

Chaoso teorija atskleidžia ne tik sudėtingų gamtos procesų matematinę struktūrą, bet ir netvarkos esmę kasdieniame gyvenime. Ji parodo, kaip net menkiausi pokyčiai gali sukelti tiek prognozuojamus, tiek netikėtus rezultatus, bei kaip netvarka ir netikėtumas yra susiję su subtiliais, tačiau svarbiais dėsningumais, formuojančiais mūsų pasaulį.

Kauno technologijos universiteto Matematikos ir gamtos mokslų fakulteto (KTU MGMF) docentas dr. Mantas Landauskas aiškina, kad chaoso teorija – tai matematinė teorija, skirta aprašyti ir paaiškinti natūralius gamtoje vykstančius procesus. Tai gali būti tokios sudėtingos sistemos kaip planetų judėjimas, o gali būti ir iš pirmo žvilgsnio nesudėtingas vėjo nešamo lapo skrydis.

„Su šia teorija stengiamės sukurti matematinius realaus pasaulio objektų modelius, kurie kuo geriau nusakytų, kaip juda ar keičiasi šie objektai. Žinoma, chaotinių, netvarkingų ar tiesiog sunkiai nuspėjamų reiškinių yra ne tik fiziniame pasaulyje. Tai gali būti ir visiškai teoriniai objektai, pvz., atsitiktiniai skaičiai“, – sako jis.

Drugelio efektas

KTU mokslininkas pasakoja, kad garsus XIX a. pabaigos – XX a. pradžios mokslininkas Anri Puankarė (pranc. Henri Poincaré) 1889 m. parašė memuarus, kuriuose nagrinėjo 3 kūnų problemą. Tai fizikoje populiari problema, kurios tikslas yra aprašyti 3 (arba daugiau) kūnų, pvz., planetų, judėjimą, kai tarp kiekvieno iš jų veikia gravitacijos jėga.

A. Puankarė pastebėjo labai įdomią ir netgi šiek tiek kontraversišką savybę – ilgalaikio nuspėjamumo kontekste determinuoti ir atsitiktiniai reiškiniai yra panašūs. Vienam iš sistemos kūnų padarius nedidelį pozicijos pokytį, tolesnis jo judėjimo kelias galiausiai tampa praktiškai neprognozuojamas. Taip pradėta kalbėti apie sistemų jautrumą pradinėms sąlygoms.

„Terminas determinuotas nusako reiškinį, kurio evoliuciją galima visiškai tiksliai aprašyti matematinėmis lygtimis. Analogiškai terminas atsitiktinis – tokį reiškinį, kuris yra sunkiai arba iš viso nuspėjamas“, – pastebi M. Landauskas.

Toks jautrumas pradinėms sąlygoms arba tiesiog parametų pokyčiams ir yra vadinamas drugelio efektu. Tiesa, pats terminas yra pasiūlytas 1972 m. amerikiečių matematiko Edvardo Lorenzo (angl. Edward Norton Lorenz).

„Populiariesnėje literatūroje jis yra įvardijamas kaip chaoso teorijos kūrėjas. Plačiai žinoma istorija apie E. Lorenzo nuo 1950 m. vykdytus oro prognozavimo modelių tyrimus. Esą kartą, baigęs dienos darbus, jis išsaugojo tarpinius orų modelio rezultatus, t. y. skaičius/pradines modelio sąlygas, kitos dienos tęsiniai“, – sako KTU mokslininkas.

Kitą dieną, paleidus modelį toliau, buvo stebima visiškai netikėta jo evoliucija. E. Lorenzas aiškinosi priežastis ir galiausiai padarė išvadą, kad ši netikėta evoliucija buvo lemta pradinių sąlygų pokyčio – pradinėse sąlygose buvo išsaugoti ne visi skaitmenys po kablelio. To pakako, kad prognozė būtų visiškai kitokia nei tikėtasi.

„Yra ir truputį kitokių šios istorijos versijų, bet ši man atrodo įtikimiausia. Smalsesniems skaitytojams labai rekomenduoju Jameso Gleicko (angl. James Gleick) knygą „Chaosas: naujo mokslo kūrimas“ (angl. Chaos: Making a New Science). Joje rasite ne tik šią istoriją, bet ir daug išsamesnį pasakojimą apie chaoso teorijos atsiradimą“, – dalijasi jis.

Chaosas kasdieniame gyvenime

KTU mokslininkas pasakoja, kad chaoso teorija yra taikoma ekonomikoje ir finansuose, biologijoje, inžinerijoje, socialiniuose moksluose.

„Finansų kontekste su chaoso teorija galime aprašyti pastoviai svyruojančius akcijų kainų pokyčius. Biologijoje galime nagrinėti bakterijų dauginimąsi ant tam tikro paviršiaus. Socialiniuose moksluose galime modeliuoti nuomonės, konfliktų ar kitų visuomenės aspektų evoliuciją“, – sako jis.

Pasak M. Landausko, kartais net nebūtina naudoti kokio nors konkretaus modelio, pakanka įvertinti tam tikrą rodiklį per chaoso teorijos prizmę ir jį naudoti kaip požymį.

„Įsivaizduokime, kad esame inžinieriai ir atliekame besisukančių įrengimų diagnostiką. Galime registruoti tokių įrengimų greičius, pagreičius arba papildomai įvertinti jų judesį chaoso teorijos elementais. Kad ir ta pati fraktalinė dimensija – specialus rodiklis, parodantis, kiek netvarkingas yra judėjimas / kitimas“, – aiškina jis.

KTU mokslininkas tęsia, kad tokiu atveju, kai įrengimai pradeda dėvėtis, atitinkamai keičiasi ir jų rodikliai. Kartais chaoso teorijos elementai leidžia pastebėti pokyčius, kurių neižvelgiame plika akimi ar netgi kitais, klasikiniais metodais.

„Pateikiau labai sudėtingą pavyzdį. Štai kasdieniame gyvenime vien pažvelgę į dangų matome įvairiausių formų debesis. Tai yra vienas iš chaotinių reiškinių pavyzdžių“, – dalijasi jis.

Kitas M. Landausko pavyzdys – geriant arbatą maišeliuose, išžiūrėti į arbatos maišymosi su karštu vandeniu formas, kurios pastebimos tik įmerkus maišelį.

„Įdomus eksperimentas būtų į dvi skaidrias stiklines įdėti po maišelį arbatos, geriausia kuo labiau dažančios, ir stebėti. Bandykite pasijausti kaip A. Puankarė ar E. Lorenzas, tik jūsų atradimas – pastebėti, kad arbatos ir vandens sūkuriai abiejose stiklinėse nėra vienodi, jie skiriasi. Taip galite pamatyti drugelio efektą“, – pastebi jis.

Chaosas teorija ir DI

KTU mokslininkas teigia, kad pati chaoso teorija savaime neturės poveikio mūsų kasdieniam gyvenimui. Poveikis bus netiesioginis, jis pasireikš per mūsų teorijos supratimą arba nesupratimą. Žmogus, turėdamas fundamentalių žinių, gali priimti informuotus ir pagrįstus sprendimus.

Pasak jo, žiūrint teoriškai, dėmesio atkreipimas į chaoso teorijos principus, kartais dar net neišsivysčius pačiai chaoso teorijai, leido sukurti įvairias matematines priemones nuspėjamumo įvertinimui. Tai fraktalinė dimensija, Liapunovo eksponentė ir kt.

Taip pat sustiprėjo mintis, kad net ir esant sudėtingam reiškiniui, kurio negalime taip

paprastai aprašyti matematiškai, gali egzistuoti konkretus modelis, pagal kurį šis reiškinys evoliucionuoja.

„Matematikoje turime įvairių metodų, kuriais ir ieškome tokių modelių. Reikia paminėti, kad chaotiškas reiškinys paprastai yra nuspėjamas. Kad galėtume nuspėti ateities evoliuciją, turime ką nors žinoti apie reiškinį. Galbūt jo statistines savybes, tam tikrus parametrus. Tik tada galima atlikti spėjimus ir vertinti jų paklaidas“, – sako M. Landauskas.

Jis pasakoja, kad determinuoto chaoso atveju, t. y. tokiu, kai egzistuoja tam tikras mums nežinomas modelis, mes taip pat stebime netvarkingą sistemų judesį, tačiau tas judesys yra sąlygotas minėto nežinomo modelio. Tokiu atveju nuspėjamumas gali būti įmanomas.

„Šios dienos kontekste, be abejo, viena labiausiai aktyvėjančių tyrimų kryptių yra chaoso teorijos taikymai dirbtiniams neuroniniams tinklams, kitaip tariant – chaoso teorija jungiama su dirbtiniu intelektu (DI)“, – pastebi KTU mokslininkas.

Jis papildo, kad vieni mokslininkai orientuojasi į prognozavimo uždavinių sprendimą, o kiti nagrinėja teorinius aspektus. Chaoso teorija leidžia į turimus modelius įdėti daugiau atsitiktinumo, jautrumo ir įvairovės.

„Ateityje numatomas esamų DI modelių tobulinimas. Požymių išskyrimo uždaviniai ir toliau aktyviai taikomi įvairiose disciplinose. Galima paminėti medicininius taikymus nagrinėjant elektrokardiogramas, įvairių paviršių šiurkštumo vertinimą. Iš labiau egzotinių kryptių – chaoso teorijos taikymai kvantiniuose algoritmuose informacijos saugumui užtikrinti“, – apie chaoso teorijos perspektyvas kalba KTU mokslininkas M. Landauskas.

