tų naujovių kūrimo. Apie tai bus kalbama 1.16. šios mokymosi priemonės skyriuje.

Toks požiūris į mūsų stebimus mus supančius reiškinis, kuriuose ir mes patys neretai dalyvaujame, gana paprastai, nuosekliai ir įtikinamai paaiškina reiškinį „mechanizmus“ ir, kaip man atrodo, neprieštarauja nei gyvenimo praktikai, nei logikai. Todėl aš nematau priežasčių, neleidžiančių man tokiu požiūriu vadovautis. Kaip tik iš šio požiūrio ir išplaukia jau minėtasis mano įsitikinimas, jog **kuriant reiškinų matematinius modelius, tikslinga skirstyti reiškinis į determinuotus, stochastinius ir neapibrėžtinius, taikant jų nagrinėjimui ir aprašymui specifinius metodus bei jų sintezę.**

Samprotavimus apie determinizmą ir indeterminizmą, apie deterministinius, stochastinius ir neapibrėžtinius objektų ir procesų modelius pateikiau šiame mokymosi priemonės skyriuje ne tik todėl, kad visų šių trijų klasių modeliai plačiai taikomi sisteminiame modeliavime, bet dar ir todėl, kad studijuojantys sistemotyros kursą galėtų susidaryti pakankamai visapusišką ir susistemintą požiūrį į šiuose samprotavimuose minimus svarbius, bet ginčytinus dalykus ir nebūtų perdėtai kategoriški ir nepagrįstai netolerantiški kitoniškoms (negu jų asmeninė) nuomonėms. Manau, kad **tikrosios padėties išsiaiškinimas, ugdant sisteminių mąstymą, yra netgi būtinas, nes be jo negali būti teisingos pasaulėžiūros, o be jos labai išauga tikimybė susipainioti ne visada teisingų nuomonių įvairovėje.**

Tokia tikimybė nėra tokia maža, kad į ją būtų galima nekreipti dėmesio, nes kartais net labai iškilūs mokslininkai, užvaldyti jiems kilusių idėjų, tampa nepakankamai objektyvūs ir pradeda teigti tai, kas dar nėra pilnai įrodyta ir galėtų būti tik viena iš galimų bei tikėtinų hipotezių, dažnai net nesusimąstydami, jog galėtų egzistuoti ir kitos, ne mažiau (o kartais net labiau) tikėtinės hipotezės.

Pavyzdžiui, net toks didis ir aštrus matematinis protas, kurių ne taip jau dažnai pasitaiko mokslo istorijoje, kaip šios mokymosi priemonės 1.1 skyriuje jau minėtasis Anri Puankare (H. Poincare), specialiai ir giliai nagrinėjęs hipotezių vietą moksle (žiūrėti [29]*), kaip man atrodo, ne visada sugebėdavo išvengti panašių apsirikimų. Šios mano nuomonės pagrindimas užimtų daug vietos ir gilaus A. Puankare darbų nagrinėjimo, todėl pateiksiu dar ir kitą panašų, tačiau artimesnį šioms dienoms pavyzdį, tuo labiau, kad tas pavyzdys aktualus ne tik **determinizmo ir indeterminizmo dilemos** nagrinėjimui, bet ir ieškant galimybių **tokių mokslų kaip fizika, chemija ir biologija integravimui**, o tai sistemotyro mokslui yra ne mažiau, o gal net ir labiau aktualu.

Mūsų knygynuose visai neseniai pasirodė šios mokymosi priemonės 1.1. skyriuje minėto Nobelio premijos laureato I. Prigožino knygos „The End of Certainty“ („Tikrumo pabaiga“) vertimas į lietuvių kalbą [30]. Joje pateikta daug naujų, labai aktualių ir vertingų idėjų apie laiką, chaosą, nestabilumą, disipatyvias struktūras, saviorganizaciją ir naujus gamtos dėsnius bei jų taikymą ne tik termodinamikoje, bet ir klasikinėje bei kvantinėje mechanikoje, kurias I. Prigožinas siūlo modernizuoti, papildant pastarąsias termodinamikos idėjomis. Su šia knyga ir joje pateiktomis idėjomis, kurias knygos autorius brandino net kelis dešimtmečius, tikrai verta susipažinti, ir ne tik fizikams, chemikams ir biologams, bet ir studijuojantiems sistemotyrą. Todėl mes savo kurse prie šioje knygoje pateiktų idėjų grįšime dar ne vieną kartą. O šiame mokymosi priemonės skyriuje kai kurias toje knygoje pateiktas idėjas panagrinėsime šiek tiek kitu aspektu ir būtent todėl, kad jos autorius, mano nuomone, kartais yra per daug kategoriškas, teigdamas, jog naujausi moksliniai pasiekimai galutinai įrodė indeterministų pergalę ginče su deterministais ir tai, esą, reiškia „tikrumo pabaigą“ bei „naujo mąstymo“ pradžią.

Su tuo, kad didelė dalis „Tikrumo pabaigos“ autoriaus skelbiamų idėjų priklauso naujam – sisteminiam – mąstymui, pilnai sutinku, tačiau man atrodo, jog I. Prigožinas, pateikdamas šioje knygoje pagrindines savo kuriamos disipatyviųjų sistemų teorijos idėjas ir būdamas teisus iš esmės, kartais daro ne visi pagrįstas išvadas.

Jis teisus sprenddamas dar iš XIX a. paveldėtą dilemą** ir teigdamas, jog „laiko strėlė“ turi tik vieną kryptį ir todėl realūs procesai niekada nebūna pilnai grįžtami, nes mes, net grąžindami nagrinėjamą sistemą į pradinę būseną, juk negrąžiname į pradinę būseną visą pasaulį ir jame praėjusi laiką. Todėl „Tikrumo pabaigos“ autorius yra teisus teigdamas, jog galima ir būtina modernizuoti ir klasikinę, ir reliatyvistinę, ir kvantinę mechanikas, kurių lygtys yra simetrinės kintamojo t , žyminčio laiką, atžvilgiu ir neatsižvelgia į „laiko strėlės“ kryptį, kai tuo tarpu termodinamikoje į tai atsižvelgiama. I. Prigožino siūlymas ir **bandymas sujungti klasikinę ir kvantinę mechanikas su termodinamika ir kurti modelius, artimesnius tikrovei, tikrai yra sveikintinas**. Sveikintinas ir jo siūlymas bei **bandymas ieškoti sąsajų tarp fizikos, chemijos ir biologijos, pasitelkiant visų šių trijų mokslų naujausius pasiekimus kurti matematinius modelius, tinkančius procesų, esančių toli nuo pusiausvyrinės būsenos ir vykstančių gyvojoje gamtoje, aprašymui**. Visa tai **atitinka sisteminių požiūrių ir yra aktualu ne tik fizikai, chemijai ir biologijai, bet ir sistemotyro mokslui**. Nagrinėjant I. Prigožino mokslinius požiūrius ir jo idėjas šioje mokymosi priemonėje, skirtoje sistemotyrai, būtų neleistina to nepastebėti.

Manychiau, kad I. Prigožino nuomonė, jog laikas yra amžinas, neturintis nei pradžios, nei pabaigos, man atrodo logiškesnė ir natūralesnė negu 1.1. skyriuje jau minėto „erdvių karaliaus“ S. Hokingo ir kitų jo kolegų – reliatyvistinės fizikos atstovų – įsitikinimas bei įtikinėjimai, jog laikas gimė Didžiojo sprogo metu, iki kurio jo nebuvo, o tebuvo tik kažkoks iš kažkur ir nežinia kaip atsiradęs „singuliarinis taškas“, ir kad po kurio laiko laikas, esą, išnyks.

Sutinku ir su „Tikrumo pabaigos“ autoriaus teiginiu, paimtu tos knygos vieno skyriaus pavadinimu, jog „Newtono dėsnių nepakanka“ nagrinėjant iš daugelio molekulių sudarytus ansamblius, ir nepakanka ne tik todėl, kad neįmanoma kiekvienai molekulei absoliučiai tiksliai nustatyti pradinių judėjimo sąlygų, bet ir todėl, jog, toms molekulėms sąveikaujant, gali atsirasti taip vadinamieji Puankare rezonansai ir gali susidaryti tokios nestabilios viso ansamblio ar jo dalių būsenos, kad net

* Šioje knygoje pateikti A. Puankare darbai: 1. Mokslas ir hipotezė. 2. Mokslo vertė. 3. Mokslas ir metodas. 4. Paskutinės mintys. Šių darbų skaitymas galėtų veiksmingai padėti loginio mąstymo ir mokslinės pasaulėžiūros ugdymui.

** Iš klasikinės dinamikos dėsnių ir juos išreiškiančių formulių simetriškumo teigiamo ir neigiamo laiko atžvilgiu išplaukia **mechaninių procesų grįžtamumas laike**, o iš entropijos didėjimo dėsnio ir Č. Darvino teorijos – **evoliucinis požiūris** į pasaulyje vykstančius procesus. Šie du požiūriai yra nesuderinami.

labai silpni šalutiniai poveikiai galėtų kardinaliai pakeisti tolesnę įvykių eiga, t.y. galėtų pasireikšti tokie reiškiniai kaip „drugelio efektas“ ir bifurkacijos, „suveikti“ „keistieji atraktoriai“.

I. Prigožinas teigus, teigdamas jog didelių neorganizuotų ar silpnai organizuotų ansamblių atveju, kai nebepakanka klasikinės mechanikos matematinio aparato, tikslinga pereiti prie **termodinaminio požiūrio**, ir ansamblio būsenos bei jos pokyčių aprašymui pasinaudoti tikimybių teorijos sąvokomis ir jos matematiniu aparatu.

Toks požiūris atitinka **sisteminį požiūrį**: juk molekulių ansamblis jau nebėra tik atskirų, visiškai viena nuo kitos atskirtų nepriklausančių ir nesąveikaujančių viena su kita dalelių rinkinys, o yra jau tam tikra, nors ir neorganizuota (t. y. neturinti apibrėžtos struktūros) bei silpnai organizuota, sistema su savo **sisteminėmis savybėmis**, kurios nėra vien tik atskirų molekulių individualių trajektorijų egzistavimo rezultatas, o atsiranda tik toms molekulėms tarpusavyje sąveikaujant. Sistemotyroje toks reiškinys, kaip jau buvo minėta „Ivade“, vadinamas **emerdžencija**. Ir į tokį reiškinį neatsižvelgti, jį beatodairiškai ignoruoti būtų nemoksliška ir todėl nesistemiška.

Bet iš to, kad molekulių ansamblių būsenų ir jų kitimo aprašymui jau nebetinka atskirų molekulių individualių trajektorijų matematinio aprašymo metodai, būdingi klasikinei mechanikai, ir kad tokių ansamblių būsenas ir jų pokyčius galima aprašyti, naudojantis stochastiniu požiūriu ir tikimybių teorijos sąvokomis bei jos matematiniu aparatu, logiškai dar neišplaukia, jog tokie atvejai įrodo, kad visas pasaulis yra stochastiškas, kad išnyko įvykių priežastingumas ir todėl, esą, iš viso reikėtų atmesti **priežastingumo principą** ir iš jo išplaukiantį **filosofinį determinizmą**, paskelbiant juos nepasiteisinusiomis hipotezėmis, kurias, esą, paneigia naujai atrasti faktai, nepaneigiamai įrodantys „tikrumo pabaigą“.

Man atrodo, jog mąstant logiškai ir **remiantis vien tik čia paminėtais molekulių ansamblio nagrinėjimo rezultatais, nei filosofinio determinizmo, nei indeterminizmo hipotezių nei paneigti, nei įrodyti neįmanoma.**

Juk vien iš to, kad elektromotoro sandaros ir veikimo nagrinėjimui bei jo veikimo principų išsiaiškinimui cheminės analizės metodai ne tik nepakankami, bet ir netinkami (pavyzdžiui, motoro ištirpinimas azoto rūgštyje ir gauto tirpalo cheminė analizė kažin ar daug padės to motoro veikimo principo išsiaiškinimui?), dar negalima daryti išvados, jog cheminės analizės metodai yra iš viso atmetini ir nieko tikro duoti negali.

Todėl aš manau, kad I. Prigožinas, paskelbdamas „indeterminizmo galutinę pergalę prieš determinizmą“ ir iš to, esą, išplaukiančią „tikrumo pabaigą“, šiek tiek paskubėjo ir paskubėjo visai be reikalo, nes jo kuriamai disipatyviųjų struktūrų teorijai, tariančiai naują svarų žodį, siekiant sujungti fizikos, chemijos ir biologijos pasiekimus, tokia „išvada“ net nėra būtina reikalinga.

Manau, jog tokia „išvada“, logiškai neišplaukianti iš nagrinėjamų reiškinų fizikos ir nebūtina autoriaus kuriamai naujai teorijai, matyt, buvo tik „pašalinis produktas“, tik savotiška „tikrumo pabaigos“ autoriaus nesąmoninga („automatiška“) duoklė jo šiek tiek neopozityvistinėms filosofinėms pažiūroms, madingoms šiuolaikinės teorinės fizikos atstovų gretose.

Atsižvelgdamas į visa tai ir į tolerancijos mokslinėse diskusijose pageidautinumą, aš galėčiau net sutikti su I. Prigožino teiginiu apie „indeterminizmo pergalę“ ir „tikrumo pabaigą“, jei tas teiginys būtų skelbiamas ne kaip „išvada iš susikaupusių faktų“, o kaip viena iš galimų hipotezių, ir jei **indeterminizmo sąvoka būtų suvokiama kaip įsitikinimas, jog mes negalime ir niekada negalėsime nieko absoliučiai tiksliai ir absoliučiai patikimai prognozuoti**, nes nežinome ir niekada negalėsime žinoti nei absoliučiai tikslų nagrinėjamų sistemų pradinių sąlygų, nei to, kada ir kokie poveikiai, atėję iš praktiškai neišssemiamos Visatos platybių ar jos gelmių, gali reikšmingai paveikti mūsų stebimus objektus ir procesus. Toks indeterminizmas, atrodo, neprieštarauja mūsų žinomai tikrovei ir todėl man asmeniškai yra intuityviai priimtinas ir net suprantamas. Jis **neprieštarauja ir priežastingumo principui, teigiančiam, jog viskas, visi pokyčiai, visos naujos turi savo priežastis**, nors dažnai tų priežasčių gali būti labai daug ar net be galo daug ir todėl didelės dalies tų priežasčių mes net pastebėti nesugebame, o atsižvelgti į visas jas bei į jų sąveikavimą ir padaryti atitinkamas pakankamai pilnas išvadas – tuo labiau. Štai čia, deterministų nuomone, ir atsiranda tai, ką įprasta vadinti **atsitiktinumu**.

Priežastingumo principui neprieštarauja ir I. Prigožino teiginys, jog laikui būdingas **konstruktyvumas**, suprantant šį teiginį taip, kad, laikui bėgant ir Visatoje vykstant įvairiems procesams, įvairioms Visatos sudedamųjų dalių kombinacijoms bei rekombinacijoms, gali atsirasti ir atsiranda tai, ko dar nebuvo. Todėl ir vyksta tai, ką mes vadiname **evoliucija**. Atsiradusios naujos papildoma sąrašus priežasčių naujoms naujovėms atsirasti. Ir taip gali tęstis be galo.

Tokiomis naujovėmis ir naujų **naujovių atsiradimo priežastimis gali būti ne tik nauji fiziniai bei cheminiai procesai, ne tik nauji fiziniai objektai, bet ir mūsų minčių, mūsų norų, mūsų valios pasireiškimai mūsų veiksmuose, aplinkos poveikiai į mus ir mūsų reakcijos į tuos poveikius.**

Nors mūsų mintyse ir mūsų veiksmuose labai daug kas priklauso nuo mūsų pačių, nuo mūsų patirties, nuo mūsų tikslų, nuo mūsų valios, ir todėl mes esame ir privalome būti atsakingi už tai, ką mes darome ir padarome ar nepadarome, tačiau tai nereiškia, jog mūsų mintys ir mūsų veiksmai, mūsų pojūčiai ir jausmai atsiranda be priežasčių, visiškai atsitiktinai. Priežastys glūdi ir mūsų aplinkoje, ir mumyse, t. y. mūsų praeityje, mūsų įsitikinimuose, mūsų noruose ar nenoruose.

Todėl aš manau, kad I. Prigožino nuomonė, jog taip vadinamoji **Epikūro dilema** – dilema tarp priežastingumo ir iš to priežastingumo išplaukiančio filosofinio determinizmo (pabrėžiu: filosofinio, o ne vulgarus baigtinės priežasčių aibės determinizmo, vedančio į fatalizmą), iš vienos pusės, ir tarp žmogaus sąmoningo pasirinkimo laisvės ir iš jos išplaukiančios atsakomybės, iš kitos pusės, esą, yra dar vienas argumentas, kuris, esą, griauja determinizmą ir patvirtina indeterminizmą, nėra pakankamai pagrįsta. Ši dilema tikrai yra rimta ir tikrai verta dėmesio, ypač – moraliniu ir juridiniu aspektu, tačiau ji, mano manymu, nieko nei griauja, nei patvirtina. Ji tik kelia rimtą klausimą.

Ir jei kas nors išvelgia toje dilemoje **loginę prieštara tarp priežastingumo principo ir žmogaus laisvos valios principo**, tai tik todėl, kad nesugeba pastebėti skirtumo tarp **potencialiosios begalybės***, kuri yra logiškai neprieštaringa sąvoka, ir **aktualiosios begalybės***, kuri yra logiškai prieštaringa, nes negalima laikyti užbaigtu tai, kas niekada negali būti pabaigta, ir, matyt, **nejučią vietoj potencialiosios begalybės pradeda vartoti aktualiosios begalybės sąvoką, įnešdamas kartu su ja loginę prieštara į savo samprotavimus**. Juk loginės antinomijos, kurios buvo aptiktos aibių teorijoje, atsirado kaip tik dėl tokios priežasties. Apie tai detaliau pakalbėsime 1.16.1.5.5. skyrelyje.

Taigi, mano manymu, nei priežastingumo principas, nei iš jo išplaukiantis filosofinis determinizmas, nei indeterminizmas, kai ši sąvoka suvokiama taip, kaip čia buvo ką tik aprašyta, t. y. kaip neapibrėžtumas, atsirandantis dėl informacijos stokos, kurią aš pavadinau **„informaciniu indeterminizmu“**, kad ji būtų galima atskirti nuo **„fizinio indeterminizmo“**, esą, išplaukiančio ne iš informacijos stokos, o iš pačių fizinių objektų ir procesų esmės bei prigimties ir paneigiančio priežastingumo principą, nesusiduria su jokia logine prieštara nei tarpusavyje, nei su kokiais nors mums dabar žinomais realybės faktais. Todėl **laikyti priežastingumo, filosofinio determinizmo ir informacinio indeterminizmo sąvokas fiktyviomis, o su tomis sąvokomis surištas hipotezes – niekinėmis, mano nuomone, nėra loginio pagrindo**.

Dėl šių priežasčių negaliu sutikti su I. Prigožino „Tikrumo pabaigoje“ skelbiama „galutine fizinio indeterminizmo pergale“, nes **priežastingumo principo atmetimas prieštarauja patiems pagrindiniams visų gamtos mokslų principams**, išreiškiamiems tvermės dėsniais, teigiančiais, kad **nieko neatsiranda iš nieko ir be nieko ir kad niekas niekur nedingsta, niekuo nevirsdamas bei nepalikdamas po savęs nieko**. Čia aš sutinku su A. Puankarė nuomone, kad tvermės dėsnių mokslas, matyt, niekada nepaneigs, nes jie sudaro mokslo pagrindą (žiūr. [29]).

Man atrodo, jog, **atsisakydamas priežastingumo principo, mokslas turėtų atsisakyti teisės į savo egzistavimą**, nes tokiu atveju mokslas būtų vargu ar įmanomas. Bet juk niekas nepaneigs, kad mokslas dabar egzistuoja ir, remdamasis priežastingumo principu, sugeba numatyti nemažos dalies veiksmų pasekmes ir todėl teikia žmonėms didelę naudą.

Jei „Tikrumo pabaigos“ autorius dar būtų gyvas (jis mirė 2003 m.), aš jo paklausčiau, apie kokio „tikrumo pabaigą“ jis kalba. Ar kada nors buvo absoliutus tikrumas, kuris dabar ėmė ir pasibaigė? Kitaip tariant, ar kadaise buvo didelis tikrumas, kuris, mokslui vystantis ir žmogaus akiračiui plečiantis, vis mažėjo ir mažėjo, kol visai pasibaigė? Prasidėjo pilnas netikrumas? Man atrodo atvirkščiai, t. y. kad, mokslui vystantis, to tikrumo vis daugėjo, o jei kai kas ir išnykdavo, tai išnykdavo ne tikrasis tikrumas, o tikrumo iliuzijos, niekuo nepagrįstos hipotezės. Aš tai pavadinau irgi tikrumo daugėjimu, nes žmogus, atmesdamas neteisingas hipotezes, ne tolsta, o artėja prie vis gilesnio, vis tikslesnio realaus pasaulio pažinimo, nors, žinoma, dėl pasaulio neišsemiamumo, mes niekada nepasieksime absoliutaus tikslumo ir absoliutaus žinojimo, t. y. absoliutaus tikrumo. Todėl, manau, kad jokios tikrumo pabaigos nėra ir nebus. Tai tik intriguojantis ir „reklamiškai madingas“, bet neteisingas novatoriškos ir vertingos knygos pavadinimas, neatitinkantis pagrindinio šios knygos turinio, kuriame kalbama apie laiko negrįžtamumą ir negrįžtamus procesus, vykstančius sudėtingose termodinaminėse sistemose, esančiose toli nuo stabilios pusiausvyros būsenos, apie galimybę ir būtinybę tobulinti klasikinės ir kvantinės mechanikų modelius ir matematinį aparatą, pasinaudojant termodinamikos idėjomis ir metodais, apie chaoso teoriją ir apie šios knygos autoriaus darbus, tiriant disipatyvias struktūras bei jose vykstančius procesus, t. y. apie dalykus, **liudijančius apie mūsų žinių ir supratimo tikrumo padidėjimą tose srityse, kuriose anksčiau mūsų žinojimo ir supratimo tikrumas buvo mažesnis**. Išsina, kad **knygos autorius, skelbiantis apie tikrumo pabaigą, savo darbais faktiškai**

* Potencialiosios ir aktualiosios begalybės sąvokos yra nagrinėjamos šios mokymosi priemonės 1.16.1.5.5.4. skyrelyje

didina mūsų mokslinių žinių tikrumą, suartindamas fiziką, chemiją ir biologiją, kurdamas modelius, artimesnius tikrovei, negu tie, kurie fizikų ir chemikų buvo kuriami iki šiol.

„Tikrumo pabaigos“ autoriui aš norėčiau pateikti dar ir antrą klausimą: kaip jis, remdamasis visuotinio „fizinio indeterminizmo“ filosofija, teigiančia, jog pasaulio prigimtis stochastiška, o taip vadinamojo „determinizmo“ pasireiškimai, tai tik reti atsitiktinumai, kurių metu atsitiktinai taip susiklosto aplinkybės, jog vieni atsitiktinumai gesina kitus ir mums susidaro determinuotumo įspūdis, galėtų paaiškinti, kodėl klasikinė mechanika remdamasi deterministiniais modeliais, sugeba gana tiksliai apskaičiuoti Mėnulio ir Saulės užtemimus, Saulės sistemos planetų ir kosminių laivų judėjimą? Nejaugi atsitiktinai taip atsitinka ir atsitiktinai viskas taip puikiai sutampa, kad „atsitiktinai judantys“ dangaus kūnai taip tiksliai pataiko į žmonių apskaičiuotas orbitas ir taip tiksliai prisitaiko prie žmonių iš anksto apskaičiuoto jų judėjimo kalendoriaus, nepavėlavę ir nepaankstinę atvykdami į žmonių iš anksto apskaičiuotas vietas? Nejaugi ir čia „suveikia“ stebuklingasis „antropinis principas“, apie kurį dar pakalbėsime šiek tiek vėliau? O gal toks puikus sutapimas – tik iliuzija, nes kaip teigia solipsizmo atstovai, jokio išorinio pasaulio, nei Saulės, nei Mėnulio, iš viso nėra, o egzistuoja tik mūsų sąmonės (ar pasąmonės) generuojami vaizdai, kuriuos mes regime savo vaizduotėje? Ko tik kai kurie filosofai neprisišalvoja, siekdami „originalumo“ ir stengdamiesi paneigti realaus pasaulio ir jame vykstančių procesų priežastingumo egzistavimą?!

O aš, kaip ir dauguma žmonių, vis dar laikausi „pasenusio“ požiūrio, kad realus pasaulis objektyviai egzistuoja ir nėra tik mano sąmonės (ar pasąmonės) pagimdyta iliuzija. Todėl man ką tik minėtieji „stebuklingi“ ilgalaikiai „sutapimai“ atrodo mažiau tikėtini, negu prielaida, kad dangaus kūnai Saulės sistemoje juda ne atsitiktinai, o veikiant tam tikroms objektyvioms priežastims (pavyzdžiui, dar Niutono nustatytam visuotinės traukos dėsniai), tik šiuo atveju tų priežasčių, kurios reikšmingai veikia tų kūnų judėjimą, nėra labai daug, nes milžiniški nuotoliai nuo kitų stambių kosminių kūnų labai susilpnina pastarųjų poveikį į mūsų stebimus Saulės sistemos kūnus, ir tai labai supaprastina mums tų kūnų judėjimo pakankamai tikslaus apskaičiavimo ir prognozavimo uždavinio sprendimą.

Priėmus prielaidą, kad **pasaulyje egzistuoja ir veikia priežastingumo principas**, nesunku paaiškinti, kodėl mums sekasi suprojektuoti ir pagaminti įvairią techniką, kuri veikia taip, kaip mes iš anksto apskaičiavome, kodėl egzistuoja įvairūs mokslai ir kodėl jie duoda mums naudą bei kodėl kartais mums nepavyksta pasiekti to, ko pageidautume. Iš tokio požiūrio išplaukia išvada, jog **nepakankamai apibrėžtoje situacijoje visų pirma reikia stengtis analizuoti tą situaciją, ieškant egzistuojančių priežastinių ryšių ir papildomos objektyvios informacijos, ir, tik surinkus pakankamai informacijos bei ją patikimai apdorojus, daryti iš jos ne tik statistiškai, bet ir logiškai išplaukiančias išvadas. Dabar kai kurių statistikų tarpe plintanti mada ne tiek gilintis į turimą informaciją ir nagrinėjamą situaciją bei bandyti gauti papildomos informacijos, kiek statistiškai manipuluoti turima negausia informacija, bandant dirbtinai ją „gausinti“, pavyzdžiui, „savirankos“ metodais ir tokiu būdu „mažinti dispersiją“, žiūrint iš bendrasisteminių pozicijų, neatrodo perspektyvi.** Tai labiau panašu į saviapgaulę.

Priėmus minėtąją priežasčių egzistavimo prielaidą nesunku paaiškinti ir tai, kodėl mums susidaro įspūdis, kad priežastingumas ir determinizmas nebepasireiškia ansambliuose, sudarytuose iš didelio mažų dalelių skaičiaus: tų dalelių tiek daug ir jos taip dažnai ir taip stipriai bei sudėtingai sąveikauja, kad mes nebesugebame viso to aprėpti ir todėl nebegalime, remdamiesi priežastingumo principu, nei apskaičiuoti to sąveikavimo padarinių kiekvienai dalelei, nei po to iš tų individualių sąveikavimų rezultatų neapbrėpiamos daugybės išvesti bendrus rezultatus, charakterizuojančius visą ansamblį. Todėl tenka atsisakyti tokių pastangų ir tenka naudotis kitais metodais. Šiuo atveju naudingos informacijos apie ansamblio būseną ir jos kitimo tendencijas galima gauti pasitelkus tikimybių teorijos, matematinės statistikos bei vidurkių dinamikos metodus, t. y. laikant, kad procesai, vykstantys ansamblyje, yra stochastiniai.

Tokie pasiaiškinimai atrodo (bent jau man) žymiai įtikinamiau, lyginant su bandymais viską aiškinti vien tik atsitiktinumais bei stebuklingais sutapimais, kas paskutiniu metu tapo gana madinga.

Pavyzdžiui, literatūroje, skirtoje kosmologijai, dažnai aptarinėjamas jau minėtasis „antropinis principas“ ir stebimasi, **kaip galėjo taip atsitikti, kad, mūsų Visatai besivystant, susiklostė kaip tik tokios sąlygos, kurios buvo reikalingos, jog mūsų planetoje atsirastų ta gyvybė, kuri joje dabar egzistuoja, o tos gyvybės evoliucijoje atsirastume mes, žmonės**, t. y. mąstančios būtybės, sugebančios užduoti sau klausimą: „Kas mes, iš kur ir kaip atsiradome?“ Juk modeliuodami mūsų Visatos vystymąsi po Didžiojo Sprogimo, gauname, kad tokių sąlygų susidarymo tikimybė labai maža, ir gyvybės evoliucija judėjo pirmyn labai „siauru takeliu“: net labai nežymūs sąlygų pasikeitimai būtų padarę dabar egzistuojančios gyvybės atsiradimą, išlikimą ir vystymąsi tiesiog neįmanomais.

Reiškinys tikrai įdomus, tačiau man atrodo, jog ir šį kartą, kaip ir daugelyje panašių atvejų, klausimai keliami nesilaikant sisteminės metodologijos reikalavimų, t.y. keliami ne sistemiškai, o vienpusiškai ir galbūt net šiek tiek apriori orientuoti į iš anksto žinomą ar pageidautiną atsakymą.

Sistemiškai mąstant, derėtų į šią įdomią situaciją pažvelgti iš įvairių pusių ir kelti ne tik jau minėtąjį klausimą, bet ir eilę kitų galimų klausimų, nagrinėti ne vieną, o kelias galimas hipotezes, stengiantis aprėpti visas galimas logiškai neprieštaringas prielaidas ir galimas jų pasekmes.

Juk galima samprotauti ir taip: gal ne mūsų Visata stengėsi prisitaikyti prie gyvybės ir mūsų, žmonių, poreikių, sudarydama tokias sąlygas, kad mes galėtume atsirasti, gyventi ir vystytis, o mūsų Visatoje atsirado ir išsivystė būtent tokia gyvybė, kuri tokiomis sąlygomis ir tegalėjo atsirasti bei vystytis. Reikėtų stebėtis ne Visatos, o gyvybės sugebėjimais prisitaikyti prie to „siaurojo takelio“ sąlygų.

Iš ką tik minėtų dviejų hipotezių: 1) mūsų Visata prisitaikė prie gyvybės poreikių; 2) gyvybė prisitaikė prie mūsų Visatos sąlygų – man labiau tikėtina atrodo antroji, nors, žinoma, griežtai įrodyti, kad antroji hipotezė teisinga, o pirmoji – ne, nesugebėčiau.

Tačiau net ir toks, man atrodantis labiau tikėtinas, įvykis, kaip gyvybės, sugebėjusios ir sugebančios prisitaikyti prie esamų sąlygų, atsiradimas ir evoliucija iki tokio lygio, kurį mes stebime mūsų planetoje, matyt, yra irgi gana retas, t.y. mažai tikėtinas, reiškiny. Jeigu būtų kitaip, tai visas Kosmosas jau seniai būtų pilnas gyvybės, ko, atrodo, nėra. Bent jau Saulės sistemos planetų tarpe tuo kol kas pasižymi, atrodo, tik mūsų Žemė.

Kaip ten bebūtų, vis dėl to, dar kartą pakartodamas, pabrėžiu, jog antroji iš ką tik minėtų hipotezių man atrodo labiau tikėtina, negu iš antropocentristinio požiūrio, su kuriuo savo laiku teko kovoti Kopernikui ir Galilėjui, išplaukianti pirmoji hipotezė.

Nors, žinoma, sistemiškai ir griežtai logiškai mąstant, nederėtų be apeliacijų atmesti ir pirmojo varianto, nes jis, nors ir būdamas, žiūrint į jį iš šiuolaikinėje fizikos, biologijos ir matematikos pozicijų, mažiau tikėtinas, nėra logiškai prieštaringas. Todėl negalime teigti, jog jis iš viso neįmanomas.

Juk gali būti ir taip, kad egzistuoja Visatų kūrėjas, religine kalba vadinamas Dievu, kurio Protas ir Valia sukūrė ir Visatas, ir gyvybę su jos stebėtinomis savybėmis, ir mus.

Žinoma, tokios Esybės egzistavimą logiškai nei įrodyti, nei paneigti neįmanoma. Į ją galima tik tikėti arba netikėti. Tuo tikėjimu ir remiasi visos religijos, tame tarpe ir ateizmas, nes jis, būdamas „antireligija“ yra irgi savo rūšies religija, kadangi ir jo teisingumo (ar neteisingumo) nei įrodyti, nei paneigti neįmanoma.

Tačiau religijos kaip visuomeninis reiškiny egzistuoja ne tik vien dėl tikėjimo į Aukščiausiąją Būtybę, leidžiančio žmonėms gana paprastai atsakyti į jau minėtąjį filosofinį klausimą „Kas mes, iš kur mes ir kam mes čia esame?“, bet ir todėl, kad religijų skelbiamos moralinės normos ir tikėjimas daugeliui žmonių padeda ugdyti ir palaikyti savyje tai, ką mes vadiname žmoniškumu, reguliuoti žmonių tarpusavio santykius, organizuojantis į visuomenę, kurioje žmonės stengtųsi ne tik konkuruoti vienas su kitu, bet ir padėti vienas kitam, gerbti ir mylėti vienas kitą. Todėl kartais ir sakoma: „Jei Dievo net ir nebūtų, jį derėtų išgalvoti, nes daugeliui žmonių be Dievo sunku ar net neįmanoma išlikti žmonėmis.“

Sistemiškai ir griežtai logiškai mąstant, negalima be apeliacijų atmesti ir „fizinio indeterminizmo“ filosofijos, nes priėmus taip vadinamąją „dualistinę“ jos interpretaciją, kuri remiasi fiziniiais eksperimentais patvirtinta mikrodalelių savybių dualumo teorija, teigiančia, jog materijos dalelės turi tokias savybes, kurios, tam tikroms sąlygoms esant, gali pasireikšti kaip „korpuskulinės“ savybės, kitais atvejais – kaip „banginės“, o kartais – kaip tos ir anos kartu, įmanoma be loginių prieštaravimų paaiškinti beveik visus šiandien stebimus reiškinius.

Pavyzdžiui, jau minėtąją klasikinės mechanikos savybę sugebėti labai tiksliai prognozuoti dangaus kūnų judėjimą, galima paaiškinti ne tik milžiniškais Saulės sistemos nuotoliais nuo kitų žvaigždžių, ku, kaip jau matėme anksčiau, remiasi deterministinis aiškinimas, bet ir tuo, kad masyvių kūnų „banginės“ savybės pasireiškia labai silpnai, kadangi de Broilio bangų ilgis λ ir virpesių dažnis

$$v = \frac{1}{T} = \frac{c}{cT} = \frac{c}{\lambda}, \text{ nuo kurio priklauso bangos energija ir jos kvantų } \Delta E = h\nu \text{ dydis, yra kūno masės } m$$

funkcija: mažų dalelių de Broilio bangos turi mažą, o didelių kūnų – didelį bangos ilgį λ ir todėl mažą dažnį v bei labai mažą de Broilio bangos energiją. Todėl makrokūnų banginės stochastinės savybės pasireiškia taip silpnai, jog į jas galima nekreipti dėmesio ir laikyti makrokūnų „elgesį“ determinuotu. O mikrodalelėms dėl jų mažumo banginės savybės jau vaidina reikšmingą vaidmenį, su kuriuo jau privalu skaitytis. Todėl šiuo atveju tenka taikyti stochastinius modelius.

Apibendrinami visa tai, kas čia buvo išsakyta apie determinizmą ir indeterminizmą, matome, jog sistemiškai ir logiškai mąstydami, negalime teigti, kaip daro kai kurie nepakankamai savikritiški mokslininkai, o dar dažniau – nepakankamai atsakingi mokslo populiarintojai, jog šiuolaikinis mokslas,

esą, jau įrodė, kad teisingas yra toks ir tikrai toks požiūris, o visi kiti požiūriai – neteisingi. Tokio teiginio pagrindimui mes dar neturime pakankamai informacijos ir dar neaišku, ar kada nors turėsime.

Reikia pažymėti, kad **tokia situacija nėra išskirtinė, būdinga tik determinizmo ir indeterminizmo dilemai.**

Su panašia situacija susidurtume ir iškėlę klausimą, ar pasaulis yra tolydus, ar diskretus. Ir šiuo klausimu iki šiol tebevyksta diskusijos, prasidėjusios dar Antikos laikais, kai Graikijos filosofai Leukipas ir jo mokinys Demokritas iškėlė nedalomų dalelių – atomų – egzistavimo hipotezę.

Įdomu ir svarbu pažymėti, kad **abi šios dilemos (determinizmo – indeterminizmo ir tolydumo – diskretumo) yra logiškai surištos viena su kita: jei pasaulis būtų deterministinis, tai jis galėtų nebūti fatalistinis tik būdamas tolydus.** Tokiame pasaulyje, žinoma, galėtų egzistuoti ir įvairūs diskretumo lygiai (pavyzdžiui, makrokūnų, molekulių ir atomų, mikrodalelių, kvarkų ir t. t.) ir galėtų būti kuriami ir taikomi tuos lygius atitinkantys diskretūs pasaulio ir jo dalių modeliai, tačiau tie modeliai niekada negalėtų aprėpti visos tikrovės ir kiekviename tokių modelių lygyje susidurtume su būtinybe įsivesti „stochastiką“, į kurią būtų galima „patalpinti“ efektus, sukeltus priežasčių, priklausančių tiems diskretumo lygiams, kurių mūsų modeliai neaprepia, arba pripažinti, kad „elementai“ turi vidinę sandarą ir susideda dar iš mažesnių „elementų“, t. y. įsivesti dar vieną naują lygį ir taip be galo, t. y. pripažinti, jog pasaulis yra tolydus.

Jei pasaulis būtų diskretus ir galų gale baigtinis, t. y. turėtų baigtinę žemutinę ribą, einant gilyn, ir baigtinę viršutinę ribą, einant platin, tai jis galėtų nebūti fatalistinis tik būdamas stochastinis. Jame, žinoma, galėtų egzistuoti ne tik stochastiniai, bet ir determinuoti priežastiniai ryšiai, todėl galėtų būti efektyvūs ir naudingi ne tik stochastiniai, bet ir deterministiniai modeliai, tačiau vien tik pastarųjų nepakaktų, kad galėtume paaiškinti visus stebimus reiškinius. Neišvengiamai tektų pripažinti arba pasaulio nebaigtinumą, t. y. tolydumą, arba jo „stochastiškumą“.

Koks iš tikrųjų yra tas pasaulis, kuriame mes gyvename?

Ir nors galutinių atsakymų į panašius filosofinius klausimus mes iki šiol nesuradome, **praktikoje gana sėkmingai naudojames įvairiais modeliais: deterministiniais, stochastiniais ir mišriais, tolydziais, diskrečiais ir mišriais.** Kiekvienas tų modelių savaip atspindi tam tikrą mums svarbią tikrovės dalį ir, nors neaprepia visos tikrovės, kuri yra turtingesnė už kiekvieną modelį, tačiau sugeba duoti mums naudingos informacijos, padedančios geriau orientotis tikrovės įvairovėje ir priiminėti racionalesnius sprendimus. O kurią filosofinę tos tikrovės interpretaciją pasirinkti, tai bent jau kol kas, kaip jau minėjau, yra daugiau asmeninės intuicijos bei tikėjimo, o ne griežtų loginių samprotavimų ir įrodymų sritis. Tuo labiau, kad egzistuoja teorijos (pavyzdžiui, katastrofų teorijos ir deterministinė chaoso teorija), rodančios, jog **nėra neperžengiamos principinės ribos tarp tolydumo ir diskretiškumo, tarp determinuotumo ir stochastiškumo.**

Matyt, ne be pagrindo gimė kandas anekdotas apie filosofiją, nagrinėjančią „amžinus“ filosofinius klausimus, į kuriuos iki šiol niekaip nepavyksta rasti atsakymų, su kuriais visi be išlygų sutiktų. Tame anekdote, šaipantis iš filosofinių diskusijų nerezultatyvumo, ypač pašiepiamos dogmatinės filosofijos, skelbiančios radusios „amžinų“ filosofinių klausimų „atsakymus“ – dogmas, logiškai nepagrįsdamos jų teisingumo.

„... Sakoma, kad grupei išminčių buvo užduoti trys klausimai: Pirmasis klausimas buvo toks: „Kas yra mokslas?“

Į šį klausimą išminčiai atsakė, kad mokslas yra veikla, panaši į juodos katės gaudymą tamsiame kambaryje: daroma daug pastangų, kurios retai būna sėkmingos.

Į antrąjį klausimą: „Kas yra filosofija?“ išminčiai, atsižvelgdami į „amžinų“ filosofinių klausimų nagrinėjimo praktiką, atsakė: „Filosofija yra beveik tas pats kaip ir visi kiti mokslai, bet skiriasi tuo, kad katės gaudymas vyksta net ir tada, kai katė iš kambario sugeba pabėgti.“

Į trečiąjį klausimą „O kas yra dogmatinė filosofija?“ išminčiai pateikė tokį atsakymą: „Beveik tas pats kaip ir bet kuri filosofija, bet skiriasi tuo, kad jos atstovai, gaudydami net nesančią katę, kartas nuo karto sušunka „Pagavau!“, neleiddami kitiems patikrinti, ar jie iš tikrųjų ką nors pagavo...“

Prie dogmatinių filosofijų derėtų priskirti ir sovietmečiu propaguotą labai politizuotą „partinę filosofiją“, nors ir joje buvo gana nemažai „racionalumo grūdų“, kurių dabar kai kurie kitos krypties filosofai tiek pat tendencingai ir dogmatiškai stengiasi nepastebėti. Tai ne tik nedora ir nemoksliška, bet ir žalinga.

Vienas mūsų kurso tikslų – išmokyti studijuojančius sistemotyrą sistemiškai mąstyti ir sugebėti atskirti tikrus „katės pagavimus“ nuo tų „pagavimo“ imitacijų, ne tik nepadedančių nelengvame tiesos paieškos kelyje, bet dažnai nuvedančių į akligatvį. Reikia taip pat išmokti pastebėti grūdus net ir peluose bei mokėti juos iš pelų išrinkti.

Skaitytojui gali kilti klausimas: „Ar verta nagrinėti „amžinus“ filosofinius klausimus, jei atsakymų į juos vis tiek nerandame?“ Į šį jo klausimą atsakyčiau taip: „**Tiesos paieška, net jei ieškomoji tiesa kartais ir nebūna surasta, naudinga jau pati savaime, nes, būdami paieškos**

kelyje, visuomet atrandame ką nors naujo ir naudingo, panašiai, kaip norėdami pasiekti horizonto liniją ir keliaudami link jos, pamatome daug naujų vietovių, nors pačios horizonto linijos taip ir nepasiekiamo.“ Žymus XVIII a. vokiečių humanistas ir švietėjas, meno kritikas ir rašytojas G. Lesingas, kuriam turėtų būti dėkinga ir mūsų tauta už pagarbą mūsų dainoms ir mūsų kalbai bei už jų išsaugojimo būtinybės garsinimą pasauliui, yra pasakęs, jog **tiesos ieškojimas neretai būna žymiai vertingesnis už jos turėjimą.**

Žmogaus žingeidumas (atkreipkite dėmesį, kaip tiksliai tas žodis išreiškia juo žymimos sąvokos esmę!) – viena svarbiausiųjų varomųjų jėgų, stumiančių žmoniją progreso link. Manoma, jog kaip tik žingeidumas padarė žmogbeždžionę žmogumi. Jei nustosime būti žingeidūs, nustosime protingėti. **Būkime žingeidūs!** Tiesos paieška suteikia gyvenimui prasmę ir gali suteikti žmogui džiaugsmą ir naudą, nors dažnai būna varginanti ir skausminga. **Būkime ištvermingi!**

Grįšime prie įėjimo ir išėjimo srautų nagrinėjimo. Tais atvejais, kai norima specialiai išskirti informacinius **įeigos srautus, skirtus objekto O_i valdymui**, atskiriant juos nuo tų įeigos srautų, kuriuos objektas O_i apdoroja*, paversdamas išeigos srautais (pavyzdžiui, įmonė apdoroja gaunamas medžiagas, paversdama jas gaminiiais), vartojami specialūs pažymėjimai g ir Γ , kur $\vec{g}(t)$ – **įeigos srauto, skirto objekto valdymui, parametrų reikšmių vektorinė funkcija**, o Γ ir $\hat{\Gamma}$ – valdymo vektoriaus $\vec{g}$ kitimo erdvės. Tokiais atvejais vektorius $\vec{x}$ vartojamas **įeigos srautų, skirtų apdorojimui, gaminant išeigos srautus bei palaikant sistemos gyvybingumą, žymėjimui, o vektorius $\vec{x}$ – bendro įeigos srauto, susidedančio iš srautų $\vec{g}$ ir $\vec{x}$, žymėjimui.** Jei valdymo srautų specialiai išskirti nereikia, tai tuomet vektorius $\vec{x}$ laikomas bendru (pilno) įeigos srauto identifikatorium.

Jei norima pabrėžti, kad kai kurie įeigos srautai (tame tarpe ir valdymo srautai) **gali būti valdomi**, tai vartojami ženkleliai $\vec{u}$, U ir $\hat{U}$, kur $\vec{u}(t)$ – **valdomo srauto parametrų reikšmių vektorinė funkcija**, o U ir $\hat{U}$ – tos funkcijos reikšmių kitimo erdvės (reali ir potenciali).

Lygiai taip pat, kaip vektoriams $\vec{x}$ ir $\vec{y}$ buvo įvestos trajektorijų ir jų atkarpų bei portretų sąvokos, galima įvesti analogiškas sąvokas vektoriams $\vec{g}$ ir $\vec{u}$ bei vektorinėms funkcijoms $\vec{g}(t)$ ir $\vec{u}(t)$.

Šie žymenys dar netapo standartiniais. Tai tik rekomenduotini žymenys.

Kalbant apie valdymą ir informacinius srautus, skirtus valdymui, reikia turėti omenyje tuos valdymo ir informacinių srautų ypatumus, apie kuriuos buvo rašyta 1.1. skyriuje. Plačiau apie valdymą, valdymo kontūrą, valdymo proceso fazes ir funkcijas skaitytojas gali sužinoti paskaitės [15, 16, 17].

Prie jau minėtų specifinių informacijos ypatumų, apie kuriuos buvo kalbėta 1.1. skyriuje, derėtų pridurti, jog informaciniai srautai skiriasi nuo energetinių ir medžiaginių srautų dar ir tuo, kad **objektas, perduodantis informaciją kitam objektui, nebūtinai ją praranda. Jis gana dažnai visą ją išsaugo ir pas save.** Todėl **informacijos perdavimo procesai kardinaliai skiriasi nuo medžiagų ir energijos perdavimo procesų**, kuriems galioja griežti **medžiagos ir energijos kiekių tvermės dėsniai.** Tai rodo, jog **informacija nėra nei medžiaga, nei energija, nors jos atsiradimui, fiksavimui ir perdavimui būtina ir energija, ir medžiaga.**

Prie įėjimo ir išėjimo srautų bei sistemų išorinio ir vidinio funkcionavimo nagrinėjimo ir jų matematinio modeliavimo mes dar ne kartą grįšime vėlesniuose šios mokymosi priemonės skyriuose: 1.4. skyriuje, nagrinėdami **objektų išorinius modelius**, įsivesime **išėjimo ir perėjimo funkcijų** sąvokas ir nustatysime **jų sąryšį su išėjimo trajektorija**; 1.10. skyriuje, nagrinėdami **sistemų vidinius modelius**, įsivesime **sistemos elementų įėjimų ir išėjimų trajektorijų**, esančių daugumoje atvejų vidinėmis nagrinėjamos sistemos atžvilgiu, sąvokas; visas 1.11. skyrius bus skirtas vien tik **objektų bei sistemų išorinio ir vidinio funkcionavimo nagrinėjimui**

* Pastaruosius galima būtų pavadinti „objekto maitinimo srautais“.

ir matematiniam aprašymui; 1.13. skyriuje susipažinsime su **sistemų funkcionavimo imitavimu**, o 1.14. skyriuje nagrinėsime **ne tik determinuotus, bet ir stochastinius įėjimo ir išėjimo srautus**, išmoksime juos generuoti; 1.16. skyriuje nagrinėsime **ne tik kiekybinius, bet ir kokybinius bei neapibrėžtinius srautus ir procesus**.

1.2. skyriaus santrauka

Šio skyriaus tikslas – parodyti, kaip galima **matematiškai aprašyti objekto sąveikavimą su aplinka** – jo **išorinį funkcionavimą**. Tuo tikslu įvedamos **įėjimo ir išėjimo vektorių ir jų koordinatų** bei **jų reikšmių sąvokos**, o taip pat **įėjimo ir išėjimo erdvių** bei **įėjimo ir išėjimo procesų, įėjimo ir išėjimo trajektorijų** bei **jų atkarpų ir portretų sąvokos**. Pateikiami tų sąvokų apibrėžimai ir pavyzdžiai.

Kadangi įėjimo ir išėjimo procesai vyksta laike, tai įvedama ir **objekto kalendoriaus sąvoka**, pažymint, kad tas kalendorius gali būti **diskretus, tolydus ir mišrus**. Įėjimo ir išėjimo srautai taip pat gali būti **tolydūs, diskretūs ir mišrūs, determinuoti, stochastiniai ir neapibrėžtiniai** (ar bent jau laikomi tokiais). Šiame skyriuje **nemažai dėmesio skirta determinuotumo ir stochastiškumo sąvokų ir įvairių požiūrių į jas nagrinėjimui**. Ši tema bus aktuali ir kituose mokymosi priemonės skyriuose. Taip pat bus aktuali ir **tolydumo – diskretumo problema**. Ir ne tik filosofiniu, bet ir praktiniu požiūriu, nes reikės mokėti sudarinėti ir determinuotus, ir stochastinius, ir diskrečius, ir tolydžius, ir mišrius modelius.

Įėjimų ir išėjimų aprašymui gali būti vartojamos įvairios aprašymo sistemos: įvairios **įėjimo ir išėjimo žymėjimų abėcėlės ir kalbos ženklų grupavimo taisyklės**, sudarančios objektų įėjimų ir išėjimus **kalbas** su savo **ženklais, gramatikomis ir semantika**. Tos kalbos gali priklausyti ir REL, ir KOL grupėms. KOL grupei priklauso ir **algoritminės kalbos**, vartojamos aprašant algoritmus, sudarant kompiuterines programas ir, bendrai, žmonėms bendraujant su kompiuteriais.

Vertimui iš algoritminių kalbų į kompiuterių „mašininę“ kalbą vartojamos specialios programinės sistemos, vadinamos **transliatoriais**, kurie būna dviejų rūšių: **interpretatoriai ir kompiliatoriai**. Pirmieji interpretuotas komandas tuoj pat atlieka, antrieji vertimą išsaugo daugkartiniam naudojimui.

Prie transliatorių galima priskirti ir įvairias **kodavimo sistemas**, transformuojančias įėjimų ir išėjimų erdves, pervedančias įvairius pranešimus iš vienos **ženklų sistemos** į kitą, t. y. verčiančias iš vienos ženklų kalbos į kitą. Kodavimas ne visada sutampa su pervedimu iš vienos sistemos į kitą.

Kokių nors aprašymų bei modelių pervedimas iš koncepcinės (žmogaus minčių) kalbos bei iš natūraliųjų kalbų į kokias nors formalias dirbtines kalbas (pavyzdžiui, į matematikos kalbą bei į algoritmines kalbas), vadinamas **formalizavimu**, o atvirkštinis procesas – **interpretavimu**. Interpretavimo nereikėtų painioti su **konkretizavimu** – konkretaus pavyzdžio, iliustruojančio kokią nors formulę, užrašytą kokia nors formalia kalba, parinkimu ir pateikimu.

Aprašant įėjimo ir išėjimo erdves – aibes taškų, vaizduojančių visas galimas įėjimo ir išėjimo vektorių reikšmes, derėtų turėti omenyje, jog **ne visada realios įėjimų ir išėjimų erdvės sutampa su potencialiomis įėjimų ir išėjimų erdvėmis** – atskirų įėjimo bei išėjimo koordinatų galimo kitimo diapazonų dekartinėmis sandaugomis.

Nagrinėjant įėjimo ir išėjimo srautus, derėtų išskirti ir specialiai nagrinėti **valdomus srautus ir valdymui skirtus informacinius srautus**, nes, kaip jau buvo minėta 1.1. skyriuje, **valdymo procesai ir informaciniai srautai turi savo specifiką**, dėl kurios, jie kardinaliai skiriasi nuo paprastų medžiaginių ir energijos srautų. Be jau 1.1. skyriuje minėtų skirtumų reikėtų paminėti dar vieną: objektas, perduodantis informaciją kitam objektui, nebūtinai ją praranda, o dažniausiai – nepraranda nė vieno jos elemento, ko negalima pasakyti apie medžiagų ir energijos perdavimo procesus, kuriems galioja griežti **tvermės dėsniai**. Tai dar kartą patvirtina, kad **informacija nėra nei medžiaga, nei energija**, nors jos atsiradimui, perdavimui ir fiksavimui būtina ir energija, ir medžiaga.

Dėl šių ir eilės kitų skirtumų **srautams, dalyvaujantiems valdymo procesuose, įvedami specialūs žymenys**, kuriais naudojamosi, kai norima tokius srautus ir procesus atskirti bei išskirti iš visų kitų. Tie žymenys dar netapo **standartiniais**. Tai – tik rekomenduotini žymenys.

Išsiaiškinamos sąvokos

abėcėlė
abėcėlės ženklas
adekvatumo principas
agnosticizmas

agnostikas
aktualioji begalybė
algoritminė kalba
analogija

ansamblis	apribojimai
antinomija	aštuntainis kodas
„antropinis principas“	atbulinis ryšys
antropocentrizmas	ateizmas
apibrėžtumo lygis	atsitiktinumas
aprašomoji statistika	
baigtinis automatas	Broilio (de Broilio) banga
bifurkacija	būtinybė
binominis skirstinys	būtinybės ir atsitiktinumo dilema
chaosas	chaoso teorija
„daiktas savaime“ („daiktas savyje“)	dilema
daktiloskopinis atspaudas	dirbtinė kalba
denotatas	diskretumo – tolydumo dilema
dešimtainė skaičiavimo sistema	diskretus įėjimas
„deterministas“	diskretus išėjimas
deterministinio chaoso teorija	diskretus kalendorius
deterministinis modelis	dogma
determinizmas	dogmatinė filosofija
determinizmo ir indeterminizmo dilema	„drugelio efektas“
determinuotas automatas	„dualistas“
determinuotas procesas	dvejetainė skaičiavimo sistema
dezinformacija	dvejetainis dešimtainio skaitmens kodas
Didysis Sprogimas	dvejetainis kodas
ekspertinis įvertis	Epikūro dilema
eksponentinis skirstinys	erdvės transformavimas
ekstrapoliacija	ergodiškumas
emerdžencija	evoliucija
fatalizmas	„fizinis indeterminizmas“
filosofija	formalizavimas
„filosofinis determinizmas“	
garsų kalba	gramatika
geometrinis skirstinys	gramatikos taisyklė
grafikas	
Hemingo kodas	hieroglifas
hierarchinė kodavimo sistema	hipergeometrinis skirstinys
hierarchinis vektorius	homomorfiškas
identifikatorius	interpretatorius
įeigos vektorius	interpretavimas
įėjimo erdvė	intervalų skalė
įėjimo procesas	išeigos vektorius
įėjimo trajektorija	išėjimo erdvė
įėjimų aprašymo kalba	išėjimo funkcija
indeterminizmas	išėjimo procesas
individas	išėjimo trajektorija
„informacinis indeterminizmas“	išėjimų aprašymo kalba
kalbos ženklas	„keistasis atraktorius“
kalbos ženklų abėcėlė	kiekybė
kalendorius	klasifikatorius
Kanto filosofija	kodas
katastrofa	kodavimas
katastrofų teorija	kodavimo sistema

kokybė
KOL
kompiliatorius
konceptija
konceptinė (minčių) kalba

laiko funkcija (taškinė ir intervalinė)

matavimų skalės
matematinė erdvė
matematinė statistika
Mendelejevo ir Klapeirono dėsnis
mikrodalė

natūrali kalba
neapibrėžtinis procesas
neapibrėžtumo lygis
neapibrėžtumo principas
neigiamas atbulinis ryšys
nekomutuojuantis

objekto funkcionavimo trajektorijos
„objekto maitinimo srautas“
operatorius

panašūs į tiesą samprotavimai
papiliarinės linijos
„partinė filosofija“
pastraipa
Planko konstanta
populiacija
potenciali erdvė
potencialioji begalybė
pozityvizmas
pragmatikas

raidė
rangų (tvarkos) skalė
rašytinės kalbos
reali erdvė

sakinys
„sąmonės reiškiny“
santykių skalė
sąvoka
sąvokos apimtys
sąvokos turinys
semantika
„siaurasis takelis“
silpnai organizuota sistema
sintaksė
sisteminis požiūris

taisyklingumas
teigiamas atbulinis ryšys
teisingumas
termodinamika
termodinaminis požiūris
tikimybinis skirstinys

konceptinis modelis
konkretizavimas
koordinatė
koordinatės reikšmė
kvantinė fizika

laiko eilutė

minčių kalba
mišrus kalendorius
modeliavimas („placiaja prasme“)
modeliavimas „siaurąja prasme“
muzikinė notacija

neopozityvizmas
neorganizuota sistema
nominalinė (pavadinimų) skalė
normalusis skirstinys
nuojauta

organizacija
organizuota sistema

pranešimas
prerogatyva
„propensityvinė“ tikimybė
priežastingumo principas
priežastiniai dėsningumai
priežastinis ryšys
projekcija
Puankarė rezonansai
Puasono skirstinys

REL
Relėjo skirstinys
reliatyvi sąvoka

sistemos gyvybingumas
sistemos vidinis modelis
solipsizmas
standartinis žymuo
statistika
statistinės charakteristikos
statistinė tikimybė
statistiniai dėsningumai
„stochastikas“
stochastinis procesas
SUL

tolydus kalendorius
trajektorija
trajektorijos atkarpa
trajektorijos atkarpų jungimo taisyklė
trajektorijos portretas
tvermės dėsniai

valdymas
valdymo informacija
valdymo informacijos srautas
valdomas srautas
Van der Valso dėsnis
Veibulo skirstinys
vektoriaus reikšmė

vektorinė erdvė
vektorinė funkcija
„vektorinė raidė“
vektorius
vidurkių dinamika
„virtualus pasaulis“
„vulgarusis determinizmas“

žinių sistema
žmogaus laisvos valios principas

žodis

UŽDUOTYS

1.2.1. Išnagrinėkite kokio nors objekto įėjimo srautą ir sudarykite įėjimo vektorių $\vec{x}=(x_1, x_2, \dots, x_k, \dots, x_n)$, nurodydami, kokius konkrečius dydžius (parametrus) atitinka koordinatės x_k ir kokios kiekvienos tų koordinatė reikšmių kitimo ribos X_k .

1.2.2. Išnagrinėkite kokio nors objekto išėjimo srautą ir sudarykite išėjimo vektorių $\vec{y}=(y_1, y_2, \dots, y_l, \dots, y_m)$, nurodydami, kokius konkrečius dydžius (parametrus) atitinka koordinatės y_l ir kokios kiekvienos tų koordinatė reikšmių kitimo ribos Y_l .

1.2.3. Sudarykite keletą vieno ir to paties srauto matematinių aprašymų (modelių), t. y. sudarykite vienam ir tam pačiam srautui keletą jį aprašančių vektorių.

1.2.4. Raskite objektų pavyzdžius, kurių kalendoriai būtų: a) tolydūs, b) diskretūs, c) mišrūs. Aprašykite tuos kalendorius, t. y. nurodykite: 1) atvejyje „a“ – atkarpos T ribas ir jos ilgį; 2) atvejyje „b“ – kalendoriaus T taškus $t_0, t_1, t_2, \dots, t_w$; 3) atvejyje „c“ – taškus ir atkarpas, sudarančias kalendorių T.

1.2.5. Išnagrinėkite kokį nors paprastą procesą $\vec{P}_j$ ir sudarykite jį atitinkančias vektorines funkcijas: $\vec{x}_j(t)=(x_{j,1}(t), x_{j,2}(t), \dots, x_{j,k}(t), \dots, x_{j,n}(t))$ ir $\vec{y}_j(t)=(y_{j,1}(t), y_{j,2}(t), \dots, y_{j,l}(t), \dots, y_{j,m}(t))$.

1.2.6. Aprašykite kokio nors objekto potencialias ir realias įėjimo ir išėjimo erdves $X, \hat{X}, \hat{Y}, Y$. Paaiškinkite, kodėl reali erdvė gali nesutapti su potencialia. Pateikite potencialių ir realių erdvių pavyzdžių.

1.2.7. Determinuoto baigtinio automato įėjimų vektorius $\vec{x}$ turi keturias koordinates, x_1, x_2, x_3, x_4 , o to automato išėjimų vektorius $\vec{y}$ – tris koordinates y_1, y_2, y_3 .

Visų įėjimų ir išėjimų abėcėlės yra vienodos: jas sudaro dvejetainiai loginiai simboliai „0“ ir „1“.

Apskaičiuokite maksimalius skaičius skirtingų taškų, kuriuos gali turėti: a) potenciali keturmetė šio automato įėjimų erdvė $X=X_1 \times X_2 \times X_3 \times X_4$; b) potenciali šio automato išėjimų erdvė $Y=Y_1 \times Y_2 \times Y_3$.

Išrodykite, jog determinuoto baigtinio automato, turinčio n įėjimų $x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n$ ir m išėjimų $y_1, y_2, \dots, y_j, \dots, y_m$, kurių abėcėlės yra skirtingos ir turi atitinkamai po k_i ($i=1, 2, \dots, n$) bei k_j ($j=1, 2, \dots, m$) skirtingų ženklų $\zeta_{i,1}, \zeta_{i,2}, \dots, \zeta_{i,k_i}$ bei $\eta_{j,1}, \eta_{j,2}, \dots, \eta_{j,k_j}$, potencialios įėjimų ir išėjimų

erdvės gali turėti ne daugiau kaip po $\prod_{i=1}^n k_i$ bei $\prod_{j=1}^m k_j$ skirtingų taškų.

Po kiek skirtingų taškų galėtų turėti realios čia aprašytos baigtinių determinuotų automatų įėjimų ir išėjimų erdvės? Nuo ko galėtų priklausyti tų erdvių skirtingų taškų skaičiai?

1.2.8. Po kiek skirtingų ženklų privalėtų turėti 1.2.7. užduotyje aprašytų baigtinių determinuotų automatų įėjimų ir išėjimų abėcėlės po to, kai tų automatų įėjimų ir išėjimų daugiamatės erdvės būtų transformuotos į vienasimates?

1.2.9. Pateikite įėjimo ar išėjimo „hierarchinio“ vektoriaus pavyzdį. Raskite kokios nors kodavimo bei klasifikavimo sistemos pavyzdį. Kuriam sistemų tipui ši sistema priklauso?

1.2.10. Pateikite kokios nors įėjimo kalbos abėcėlės ir kokios nors išėjimo kalbos abėcėlės pavyzdį. Sudarykite keletą tos kalbos žodžių ir interpretuokite juos.

1.2.11. Aprašykite kokią nors įėjimo trajektoriją $(X_N)_T$ ir raskite jos portretą. Pavaizduokite kokią nors įėjimo trajektoriją ir jos portretą grafiškai.

1.2.12. Aprašykite kokią nors išėjimo trajektoriją $(Y_P)_T$ ir raskite jos portretą. Išreikškite tą trajektoriją ir portretą analiziškai.

1.2.13. Įsitinkinkite, kad vektorinės trajektorijos $\vec{x}(t) = (x_1(t); x_2(t); x_3(t)) = (a \sin \omega_2 t \cdot \cos \omega_1 t; b \sin \omega_2 t \cdot \sin \omega_1 t; c \cos \omega_2 t)$ portretas yra elipsoidas $\frac{x_1^2}{a^2} + \frac{x_2^2}{b^2} + \frac{x_3^2}{c^2} = 1$. Nubraižykite šio paviršiaus atvaizdą atveju, kai $a=3, b=1, c=2$.

1.2.14. Pateikite įėjimų ar išėjimų trajektorijų atkarpų jungimo pavyzdį. Kam reikalinga ši operacija? Kokias kitas įėjimo ir išėjimo trajektorijų pertvarkymo operacijas Jūs žinote?

1.2.15. Pateikite įėjimų ar išėjimų aprašymų transliavimo bei įėjimų ir išėjimų erdvių transformavimo pavyzdį. Ką Jūs esate girdėję apie kodavimą ir kodus? Kam skirtas Hemingo kodas? Kaip jis sudaromas?

1.2.16. Kokius procesus vadiname determinuotais, kokius – stochastiniais, kokius – neapibrėžtiniais? Pateikite tokių procesų ir srautų pavyzdžių.

1.2.17. Kokius dėsningumus vadina priežastiniais, o kokius – statistiniais? Pateikite priežastinių ir statistinių dėsningumų pavyzdžių. Ką vadiname būtinybe, o ką – atsitiktinumu? Atsakymą iliustruokite pavyzdžiais. Kuo jūs laikote atsitiktinumą ir tikimybę: žmogaus mąstymo produktais ar objektyviu fizikiniu reiškiniu? Savo nuomonę pagrįskite.

1.2.18. Apibūdinkite „deterministų“, „stochastikų“ ir „dualistų“ bei „agnostikų“ požiūrius. Kuris iš šių požiūrių Jums atrodo labiausiai priimtinas? Kodėl? Ar galima įrodyti, jog kuris nors iš šių požiūrių yra klaidingas? Kodėl? Apibūdinkite klasikinį, statistinį ir aksiomatinį požiūrį į tikimybę.

1.2.19. Apibūdinkite sąryšį tarp mus supančio pasaulio galimų modelių determinuotumo ir tolydumo, diskretumo ir stochastiškumo. Ar įmanoma socialinių reiškinių lygmenį pilnai suvesti į biologinių reiškinių lygmenį, pastarąjį – į cheminių reiškinių lygmenį, o šį – į mechaninių reiškinių lygmenį? Kodėl?

1.2.20. Raskite objektą O_i , kurio įėjimų sraute būtų informaciniai srautai, skirti objekto O_i valdymui. Sudarykite vektorius $\vec{g}$, $\vec{x}$, $\vec{\bar{x}}$. Ar turi to objekto įėjimo srautas tokią dalį, kuri aprašoma vektoriumi $\vec{u}$? Kuo skiriasi valdymo informaciniai srautai nuo paprasto fizinio poveikio srautų, t. y. nuo medžiagų ir energijos srautų? Atsakymus iliustruokite konkrečiais pavyzdžiais.

1.2.21. Grįžkite prie užduoties 1.1.2. ir pabandykite ją atlikti, pasinaudodami 1.2. skyriaus sąvokomis ir žymėjimais. Palyginkite užduoties 1.1.2. įvykdymo rezultatus, gautus anksčiau ir dabar, ir išvardinkite, kas naujo atsirado antrajame užduoties vykdymo variante.

1.2.22. Sudarykite įvestų sąvokų ir jų žymėjimų lentelę. Pasistenkite tą lentelę sudaryti taip, kad įvestos sąvokos ir jų žymėjimai sudarytų sistemą. Kurio tipo sistemą Jūs sudarėte? Kas, Jūsų nuomone, yra sistema? Kokią naudą duoda tokių sistemų konstravimas?

1.2.23. Ką Jūs esate girdėję apie kompiuterių įėjimo kalbas, vadinamas algoritminėmis kalbomis? Kokias algoritmines kalbas Jūs mokate, o apie kokias Jūs esate tik skaitę? Kodėl reikalingi algoritminių kalbų transliatoriai? Ką jie daro? Kokie transliatoriai vadinami kompiliatoriais, o kokie – interpretatoriais? Kada naudingesni interpretatoriai, o kada – kompiliatoriai?

1.2.24. Grįžkite prie užduoties 1.1.19. ir aprašykite objekto įėjimo ir išėjimo srautus, sudarydami įėjimo ir išėjimo vektorius bei įėjimo ir išėjimo trajektorijas.

1.2.25. Sudarykite vektorius, aprašančius telefono aparato įėjimo ir išėjimo srautus. Aprašykite įėjimo ir išėjimo procesus, įėjimo ir išėjimo kontaktus. Aprašykite telefono aparato išorinę (KOL) ir vidinę (SUL) kalbas. Kuo tos kalbos skiriasi nuo telefono aparatą ir jo funkcionavimą galinčios aprašyti kalbos REL?

1.2.26. Sudarykite vektorius, aprašančius kompiuterio įėjimo ir išėjimo srautus. Aprašykite įėjimo ir išėjimo procesus, įėjimo ir išėjimo kontaktus.

1.2.27. Ar gali objektas turėti kelias išorinio bendravimo kalbas (KOL)? Ar gali egzistuoti kelios skirtingos vieno ir to paties objekto aprašymo kalbos (REL)? Ar gali objekto vidinio funkcionavimo kalba (SUL) sutapti su KOL? O nesutapti? Kuriai grupei (KOL, SUL ar REL) priklauso objektų įėjimų ir išėjimų kalbos? Ar objekto įėjimų kalba visada sutampa su jo išėjimų kalba? Atsakymus iliustruokite pavyzdžiais.

1.2.28. Ar objekto išorinio funkcionavimo aprašymui ir supratimui visada pakanka jo įėjimo ir išėjimo trajektorijų žinojimo? Savo atsakymą pagrįskite, remdamiesi konkrečiais pavyzdžiais. Pateikite pavyzdį, iliustruojantį sąryšį tarp sistemos išorinio ir vidinio funkcionavimo. Ar tas sąryšis vienpusis ar abipusis? Savo atsakymą pagrįskite.

1.2.29. Susipažinkite su antrojo kurso studentės Živilės Jankevičiūtės referatu, kurį galima gauti VU MIF Matematinės statistikos katedroje. Ką naujo Jūs sužinojote perskaitę tą referatą? Kaip vertinate referato autorės požiūrį į šios mokymosi priemonės 1.2. skyriuje nagrinėjamas problemas? Ko pasigendate šiame referate? Kuo norėtumėte ir galėtumėte jį papildyti? Parašykite referatą, skirtą šiame mokymosi priemonės skyriuje nagrinėjamiems klausimams.

