References

1. Vasylyeva, L., 2007. Kontsepsiya pidruchnyka z inozemnoyi movy [Foreign language textbook concept]. *Theory and practice of teaching Ukrainian as a foreign language*, 2, pp. 222-228.
2. Klyuchkovs'ka, I.M., Kozlovsk'ka, I.M. and Yakymovych, T.D., 2019. Suchasnyy pidruchnyk yak zasib intehtatsiyi fundamental'nykh znan' [Modern textbook as a means of integrating fundamental knowledge]. *Pedagogical almanac*, 42, pp. 109-113.
3. Kozlovsk'ka, I. M. 2008. *Metapredmetna intehtatsiya u zmisti profesiynoyi osvity* [Objective Subject integration in the content of vocational education]. Lviv: Spolom.
4. Sumyna, V. E. 2001. *Yntehtatyvnaya funktsyya ynostrannoho yazyka v protsesse professyonal'noho obrazovanyia. Problemy yntehtatsyy humanytarnykh, fundamental'nykh y professyonal'nykh znanyy v tekhnicheskoy obrazovanyy* [The integrative function of a foreign language in the process of vocational education. Problems of integration of humanitarian, fundamental and professional knowledge in technical education]. Novocherkassk: SRSTU.
5. Savka, I. V. and Ostrovs'ka, O. 2013. *English in Use = Anhliys'ka u vykorystanni* [English in Use]. Lviv: Ivan Franko National University.

УДК 378.147:001.89:378.091.313

DOI:10.31339/2617-0833-2020-1(28)-60-64

ФРАКТАЛЬНИЙ ТА СИНЕРГЕТИЧНИЙ ПІДХОДИ ДО ПОБУДОВИ ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ НАУКОВО-НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Козяр М. М., Козловський Ю. М., Гаврилюк М. В.

FRACTAL AND SYNERGISTIC APPROACHES TO THE FORMATION OF INTEGRATED SYSTEM OF SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL ACTIVITIES OF HIGHER EDUCATION INSTITUTION

Kozia Mykhailo, Kozlovskyi Yurii, Havryliuk Marianna

Обґрунтовано доцільність використання синергетичного підходу як методології розвитку системи інтегрованої науково-навчальної діяльності закладів вищої освіти. Зроблено висновок, що систему інтегрованої науково-навчальної діяльності закладу вищої освіти доцільно моделювати як матрицю фрактальних структур із рівною кількістю складових і різними підструктурами.

Ключові слова: заклад вищої освіти, науково-навчальна діяльність, інтеграція, синергетичний підхід, фрактальний підхід

Purposeful development of innovations in scientific and educational activity integration involves updating of structure and content of teachers' scientific activity in higher education institutions. One of the effective ways of solving this problem is conceptual substantiation and development of dynamic poly-model of teacher's integrated scientific and educational activity in scope of certain specialization on the basis of methodological principles and general pedagogical approaches. It has been proven that binary classification of integrated scientific and educational activity allows carrying out multi-aspect modeling theoretically and empirically with informational support of scientific and educational activity of higher education institutions. Creating a fractal matrix of higher education institution integrated scientific and educational activity system is an advanced direction for the development of science and education integrity, as it interprets them in the form of fractal structures with the same set of components and different substructures. It has

been shown that the dynamics of integrated scientific and educational activity of higher education institutions system can be regulated externally by means of appropriate management influence. Specificity of such management factors implies different types of substructures' behavior and causes different scientific and educational activities results. The expediency of using the synergistic approach as a methodology for the development of integrated scientific and educational activity of higher education institutions system has been substantiated, since the nonlinearity of scientific and educational systems of higher education activity determines the quantum effects in their development, and the synergetics ensures the reasonable decisions making and predictions in a context of uncertainty. It has been concluded that the system of higher education institutions integrated scientific and educational activity needs to be modeled as a matrix of fractal structures with equal number of constituents and different substructures, where each substructure is an open system, which facilitates coordination of scientific and educational activities enhancing their interconnection.

Key words: *higher education institution, system, scientific and educational activity, integration, synergistic approach, fractal approach*

Інноваційними процесами в освіті передбачено неодмінні зміни співвідношення наукової й освітньої практики педагогів, передусім активність наукового аспекту. Сьогодні не вщухають дискусії стосовно рівняновітніх вимог до науково-навчальної діяльності закладу вищої освіти й реальної практики; інтегративної суті науки й освіти у вищій школі їхнього фактичного роз'єднання; багатогранності науково-навчальної практики вищої школи й фактичної її уніфікації; важливості наукової діяльності закладу вищої освіти нерозробленості її моделей тощо. Отож, необхідно оновлювати структурний зміст та оптимізувати частку наукової діяльності педагогів. Унаслідок цього посиляться взаємозв'язок освітньої й наукової практики закладів вищої освіти, зросте якість наукових розробок і буде створено спеціалізовані галузеві освітні наукові структури.

Саме ці питання окреслюють проблему моделювання інтеграції наукової та навчальної діяльності закладу вищої освіти. У цьому напрямі працює низка учених, зокрема фрактальний принцип для оптимізації структурного конструкту знань (Н. Булгакова [1]), фрактальна психологія (Е. Донченко [3]), фрактальний підхід до побудови сучасних освітніх систем (В. Ковальська [5]), валентно-фрактальний вимір розуміння проблеми діяльності студента (Р. Попов [6]), фрактальний підхід до визначення змісту і структури навчання (В. Юрженко [9]), основи синергетики (Г. Хакен [8], Е. Князева [4], А. Вознюк [2], А. Свідзинський [7]) та ін. Однак, малодослідженою залишається проблема інтеграції наукової та навчальної діяльності в контексті єдності синергетичного та фрактального підходів.

Мета статті – обґрунтування доцільності моделювання системи інтегрованої науково-навчальної діяльності закладу вищої освіти як матриці фрактальних структур на засадах синергетичного підходу.

Сьогодні педагогічні дослідження полягають у пошуку застосування моделей з однієї галузі досліджень в іншій. Особливості педагогіки вказують на те, що більшість досліджуваних нею процесів – статистичні й ймовірнісні. Для їхнього моделювання застосовують теорію ймовірності, математичну статистику, безліч методів і відповідних функцій.

Позаяк жодна, навіть найскладніша модель, не забезпечує вичерпного уявлення про об'єкт, перспективним варто вважати напрям організації комплексних моделей, послуговуючись інноваційними підходами (фрактальним, синергетичним, нейромережним тощо).

Термін *синергетика* запропонував Г. Хакен [8]: перша складова цього слова – *син* (*сим*) – означає «об'єднання, синтез» (пор. *синхронний* – «узгоджений в часі», *симбіоз* – «співжиття», *симфонія* – «співзвучність»). Отже, термін *синергетика* вказує на узгоджену

дію різноманітних явищ, потоків тощо.

Самоорганізація – на думку А. Свідзинського – «процес творчості. Всі духовні структури культури виникають унаслідок творчих зусиль людства. Наш час – доба інформаційної революції, потужний інформаційний обмін став важливою організуючою силою суспільства, хоч часом відіграє і негативну роль, стандартизуючи мислення і уяву людей» [7, с.94].

Синергетика забезпечує методологію усвідомлення методів розвитку системи науково-навчальної діяльності вищої школи, причин еволюційних криз, достовірність передбачень тощо. Тож синергетика може становити основу для прийняття обґрунтованих рішень і передбачень за невизначеності й регулярної реорганізації наукових структур.

Синергетичний підхід у педагогіці «дозволяє розширити теоретичний та практичний горизонт аналізу педагогічних явищ, коли, наприклад, педагога можна розглядати як відкриту самоорганізовану систему, котра не знаходиться у рівновазі, але є стійкою за рахунок самоорганізації хаосу потенціальних станів середовища» [2, с.75].

Синергетичний підхід може слугувати підґрунтям інтеграції науково-навчальної діяльності закладу вищої освіти (інтеграцією між-і загальнонаукових досліджень та інтеграції напрямків наукової й освітньої практики). Унаслідок розвитку математичного й комп'ютерного моделювання виникли нові перспективи для такої інтеграції із застосуванням відео-, аудіо-й текстових засобів передавання наукових даних.

На наш погляд, завдяки бінарній класифікації наукової й навчальної діяльності, послуговуючись дослідженнями зовнішніх та внутрішніх чинників впливу на наукову практику закладу вищої освіти, можливе обґрунтування на теоретичному й емпіричному рівнях доцільності поліаспектного моделювання з нейроінформаційним підтриманням науково-навчальної діяльності вищої школи. До прикладу, динаміку науково-навчальної діяльності можливо регулювати ззовні, завдяки впливу на неї відповідних управлінських дій. Специфіка таких чинників керування в системі науково-навчальної діяльності передбачає появу абсолютно різних типів поведінки підструктур. Отож, отримаємо абсолютно різні результати науково-навчальної діяльності.

Для нелінійності наукових структур вищої школи притаманні певні особливості. Нелінійність зумовлює принцип «розростання малого», або «посилення флуктуації». Іноді нелінійність може посилювати флуктуації. У такому разі незначні зміни стають значними, макроскопічними. Нелінійні відкриті системи характерні й появою порогової чутливості: нижче за поріг усе меншає, стирається, забувається безслідно. Усе, що вище за поріг, істотно зростає.

Нелінійність наукових систем діяльності вищої школи зумовлює квантові ефекти в розвитку таких систем. У нелінійній сфері шлях еволюції не може бути будь-яким, а лише певною сукупністю зазначених шляхів. Наприклад, система наукової діяльності вищої школи зосереджена в науковому відділі, що забезпечує науково-організаційні й науково-дослідні дії, координує їх, формує міжнародні зв'язки, передбачає підвищення фаху педагогів і організовує науково-дослідну діяльність педагогів та студентів, забезпечуючи наукові потреби закладу вищої освіти й допомагаючи в такій практиці. Окрім того, відділ передбачає дві схожі підструктури – сектори, що самоорганізуються на абсолютно однакових засадах.

Фрактали в синергетичній теорії є «найбільш показовими в контексті матеріалізованого графічного відображення — ілюстрації одночасної нелінійності й аналогічності у поєднанні з принципом подібності (наприклад, губка Серпінського тощо). Важливою у фрактальності є взаємодія» [9, с.161].

Упродовж тривалого часу переважно виводили принцип властивостей цілого із властивостей часток. Фрактальним же підходом передбачено початковим ціле. Винятково через сприйняття властивостей і динаміки цілого можливе виведення патернів взаємозв'язку всіх його «дробових» часток. Поняття «фрактальний» — це нерегулярна самоподібність. Фрактали є самоподібними, внутрішньодинамічними структурами,

презентабельною складовою або часткою складних, нелінійних, відкритих, самоорганізованих і змінних структур.

Фрактали є зручними моделями для «опису процесів, які раніше вважалися нерегульованими і принципово не могли бути описані Множину Мандельбро можна розглядати як матрицю фрактальних фігур з однаковим набором елементів і різними структурами. З іншого боку цю множину можна розглядати як модель, яка включає набір елементів. Ці елементи організуються в патерни, а результатом є нові шукані структури»[3, с.25].

Як об'єкт фрактальної педагогіки розглядають «загальні та специфічні закономірності освіти, виховання й розвитку як структури, що мають нелінійний характер, тобто як відкриті, самоорганізуючі системи, а її предметом є розгляд основних категорій педагогіки: навчання, освіта, самоосвіта, виховання, розвиток, саморозвиток через призму системно-синергетичного і фрактально-резонансного підходів»[1, с.32].

На всіх рівнях організації й дослідження систем матричний принцип є дуже зручним. Матрицею організацій передбачено фрактальні організаційні структури (пірамідальні, «змішані») тощо. Цей конструкт організовує реальність завдяки універсальним, типовим, регулярним і повторюваним патернам поведінки й мислення.

Створення фрактальної матриці процесу науково-навчальної діяльності закладу вищої освіти – перспективний напрям розвитку цілісності науки й освіти у вищій школі.

Організація може функціонувати під різними матрицями, втім здійснити своє мета завдання вона спроможна лише послугуючись власною і фрактальною матрицею, з відповідними механізмами управління.

На нашу думку, наукову діяльність закладу вищої освіти варто розглядати у вигляді матриці фрактальних структур з однаковим комплектом складових і різними підструктурами. Виводити патерни взаємозв'язку всіх «дробових» складових науково-навчальної діяльності варто, послугуючись матричним принципом пірамідальної побудови. Синергетика пропонує здебільшого відкриті системи. Якщо систему утворюють безліч підсистем, то за зміни параметрів управління виникають якісно нові структури в макроскопічних обсягах, які зумовлює поява колективних мод під впливом флуктуацій, їхня конкуренція й відбір найпристосованішої моди або комбінації таких мод.

Таким чином, можна зробити висновок, що для забезпечення бажаного результату, необхідно концептуально обґрунтувати й організувати динамічну полімодель науково-навчальної діяльності закладу вищої освіти, конкретизуючи окремі профілі закладів освіти на базі методологічних засад і загальнонаукових підходів у науковому й навчальному процесах. Отже, досліджуючи наукову діяльність закладу вищої освіти як матрицю фрактальних структур із рівною кількістю складових і різними підструктурами, можлива реорганізація такої діяльності на базі ідей синергетичного підходу. Кожна підструктура є відкритою системою, до того ж, усі підструктури аналогічні, що істотно полегшує координування науково-навчальної діяльності, сприяючи її узгодженню та взаємозв'язку певних складових.

До подальших напрямів дослідження відносимо розробку концепції науково-навчальної діяльності вищого навчального закладу.

Список використаних джерел

1. Булгакова Н. Б. Фрактальний принцип для оптимізації структурного конструкту знань. *Вісник Національного авіаційного університету. Серія: Педагогіка. Психологія.* 2016. № 9. С. 32–36.
2. Вознюк А. В. *Постнеклассические рубежи педагогики будущего: уч. пособие.* Житомир: Коопublication, 2019. 1149 с.
3. Донченко Е. А. *Фрактальная психология (Доглубинные основания индивидуальной и социальной жизни).* Київ: Знання, 2005. 323 с.
4. Князева Е. Н., Курдюмов С. П. *Основания синергетики. Человек, конструирующий*

- себя и своебудущее. Москва: Ком Книга, 2006. 232 с.
5. Ковальська В. С. Фрактальний підхід до побудови сучасних освітніх систем. 2016. *Репозиторій Української інженерно-педагогічної академії*. URL: <http://hdl.handle.net/123456789/5021>
 6. Попов Р. Розвиток автономності студентів закладів вищої освіти: валентно-фрактальний вимір розуміння проблеми. *Молодь і ринок* 2019. №5 (172). С. 85–91.
 7. Свідзинський А. *Синергетична концепція культури*. Луцьк: Волинська обласна друкарня, 2009. 696 с.
 8. Хакен Г. *Синергетика: иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах*. Москва: Мир, 1985. 423с.
 9. Юрженко В. В. Фрактальний підхід до визначення змісту і структури навчання (на прикладі освітньої галузі «Технологія»). *Біоресурси і природокористування*. 2013. Т. 5. №3–4. С. 157–162.

References

1. Bulhakova, N.B., 2016. Fraktal'nyy pryntsyyp dlya optymizatsiyi strukturnoho konstruktivnogo znan' [A fractal principle for optimizing the structural construct of knowledge]. *Bulletin of the National Aviation University. Series: Pedagogy. Psychology*, 9, pp. 32-36.
2. Voznyuk, A.V. 2019. *Postneklassycheskiye rubezhy pedahohyky budushchoho* [Post-non-classical frontiers of pedagogy of the future]. Zhytomyr: Koobpublication.
3. Donchenko, E.A. 2005. *Fraktal'naya psikhologhiya (Dohlubynnye osnovanyya yndyvudual'noy y sotsyetal'noy zhyzny)* [Fractal Psychology (Pre-Depth Foundations of Individual and Societal Life)]. Kiev: Knowledge.
4. Knyazeva, E.N. and Kurdyumov, S.P. 2006. *Osnovanyya synerhetyky. Chelovek, konstruyuyushchyy sebya y svoe budushchee* [Foundations of synergetics. A man constructing himself and his future]. Moscow: Kom Book.
5. Koval's'ka, V. S. 2016. Fraktal'nyy pidkhid do pobudovy suchasnykh osvitenikh system [A fractal approach to building modern education systems]. *Repository of the Ukrainian Academy of Engineering and Pedagogy*. [online] Available at: <http://hdl.handle.net/123456789/5021>.
6. Popov, R., 2019. Rozvytok avtonomnosti studentiv zakladiv vyshchoyi osvity: valentno-fraktal'nyy vymir rozuminnya problemy [Development of autonomy of students of higher education institutions: valence-fractal dimension of understanding of the problem]. *Youth and the market*, 5(172), pp. 85-91.
7. Svidzyn's'kyi, A. 2009. *Synerhetychna kontseptsiya kul'tury* [Synergetic concept of culture]. Lutsk: Volyn Regional Printing House.
8. Khaken, H. 1985. *Synerhetyka: yerarkhiyye neustoychivostey v samoorhanyzuyushchykh systemakh y ustroystvakh* [Synergetics: Hierarchies of Instabilities in Self-Organizing Systems and Devices]. Moscow: Peace.
9. Yurzhenko, V. V. 2013. Fraktal'nyy pidkhid do vyznachennya zmistu i struktury navchannya (na prykladi osviten'oyi haluzi «Tekhnolohiya») [A fractal approach to defining the content and structure of learning (as exemplified by the «Technology» industry)]. *Bioresources and environmental management*, 5, 3-4, pp. 157-162.