

УДК 378.1:06.06

Юрій Козловський

МОДЕЛЮВАННЯ НАУКОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ НА ОСНОВІ СИНЕРГЕТИЧНОГО ПІДХОДУ

Традиційні методологічні підходи до моделювання складних соціальних процесів не завжди враховують неоднозначність майбутнього, конструктивність хаотичного начала в еволюції систем, роль швидких процесів у розвитку складних структур тощо.

У синергетичній картині світу, що нині встановлюється, розкривається складна природа нового. З одного боку, нове – непредбачуване, бо процес проходження через точки біфуркації є незворотнім, а з іншого – потенційно міститься у сьогоденні. Теорія складності виникла тоді, коли “людина задумалася над тим, як із хаосу виникає порядок. Згідно з теорією складності, ті системи, які лише частково пов’язані між собою, можуть краще адаптуватися. Аргументом для такого висновку є те, що надмірна структурованість гальмує розвиток, тоді як брак структурованості творить хаос. Тому ключем до ефективних змін є здатність утримати рівновагу на межі хаосу” [9, с. 39]. Термін “синергетика”, який означає узгоджену дію, спільний колективний вплив, запропонував Г. Хакен [10]. Основними поняттями синергетики є нестійкість, параметри порядку і принцип підпорядкування, а також відповідний математичний апарат. Однак сам термін “синергія” виник у глибоку давнину [11]. Синергетика досліджує загальні принципи функціонування та впорядкування у відкритих нерівноважних системах різної природи, що забезпечують їхню узгоджену поведінку завдяки наявності як внутрішніх зв’язків, так і контактів із зовнішнім середовищем.

Використання синергетичного підходу до моделювання процесів самоорганізації та прогнозів розвитку було предметом розгляду багатьох учених (А. Івахненко, І. Мюллер, В. Вейдліх); розглядалися питання, пов’язані зі складними системами та нелінійною динамікою в природі та суспільстві (Є. Князева); філософією науки і синергетикою освіти (І. Добронравова), можливостями застосування синергетичних методів до аналізу духовних систем (В. Абрамов), синергетикою і теорією соціальної самоорганізації (В. Васильков) та ін. У статті ми спиралися на наукові розробки щодо синергетичного підходу, викладені у працях таких учених, як С. Гончаренко, С. Женжера, Є. Князева, С. Курдюмов, І. Пригожин, І. Стенгерс, Л. Рижко, Г. Хакен, О. Чалий та ін.

Водночас, застосування синергетичного підходу до моделювання системи наукової діяльності вищого навчального закладу не було предметом спеціального дослідження, що і зумовило вибір тематики даної статті.

Мета статті – обґрунтувати доцільність використання синергетичного підходу до моделювання наукової діяльності вищого навчального закладу, визначити ключові поняття наукової діяльності в термінах синергетики та побудувати відповідну модель.

Існують численні підтвердження, що різноманітні явища самоорганізації підпорядковуються одним і тим же принципам, підпадаючи під узагальнюючі поняття синергетики. Окрім того, незважаючи на існування багатьох різних дисциплін, виявилася разюча подібність основних понять, що відносяться до утворення просторових, часових і функціональних структур. Основні принципи синергетики допускають доволі прості пояснення, але їх застосування до будь-якої реальної системи вимагає спеціальних математичних понять. Педагогічні процеси є нелінійними системами, оскільки [2]: *при зміні одного з елементів нелінійної структури інші змінюються не пропорційно, а за складнішим законом*; дослідження структури не може обмежуватися вивченням її окремих елементів, бо сума дій компонентних причин не дорівнює наслідку, що відповідає спільній дії.

Особливою мірою це стосується наукового простору, який має декілька способів вираження. Один із них пов'язаний “з існуванням ієрархії структур наукового простору, в межах якого певні принципи в різні періоди часу стають провідними, відіграють роль атракторів: “нелінійність наукового простору, однак, полягає також у тому, що в ньому не існує ані “периферії”, ані “центру” [8, с. 24]. Старий науковий простір (або його окремі елементи) з виникненням нового не зникає, а може повноцінно функціонувати у властивій йому сфері та до певної міри впливати на новий.

Суттєву роль відіграє реальна *незворотність*, яка лежить в основі більшості процесів самоорганізації: “зворотність і жорсткий детермінізм у навколишньому світі застосовні лише у простих граничних випадках. Незворотність і випадковість віднині розглядаються не як виняток, а як загальне правило” [7, с. 17]. Структури можуть зникати, але можуть і виникати. Одні процеси при існуючому рівні знань допускають опис за допомогою *детермінованих* рівнянь, інші вимагають залучення *ймовірнісних* міркувань.

Паралельно з *кількісним зростанням науки* відбуваються глибокі *якісні зміни*, “відгомони яких виходять далеко за рамки власної науки і впливають на наше уявлення про природу. Наше бачення природи зазнає радикальних змін у бік множинності, темпоральності та складності. Знаменно, що несподівана складність, виявлена в природі, привела не до уповільнен-

ня прогресу науки, а, навпаки, сприяла появі нових концептуальних структур, які нині представляються суттєвими для нашого розуміння фізичного світу, частиною якого є ми” [7, с. 12]. Нагромаджений досвід дозволяє стверджувати, що наука виконує деяку *універсальну місію*, яка торкається взаємодії не лише людини і природи, але і людини з людиною. Однак у всіх випадках система складається з дуже великого числа підсистем.

Синергетика дозволяє використовувати універсальні закони управління складними системами, що знаходяться далеко від положення рівноваги: вона постулювала, що незалежно від природи системи, закони управління *одні й ті ж самі*. Це дозволяє вченим “не лише аналітично прогнозувати розвиток різних систем, але і коректно проводити аналогію між ними” [1, с. 111].

Як зазначає С. Женжера, “питання самоорганізації та саморозвитку розглядалися давно, що дає можливість, з одного боку, знайти для синергетики чітко визначене місце в *гуманітарній проблематиці*, а з другого – визначити, що вона може на цьому місці дати нового, а що було вже зроблене раніше. Вирішення такого завдання потребує *методологічного перегляду загальної схеми застосування синергетики в неприродничій галузі* (курсив наш – Ю. К.)” [3, с. 62]. Доволі часто вона містить два основні етапи: пояснення в певному обсязі найзагальніших принципів синергетики та відповідної термінології; пошук у досліджуваній сфері тих явищ, які можна цими термінами описати. Ця схема є фактично єдиною можливою на початковому, ознайомчому етапі. Вона дає змогу продемонструвати принципову *можливість та доречність застосування синергетичних принципів у гуманітарній галузі*.

Наукова діяльність вищого навчального закладу є нерівноважним, нестабільним, багатоваріантним процесом із погляду синергетики. Тому в її моделюванні необхідно передбачити оптимальний баланс між реаліями (планування, звітність, замовна тематика наукової роботи) й умовами ефективності (свобода творчості, врахування особливостей особистості науковця, його фактичні можливості та час на наукову діяльність).

Наукова діяльність вищого навчального закладу є дисипативною системою, яка вимагає підтримки: інформаційної, соціальної, фінансово-економічної та ін. Значні труднощі виникають у зв’язку з тим, що власне природа системи наукової діяльності – нелінійна, а підходи до неї у вищому навчальному закладі – лінійні, однозначні. Тому важливим завданням є передбачити у моделі нелінійність цієї системи, що усуне низку проблем.

Непропорційність зусиль у науковій діяльності зумовлена наявністю талановитих, посередніх і бездарних особистостей: зусилля керівництва розподілені умовно рівномірно на кожного працівника, однак результати суттєво відрізняються.

Кількість наукових працівників у певній структурі приблизно однакова, рідко стрімко змінюється, а зв'язки між ними наростають значно швидше і постійно змінюються. Тому проблема планування і прогнозування наукової діяльності повинна орієнтуватися на якісні зміни і спиратися на синергетичний підхід. Важливим є врахування синергетичного підходу і у виборі особистості та комплектуванні наукових колективів для досягнення синергетичного ефекту.

У науковій діяльності вищого навчального закладу атракторами виступають наукові школи, кафедри, наукові лідери, талановиті вчені та ін.

Характерними ознаками синергетичної системи є її відкритість та наявність флуктуацій. Значущість *точок біфуркації* полягає в тому, що лише в них можна несиловим, інформаційним способом, тобто якими завгодно *слабкими діями вплинути на вибір поведінки системи.*

Спільність математичного опису процесів різної природи складає ту платформу, на якій можна спостерігати моменти народження нових філософських уявлень. Нині математичні моделі нелінійного відкритого середовища (системи) відіграють конструктивну роль не лише в тій області, де вони були створені. Вони стають постачальниками нових несподіваних висновків загальнометодологічного і філософського характеру [4, с. 43]. На рівні математичного опису біфуркація означає галуження розв'язків нелінійного диференціального рівняння. Точками біфуркації у науковій діяльності вищого навчального закладу можуть виступати зміни: теми дослідження, наукового лідера, становища і діяльності науково-педагогічних працівників, соціальних чи політичних установок, суспільної думки, фінансово-економічного стану, інформаційного забезпечення, стимулювання, зв'язків з установами, підпорядкування ВНЗ тощо.

Забезпечуючи загальну методологію і показуючи напрям пошуку, синергетика, звичайно, не може дати конкретного опису того, що відбуватиметься у світі. Синергетика може показати, чого в принципі не може бути, тобто сформулювати деякі еволюційні правила заборони. Знання обмежень, того, що в принципі не може бути реалізованим у даному соціальному середовищі, — це вже достатньо важливе знання, яке приводить до економії енергії, матеріальних затрат і духовних зусиль [4, с. 175]. Наприклад, в управлінні науковою діяльністю завідомо неефективними є силовий тиск у творчій роботі, жорсткий режим роботи, надто детальне планування, нав'язування чужорідної теми дослідження. У той же час врахування природних особливостей елементів системи дає багатократне зростання результативності наукової діяльності.

Посилення нелінійності приводить до збільшення *варіантів майбутнього розвитку*, розширення можливостей, збільшення кількості майбут-

ніх станів. Нелінійність у *математичному сенсі* означає певний вид математичних рівнянь, що містять шукані величини у ступенях, більших за одиницю, або коефіцієнти, що залежать від властивостей середовища. Нелінійні рівняння можуть мати декілька якісно різних розв'язків.

Як відомо, поведінка будь-якої системи може бути представлена ***нескінченим рядом гармонік із часовим коефіцієнтом*** перед кожною з них.

Якщо в моделі лінійної системи різні гармоніки незалежні, то в ***нелінійній моделі між ними встановлюються зв'язки***. Відкритість системи “приводить до того, що в певні гармоніки надходить ззовні, наприклад, енергія, а нелінійність визначає характер її розподілу між гармоніками. Дисипативні процеси, згасання діють за всім спектром гармонік. Через нелінійність дисипація “виїдає”, знищує ті гармоніки, які недостатньо підтримуються енергетично” [4, с. 64]. У результаті залишається скінченна і невелика кількість гармонік, а, отже, і невелике число рівнянь, що описують асимптотичну поведінку нескінченно складної відкритої нелінійної системи. У випадку нестатичних структур не існує однозначної (функціональної) відповідності між лініями деяких двох потоків (структурна нестійкість). У ряді випадків аналіз стійкості можна проводити за допомогою лінійних наближень. У відповіді на питання, в які нові стани може перейти система, найбільше значення мають два поняття: параметр порядку та принцип підпорядкування [10, с. 61].

У ряді випадків замість великої кількості змінних можна розглядати рівняння для однієї змінної, а потім за допомогою принципу підпорядкування виразити всі змінні через цю одну, з допомогою якої й описати поведінку системи. ***Синергетика забезпечує методологічні основи розуміння шляхів розвитку системи наукової діяльності*** вищого навчального закладу, пояснює причини криз, надійність прогнозів тощо. Тому вона може стати основою для прийняття обґрунтованих рішень і прогнозів в умовах невизначеності, періодичної реорганізації наукових структур.

Існує глибинний зв'язок між сучасним імітаційним моделюванням і теорією самоорганізації [5]. На перший погляд, здається, що ці підходи протилежні. В імітаційному моделюванні ми, зазвичай, маємо справу з великою, детально сконструйованою системою, в якій деталі, подробиці, налаштування параметрів виключно важливі. Один невдалий блок може повністю зіпсувати всю систему. Крім того, імітаційне моделювання часто породжує людино-машинні системи, в яких комп'ютер “відіграє” дії однієї людини або цілої команди. У синергетиці акцент робиться на самоорганізації, на виникненні впорядкованості у великій системі, на простоті, що народжується зі складності, з величезної кількості потенційних можливостей.

Тому однією з ключових у синергетиці є *концепція параметрів порядку* – визначальних змінних, до яких у процесі самоорганізації підлаштовується решта величин, що характеризують динаміку складної системи. Однак у багатьох важливих випадках таких параметрів небагато, що відкриває шлях до розуміння досліджуваних процесів, а співвідношення між ними допускають комп'ютерне дослідження.

Викладене вище дозволило зробити висновок, що оптимальним варіантом вибору загальної моделі наукової діяльності ВНЗ є власне синергетична, оскільки вона найповніше відображає всі аспекти модельованого об'єкта як педагогічної системи.

У синергетичній моделі педагогічна система наукової діяльності розглядається в освітньо-науковому середовищі вищого навчального закладу і функціонує на трьох основних рівнях: методологічному, теоретичному та практичному.

Вплив середовища та внутрішніх чинників на педагогічну систему реалізується шляхом урахування виявлених особливостей, тенденцій і проблем наукової діяльності ВНЗ, а також її видів. На методологічному рівні модель має описовий характер і базується на розроблених методологічних принципах і засадах. На теоретичному рівні розвиваються основи педагогіки наукової діяльності на основі концептуальних підходів і реалізуються у компонентах і блоках готовності до наукової діяльності працівників ВНЗ, загальних підходах до визначення критеріїв і показників ефективності наукової діяльності. Так, в окремий напрям виділені математичне моделювання наукової діяльності ВНЗ, концептуальні засади якого впливають як із загальних вимог математичного моделювання, так і з його особливостей у застосуванні до моделювання системи наукової діяльності ВНЗ. Модель педагогічної системи наукової діяльності вищого навчального закладу представлена на рис. 1.

Таким чином, наукова діяльність вищого навчального закладу є динамічним, багатоваріантним процесом із погляду синергетики, тому в її моделюванні необхідно передбачити оптимальний баланс між реаліями (планування, звітність, договірні тематика наукової роботи) й умовами ефективності (свобода творчості, врахування особливостей особистості науковця, його фактичні можливості та час на наукову діяльність). Важливим є застосування синергетичного підходу й у виборі особистості та комплектуванні наукових колективів.

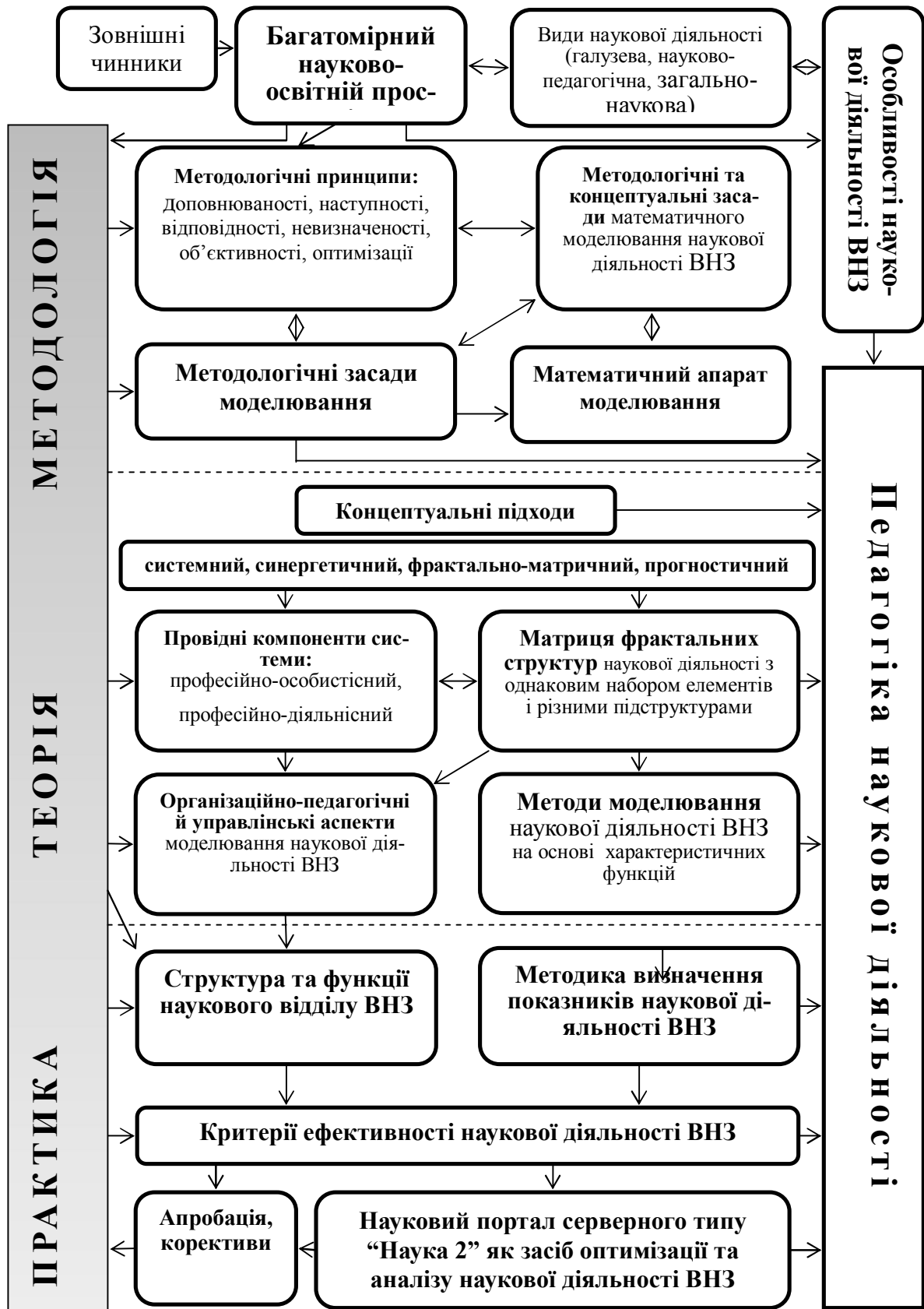


Рис. 1. Загальна модель системи наукової діяльності ВНЗ

У науковій діяльності вищого навчального закладу атракторами виступають наукові школи, кафедри, наукові лідери, талановиті вчені тощо. Точками біфуркації можуть виступати зміни: теми досліджен-

ня, наукового лідера, соціальних чи політичних установок, суспільної думки, фінансово-економічного стану, інформаційного забезпечення, стимулювання, зв'язків з установами тощо.

Синхронізація навчального, виховного і наукового процесів у вищому навчальному закладі, їх узгоджена взаємодія забезпечують самодостатність кожного процесу (чи кожної підсистеми) за умов їх самоподібності, що вимагає використання фрактального підходу, що і є тематикою подальшого дослідження.

1. *Волов В. Т.* Инновационные принципы системы образования / *В. Т. Волов* // Педагогика. — 2007. — № 7. — С. 108—114.
2. *Гончаренко С. У.* Педагогічні дослідження: методологічні поради молодим науковцям / *С. У. Гончаренко*. — К. ; Вінниця : ДОВ “Вінниця”, 2008. — 278 с.
3. *Женжера С.* Особливості застосування синергетичних підходів у дидактиці / *С. Женжера* // Вища освіта України. — 2003. — № 4. — С. 62—67.
4. *Князева Е. Н.* Основания синергетики. Человек, конструирующий себя и свое будущее / *Е. Н. Князева, С. П. Курдюмов*. — М. : Ком Книга, 2006. — 232 с.
5. *Малинецкий Г. Г.* Математические основы синергетики. Хаос, структуры, вычислительный эксперимент / *Г. Г. Малинецкий*. — М. : Ком Книга, 2005. — 312 с.
6. *Мандельброт Б.* Фракталы, случай и финансы / *Б. Мандельброт*. — М. ; Ижевск : НИЦ “Регулярная и хаотическая динамика”, 2004. — 256 с.
7. *Пригожин И.* Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой / *И. Пригожин, И. Стенгерс*. — 2-е изд. — М. : Эдиториал УРСС, 2000. — 310 с.
8. *Рижко Л. В.* Науковий простір: проблеми формування та трансформації (філософсько-праксеологічний аспект) : дис. ... д-ра філос. наук : 09.00.09 / *Рижко Лариса Володимирівна*. — К., 2006. — 456 с.
9. *Фуллан М.* Сили змін: продовження : в 2 ч. / *М. Фуллан*. — Львів : Літопис, 2001. — Ч. 2. — 162 с.
10. *Хакен Г.* Синергетика: иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах / *Г. Хакен*. — М. : Мир, 1985. — 423 с.
11. *Чалий О. В.* Синергетичний підхід — необхідна складова інтеграційних процесів в освіті / *О. В. Чалий* // Розвиток педагогічної і психологічної наук в Україні 1992–2002 : зб. наук. пр. до 10-річчя АПН України : в 2 ч. — Х. : “ОВС”, 2002. — Ч. 2. — С. 125—133.

Стаття надійшла до редакції 25.03.2013

Ю. Козловский

Моделирование научной деятельности

высшего учебного заведения на основе синергического подхода

Обоснована целесообразность моделирования научной деятельности высшего учебного заведения в контексте синергического подхода. Показаны его возможности в комплектировании научных коллективов. Определенно, что аттракторами выступают научные школы, кафедры, научные

лидеры, талантливые ученые, а точками бифуркации – изменения темы исследования, научного лидера, социальных или политических установок, общественного мнения, финансово-экономического состояния, информационного обеспечения и др. Представлена синергическая модель научной деятельности высшего учебного заведения.

Ключевые слова: научная деятельность, моделирование, синергетика, синергетический подход, высшее учебное заведение.

Yu. Kozlovskyi

**Modeling of Scientific Activity of Higher Educational Establishment
on the Basis of Synergistic Approach**

The article grounds the expediency of modeling of scientific activity of higher educational establishment in the context of synergistic approach. Its possibilities are shown in completing of scientific collectives. It is determined that scientific schools, departments, scientific leaders and talented scientists appear for attractors, when change of the research theme, scientific leader, social or political options, public idea, financial and economical state, informative providing etc. come as the points of bifurcation. The author presents synergistic model of scientific activity of higher educational establishment.

Key words: scientific activity, modeling, synergetics, synergetic approach, higher educational establishment.

Рецензент – доктор педагогічних наук,
професор П. І. Сікорський