

мр Љубиша Станојевић,
систем-аналитичар Правног факултета у Београду

ТЕОРИЈА КАТАСТРОФЕ И МЕЂУНАРОДНИ ОДНОСИ

УВОД

„Постављање сличности између разноликих објеката, процеса или појава универзума, давно је стављено у основу научног истраживања. У суштини, у свим наукама у очигледној и неочигледној форми, уводи се појам модела, који одражава сличне особине изучаваних појава и објеката. И мада је историја модела, шире — моделирања, стара колико и друштво, чини се да ниједна наука није јасније и доследније применила концепт моделирања од кибернетике“⁽¹⁾.

Генерално говорећи, историјски развој моделирања карактеришу три етапе, и то: претеоријско, теоријско и кибернетско моделирање⁽²⁾.

У кратком приказу историјске ретроспекције генезе моделирања, можемо рећи да је у претеоријској етапи човек углавном кроз своје радне активности, међуделовањем свести и објективне стварности, емпиријски дошао до сазнања појма сличности. Наиме, сам поступак упознавања начина на који се одвија појава је чин стварања модела (моделирање).

Даљи развој производних снага у друштву је утицао на екстензивније продубљивање човекове идеје о сличности. Свакако, најефикаснију практичну употребу концепта сличности срећемо у техници, прецизније — природним наукама, мада је цео средњи век обојен сјајним ликовним, вајарским, као и архитектонским делима, која своја упоришта налазе пре свега у емпиријски заснованом концепту сличности.

Основна карактеристика ове етапе моделирања јесте непостојање адекватне теоретске подлоге модела, шире — моделирања.

Етапа теоријске поставке модела, тј. његовог формалног артикулисања покрива период од преко три века, који су, поред других великих умова, најдубље означили Њутн, Лајбниц и Максвел, до Анштајна. Њихови радови, који се односе на проблеме кретања и гравитације, електромагнетизма, теорије релативитета, итд., у ствари чине основу моделирања, прецизније: математичког моделирања. У логичкој основи ових поступака моделирања лежи теоретско расуђивање по аналогији. Дијалектички материјализам, концепт аналогije, као основе моделирања тумачи као одраз јединства природе тј. материјалности света. „Начин мишљења по аналогији је објективни одраз јединства природе, или како Лењин каже: 'јединство природе се испољава у задивљујућој аналогији диференцијалних начина, које се односе на различите области појава'“⁽³⁾.

Оно што карактерише овај период развоја моделирања јесте, поред различитих поступака моделирања, изразита математизација модела⁽⁴⁾, и то најчешће путем диференцијал-

(1) Lerner, A. J., *Принципи кибернетике*, ИГС, Београд, 1975. године.

(2) Види за детаље: М. Марковић, *Кибернетика и системи*, Институт за системе планирања и управљања, Београд, 1970, стр. 135—186.

(3) Преузето од: М. Марковић, *Кибернетика и системи*, Институт за системе планирања и управљања, Београд, 1970, стр. 136; В. И. Лењин, *Материјализам и емпириокритицизам*, Дела — том 18, стр. 306.

(4) Углавном класификација модела зависи од потреба истраживања; тако може бити подела на физичке, и математичке, или друга подела на логичке, графичке, физичке, нумеричке (шифарске), и математичке. Међутим, истраживања у било којој области се не могу замислити без примене количинских метода истраживања, а то значи — математичких модела.

них једначина. Тако је Њутн свој закон кретања и гравитације изразио у диференцијалним једначинама, што је, на неки начин, кулминирало у Анштајновој теорији релативитета, скупом диференцијалних једначина.

У XX веку кибернетско моделирање постаје преобладајући метод у истраживању и експериментисању. Свакако, разлог овом лежи у бурном развоју фундаменталних природних и друштвених наука, које све више продубљују област свог истраживања, диференцирајући своје гране на „веома уску класу објеката“ истраживања. Паралелно с овом тенденцијом, тежи се развоју новог методолошког апарата кибернетике, који истражује опште закономерности развоја, које важе за „широку класу објеката“. Тај методолошки апаратикус је виђен у општој теорији система (ОТС).

Појава ОТС као методолошког апарата кибернетике се везује за онај степен развоја на коме дотадашњи научни методи нису били довољни да реше проблем сложености, и изразито динамизма појава, и процеса у друштву.

Фундаментални појам ОТС, како сам назив каже, јесте систем. Опис таквог кибернетског система формалним језиком се назива математичким моделирањем, штавише, кибернетика се и формирала као наука која се бави техничким и апстрактним моделирањем, природних и друштвених система.

За потребе нашег рада дефинисаћемо математички модел као спољашњи трансформатор спољних услова система „улаза“ (U) — у тражене карактеристике система — „излаза“ (Y). По начину изражавања односа између спољних услова, унутрашњих параметара и тражених карактеристика, математички модели се деле на структуралне и функционалне⁽⁵⁾.

Основна разлика између ове две врсте математичких модела лежи у томе што структурални модели одражавају унутрашњу хијерархијску структуру нивелета, подсистема до елемената, као и унутрашње параметре тј. њихове везе са „улазом“ и „излазом“, док функционални модели утврђују суштину система преко његовог понашања. Код ових модела задавањем улазних вредности добијају се излазне вредности, при чему унутрашњост система није од доминантног значаја.

Уколико упоређујемо структуралне са функционалним моделима, утврдићемо да је он релативног карактера. Наиме, структурални модели, поред приказа структуре веза, дају информације и о понашању система, у случају када се мењају спољашњи услови. Са друге стране, проучавањем функционалних модела, поставља се хипотеза о унутрашњој структури система, као узрока одређених понашања и открива се пут за структуралну анализу⁽⁶⁾.

За потребе нашег рада, ближе ћемо одредити појам функционисања, као и функционалних модела.

Функционисање се може дефинисати као резултантна активност свих елемената (значи у потезу хијерархијске структуре од врха до дна — елемента) одређеног система. То мењање представља кретање. Значи, нема функционисања без кретања, тј. кретање је неопходан услов за функционисање.

Функционисање релевантног система су везе између елемената (или подсистема) система, прецизније — струјање материје, енергије и информација између хијерархијских нивелета и унутар њих.

Путем функционисања се остварују циљеви, и то, најчешће:

- I) континуитет функционисања = „борба за опстанак“,
 - II) повећање ефикасности = „побољшање услова“, и
 - III) континуитет побољшања ефикасности функционисања,
- што би се одредило као = „прогрес“.

Наиме, системски приступ на свет неколико оправдава ову структуру циљева функционисања, као и логику редоследа. Не улазећи у даља објашњења, издвојимо први циљ функционисања, континуитет функционисања, као значајку за каснија разматрања.

(5) Р. Анић, *Општи принципи моделирања економских система*, „Economic Analysis and Worker's Management“, no 1, Vol. XVI, 1982, p. 62—63.

(6) Р. Анић, *Општи принципи моделирања економских система*, „Economic Analysis and Worker's Management“, no 1, Vol. XVI, 1982, p. 62—63.

На основу напред изнетих, ближих одређивања појма функционисања, могуће је приступити дефинисању функционалних модела. Међутим, пре него што то урадимо, нужно је дефинисати математички модел у релацији према процесу, појави, или догађају, који се моделира.

Тако, према Ђури Курепи⁽⁷⁾, „математички модели у вези са стварношћу треба да задовољавају следеће услове, и то:

- 1) Модел је остварљив, тј. треба да има бар једно решење, тј. 'модел треба да ради';
- 2) постоји једно једино решење, и
- 3) постоји једно стабилно решење. Под стабилношћу се подразумева да мале промене параметара, или података, изазивају мале промене у решењу“.

Запазимо из наведених услова да је појам егзистенције решења примарно категорија услова модела. Тако, знамо да су „функционалне једначине“ врло разноликих типова (диференцијске, диференцијалне, интегралне, интегрално-диференцијалне, итд.) примери важнијих математичких модела, како у природним, тако и у друштвеним наукама. У овом контексту, врло је важно исправно дефинисати шта се подразумева под решењем датог модела.

Даљи проблем је да се осигура постојање па и јединост решења под датим условима (решимо да се испуни услов под 3. или неки други).

Међутим, решење модела за широку класу природних и друштвених појава захтева одређивање екстремних решења модела (услов стационарности⁽⁸⁾). Запазимо да једну класу догађаја из области међународних односа карактеришу екстремне појаве (међународни сукоб, нпр., рат, итд.).

На бази особина функционалних једначина, као одраза математичких модела, можемо констатовати да је основна идеја ових модела утврђивање суштине система преко његових најважнијих испољавања: делатности, функционисања, понашања. Значи задавањем неких спољашњих (егзогених) импулса (или системском перцепцијом потенцијалних стимула), систем респондира у понашању тј. неким „излазним вредностима“. Ова особина функционалних модела је од есенцијалног значаја за већину друштвених система, који поседују веома сложену структуру, али на неке импулсе реагују релативно униформно. Један од тих система је и међународни систем.

Међутим, примена моделирања у науци о међународним односима поседује инхерентне проблеме који се свode, у суштини, на питање разлика између природних и друштвених система, у смислу да се на прве може применити математика потпуно, а на друге врло ограничено. Ово имплицитно значи да су природне појаве објективне, униформне, неспорнољиве, док су друштвене појаве субјективне, појмовно неупростиве, објективно несазнајне, и прецизно непредвидиве.

Уколико се овакви ставови априорно прихвате, они нужно доводе до крајњег упрошћења и погрешног приступа. Тако Б. Шеших⁽⁹⁾ каже:

- „Погрешно је градити друштвене науке по моделу природних наука;
- погрешно је схватање да се искази научног сазнања деле на аналитичке и таутолошке ставове, логике и математике, и на синтетичке, емпиријске исказе природних наука;
- погрешно је схватање да се теорија и методе сазнања односно методологије природних и друштвених наука морају суштински разликовати;
- погрешно је схватање да су методе научног објашњења, нарочито узрочног објашњења, неприменљиве на друштвене појаве, које треба да су сазнатљиве само применом 'метода разматрања', и

(7) Ђ. Курепи, *Математички модели у Природним и друштвеним наукама*, „Дијалектика“, бр. 6, 1966, стр. 10—17.

(8) Стационарне тачке су: максимум, минимум (или оба), равања дивергенције.

(9) Б. Шеших, *Основи методологије друштвених наука*, „Научна књига“, Београд, 1974.

— неоснована су гледишта о међусобном искључивању општих методологија: методолошког позитивизма, методолошког ментализма, методолошког индивидуализма, методолошког холизма, итд.“

Насупрот овим погрешним схватањима, може се показати, следеће:

— разлика између природних и друштвених система нису апсолутне;

— постоји одређено дијалектичко јединство, као и степен прелаза одлике једне и друге врсте појава.

Тако, илустрације ради, микропроцесор представља на неки начин јединство субјективности, објективности, као и униформности, и неуниформности. Исто тако несумњиво је да између друштвених појава постоји одређени степен сличности структуре, активности, једнообразности индивидуалних појава, што нам дозвољава да говоримо о врстама и типовима друштвених појава, догађаја или масовним догађајима.

Из напред реченог можемо закључити да се кибернетско моделирање може примењивати, али уз извесна ограничења, у друштвеним наукама, посебно у науци о међународним односима.

У наредном делу рада, укратко ћемо указати на ова ограничења, као и начин њиховог решавања.

НЕКИ ПРОБЛЕМИ ПРИМЕНЕ МАТЕМАТИЧКОГ МОДЕЛИРАЊА У НАУЦИ О МЕЂУНАРОДНИМ ОДНОСИМА

Основни предуслов да би се приступило поступку кибернетског моделирања у науци о међународним односима јесте одређење јединице анализе. Ово проистиче из дефиниције моделирања, као, „експериментисање са системом“ (тј. његовим моделом у времену), што значи, понашање система се разматра у времену. Дакле, објекат истраживања, методом моделирања је систем⁽¹⁰⁾. Но, без обзира шта одредили за јединицу анализе (нпр. државу, или међународни систем, или један период времена који карактеришу неке особености), јасно је да ове условне јединице анализе манифестују неке заједничке особине, и то: велика сложеност структуре, изразит динамизам развоја, стохастичка (случајна) кретања, велики број фактора (параметара, догађаја, променљивих величина, процеса, итд.), нестабилност, еквилибријумске тенденције (равнотежа у наоружању), самоудесивост, девијантност, дивергенција, изненадна транзитивност, итд.

Поменуте карактеристике нам помажу да лакше одредимо јединицу анализе као основу за примену математичког моделирања.

Углавном се у литератури највише срећу два приступа у поступку дефинисања јединице анализе у области међународних односа. Први приступ, који најуспешније заступа McClelland⁽¹¹⁾, јесте да међународни систем, по дефиницији, мора да садржи најмање две државе. Наравно, поставља се питање шта је са односима. Дефинисати систем у терминима подсистема значи отворити могућност за инфинитни ранг дефиницијских структура. Уистину, сваки истраживач може дефинисати своју властиту структуру подсистема.

Други приступ дефинисању јединице анализе, који заступа Roscerance⁽¹²⁾, предлаже поделу међународних односа у различите сегменте, који су специфицирани временском димензијом (периодима), чије су маргине означене значајним променама у међународним односима (нпр. дипломатском стилу). У том смислу, по Roscerance, међународни односи се могу сврстати у одвојене подсистеме. Наравно, ова дефиниција захтева прецизну процедуру на бази које је могуће одредити „различите сегменте“.

Упркос овим, неуспешним, покушајима да се пружи аналитичка дефиниција, већина истраживања је оријентисана на анализу релевантних атрибута и импликација функција

(10) Naylor, et al., *Computer Simulation Technique*, Wiley, New York, 1967, p. 2.

(11) Преузето од: D. Zinnes, *The Study of System Transformations*, University of Maryland Press, 1974.

(12) Roscerance, Richard, *Actions and Reactions in World Politics*, Boston: Little, Brown and Co, 1963.

међународног система. Наравно, без прецизне дефиниције јединице анализе, ови покушаји се свode на интуитивне осећаје шта јесте, а шта није међународни систем.

У фебруару 1979. године Кина је напала Вијетнам. Овај догађај се може сагледати са два аспекта, и то: (1) као догађај везан за унутрашње проблеме Кине (значи јединица анализе је суверена држава — систем), или (2) системском перспективом у којој је јединица анализе међународни систем. Интересантан је контраст између ова два приступа, релевантног догађају. Приступајући анализи с аспекта државе јасно идентификујемо тежњу Кине за бржим економским развојем. Манифестација ове тенденције је виђена у слању кинеских емисара добре воље, широм света, посебно у Азију, Африку, Блиски исток, потписивање трговинског уговора са Француском, затим уговора о војној сарадњи са Јапаном, као и изражавање добре воље да се проблем Тајвана сагледа еластичније, као одраз попуштања и нормализацији односа са САД. Међутим, паралелно с овом кампањом „отварања“, видљиви су знаци унутрашњег незадовољства, узрокованог slabим животним стандардом, као и жестока борба за власт, унутар кинеског руководства. Стављајући све ове делове заједно, јасна је тежња Кине за економском експанзијом. У исто време Вијетнам напада Камбоџу, која је у војном савезу са Кином.

Сматрајући да је њен углед у свету, као силе, угрожен, па тиме и могућност робне размене и трговине са земљама света, Кина се одлучује на оружану интервенцију у Вијетнаму.

Протумачимо овај догађај из перспективе другог приступа, који у разматрање поред Кине узима и Јапан, СССР, и Камбоџу. Наиме, 23. октобра 1978. године Кина је потписала са Јапаном историјски мировни уговор, у коме је једна од клаузула била да ће се две земље оружаном супротставити хегемонизму било које земље у Азији. Укратко, Кина је инсистирала на овој клаузули, као сигнал противљења ширењу интереса СССР-а у Азији. Кратко време по потписивању овог уговора, СССР је потписао уговор о војној помоћи Вијетнаму, који је одмах и реализован. Убрзо затим Вијетнам окупира Камбоџу. Пошто је Кина била у војном савезу са Камбоџом, допуштање ове инвазије би угрозило неке реперне тачке Кине у борби против инфилтрирања СССР-а у Азији. Одлука Кине да нападне Вијетнам, без претензије на њену територију, иницирана је у сврху указивања СССР-у да неће олако прећи преко чињенице да је нападнута земља са којом Кина има војни савез. Са друге стране, окупација Камбоџе и обарање Пол Потовог режима јасно илуструју снагу совјетске подршке и одлучност да СССР брани своје интересе у Азији.

Верујући да СССР неће интервенисати, Кина предузима казнену оружану интервенцију, са сврхом да не буде дискредитована у светском јавном мњењу, а као што смо рекли, без претензија на територију Вијетнама.

У овом случају објашњење кинеске инвазије је нађено у испитивању односа између скупина држава; што значи да је имплицитна јединица анализе систем (подсистеми).

Супротност између ова два приступа истраживања илуструје да интуитивно поимање јединице анализе може да изврши делинеацију на оне приступе који узимају или не узимају у разматрање међународни систем као јединицу анализе. Присећајући се напред наведених дефиниција McClellanda и Roscerancea, увиђамо њихове аналогне релације са датим интуитивним приступом. Наиме, McClellandов критеријум да морају постојати барем две државе у међународном систему је уистину једна карактеристика, која разликује прво од другог објашњења. Свакако, уколико, „односи“ између варијабли, кореспондирају „целини делова који се могу мењати“ и „различитим сегментима“, тада одређивање овог атрибута међународног система може бити сагледано као есенцијални опис међународних односа, као и његове динамике у оквиру анализе релација пет држава у датом примеру.

Укратко, дати приступи не могу дати задовољавајуће дефиниције јединице анализе. Међутим, тиме примена математичког моделирања није парализована!

За потребе нашег рада чини се да је најадекватнија јединица анализе догађај. „Концептуално, један догађај може бити дефинисан као активност, коју је предузео међународни учесник (национална држава, главни појединци у националној држави, једна међународна организација, или регионално или међународно признат покрет). Догађај је активност ко-

ју један учесник предузима у одређено време, и која је генерално усмерена према другим учесницима да би се саопштила намера спровођења утицаја или интереса (или не-интереса) у некој области. Тако догађај укључује (1) учесника, (2) циљ, (3) временски период, (4) активност, и (5) област активности⁽¹³⁾.

И поред оперативних тешкоћа, ова Азарова дефиниција јединице анализе нам омогућава моделирање, а тиме и квантификацију у области међународних односа. Међутим, проблеми у оквиру дефиниције догађаја остају. Шта одредити за учесника? Да ли државу, да ли појединца, да ли међународну организацију, итд? Такође је проблематично типизирати релевантне међународне догађаје по областима, нпр., као Азар; симболички политички односи, економски односи, војно-стратешки односи, културно-научни односи, релације везане за природне изворе и сировине, популациони и етнички односи, и политички односи (нпр. државно уређење), као и резидуална област (они догађаји који нису могли да се уклопе у напред дате).

Управо један догађај може бити мешавина свих поменутих области, чиме се ипак методолошки оквир Азара не нарушава, али се губи јасно правило за класификацију догађаја.

Чини се да решење за овај проблем лежи у примени теорије дифузних скупова у поступку класификације. Применом ове теорије би се отклониле непотребне ригидне класификације, нпр. догађај који се односи на економску и политичку област сврстати у економску, и сл.

Основа примене теорије дифузних скупова Л. Задеха⁽¹⁴⁾ лежи у чињеници да скупови или класе објеката (или у нашем случају догађаја) немају строго опредељене границе. Тако је класа догађаја одређена путем степена припадности карактеристикама датог догађаја датог класи или скупу.

Шта ово практично значи? Уколико примењујемо ригидни приступ Азара, тада је догађај, кинеска инвазија на Вијетнам, дефинисан, како следи; (1) учесник = Кина, (2) циљ = заштита својих политичких интереса, (3) временски период = t , (4) активност = оружане акције, (5) област = војно-стратешка област.

Управо се овим поступком класификације догађаја, увелико редуцира и осиромашује дата јединица анализе, а тиме и поузданост у компјутеризоване банке података, које се базирају на таквој структури формата.

Супротно томе, уколико би применили теорију дифузних скупова, свака од наведених карактеристика догађаја од (1) до (4) би се разбила у подскупове, тако би добили, како следи: (1) Кина (Јапан, СССР, Камбоџа); (2) циљ: економски развој, војна доминација, углед у свету; (3) временски период: период пре избијања оружане интервенције, сам ток оружане акције, активности после оружане акције; (4) активност: активности војне природе, активности економске сарадње — трговински уговори, уговори војне природе; (5) област: политичка, економска, војно-стратешка област⁽¹⁵⁾.

Осим тачке (1) где Азар респондира са другом земљом у релацији, остале тачке остају мањкаве. Применом теорије дифузних скупова се формира функција припадности, која даје за сваку ставку условне критеријуме припадности. Тако, илустрације ради, активности и карактеристике (5) у случају кинеске инвазије, се могу, дефинисати на следећи начин:

X — скуп свих могућих тематских профила области међународних односа,

A — скуп области, које вишедимензионално покрива дати догађај и то илустрације ради:

$A = (2,3,7)$, где су 2-економски односи, 3-војностратешки односи, и 7 — политички односи.

(13) Е. Азар, *Десет области истраживања догађаја*, „Међународни проблеми“, бр. 2, 1981, стр. 263.

(14) М. П. Реброва, „Дифузни скупови у теорији класификације“, „Научно-техничка информација“, Серија 2, No 1, 1976. Москва.

(15) Наравно, ова одређена треба схватити илустративно.

Тада је функција припадности скупа $A = (x, f_A(x))$, може бити приказана, како следи:

$$f_A(2) = 0.45, f_A(3) = 0.35, i f_A(7) = 0.10,$$

где су вредности, 0.45 ; 0.35 и 0.10, вредности припадности датој области сукоба, мерење у границама припадности 0 = не припада преко низа вредности од 0.01, 0.02, 0.03, ... па до 1 = потпуно припада (ове вредности не треба мешати са вероватноћама).

Оваквим одређењем скупа A , омогућавамо примену такве класификације која ће најадекватније формирати базу података по вишедимензионалним критеријумима, сведући на најмању меру елементе редундантности информација о датом догађају.

Поред овог проблема, примене моделирања у домену међународних односа, постоји и други проблем, који се тиче језика диференцијалних једначина. Наиме, диференцијалне једначине описују само оне феномене који се мењају континуелно, тј. инфинитно су диференцијабилне. Говорећи математичким језиком, решење диференцијалних једначина морају бити функције, које су такође диференцијабилне. Догађаји из области међународних односа, наспрот тако дефинисаним догађајима карактеришу, „изненадне трансформације и непредвидиве дивергенције“, што захтева да функције не буду диференцијабилне.

Математичко решење за овакве феномене нађено је у теорији катастрофе (ТК), математичком методу, који се бави баш, дисконтинуитетним и дивергентним феноменима, тј. изненадним великим променама у понашању. Креатор ове теорије је Rene Thom са Institut des Hautes Etudes Scientifique at Bures-sar-Yvette у Француској. Он је ову своју идеју публиковао у књизи под насловом, *Stabilite Structurelle et Morphogeneze*, 1972. године. Ову идеју је касније сјајно елаборирао C.Z. Zeeman у часопису „Scientific America“ (1971), где је дао примере примене ТК у биологији, психологији, физици, итд.

ТК комбинује две различите математичке дисциплине, и то: топологију, која анализира карактеристике вишедимензионалних површи, и квалитативан динамизам — теорија коју је развио Poincare, која објашњава квалитативне промене у систему. Оно што је значајно напоменути, пре него што пређемо на детаље ове теорије, јесте да су оба метода високо квалитативне природе, па према томе примарно хеуристична са малом експерименталном вредношћу.

У наредном делу рада илустроваћемо поступак примене теорије катастрофе у међународним односима.

НЕКИ МЕТОДОЛОШКИ ПРЕДУСЛОВИ ПРИМЕНЕ ТК У НАУЦИ О МЕЂУНАРОДНИМ ОДНОСИМА

Базичан услов за приступање моделирању неке појаве, процеса, догађаја, феномена, итд., јесте аналогност⁽¹⁶⁾ у смислу изједначавања концептуализације датог феномена са моделском концептуализацијом.

Поступак изналажења аналогних комбинација параметара захтева прецизну операционализацију релевантног феномена из домена међународних односа. Чини нам се да категорија, која испуњава моделске захтеве ТК у домену међународних односа, јесте међународна криза, чиме тематски сужавамо домен примене ТК. Свакако да није потребно наглашавати важност концепта кризе у домену међународних односа, мада ову категорију међународних односа прати изразита контроверза у домену дефиницијског одређења. Ово је најпре проузроковано недостатком јасног схватања узрока кризе, па и недостатком аде-

(16) Б. Н. Новиков, преузето: М. Марковић, *Кибернетика и системи*, Београд, 1970. Прва теорема код сличних појава увек постоји неки једнаки критеријуми аналогности, тј. једнаке комбинације параметара, који описују појаву, која се моделира, те промисљивих, које карактеришу њихово протицање у моделу.

Друга теорема показује могућност приказивања пуне једначине физичког процеса, који предлажу моделирање, у облику критеријалних узајамних односа — критеријума сличности, тј. зависности између безразмерних узајамних односа параметара, који улазе у једначину.

Трећа теорема даје карактеристике услова који су потребни и довољни за реализацију сличности, приликом моделирања: треба да услови једнозначности у моделу и оригиналу буду релативно једнаки и да критеријуми сличности, који садрже параметре модела и оригинала и који одговарају условима једнозначности, такође буду једнаки.

кватног аналитичког оквира за дати концепт. Генерално говорећи, ову теоретску мањкавост у науци о међународним односима у великој мери можемо објаснити општом терминологском нејасноћом употребе базичних термина у области науке о међународним односима. Тако се у ординарном језику⁽¹⁷⁾ међународна криза објашњава као изузетно опасна ситуација, или потенцијално опасна ситуација. Најчешће је дефиниција кризне ситуације служила да означи период пре избијања рата, па чак и онда када до рата није ни дошло. Углавном сваки истраживач је за потребе свог властитог рада постављао дефиницију кризе. Као резултат овога, постало је тешко разликовати у операционалном смислу кризни од некризног периода.

Међутим, из читавог спектра различитих дефиниција кризе, чини се да два приступа преовлађују, и то: партикуларни, и системски.

Први приступ се бави одређивањем концепта кризе као посебног догађаја иманентног само спецификуму садржаја партикуларног проблема или ситуације.

Други приступ полази од становишта методолошког приступа опште теорије система, која тежи да примени процедуралну дефиницију кризе. Овај приступ фокусира на оне дефиниције, које дефинишу опште карактеристике, које су својствене свакој кризној ситуацији, без обзира на њене извесне специфичности.

У оквиру прве групе (приступа) у литератури се могу наћи две различите групе, и то:

1) оне које се базирају на анализи унутрашњег окружења јединице анализе, која се моделује, и

2) оне које анализирају јединицу анализе на релацијама међуделовања.

Генерално говорећи, домен анализе овог приступа се конкретизује у изучавања одређеног догађаја или низа догађаја: нпр. унутрашњег политичког процеса, сагледавања перцепције специфичног догађаја на међународном плану, проучавања мишљења јавног мњења, психолошког истраживања утицаја и релација између групација (нпр. етничких група), унутар и између популација, итд.

Супротно овом приступу, системски приступ, како смо напоменули, ставља тежиште на размену акција и реакција између учесника кризе. Истраживачка процедура у оквиру овог корпуса обухвата анализу знатног броја међународних догађаја, реферирајући се на квантитет, и фреквенцију догађаја у одређеном временском периоду, као и на дистрибуцију акција, у смислу њихове типске делинеације, као и њиховог редоследа.

Међутим, ниједан од поменутих приступа не може да објасни зашто избор и одлука политичких ентитета у сличним ситуацијама различито респондирају.

Оно у чему се истраживачи оба теоретска правца слажу, јесте да постоји аналогна форма понашања, доносиоца одлука у кризним ситуацијама, која се нарочито запажа, у временском помаку, када се одлука трансформира од рутинског у кризни модус операција. Једна инхерентна карактеристика овог помака јесте трансформација из унимодалног у бимодално понашање. Такође је примећено да се промене у понашању из једног у други модус дешавају изненада. Наравно, овај помак у понашању је врло тешко превидети, јер мала пертурбација у екстерним импулсима, најчешће доводи до великих поремећаја у понашању код дела учесника кризе.

Закључимо, међународну кризу углавном карактеришу три особености и то: бимодалност, изненадна промена, и дивергенција. Досадашња концептуална делинеација дефиниције кризе унеколико је указала на аналогију апарата теорије катастрофе и међународне кризе. Условно речено, међународне кризе можемо операционално дефинисати као дисконтинуитет или скок у рутинском континууму понашања међународног ентитета (McClelland, 1970). Да би моделирали међународну кризу, важно је идентификовати варијабле, које су у могућности да операционално прикажу помак — скок у понашању субјеката кризе.

Основна димензија кризног понашања у нашем раду јесте варијабла — оружани сукоб. Домен кретања ове варијабле, тј. домен дефинисаности се може одредити на више на-

(17) Види детаљније о методолошкој разлици између ординарног језика и дисциплинарног језика науке о међународним односима, Љ. Станојевић, *Између теорије и парадигме — Улога вештачке интелигенције као методолошког апарата у истраживању међународних односа*, „Анали Правног факултета у Београду“, број 3—4, Београд, 1987, ф 17.

чина. Тако је могуће одредити за најнижу тачку оружаних сукоба његову супротност кооперацију (уједињење двеју нација — добровољно), док је на другом крају (вишем нивоу) бихејвиоралне површи конфликт, рецимо нуклеарни сукоб великих размера, или *vice versa*. Поред ове алтернативе, такође је могуће одредити најнижу тачку, као тотални пасивизам у међународним релацијама, док би највиши део био оружани сукоб већих размера.

Након одређивања бихејвиоралне варијабле, одредимо тзв. контролне варијабле. Међутим, пре него дефинишемо ове варијабле, реферишимо се на тврдњу Rene Thoma да су промене у релевантном систему последица унутрашњег окружења, а не екстерних стимула. Имајући у виду ово ограничење, за нашу илустрацију, дефинисаћемо две контролне варијабле, и то: перцепирано време доношења одлука, и перцепирана претња оружаном агресијом⁽¹⁸⁾. Јасно је да су перцепције у ствари функције спољашњег окружења, али запамимо и то да у том случају пресликавање није нужно у релацијама реда величине, један према један.

Из напред изложеног запажамо да објашњење кризе у терминима ТК, третира понашање као функцију ситуације. За разлику од Негмаппа, који врши делинеацију кризне од не-кризне ситуације, путем три фактора, у нашем случају криза је дефинисана, путем ро-гљастог модела теорије катастрофе, која користи две независне и једну зависну варијаблу, тј. како смо напред поменули: перцепирано време и претњу, као и милитантно понашање система — јединице анализе.

Даљи корак у моделској концептуализацији тиче се релативне квантификације: 1) интензитета времена, и 2) перцепиране претње⁽¹⁹⁾.

1) Континуум времена доношења одлука иде од релативног квантума расположивог времена избора алтернатива у понашању. Нулта тачка (0) на континууму представља нормално време доношења одлука, тј. просечно време за доношење одлуке. На нижем нивоу краја (-) време се мери у минутама и секундама, као што је реакција на сигнал да је почео нуклеарни напад. На вишем нивоу (+) краја континуума време за доношење одлука се предузимају на неколико дана, недеља или месеци.

2) Континуум перцепције евентуалних претњи оружаних акција иде од изразите надмоћности фактора оружане борбе (људски фактор, материјални фактор) на нижем нивоу, па до изразите стратешке импотенције на вишем нивоу. Постављене методолошке претпоставке су потребан и довољан услов за примену најелементарнијег модела ТК, а то је Ро-гљастог модела. У наредном делу рада приказаћемо укратко методолошке основе ро-гљастог модела, као основе за илустрацију његове примене у међународним односима, прецизније у домену предвиђања међународне кризе.

РОГЉАСТИ МОДЕЛ ТЕОРИЈЕ КАТАСТРОФЕ⁽²⁰⁾

Најпростији модел ТК се назива ро-гљаста модел тако назван зато што пресликавање тродимензионалног облика на дводимензионални простор формира ро-гља — видн пртеж I).

Ро-гљаста модел је тродимензионалне природе и састоји се од две независне и једне зависне варијабле, што значи да је $k = 2$, $n = 1$, док варијабле контролног и бихејвиоралног простора имају координате a , b и x , респективно.

Нека је $f: R^2 \times R^1 \rightarrow R^3$, дато путем диференцијалне једначине, како следи:

$$f(a, b, x) = 1/4 x^4 + 1/2 x^2 a + bx \quad (1)$$

(18) Тако Негмап (1969), типизира међународне кризе са три димензије, и то: (1) изненађење (износ поузданости у ситуацији), (2) расположиво време за доношење одлуке; (2.1) кратко, 2.2) средње, и 2.3) дуго; (3) перцепирана претња оружаном агресијом (3.1) висока, и 3.2) ниска.)

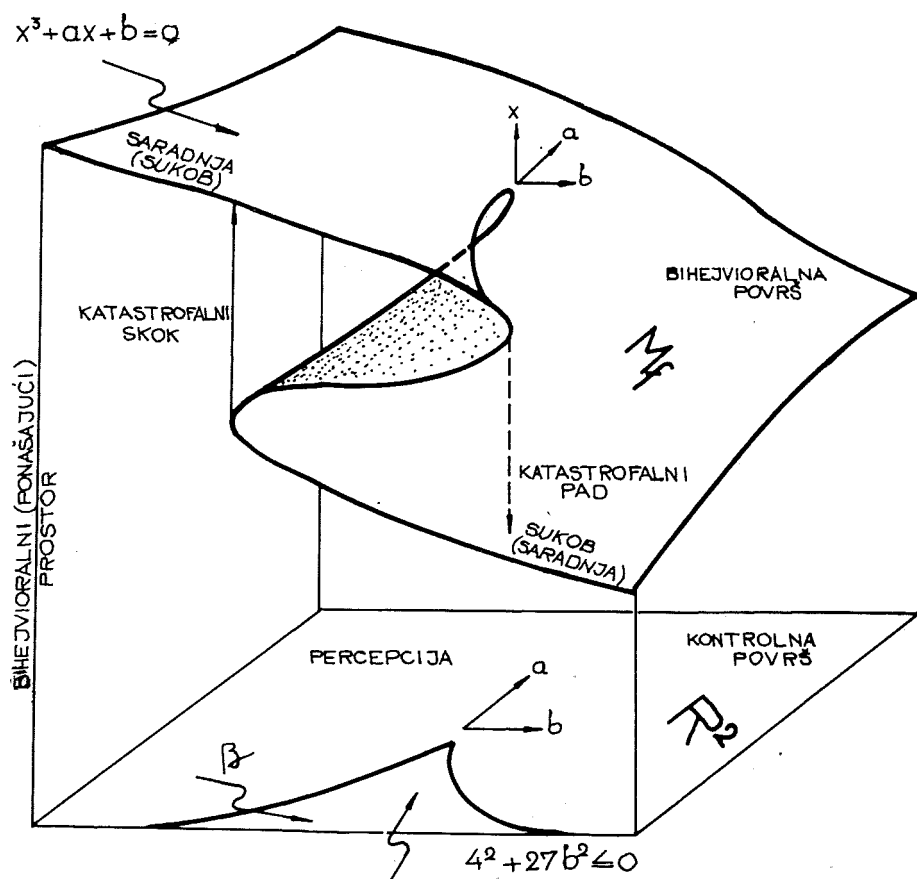
(19) W. Phillips, *Коцепа кризе у међународним односима*, University of Maryland, 1985.

(20) За детаље види: J. Casti, H. Swain, *Catastrophy theory and urban processes*, International Institutes for Applied System Analysis Schloss, Luxemburg, 1985.

Овако дефинисана диференцијална једначина рогластог модела бихејвиоралне и контролне површи омогућава нам приказ интеракција између односа и варијабли. Пошто је предмет наше анализе међународна криза, тј. кризно понашање, нужно је сагледати површ контролног и понашајућег простора, који одговарају само понашајућој површи. Ова површ је дефинисана са M_f к—те површи, која је дата скупом тачака $(a, b, x) \in R^3$, где је

$$df/dx = x^3 + ax + b \quad (2)$$

Графички представљајући једнакост (извод) (2), над великим бројем вредности за сваку варијаблу добијамо тродимензионалан граф приказан на цртежу 1.



Цртеж 1: Рогласти модел теорије катастрофе

Најважнији аспект овог модела јесте превој, који формира једнакост (2). Управо ова превојна површ формира изненадне транзитивности у понашању, које описују ТК, и која је главна особеност међународне кризе. На овом нивоу анализе примене поставља се питање када се понашање система позиционира на врху, а када на дну превоја, знајући да је позиција у средини искључена јер се у овом случају (модел) бавимо само са две димензије понашања (екстремне).

⁶ Математичко решење овог проблема, је пресликавање $X_f : M_f \rightarrow R^2$ (значи тродимензионални простор у дводимензионалну површину), која поседује сингуларности када се две стационарне вредности функције сједине, тј.

$$d^2 f/dx^2 = -3x^2 + a = 0 \quad (3)$$

Тако, једнакост (2) и (3) описују сингуларни скуп S од X . Одређивање критичних тачака путем LaGrangeovог мултипликатора, указује на постојање две превојне криве параметарски приказано, оне су, како следи:

$$(a, b, x) = (-3x^2, 2x^3, x), x = 0,$$

и другу рогласту сингуларност у почетку. Бифуркациони скуп B је дат са следећом једнакошћу:

$$(a, b) = (-3x^2, 2x^3).$$

Одређивање пројекције превојне области на контролни простор врши се путем елиминасања бихејвиоралне варијабле, и то решавањем из једнакости (2) и (3).

Одакле следи једнакост $4a^3 + 27b^2 = 0$, која формира рогласту структуру.

Пошто су површи M_f и S , непрекидно диференцијалне у почетку, рог се дешава у B , а не у S .

На основу цртежа 1, јасно је да уколико тачке (a, b) фиксирамо изван рога, функција f има јединствени минимум, док уколико је унутар рога, f има два минимума одвојена једним максимумом (унутар рога M_f је трострука површ). Другим речима, не постоји трајекторија на контролној површи, која може да достигне тачку понашања на средини површи, увек када се површ превоја пређе, долази до скока или пада: наиме средњи део површи нема приступа.

Феномен непрекидно диференцијабилне промене у a и b резултира у дисконтинуитетном понашању $x - a$, што се такође може сагледати на цртежу 1, фиксирањем контролног параметра a за неке негативне вредности, и затим варирањем вредности $b - a$.

На улазу у бифуркациони скуп ништа се значајно не мења у $x - a$, али при даљој промени у b , то резултира у изласку из рога, и систем чини катастрофални скок са ниже на вишу површ M_f или *vice versa* (катастрофалан пад), зависно од тога да ли b расте или опада. Узрок скока је бифуркација диференцијалне једначине df/dx , пошто је базична претпоставка да Σ (систем, који се разматра) увек тежи да минимизира функцију f . Као резултат овога, немогуће је постићи позицију на средини површи максимума, која може бити одржавана, и Σ мора да се креће са једне на другу површ (значи да чини катастрофалан скок или пад у понашању).

Хистерични ефекат се запажа приликом кретања b у опозитном правцу од онога који је произвео оригинални скок: феномен скока се дешава само онда када се напушта унутрашњост рога с опозитне стране од тачке улаза.

Дивергентни ефекат се објашњава путем две контролне тачке (a, b) и то за $a > 0, b < 0$.

Одржавајући вредност b фиксираном уз опадање вредности a , тачка са позитивном вредношћу b прати трајекторију на нижој површи M_f док се остале тачке крећу ка горњој површи. Тако, две тачке које су биле арбитрарно близу на почетку са крајем постижу радикално различите позиције зависно од тога која страна рогластог модела достиже (пролазе).

ПРИМЕНА РОГЛАСТОГ МОДЕЛА ТЕОРИЈА КАТАСТРОФЕ У МЕЂУНАРОДНИМ ОДНОСИМА

У овом делу рада илустроваћемо примену теорије катастрофе на неким класичним проблемима из области међународних односа, и то у првој апликацији у дескриптивном смислу и у другој путем квалитативне анализе модела рогласте катастрофе.

Дескриптивна апликација

Из претходног дела јасно је да, гледано сумарно, већину рогљасте катастрофе карактерише пет особина, и то:

1. бимодалност;
2. изннадна транзитивност;
3. хистерија;
4. непостојање приступа у релевантном (средњем) домену понашања, и
5. дивергенција.

Илуструјмо ове карактеристике у наредном делу рада на хипотетичном примеру из међународних односа.

У нашем хипотетичном случају контролне варијабле одредила је сложеност ситуације. Наиме, земља Х, концентрацијом својих војних трупа, као и својих савезника знатно нарушава, војно-стратешку сигурност (равнотежу) земље У, вршећи сталне претње оружаном агресијом великих размера. Унутрашње стање у земљи У карактеришу кризне тенденције (наговештај грађанског рата). Уколико се не изврши оружани напад на земљу У, и то за кратко време, може (али не мора) доћи до стабилизације унутар земље У, а тиме ризика од губитка стратешки повољне ситуације за освајање важне територије. У исто време земља Х, и поред помоћи великих сила, већ дуже време је у незавидној економској ситуацији, а тиме и без могућности да ратне операције води на дужи рок.

Реферирајући се на ове контролне варијабле, бихејвиорална оса описује могуће акције земље Х, које иду у димензијама од изненадне оружане агресије, локалних сукоба, преко пасивизма па до, зависно од развоја ситуације, предаје оружаних снага.

Очигледно је бимодалност репрезентована у конфликтним тенденцијама које намеће сама ситуација и то једне која оправдава агресију, и друге, која респектује евентуалне ескалације трошкова оружаног сукоба, и зато тежи пасивном стању.

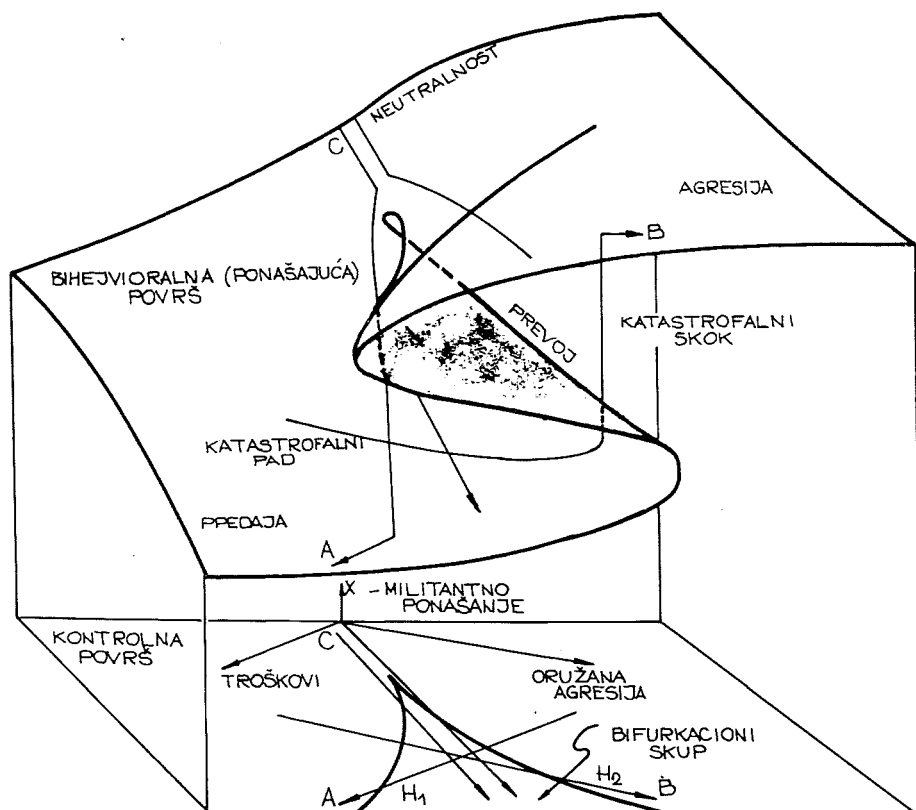
Динамизам рогљастог модела теорије катастрофе у овом случају се огледа у сензитивности реакција врховног политичког и војног руководства земље Х, која мора да респектује обе тенденције, као и расположиво време да би донело одлуку, која не би довела до нежељених резултата.

Земља Х, уз респект расположивог времена за доношење одлуке, може да тактизира не вршећи агресију, све до оног тренутка (одређене временске тачке), на којој даља пасивност земље У, у решавању унутрашње кризе, доводи до проузроковања изненадне транзитивности — објаве рата земљи У (трајекторија В). Консеквентно томе, уколико је земља Х, већ у ратним операцијама на територији земље У, која успешно комбинује дејства оружаних снага знатно исцрпљујући оружане снаге земље Х, тада може доћи до оне тачке када даља ескалација фактора трошкова оружаног сукоба доводи до изненадне предаје (трајекторија А).

Зона бихејвиоралне површи, којој се не може приступити, позиционирана је на средини превојне површи, представљајући компромисно стање, рецимо, преговоре.

Хистеричан ефекат се може детектовати у закашњењу које се запажа пре декларације рата или предаје, то је део где се кретање врши унутар бифуркационог скупа, пре скока (H_1 , и H_2).

Најзад, дивергентни ефекат се може запазити уколико су земља Х и У, приближно једнаке у војној моћи, али имају две различите војно-политичке концепције. Земља Х има територијалне претензије и помоћ велике силе, док земља У заговара политику мирољубиве коезистенције (две трајекторије полазе од тачке С). Очигледно мала промена у спољним стимулима, нпр. погранична чарка, може довести до оружаних сукоба великих размера тј. да земља Х, прати једну од две трајекторије из тачке С. Да ли ће земља Х, кренути на врх, и тиме ући у сферу агресије, или на дно, и тиме у сферу предаје, зависи од критичних вредности а, и б, које производе дивергентне ефекте. Све поменуте промене су графички илустроване на цртежу 2.



Цртеж 2: Пример примене рогљастог модела

КВАЛИТАТИВНА АНАЛИЗА РОГЉАСТЕ КАТАСТРОФЕ (РК)

Пре него пређемо на задавање почетних вредности у поступку квалитативне анализе РК⁽²¹⁾, подсетимо се да је базична једнакост Thomovог модела

$$x^3 + ax + b = 0$$

У овој једнакости x — је милитантно понашање датог система, док нормалан фактор, може бити: а) = перцепирано време за доношење одлуке; перцепирана претња оружаном агресијом; предвиђање промена у технологији наоружања потенцијалних агресора (ово предвиђање може ићи и до детаља: нпр., број бојевих глава, итд.), степен неизвесности евентуалне агресије, итд., и б) ова варијабла може поседовати аналогне „вредности“, као и а), с тим да једном придодељено значење не може истовремено да важи и за другу варијаблу.

Илуструјмо ово путем постављања хипотеза о релацијама, између a , b и x , како следи:

H_1 : Ако је време доношења одлуке $a = 0$ (нормално), а интензитет оружане претње расте, тада долази до повећања милитантног понашања дате земље.

(21) За детаље види: W. Phillips, *Концепт кризе у међународним односима*, University of Maryland, 1985.

T_1 (Тестирање хипотезе): путем РК: за $a = 0$ добијамо, да је

$$x^3 + b = 0 \quad (4a)$$

пошто се претња када расте креће од позитивне ка негативној вредности (значи знак је обрнут), једнакост (4a), постаје, како следи: $x^3 = -b$, што графички гледано очигледно илуструје раст вредности x — милитантно понашање.

H_2 : Ако је време доношења одлуке $+a$ (дуго), а интензитет оружане претње расте, тада долази до повећања милитантног понашања дате земље.

T_2 (Тестирање хипотезе):, путем РК: за $+a$ добијамо, да је

$$x^3 + ax + b = 0 \quad (4b)$$

пошто временски континуитет иде од негативне ка позитивној вредности уз аналогну тенденцију претње b , као у H_1 , једнакост (4b), постаје, како следи: $x^3 = -ax + b$, што графички гледано очигледно илуструје раст вредности x — милитантно понашање, али графички гледано са већим нагибом криве.

H_3 : Ако је време доношења одлуке $-a$ (кратко), а интензитет оружане претње расте, тада долази до повећања милитантног понашања, тј. катастрофалног скока (оружане акције) или катастрофалног пада (предаје), дате земље.

T_3 (Тестирање хипотезе):, путем РК: за $-a$ добијамо, да је

$$x^3 + ax + b = 0 \quad (4c)$$

пошто временски континуитет иде од негативне ка позитивној вредности уз аналогну тенденцију претње b , као у H_1 , једнакост (4c), постаје, како следи: $x^3 = -ax + b$, што графички гледано очигледно илуструје формирање максимума и минимума.

Импликације формирања максимума и минимума функције указују на разлику између геометријских позиција катастрофалног скока, и катастрофалног пада, с тим да је помак у позицији између пада и раста, постаје већа са скраћењем времена.

Постављене хипотезе су базиране на одређењу варијабле b — као перцепиране претње, приказане на x -оси, као и x — милитантног понашања приказане на y -оси. Уколико бисмо узели уместо варијабле b варијаблу a — перцепирано време доношења одлуке, добићемо све вредности инвертоване у односу на y -осу (нпр., за $b = 0$, $\rightarrow x^3 = -ax$, и сл.).

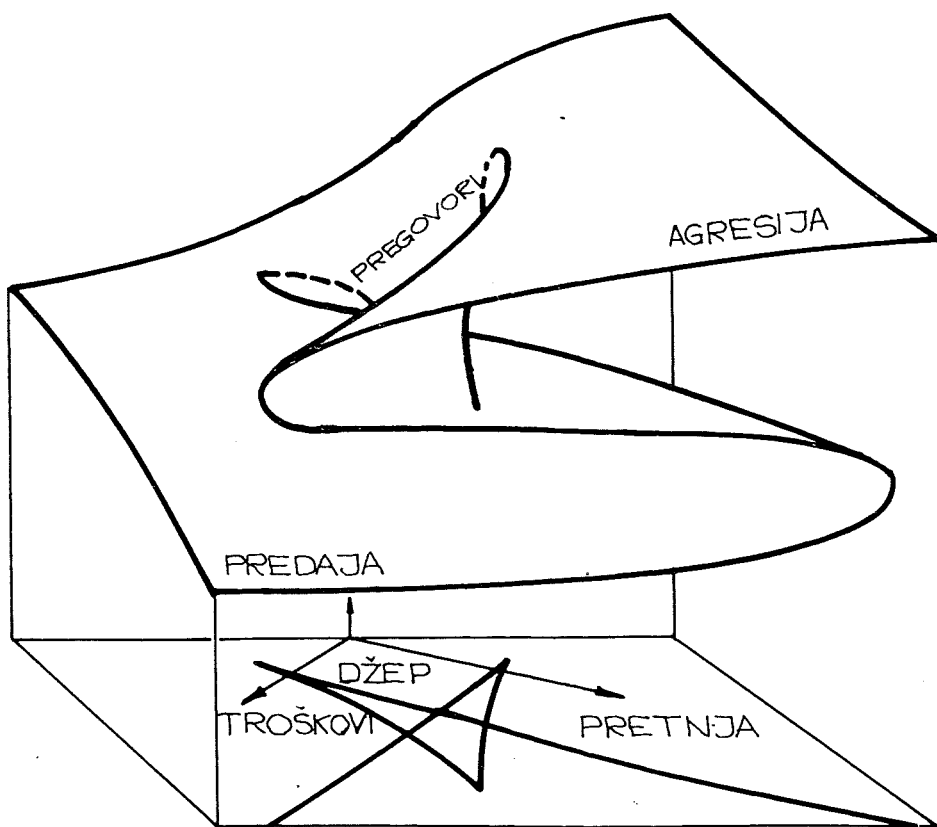
Коментаришимо укратко процедуру тестирања. Наиме, јасно је да се превој (катастрофални феномен) дешава само уколико је $a < 0$ (време за доношење одлуке је кратко). Ово, реверзибилно — значи, да је понашање државе која није форсирана да делује брзо, стабилно.

Што се тиче перцепиране претње оружаном агресијом, јасно је да за вредност b од нулте — неутралности, па до ескалације претњи оружаном агресијом (-), егзистирају импликације у x , тј. раст (помак) у милитантном понашању.

На крају, размотримо резултате хипотезе H_3 . Наиме, јасно је да је уколико држава (систем) није укључен у војне конфликте, потребан је висок степен претње, пре него што дође до предузимања акција (катастрофалног скока = оружана акција). У супротном случају, када је систем, већ укључен у војни конфликт, потребно је да се претња редуцира на негативну вредност, па да дође до катастрофалног пада (предаје). Ово свакако има своју рационалну позадину, јер сагледавајући интуитивно, јасно је да у већини оружаних сукоба постоји разлика у степену претње тј. „скоку“ из некривног у кризно понашање и *vice versa*. Интуитивно се може закључити да већина сукоба карактерише мањи интензитет претње оружаном агресијом, који доводи до изазивања конфликта, него катастрофалан пад (предаја), јер се већина оружаних сукоба води до потпуног слома једне стране.

ПРИМЕНА КАТАСТРОФЕ ЛЕПТИРА У ИСТРАЖИВАЊУ МЕЂУНАРОДНИХ ОДНОСА

После рогљастог модела теорије катастрофе, који се иначе највише примењује, други модел катастрофе чини корак напред у смислу генерализације бимодалности понашања. Наравно, у домену примене у области међународних односа, укључивање само два мода понашања и то: конфликт или сарадњу, или претњу и трошкове, или време одлуке и претњу, унеколико симплификује суштину околности. Даља генерализација модела (лептирова катастрофа) пружа могућности укључења трећег модалитета контролних параметара, а то је компромисно стање (преговори). Нови мод понашања се јавља као нова површ, која расте ван превоја (види цртеж 3).



Цртеж 3: Модел лептирова катастрофа

Геометрију лептирове катастрофе контролишу четири параметра. Два од њих су већ виђени у рогљастом моделу и то: нормални и повезујући фактор. Два остала су нови и то: бијасни и лептиров фактор. Геометријски гледано, ефекти бијасног фактора (или фактора одступања) су да промени позиције и нагиб рогља („лево“ или „десно“), али с тим да врх рога закриви на супротну страну од промењене позиције. Поред овога, важно је напоменути да бијасни фактор покреће бихејвиоралну површ нагоре и надоле.⁽²²⁾

(22) E. C. Zeeman, *Catastrophy Theory*, Scientific America, 1971.

Ефекат лептировог фактора је да креира трећи мод понашања. Ефекти повећања лептировог фактора се манифестују у диференцијацији рога, који на контролној површи еволуира на три рога, која формирају између врха и дна површи, тријангуларну конфигурацију.

У сврху графичке презентације катастрофе лептира два од четири параметра морају бити искључени, а то су уобичајено нормални, и повезујући фактори. Наиме, ефекти бијасног и лептировог фактора се не могу игнорисати. Тако, поред горе наведених карактеристика, датих фактора, један је од ефеката бијасног фактора виђен у померању тј. редукији геометрије цепа, што значи да бијасни фактор тежи да уништи неутралну-компромисну позицију. Са друге стране, поменимо још да лептиров фактор контролише раст средње површи, понашања а тиме и стабилност компромиса.

ПРИМЕР ПРИМЕНЕ ЛЕПТИРОВЕ КАТАСТРОФЕ У МЕЂУНАРОДНИМ ОДНОСИМА

Претпоставимо да државу Н, карактерише изразита политичко-економска криза, која угрожава војно-политички положај дате земље. Нека је угроженост дате земље Н, мерена степеном војно-политичке саботаже (r), инициране од суседних земаља Н₁, и Н₂.

У исто време претпоставимо да граничне земље Н₁, и Н₂ имају конфликтне тенденције, у смислу реализације својих војно-политичких циљева. Наиме, земља Н₁, тежи да искористи унутрашњу кризу и за кратак временски период реализује оружану агресију, док земља Н₂, тежи да искористи тренутачне слабости, земље Н, евентуално је кроз форму војне помоћи, као једна дугорочна тенденција одбране интереса земље Н, изврши војну агресију.

Уколико бисмо анализирали овај хипотетички пример у димензијама рогљастог модела, онда би се степен угрожености (r) земље Х мерио у опсегу од угрожености интересима земље Н₂, тј. давање војне помоћи, уз могућност агресије, као дугорочне тенденције, до друге стране могућности од војне агресије земље Н₁, на кратки рок. За разлику од овог приступа, лептирова катастрофа уводи још два параметра и то:

- мере нормализације кризе (s₂) земље Н, и
- временску димензију решења кризе (s₁).

Укључивање ових фактора у анализу генерише могућност за укључивање, „компромисне“ тј. нормализирајуће стопе (мера износа ангажовања на нормализација — ефективност.

Математички гледано, лептирова катастрофа димензије (k = 4, n = 1) је дата, како следи:

$$f(c, x) = x^6/6 + s_1 x^4/4 + s_2 x^3/3 + s_3 x^2 + s_4 x,$$

где је s ∈ R⁴, x ∈ R. Површ понашања M_f — четвородимензионални простор, дата је како следи:

$$df/dx = x^5 + s_1 x^3 + s_2 x^2 + s_3 x + s_4 = 0.$$

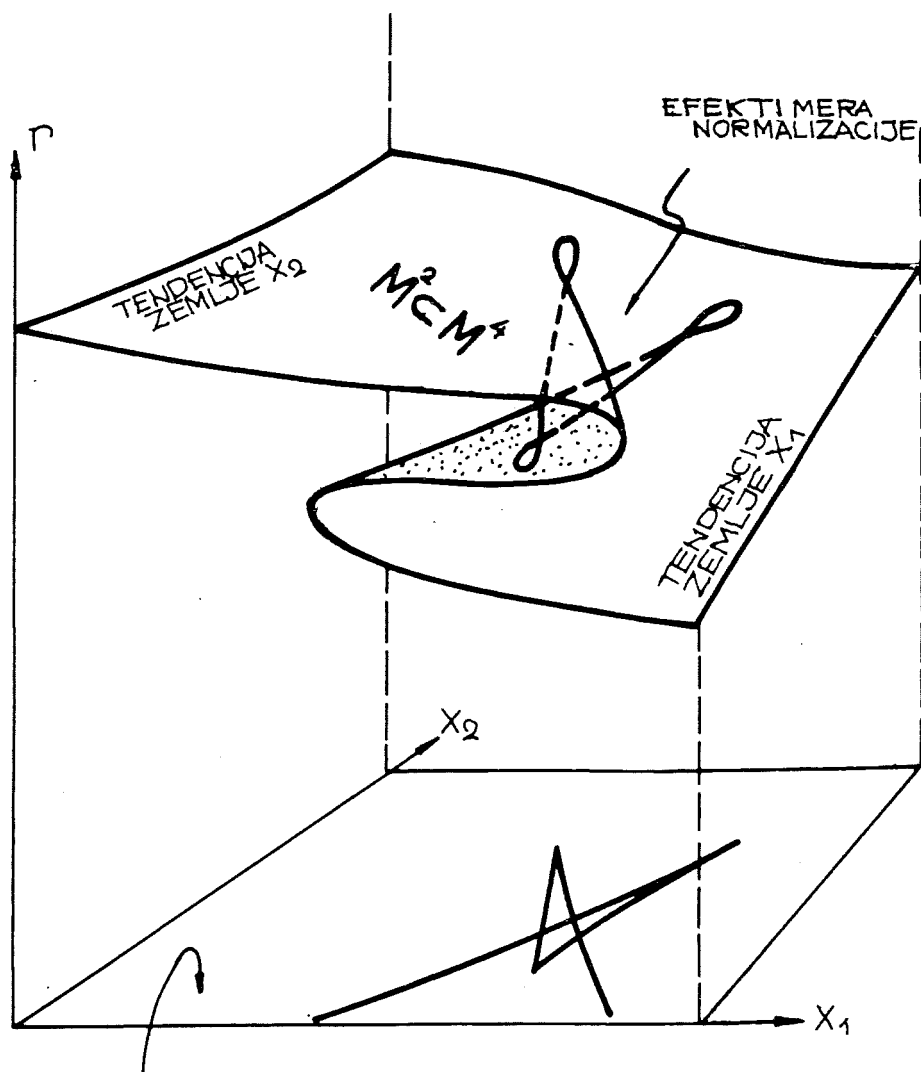
Простор M ⊂ R⁵ и бифуркациони скуп B ⊂ R⁴. Графички: када је лептиров фактор s₁ > 0, тада x⁴ претapa израз x⁶ и формира се рогљаста структура. Ефекат бијасног фактора s₂, садржан је могућности „изградње“ позиције рога.

Када је лептиров фактор s₁ < 0, тада је израз x⁴ у конфликту са изразом x⁶, што проузрокује да рог бифуркује у три рога стварајући цеп.

Овај цеп представља мере нормализације кризног стања, тј. њихову ефикасност, и оне су позициониране између два екстрема тј. горње и доње површи⁽²³⁾. На цртежу 4 је прика-

(23) Тако ако је s₂ = 0, а за s₁ = 0, рог иде улево, док за исто s₂, а за s₁ = 0 рог иде удесно, док се за s₁ = 0, и s₂ = 0 формира стабилизациони цеп.

зана лептирова катастрофа за случај када је s_2 — бијасни фактор нормализован, док је временска димензија, као и у случају рогљастог модела, дата са $-t$.



Секција R^2 простора R^4 ($s_2 = 0, s_2 = 0$)

Цртеж 4: Примена лептирове катастрофе

Mr. Ljubiša Stanojević,
analyste a la Faculté de droit de Belgrade

LA THEORIE DE CATASTROPHE ET LES RELATIONS INTERNATIONALES

Résumé

L'objectif de cet article est d'illustrer, par les exemples exposés ci-dessus, les possibilités de l'application de la théorie mathématique de catastrophe dans le domaine des relations internationales ainsi que de montrer les grandes possibilités des appareils de cybernétique orientés de manière interdisciplinaire. Bien que les exemples soient extrêmement simplifiés, il paraît qu'ils illustrent assez clairement les grandes possibilités de cette théorie.

Les recherches à venir sont, de toute, façon, indispensables et nécessaires. Un effort spécial doit être consacré à ce qu'on mette au point la conceptualisation et l'opérationnalisation des variables de contrôle et de comportement dans le domaine de la science des relations *internationales*.

Deuxièmement, le concept du temps qu'on traite souvent dans de nombreuses applications, doit être analysé dans le contexte des effets du temps.

Troisièmement, il est indispensable de continuer l'exercice de la généralisation des modèles et ainsi les possibilités de l'introduction d'autres facteurs et de nouvelles *singularités*, ce qui représente une bonne base pour une analyse plus complexe des phénomènes en matière de relations internationales.

Quatrièmement, les modèles donnés sont des exemples d'une analyse de haute qualité. Les efforts suivants doivent être consacrés à une analyse empirique de cette théorie et à sa simulation d'ordinateur, notamment dans le domaine de l'incertitude en tant que facteur de liaison (par exemple, l'application de la méthode Monté-Carlo), en particulier en cas de catastrophes multidimensionnelles.

Cinquièmement, bien que l'application de la théorie de catastrophe a abouti à des résultats extraordinaires, dans le domaine des sciences naturelles et des sciences humaines, sa future application, notamment dans le domaine des sciences humaines, peut donner des résultats très intéressantes. Bien entendu, und des domaines les plus adaptables auquel il faut prêter la plus grande attention est sûrement la science des relations internationales, où les notions de conflit et de collaboration, de transivité soudaine ainsi que de compromis représentent des catégories scientifiques de base.

Mr. Ljubiša Stanojević,
System-Analyst of the Faculty of Law in Belgrade

THE THEORY OF CATASTROPHE AND INTERNATIONAL RELATIONS

Summary

This is an illustration of the possibility of applying mathematical theory of catastrophe to international relations as well as an attempt to point at great possibilities of interdisciplinary apparatus of cybernetics. Further research is, however, necessary, particularly in the sphere of science of international relations in order to conceptualize and operationalize the variables, either the control or behavioural ones. Also the concept of time has to be considered in the changes, meaning in relation to the time effects. Further generalization is then necessary of the model, which implies introducing new factors and new fields and singularities, which could mean a good basis for a more complex analysis of phenomena of international relations. Examples are reviewed also of a high-quality analysis, but further efforts are needed in order to elaborate empirical features

of that theory and its computer simulation, especially in the area of uncertainty as a **connection** factor (i.e. application of the Monte Carlo method) and in case of multidimensional catastrophes.

Although the application of the TC achieved extremely good results in the field of natural and social sciences, its further implementation particularly in social sciences may amount to interesting results. One of these areas, and the one which is most adaptable, should be the science of international relations, where notions of conflict and cooperation, as well as sudden transitivity, divergence, compromise and the like, make the basic and creative scientific categories.