

## ФИЛОСОФИЯ

УДК 167+165.12

### ТРАНСДЫСЦИПЛИНАРНЫЯ СТРАТЭГІІ СІНЕРГЕТЫЧНЫХ ДАСЛЕДАВАННЯЎ

Я.С. ЕРМАКОЎ

(Інстытут філасофіі Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі, Мінск)

У кантэксце постнекласічнай парадэгмы сінергетыка разглядаецца ў якасці шматзначнага феномена. Праз навуковае, метадалагічнае, сацыяльнае, прагнастычнае і філасофскае яе вымярэнні аналізуюцца падыходы, якія былі сфарміраваны працамі Г. Хакена, І. Прыгожына, С.П. Курдзюмава, У.П. Бранскага, Э. Марэна і іншых даследчыкаў у розных галінах ведаў. Асабліва ўвага надаецца матэматычным падставам сінергетычнай парадэгмы і іх ролі ў вывучэнні самаарганізацыі непрыродазнаўчых сістэм і яе аспектаў у кантэксце асобных метадалагічных і філасофска-тэарэтычных устаноў. Паказваецца, што, узнікаючы і развіваючыся ва ўлонні матэматыкі і прыродазнаўчых навук, сінергетыка выйшла на шлях трансдысцыплінарнасці праз даследаванне складаных самаарганізаваных сістэм непрыродазнаўчага тыпу, такім чынам фарміруючы ў сабе пэўныя стратэгіі гэтага даследавання.

**Ключавыя словы:** сінергетыка, параметры парадку, дысыпатыўная сістэма, самаарганізаваная крытычнасць, сацыяльная сінергетыка, аўтапаэзіс, парадэгма складанасці, трансдысцыплінарнасць.

**Уводзіны.** Постнекласічная парадэгма, абазначаная В.С. Сцёпіным у рамках вызначэння трох тыпаў рацыянальнасці, у першую чаргу звязана са зваротам да даследавання і асваення складаных сістэм, якія самаразвіваюцца і самаарганізуюцца. Разгортванне і станаўленне сінергетыкі як асобнага спосабу апісання і вывучэння падобных сістэм імпліцытна зрабіла ўплыў на фарміраванне складовых частак гэтай парадэгмы. Як заўважыў В.С. Сцёпін, «сінергетыка па сваіх анталагічных і метадалагічных прынцыпах прадстае ў якасці адной з найважнейшых экзэмпліфікацый постнекласічнай рацыянальнасці» [1, с. 51]. У той жа час і сама сінергетыка актыўна змянялася, тым самым фарміруючы напрамкі свайго развіцця.

Нягледзячы на тое, што сінергетыка мае карані ў матэматыцы і прыродазнаўчых навук, сёння яе ў большай ступені трактуюць як новую міждысцыплінарную навуковую парадэгму. З іншага боку, імклівае ўварванне яе ў даследаванне непрыродазнаўчых сістэм дае падставу меркаваць аб рызыках расплывання асноў сінергетычнага погляду на свет [2, с. 91], што ў першую чаргу звязана з узнікненнем падыходаў, абсалютна розных па сваіх метадалагічных і тэарэтычных асновах вывучэння тых працэсаў самаарганізацыі, якія адбываюцца ў непрыродазнаўчых сістэмах рознага тыпу.

Адсюль паўстае задача па захаванні асноў сінергетыкі, іх канвергенцыі і адпаведнага спалучэння з дасягненнямі сацыяльных, кагнітыўных і іншых навук. Нам бачыцца, што падыход, які будзе не толькі садзейнічаць гэтаму, але і трапна *раскрываць* асобныя аспекты самаарганізацыі сістэм непрыродазнаўчага тыпу, крыецца ў паслядоўным развіцці трансдысцыплінарных стратэгіі сінергетыкі. Пад «трансдысцыплінарнасцю» ў дадзеным артыкуле ў далейшым будзе разумецца такая даследчая інтэнцыя, якая рэалізуецца з дапамогаю асобных кагнітыўных схем (Э. Марэн) і звязана з арыентацыяй на вывучэнне такіх праблем, якія не могуць быць вырашаны сіламі адной дысцыпліны або асобнага навуковага кірунку. У кантэксце постнекласічнай парадэгмы прыкладамі падобных даследчых праблем ёсць так званыя чалавекамерныя сістэмы, дзе чалавек і яго дзейнасць з'яўляюцца неад'емнай часткай іх існавання.

Такім чынам, мэта артыкула – разгляд трансдысцыплінарнасці сінергетыкі праз паслядоўнае раскрыццё тых асобных яе фундаментальных напрамкаў, чые метадалагічныя, тэарэтычныя і канцэптуальныя складнікі паўплывалі на ўзнікненне і рэалізацыю гэтай трансдысцыплінарнасці. Выкарыстоўваючы прапанаваны А.М. Князевай і С.П. Курдзюмавым погляд на сучасны стан сінергетычнай парадэгмы [3, с. 69–71], далей засяродзімся на разглядзе асобных яе вымярэнняў, якія «выспелі» ў ёй.

**Асноўная частка.** Навуковае і метадалагічнае вымярэнні сінергетыкі, якія звязаны з вывучэннем працэсаў самаарганізацыі ў складаных сістэмах рознага анталагічнага рангу і распрацоўкай метадаў іх даследавання адпаведна, у першую чаргу былі закладзены працамі Г. Хакена, І. Прыгожына, С.П. Курдзюмава і іншых даследчыкаў. Напрыклад, вывучаючы працэсы, якія адбываюцца ў фізіцы лазераў, Г. Хакен адзначыў, што сінергетыка «займаецца вывучэннем сістэм, якія складаюцца з многіх падсістэм самай рознай прыроды (курсіў наш. – Я. Е.)», у якіх назіраюцца эфекты самаарганізацыі

на ўзроўні прасторавых, часавых ці прасторава-часавых структур у макраскапічных маштабах [4, с. 19]. Як бачна, у разуменні Г. Хакена з самага свайго пачатку сінергетыка была нацэлена на вывучэнне не толькі прыродазнаўчых сістэм. Адною з найважнейшых метадалагічных частак яго падыходу з'яўляюцца так званыя параметры парадку, якія звязваюць лёс усёй сістэмы з макраскапічнымі зменамі ў яе паводзінах.

Паводле Г. Хакена і А.М. Князевай, згодна з прынцыпам кругавой прычыннасці, параметры парадку, якія генеруюцца асобнымі часткамі сістэм, вызначаюць паводзіны іншых частак сістэм, што падчас самаарганізацыі дазваляе знайсці самаўзгодненыя структуры ў адносінах да элементаў сістэм. Інакш кажучы, «нават калі звонку некаторыя канфігурацыі ствараюцца штучна, толькі нешматлікія з іх сапраўды жыццяздольныя» [5, р. 59–60]. У ходзе самаарганізацыі параметры парадку змяняюць адзін аднаго, пры гэтым розныя параметры парадку адной сістэмы могуць не толькі супрацоўнічаць, але і канкураваць шмат якімі спосабамі, што прыводзіць да фарміравання новага іерархічнага ўзроўню [6, с. 62, 141, 261]. Дзякуючы ім не толькі значна спрощваецца аналіз дынамікі сістэм, зводзячы іх апісанне да мінімальнага набору ўраўненняў, але таксама гэта ў цэлым садзейнічае збліжэнню поглядаў на эвалюцыю розных сістэм, у першую чаргу жывых. Прыкладам гэтага можа служыць мадэль гіперцыклаў М. Эйгана і П. Шустэра, якія апісваюць гіпатэтычную стадыю эвалюцыі да з'яўлення протаклеткі. Стварэнне малекул, з якіх потым узнікаюць гіперцыклы, праходзіць праз аўтакаталітычныя рэакцыі з дапамогаю рэчыва з асяроддзя, падчас якіх ідзе ўзаемнае павелічэнне створаных малекул у гіперцыклах [4, с. 35–36], што прыводзіць да агульнага самаўскладнення, самаарганізацыі і эвалюцыі гіперцыклаў і фарміравання асновы для ўзнікнення біялагічнага жыцця.

На падставе падобных тэарэтычных палажэнняў апошнім часам даследуюцца працэсы, якія адбываюцца ў непрыродазнаўчых сістэмах. Асобнае месца тут займае мадэляванне. Асобным тыпам мадэлявання, якое шчыльна звязана з сінергетыкай, з'яўляецца агентнае мадэляванне. Яго асаблівасць палягае ў тым, што імітацыя паводзін і ўзаемадзеянняў індывідуальных элементаў сістэм ідзе з дакладна ўстаноўленымі правіламі і сувязямі паміж імі. Пры гэтым выкарыстоўваюцца спецыяльныя матэматычныя праграмы. У выніку індывідуальныя паводзіны агентаў на мікраўзроўні вызначаюць дынаміку сістэм на макраўзроўні [7, с. 369–370]. Адным з пачынальнікаў дадзенага тыпу мадэлявання лічыцца Дж. Фон Нэйман, які прапанаваў мадэль клетачных аўтаматаў – мноства канечных аўтаматаў, якое ўпарадкавана ў пэўную сістэму з устаноўленымі правіламі пераходу паміж бліжэйшымі элементамі. Атрымліваецца, што з першага погляду складаныя паводзіны сістэм маюць простую прыроду і залежаць ад колькасці элементаў [8, с. 12, 99]. У далейшым з'явіліся і іншыя мадэлі, падобныя на клетачныя аўтаматы, у тым ліку значна больш складаныя, такія, як «Гульня жыццё» Дж. Кануэя.

З іншага боку, існуюць пэўныя цяжкасці ў выкарыстанні метадалогіі, якая нарадзілася падчас вывучэння прыродазнаўчых сістэм на даследаванні сістэм непрыродазнаўчага тыпу. Аб простым пераносе не можа ісці размовы з-за іх анталагічнай рознасці, неабходна іх канцэптуальнае пераасэнсаванне. У якасці прыкладу падобнага пераасэнсавання можна прывесці даследаванне мовы М.М. Макоўскім. З'яўляючыся неад'емнай часткай культуры, яна эвалюцуе пры змяненні яе частак – марфем, лексем і іх значэнняў для далейшага беспраблемнага свайго функцыянавання [9, с. 11]. У гэтым плане дадзеныя часткі можна разглядаць як асобныя параметры парадку мовы, якія, як указвае М.М. Макоўскі, наследуюцца і змяняюцца падчас эвалюцыйнай дынамікі самой мовы [9, с. 12]. Такім чынам, разгляд мовы ў якасці асобнай дынамічнай сістэмы не толькі дазваляе падвргаць яе мадэляванню, але таксама садзейнічае раскрыццю яе генезісу і развіццю, звязваючы гэта, як прадэманстраваў М.М. Макоўскі, з камбінаторнай разнастайнасцю і стахастычнай варыятыўнасцю самой мовы [10, с. 29]. Як бачна, у падыходзе М.М. Макоўскага ў тым ліку ідзе размова аб элеменце стахастычнасці ў дынаміцы мовы.

Школа І. Прыгожына, разглядаючы сярод іншага працэсы, якія адбываюцца ў фізічнай хіміі, у сваіх працах развівала падыход, які звязвае даследаванне самаарганізаваных сістэм з вывучэннем спецыфічных адносінаў парадку і хаосу. Доўгі час гэтыя адносіны зводзіліся да іх супрацьпастаўлення, акцэнтуючы ўвагу на хаосе як на пэўным адмоўным элеменце, які прыносіць у сістэмы беспарадак. Рэвалюцыйным крокам стаў разгляд хаосу як творчай сілы, якая здольная нараджаць новы парадак і адыгрываць такім чынам канструктыўную ролю ў развіцці сістэм.

Даследаванне ролі хаосу ў дынаміцы сістэм звязана з так званай тэорыяй дэтэрміраванага хаосу. Адным з першапраходцаў вывучэння дэтэрміраванага хаосу з'яўляецца Э. Лорэнц, чья заслуга звязана з адкрыццём так званых дзіўных атрактараў – вобласці гранічных прыцягваючых мностваў усіх траекторый дынамічнай сістэмы на вялікіх часавых адрэзках. Быў распачаты шлях да непасрэднага вывучэння дэтэрміраванага хаосу і адпаведных сістэм, чые паводзіны прадказваць на доўгі час не магчыма па прычыне адчувальнасці да пачатковых умоў [11, р. 140–141]. Напрыклад, М. Фейгенбаўм у сваім даследаванні выявіў ірацыянальныя лікі  $a = 2,502907\dots$  і  $b = 4,669201\dots$ , якія характарызуюць адзін са сцэнарыяў пераходу нелінейных сістэм да хаосу ў выглядзе каскадаў біфуркацый з бясконцым

падваеннем перыяду [12, с. 343, 370–371]. Дадзенае адкрыццё, па-першае, паказала адзін з варыянтаў з’яў, якія могуць сустрэцца пры пераходзе ад парадку да хаосу, а па-другое, адкрыла магчымасць да абагульнення хаатычных працэсаў на аснове матэматычнага мадэлявання, якія адбываюцца ў зусім розных сістэмах.

У далейшым школа І. Прыгожына засяродзілася на вывучэнні дыспатыўных структур, чыя асаблівасць палягае ў тым, што яны не могуць існаваць без пастаяннага абмену з асяроддзем рэчавым, інфармацый і энергіяй, падтрымліваючы такім чынам сваю ўпарадкаванасць. Прыкладамі такіх структур з’яўляюцца канвектыўныя ячэйкі Бенара, мадэль бруселятару Прыгожына і рэакцыя Жабацінскага-Белавусава (або так званыя хімічныя часы) [13, с. 102–104; 3, с. 65]. Абазначаныя мадэлі з’яўляюцца тыповым прыкладам прасторава-часовай упарадкаванасці, якая адбываецца за кошт працэсаў адтоку энтрапіі з адкрытых і нераўнаважных сістэм, і наглядна паказваюць, як у падобных структурах і ў прыродзе ў цэлым адбываюцца працэсы самаарганізацыі.

Дзякуючы своеасабліваму спалучэнню парадку і хаосу дыспатыўныя сістэмы здольныя праяўляць упарадкаваныя рэакцыі на вонкавыя ўздзеянні асяроддзя. Пры гэтым важнай становіцца роля флуктуацый і выпадковасцяў, праз якія адкрытыя нераўнаважныя нелінейныя дыспатыўныя сістэмы прыходзяць да ўпарадкаванасці. Рост парадку ў сістэмах злучаецца са змяншэннем іх энтрапіі за кошт павелічэння беспарадку ў навакольным асяроддзі [13, с. 13, 68].

Цікавае да ролі хаосу ў працэсах эвалюцыі сістэм, на наш погляд, не толькі абумоўлівае далейшае развіццё тэарэтычных уяўленняў аб самаарганізацыі гэтых сістэм, але і садзейнічае ўзнікненню ўяўленняў аб магчымасці прагназавання і кіравання складанымі працэсамі [3, с. 71], што з’яўляецца прыкладам прагнастычнага вымярэння сінергетыкі. З гэтага пункта погляду невыпадкова, што сёння выклікаюць цікавасць так званыя NBICS-тэхналогіі – нанатэхналогіі, біятэхналогіі, інфармацыйна-камунікатыўныя, кагнітыўныя і сацыяльныя тэхналогіі, – у аснове якіх ляжыць здольнасць да наладжвання гарманізацыі сістэм, іх дыягностыкі і пошуку аптымальных спосабаў міждысцыплінарнага ўздзеяння [14, с. 69]. Гэтыя тэхналогіі могуць разглядацца як інавацыі, сінергетычны эффект якіх здольны станоўча паўплываць на параметры асобных сістэм для іх кіравання, у тым ліку каля кропкі біфуркацыі.

Прадстаўленыя тэарэтычныя ўстаноўкі аб ролі хаосу ў эвалюцыі сістэм сталі асновай для матэматычнага нелінейнага мадэлявання працэсаў нараджэння, ускладнення і распаду структур рознага анталагічнага ўзроўню. У сувязі з гэтым варта згадаць тэорыю самаарганізаванай крытычнасці, якая была распрацавана П. Бакам і яго калегамі, дзе эвалюцыйная дынаміка складаных сістэм тлумачыцца праз іх няўстойлівасць і нелінейнасць [15, с. 77, 177]. Вывучаючы працэсы самаарганізацыі, на матэматычным падмурку праз мадэль «кучы пяску», якую П. Бак разглядаў як прыклад складанай сістэмы, ён звярнуў увагу на эмерджэнтныя, гэта значыць узнікаючыя і нечаканыя ўласцівасці складаных сістэм. Для іх аналізу, разглядаючы чатыры з’явы – рэгулярнасць катастроф,  $1/f$ -шум, фракталы і закон Цыпфа, – ён выявіў агульную матэматычную аналогію, якую можна выразіць на графіку. Дадзены прынцып самаарганізацыі сістэм ён называе самаарганізаванай крытычнасцю – тым момантам у дынаміцы розных складаных сістэм, дзякуючы чаму і адбываецца іх эвалюцыя і ўскладненне [15, с. 76].

Знаходжанне прычын купіравання розных працэсаў, якія адбываюцца ў нелінейным асяроддзі, з’яўляецца адной са спецыфічных рысаў навуковых даследаванняў расійскай сінергетычнай школы С.П. Курдзюмава. У разуменні яе прадстаўнікоў сінергетыка ёсць тэорыя «нестационарных лакалізаваных дыспатыўных структур, якія ўяўляюць сабой новы тып упарадкаваных структур у сістэмах з нелінейнай станоўчай адваротнай сувяззю», якая з’яўляецца механізмам запуску рэжымаў з абстрактэннем [3, с. 69]. Зыходзячы з гэтага, на падставе мадэлі гарэння, як прыкладу няўстойлівасці, імі была прапанавана мадэль самаарганізацыі складаных сістэм, якая ўключае два тыпы развіцця працэсаў у адкрытым нелінейным асяроддзі –  $HS$ -рэжым і  $LS$ -рэжым [16, с. 84–85], дзе  $S$  – першая літара прозвішча даследчыка, які ўпершыню апісаў працэс гарэння, а  $H$  і  $L$  – першыя літары слоў «higher» і «lower» адпаведна.

Для разумення трансдысцыплінарнай сутнасці сінергетыкі больш важна тое, што ў сваіх даследаваннях прадстаўнікі школы С.П. Курдзюмава адзначылі важнасць дачыненняў элементаў складанай сістэмы ў працэсах самаарганізацыі. Імі быў прапанаваны так званы новы халізм, які звязвае будову складанай структуры з механізмам кагерэнтнага ўзаемадзеяння розных элементаў сістэмы для сінхранізавання тэмпаў яе эвалюцыі [16, с. 90]. Агульны тэмп развіцця сістэмы з’яўляецца паказчыкам таго, што яна цэласная па сваёй структуры, але ў ёй ёсць эмерджэнтныя, узнікаючыя ўласцівасці, якіх каэвалюцыйныя элементы да гэтага не мелі [17, с. 109–111]. У  $HS$ -рэжыме, напрыклад, замацаванне новых структур і прыпыненне распаду сістэмы будзе залежыць ад таго, ці ўсталюецца ўзаемнае дапасаванне ўсіх элементаў і падсістэм пэўнай складанай сістэмы.

З іншага боку, як і ў выпадку параметраў парадку, тут таксама існуюць пэўныя цяжкасці пераносу вынікаў вывучэння сістэм прыродазнаўчага тыпу на даследаванне непрыродазнаўчых сістэм. Хаця праяўленне хаосу на макраўзроўні гэтых абодвух тыпаў сістэм аднолькавае, на мікраўзроўні хаос ужо

паказвае якасныя адрозненні паміж імі, звязаныя з анталагічнымі асаблівасцямі непрыродазнаўчых сістэм. Таксама не вынайдзены яшчэ матэматычныя метады, якія б больш адэкватна паказвалі асаблівасці самаарганізацыі сістэм падобнага тыпу. На наш погляд, павінны быць выпрацаваны іншыя падыходы, якія будуць не толькі ўлічваць якасныя адрозненні непрыродазнаўчых сістэм, але таксама садзейнічаць захаванню асноўных дасягненняў класічнай сінергетыкі. Лічым, што прыкладам падобнага падыходу з'яўляецца даследаванне Э.М. Сарокам структурнай устойлівасці самаарганізаваных сістэм, якія падвяргаюцца ўздзеянню знешняга асяроддзя. Згодна яму, структурная ўстойлівасць сістэм дасягаецца імі праз нараджэнне дыспатыўных структур рознай складанасці. З сістэмна-сінергетычных пазіцый Э.М. Сарока акцэнтуюе ўвагу на ўнутранай разнастайнасці складаных самаарганізацыйных сістэм для забеспячэння іх устойлівасці, якая абумоўліваецца высокім узроўнем іх структурных складнікаў. У якасці закона, які раскрывае прыцып устойлівасці складаных сістэм, ён вылучае так званыя абагульненыя залатыя сячэнні – інварыянты, на падставе якіх ідуць працэсы самаарганізацыі і эвалюцыі сістэм [18, с. 119–120, 217].

У падыходзе Э.М. Сарока таксама выклікае цікавасць разуменне аўтарам структурнай арганізацыі сістэмы, у якой увасабляецца *спосаб* сувязі частак у цэлым, іх супадпарадкаванасць паміж сабой і характар наяўнай іерархіі. Для таго ж, каб часткі і сістэма ўзгоднена эвалюцыянавалі, аўтар лічыць неабходным набыццё цэльнасцю структурна-функцыянальнай устойлівасці праз яе структурную гарманізацыю, якая адбываецца не толькі праз перабудову сістэмы, але і праз захаванне пэўных яе інварыянтаў [18, с. 132, 217–218].

Такім чынам, сінергетыка ў разуменні Э.М. Сарока ёсць навука аб «працэсе прывядзення складнікаў сістэмы да адзінай меры пад уздзеяннем унутраных сіл» для пошуку структурнай стабільнасці сістэмы, яе ўстойлівасці, а таксама аптымальных рэжымаў яе функцыянавання [18, с. 131–132]. Для гэтага неабходна наладжванне структурнай гарманізацыі сістэмы праз яе ўнутраную разнастайнасць: «*калі элементы сукупнасці... “схоплены” адзіным для ўсіх стаўленнем, задумай, планам... фіксаваны з дапамогай адзінай меры, эталона, нормы, стандарту, выяўляючы тым самым свае адрозненні на фоне агульнай усім ім субстанцыі, можна весці гаворку аб іх гарманізацыі ў межах іх сукупнасці* (курсіў Э.М. Сарока. – Я. Е.)» [18, с. 117].

Такім чынам, адзначаныя падыходы шчыльна звязаны з даследаваннем прыродазнаўчых сістэм і будуцца на падмурку асобных палажэнняў адпаведных навук, а важнейшай часткай метадалогіі з'яўляецца матэматычнае мадэляванне, якое стала асновай развіцця яе трансдысцыплінарнасці. Лічым, што далейшае плённае развіццё навуковага, метадалагічнага і прагнастычнага вымярэнняў сінергетыкі залежыць ад таго, ці здолее яна прыстасавацца да асаблівасцяў сістэм непрыродазнаўчага тыпу. Устойлівасць сінергетыкі як парадэгмы даследавання працэсаў самаарганізацыі звязана ў першую чаргу з далейшым развіццём яе трансдысцыплінарнасці.

З іншага боку, тут паўстае пытанне аб ступені прыстасавання сінергетыкі і яе асноў да даследавання праблем самаарганізацыі сістэм непрыродазнаўчага тыпу. Тыповым прыкладам гэтага, на наш погляд, з'яўляецца сацыяльнае вымярэнне сінергетыкі. У пытаннях сутнасці гэтага вымярэння мы маем некаторыя разыходжанні з пазіцыяй А.М. Князевай і С.П. Курдзюмава. Паводле іх слоў, сацыяльнае вымярэнне сінергетыкі звязана з выкарыстаннем сінергетычных мадэляў пры вывучэнні і прагназаванні складаных сацыяльных працэсаў, а таксама распрацоўцы метадаў сацыяльнага кіравання [3, с. 71]. На наш погляд, такая фармулёўка пакідае па-за ўвагай тэа канцэпцыі, якія спрабуюць растлумачыць *прыроду* феномена сацыяльнай самаарганізацыі, яе асаблівасці і сутнасць.

Апошнім часам сярод сацыяльнага вымярэння сінергетыкі вырасла цікавасць да сацыяльнай сінергетыкі У.П. Бранскага. Паводле яго слоў, сацыяльная сінергетыка «даследуе *агульныя заканамернасці сацыяльнай самаарганізацыі*, гэта значыць узаемадзеянні *сацыяльнага парадку і сацыяльнага хаосу* (курсіў У.П. Бранскага. – Я. Е.)» [19, с. 117]. Для тлумачэння сацыяльнай самаарганізацыі і яе ўнутраных механізмаў ён звяртаецца да канцэпту сацыяльнага адбору, фактарамі чаго выступаюць тэаўрус, дэтэктар і селектар. У адрозненне ад самаарганізацыі ў прыродных сістэмах, сутнасць сацыяльнай самаарганізацыі зводзіцца да чаргавання двух процілеглых працэсаў – іерархізацыі і дэіерархізацыі, што адпавядае ўскладненню і спрошчванню сістэм [19, с. 118, 120]. Сацыяльная сістэма, такім чынам, знаходзіцца каля двух атрактораў – простага, які адпавядае ўскладненню сістэмы, і дзіўнага, які адпавядае сістэмнаму спрошчванню. Праз унутранае ўзаемадзеянне сваіх фактараў сацыяльны адбор, які мае стахастычны характар, забяспечвае «шлях» сістэмы да адпаведнага атрактуру і тым самым садзейнічае самаарганізацыі.

Прадстаўленая канцэпцыя У.П. Бранскага ўяўляе не толькі прыклад «уварвання» сінергетыкі ў вывучэнне сацыяльных сістэм, але і з'яўляецца яшчэ ўзорам філасофскага яе вымярэння, якое прэтэндуе на тлумачэнне ўсяго гістарычнага працэсу. Аднак, паўстае пытанне аб захаванасці асноў сінергетыкі ў канцэпцыі У.П. Бранскага і ў іншых канцэпцыях сацыяльна-філасофскай накіраванасці. На наш погляд, трансдысцыплінарнасць сінергетыкі якраз і крыецца ў тым, што ўзнікаючыя канцэптuallyныя

схемы ў рамках адзначанай інтэнцыі *не могуць* прэтэндаваць на ахоп усіх тэарэтыка-метадалагічных асаблівасцяў сінергетыкі. У прыватнасці, калі разглядаць сацыяльную сінергетыку У.П. Бранскага, то тут трэба весці гаворку менавіта аб яе здольнасці растлумачыць складаную дынаміку сацыяльных сістэм у рамках сінергетычнай карціны свету, а не наяўнасці пэўных матэматычных устаноў у ёй, прадстаўленых экспліцытна.

Апроч сацыяльнай сінергетыкі У.П. Бранскага ў якасці прыкладу перасячэння межаў дысцыплін і адпаведна трансдысцыплінарнасці сінергетыкі можна згадаць тэорыю аўтапаэтычных складаных сістэм Ф. Валера і У. Матураны. Аўтары гэтай тэорыі імкнуліся растлумачыць феномен пазнання як камунікатыўную дзейнасць праз даследаванне асаблівасцяў жывых сістэм, што раскрывае шырокія магчымасці сінергетыкі ў іх вывучэнні. Як адзначае А.М. Князева, «*аўтапаэзіс* у літаральным сэнсе азначае сама-вытворчасць... і выражае дыялектычную сувязь паміж структурай і функцыяй складанай сістэмы (курсіў А.М. Князевай. – Я. Е.)» [20, с. 59]. Ключавой асаблівасцю аўтапаэтычных сістэм з'яўляецца тое, што яны саманастройваюцца, падтрымліваючы тым самым сваю ідэнтычнасць і аўтаномію ад знешняга асяроддзя. З гэтага пункту гледжання жывыя сістэмы, якія па сваёй сутнасці – складаныя сістэмы, характарызуюцца тым, што яны «пастаянна самаўзнаўляюцца» [21, с. 40]. Інакш кажучы, аўтапаэтычныя сістэмы аперацыянальна замкнуты і маюць структурную звязанасць з асяроддзем. Першая праяўляецца ў тым, што не існуе адзначанай прычынна-выніковай сувязі паміж вонкавым уздзеяннем і паводзінамі сістэмы, толькі ўнутраны стан сістэмы вызначае яе паводзіны, выкарыстоўваючы для гэтага энергію знешняга асяроддзя. Дзякуючы гэтаму сістэма і асяроддзе адаптуюцца адно да аднаго ў сумесным развіцці, вынікам чаго і становіцца іх структурная звязанасць [21, с. 90–91].

Такім чынам, тэорыя аўтапаэзісу з'яўляецца прыкладам выкарыстання тэарэтыка-метадалагічных падыходаў сінергетыкі ў тлумачэнні тых феноменаў, якія выходзяць з асаблівасцяў жывых сістэм. З гэтага пункта погляду сінергетыка звязваецца з тэорыяй *complexity* – вобласцю даследаванняў, дзе робіцца спроба не толькі зразумець эвалюцыйную дынаміку складаных сістэм і іх асобных частак, але і знайсці шлях ці «*метад*» гэтага разумення. У гэтым выпадку сінергетыка становіцца асобнай метамай, рэалізуючы свой патэнцыял на метатэарэтычным узроўні.

Адзін з прыкладаў вызначэння складанасці, які шчыльна звязаны з матэматычнымі асновамі сінергетыкі, заснаваны на фракцальнай геаметрыі Б. Мандэльброта, якая даследуе самападабенства структур розных мностваў. Разглядаючы даўжыню берагавой лініі Вялікабрытаніі, Б. Мандэльброт выявіў, што яна залежыць ад спосабу вымярэння, бо прамая лінейка дае толькі прыблізныя ацэнкі. У выніку была вынайздзена так званая фракцальная памернасць, якая абазначае ступень шматмернасці пэўнага мноства, што дало падставу ўвесці паняцце «фрактал», які маштабна-інварыянтны і самападобны, гэта значыць пры змяненні маштабу элементы пэўнага мноства падобны на гэта мноства [22, с. 30, 36]. Адсюль складанасць у фракцальнай геаметрыі звязваецца па сутнасці з простаай прыродай фракталаў, якія складаюцца з бясконцага мноства паўтаральных самападобных элементаў.

Іншымі прыкладамі сфарміраваных падыходаў да складанасці з'яўляюцца працы К. Майнца і Э. Марэна, якія абапіраюцца на дасягненні як уласна сінергетыкі, так і асобных навук, у тым ліку і сацыяльных. Іх адрозненнем з'яўляецца па сутнасці розны падыход да вызначэння метатэарэтычных і філасофскіх асноў складанасці. Так, К. Майнцар акцэнтуюе ўвагу на тым перыядзе ў сучаснай навуцы, які звязаны з пераходам ад лінейнага да нелінейнага мыслення і міждысцыплінарных даследаванняў, дзе тэорыя складаных сістэм са сваім матэматычным апаратам з'яўляецца краевугольным каменем. Як адзначае сам аўтар, тэорыя нелінейных складаных сістэм – «гэта міждысцыплінарная метадалогія для тлумачэння ўзнікнення пэўных макраскапічных з'яў за кошт нелінейных узаемадзеянняў мікраскапічных элементаў у складаных сістэмах» [23, с. 26]. Адсюль К. Майнцар звязвае складанае мысленне з прымяненнем тэорыі нелінейных складаных сістэм да даследавання складанасці сучаснага свету. У гэтым аспекце цікава, што аўтар звяртае ўвагу і на даследаванне будучай дынамікі складаных сістэм, звязваючы кіраванне гэтымі сістэмамі менавіта з нелінейнымі метадамі, бо ўсё ўзрастаючая складанасць свету вымушае чалавека станавіцца больш універсальным і вытанчаным у сваіх дзеяннях.

Э. Марэн у сваю чаргу больш засяроджваецца на «пракладванні шляху, па якому ідзе пазнанне, якое змога адказаць на той выклік, які нам кідае складанасць» [24, с. 29]. Развіваючы эпистэмалогію складанасці, ён спрабуе абазначыць ключавыя аспекты адзначанага феномена. Для гэтага Э. Марэн фармулюе сем эпистэмалагічных прынцыпаў складанага тыпу мыслення: сістэмны, галаграфічны, прынцып адваротнай сувязі, прынцып рэкурсіўнай пятлі, прынцып аўта-эка-арганізацыі, дыялагічны, прынцып паўторнага ўвядзення пазнаючага ва ўсялякі працэс пазнання [24, с. 16–19]. Як адзначае А.М. Князева, у Э. Марэна складанае мысленне па сваёй сутнасці халістычнае і ў той жа час антаганістычнае: «усякае складанае пазнанне, складаная з'ява ці структураўтварэнне ў прыродзе і грамадстве раздзіраецца глыбокімі, нерэдукаванымі супярэчнасцямі, якія не столькі руйнуюць складанае,

колькі, як гэта ні парадаксальна, будуць яго» [25, с. 91]. З дапамогаю згаданых прынцыпаў ён імкнецца ўвайсці ў складанае і мысліць адпаведна, разглядаючы сусвет ва ўсёй сваёй супярэчлівай сутнасці.

**Заклучэнне.** Такім чынам, абазначаныя падыходы, закранаючы навуковае, метадалагічнае, прагнастычнае, сацыяльнае і філасофскае вымярэнні сінергетыкі, паказваюць усю яе шырыню і ключавы характар для постнекласічнай навукі. На наш погляд, трансдысцыплінарная сутнасць сінергетыкі шчыльна карэлюецца з праблемай шматзначнасці сінергетыкі ў яе вымярэннях і адпаведна звязана з тым, што яна *не можа* мысліцца без матэматыкі і прыродазнаўчых навук, бо сінергетыка першапачаткова выйшла менавіта з іх, ствараючы адпаведнае поле даследаванняў. Аднак яна не без падстаў становіцца і асновай для вывучэння самаарганізаваных сістэм непрыродазнаўчага тыпу, тым самым набываючы сваю парадыгмальнасць у кантэксце пашырэння постнекласічнай навуковай рацыянальнасці ў цэлым.

З іншага боку, ці можна казаць аб трансдысцыплінарнасці сінергетыкі, калі з моманту свайго зараджэння яна не з'яўлялася адзінай навуковай дысцыплінай, узнікаючы і развіваючыся ў розных навуках прыродазнаўчага тыпу? Нягледзячы на гэта, і тое, што сёння існуюць розныя падыходы да праблемы самаарганізацыі ў выглядзе асобных тэарэтыка-метадалагічных кірункаў, дакладна можна казаць, што сфарміраваліся прынамсі два прынцыпы ўзнікнення трансдысцыплінарных стратэгий у сінергетыцы. Першы звязаны з цікавасцю да сутнасці складанасці, яе вымярэнняў на анталагічным і гнэсалагічным узроўнях і магчымасцяў кіраваць ёю, а другі – з метадалогіяй даследавання, калі матэматычнае мадэляванне і нелінейная матэматыка становіцца важнай асновай вывучэння розных аспектаў складаных самаарганізаваных сістэм. Пры гэтым, абодва прынцыпы рэалізуюцца часам асобна і не залежаць адно ад аднаго. Адсюль мяркуем, што сінергетыка ў сваім сучасным стане ёсць вобласць трансдысцыплінарных даследчых стратэгий з вялікім полідысцыплінарным полем даследаванняў, якая засяроджваецца на *асваенні, разуменні і кіраванні* самаарганізаваных сістэм жывой і нежывой прыроды. У такім абагульненым выглядзе сінергетыка прадстае цэльна ва ўсіх сваіх кірунках і вымярэннях, увабляючы інтэнцыю на вырашэнне даследчых праблем, якія ўзнікаюць у выніку развіцця постнекласічнай парадыгмы.

#### ЛІТАРАТУРА

1. Стёпин, В.С. Типы научной рациональности и синергетическая парадигма / В.С. Стёпин // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2013. – № 4. – С. 45–59.
2. Баранцев, Р.В. Имманентные проблемы синергетики / Р.В. Баранцев // Вопросы философии. – 2002. – № 9. – С. 91–101.
3. Князева, Е.Н. Синергетика: Нелинейность времени и ландшафты коэволюции / Е.Н. Князева, С.П. Курдюмов. – Изд. 2-е. – М. : КомКнига, 2011. – 272 с.
4. Хакен, Г. Синергетика: иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах / Г. Хакен. – М. : Мир, 1985. – 424 с.
5. Haken, H. Arbitrariness in Nature: Synergetics and Evolutionary Laws of Prohibition / H. Haken, H. Knyazeva // Journal for General Philosophy of Science. – 2000. – Vol. 31, № 1. – P. 57–73.
6. Хакен, Г. Тайны природы. Синергетика: учение о взаимодействии / Г. Хакен. – М. – Ижевск : Ин-т компьютер. исслед., 2003. – 320 с.
7. Ценина, Е.В. Агентное моделирование как новый взгляд на деятельность предприятий / Е.В. Ценина // Рос. предпринимательство. – 2017. – № 3. – С. 367–374.
8. Нейман, Дж. фон. Теория самовоспроизводящихся автоматов : [пер. с англ.] / Дж. фон Нейман. – М. : Мир, 1971. – 384 с.
9. Маковский, М.М. Лингвистическая генетика: Проблемы онтогенеза слова в индоевропейских языках / М.М. Маковский. – М. : Наука, 1992. – 189 с.
10. Маковский, М.М. Лингвистическая комбинаторика: Опыт типологической стратификации языковых структур / М.М. Маковский. – М. : Наука, 1988. – 231 с.
11. Lorenz, E.N. Deterministic nonperiodic flow / E.N. Lorenz // Journal of the Atmospheric Sciences. – 1963. – Vol. 20. – P. 130–141.
12. Фейгенбаум, М. Универсальность в поведении нелинейных систем / М. Фейгенбаум // Успехи физ. наук. – 1983. – Т. 141, вып. 2. – С. 343–374.
13. Николис, Г. Самоорганизация в неравновесных системах / Г. Николис, И. Пригожин. – М. : Мир, 1979. – 512 с.
14. Буданов, В.Г. Синергетическая парадигма и ее творцы / В.Г. Буданов // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2013. – № 3. – С. 56–72.
15. Бак, П. Как работает природа. Теория самоорганизованной критичности / П. Бак. – М. : Либриком, 2017. – 276 с.
16. Князева, Е.Н. Законы эволюции и самоорганизации сложных систем / Е.Н. Князева, С.П. Курдюмов. – М. : Наука, 1994. – 238 с.
17. Князева, Е.Н. Мир ускользающих структур / Е.Н. Князева // Философия науки и техники. – 2009. – Вып. 14. – С. 103–116.

18. Сороко, Э.М. Золотые сечения, процессы самоорганизации и эволюции систем: Введение в общую теорию гармонии систем / Э.М. Сороко. – Изд. 4-е. – М. : ЛИБРОКОМ, 2012. – 264 с.
19. Бранский, В.П. Социальная синергетика как постмодернистская философия истории / В.П. Бранский // Общественные науки и современность. – 1999. – № 6. – С. 117–127.
20. Князева, Е.Н. Когнитивные сети: интерактивность, интересубъективность, синергия / Е.Н. Князева // Філософія освіти. – 2017. – № 1. – С. 52–78.
21. Матурана, У. Дерево познания: биологические корни человеческого понимания / У. Матурана, Ф. Валера. – М. : Прогресс-Традиция, 2001. – 224 с.
22. Мандельброт, Б. Фрактальная геометрия природы / Б. Мандельброт. – М. : Ин-т компьютер. исслед., 2002. – 656 с.
23. Майнцер, К. Сложносистемное мышление. Материя, разум, человечество. Новый синтез / К. Майнцер. – М. : ЛИБРИКОМ, 2009. – 464 с.
24. Морен, Э. Метод. Природа природы / Э. Морен. – Изд. 2-е, доп. – М. : Канон+, 2013. – 488 с.
25. Князева, Е.Н. Когнитивная сложность / Е.Н. Князева // Философия науки и техники. – 2013. – № 18. – С. 81–94.

Пастуниў 19.05.2020

## TRANSDISCIPLINARY STRATEGIES OF SYNERGISTIC RESEARCHES

*J. JERMAKOU*

*In the context of the postnonclassical paradigm synergetics as a multi-valued phenomenon in the article is considered. The approaches that were formed in various fields of knowledge by the works of H. Haken, I. Prigogine, S. Kurdyumov, V. Bransky, E. Morin and other researchers through scientific, methodological, social, prognostical and philosophical its dimensions are analyzed. In the context of certain methodological and philosophical-theoretical installations special attention is paid to the mathematical foundations of the synergetics paradigm and their role in the study of self-organization of unnatural systems and its aspects. It is shown that, forming certain strategies for research, synergetics, arising and developing in the bosom of mathematics and natural sciences, took the path of transdisciplinarity through the study of complex self-organized systems of an unnatural scientific type.*

**Keywords:** *synergetics, order parameters, dissipative system, self-organized criticality, social synergetics, autopoiesis, paradigm of complexity, transdisciplinarity.*