

Вид як система в системі

Леонід Рековець¹, Людмила Кузьменко²

¹Національний науково-природничий музей НАН України (Київ)

¹e-mail: leonid.rekovets@upwr.edu.pl; orcid: 0000-0001-9934-7095

²Ніжинський державний університет ім. Миколи Гоголя (Ніжин)

REKOVETS, L., KUZMENKO, L. Species as a system within a system. — The article presents the results of an analytical review of general laws of nature development and their relationships with the laws of biological evolution in terms of general theory of systems and their synergetic manifestation at different levels of organization. The basis of such analysis is the interpretation of the species as a system, as a structure with self-organizing and complicating abilities, as well as a unit of evolutionary diversity and taxonomy. At the same time, as a system, the species occupies an appropriate position in system subordination, in the hierarchy of biological evolution, and in systems of taxonomic division and phylogeny. Its synergistic connections in the system characterize its complexity, functionality, self-organization, and alternative development, which is manifested through saltation, relative balance and constant absorption of energy to organize chaos as a source of order. These characteristics accompany the non-integrated development of biological systems as open and unbalanced by intraspecific polymorphism. Analytical delineation of the species as a system within a system involves defining it as a structure, an element, and a carrier of properties and functions at different organizational (ontogenetic, biocoenotic, and evolutionary) levels of biological systems.

Вступ

Початок різнонаправлених міркувань про угруповання організмів, які потім означили як *Вид* — *species*, почались ще задовго до того як цей термін було введено до наукового обігу у 1686 році Джоном Раєм (John Ray) в його відомій праці *Historia plantarum generalis*. Дискусії про те, як потрібно розуміти терміни Аристотеля „genos” і „eidos” і до сьогодні актуальні для науковців (Загороднюк 2019). Від старожитності до середньовіччя поступово формувалися концептуальні поняття про структуру живих організмів та їх угруповань, шляхи їх утворення, подібності та різниці, приуроченість до середовища, практичне використання і ін. Більш активний етап свого утвердження переживав вид після праць Карла Ліннея та Ж. Б. Ламарка, коли більш чітко і однозначно визначилася роль виду в еволюції та його значення для таксономії, систематики і філогенії. Тоді дискусії торкалися переважно природи його виникнення та змінності без більш глибокого розуміння біологічної істоти та значення в системі природничих наук. Зміна парадигми в біології наступила після опублікування праць Ч. Дарвіна та А. Уоллеса в середині XIX ст., які і до цього часу не залишають поза увагою проблему виду в найбільш широкому його трактуванні, а головне — часу. Відкриття генетики та молекулярних основ життя дозволило сформулювати основні і (перекона-

ний) не остаточні концепції виду, які значно поглибили і розширили діапазон розуміння виду та його сутності і значно активізували сферу наукових дискусій навколо цього поняття, його визначення, сфери впливу та значення в системі наук біологічного циклу (Матеріали актуального збірника).

Дискусії тривають і особливо активно від часу другої половини ХХ ст. коли в науковий обіг твердо ввійшли такі поняття як система, самоорганізація, тектологія, синергетика, хаос та ін., які стосуються різних рівнів організації та функціонування матерії — категорії реально існуючої та філософської. Одним напрямків таких дискусій є характеристика виду як системи в системі (ієрархія під системного поділу), що тісно переплітається з такими взаємозалежними поняттями як структура, властивості та функція. А це вказує і на тісний зв'язок елементів в структурі системи на основі енергії, яка, в свою чергу, є в основі розуміння та прояву дії загальної теорії систем (Калужский 2013). В цьому розумінні вид займає одне з центральних місць в пізнанні біологічних систем, чому і присвячена пропонована аналітична праця.

Аналітичні результати

За висловом В. А. Черлина, *«Эволюционное учение — вершина, квинтэссенция биологических знаний, река, в которую вливаются все достижения биологии»* (Черлин 2012: 8). Без сумніву, це висловлювання можна застосувати і до розуміння виду як біологічного поняття і як елементу структури живої природи. Вид як чорна діра поглинає в собі всі досягнення в біології з тією лише різницею, що вид має зворотній інформаційний зв'язок (на відміну від чорної дірки) і дозволяє все глибше і глибше пізнавати себе і, відповідно, віддавати частину своєї інформації на зовні. Власне на таких взаємо-зворотних інформаційних зв'язках тримається цілісна структура, елементи якої в небіологічних системах пов'язані властивостями, а в біологічних — з функцією. На цьому полягає сутність розуміння систем, які завжди мають ієрархічну структуру пов'язань і як «мотрійки» вкладені самі в себе від відомих на сьогодні атомно-кваркових чи ферміоно-бозонових структур (теорія стандартової моделі) до структур Всесвіту які хоча і кінцеві, але все ж таки є безграничними. Напевно, одна з перших таких систем ієрархій самоорганізації матерії була запропонована Ж. О. Ламетри у 1745 році поділом на абіоту, рослин, тварин і людину, яка мислить (цит. за: Калужский 2013).

Засновник теорії самоорганізації систем, Нобелівський лауреат І. Р. Пригожин розкрив один з механізмів дії цієї теорії, який характеризує потенційно мінімальну передачу енергії в оточуюче середовище (Пригожин & Стенгерс 1986). Слід зрозуміти, (а власне з цього і випливає), що це є передача інформації в формі енергії на вищий рівень в ієрархії організації систем, які в такий спосіб підтримують свою врівноваженість, а одночасно характеризують свою адаптивність. На думку Е. С. Федорова системи (а надто біологічні — Л.Р.) повинні мати потенційні механізми здатності до адаптивності (а не просто адаптації) і здатності до вдосконалення структури (а не звикла її стійкість) (Федоров 1891). В живих системах це забезпечується мінливістю, починаючи

від генетико-молекулярного рівня її прояву, і здатністю її реалізовуватись в залежності від умов, різnorodність яких творить різnorodність біологічну на засадах принципу альтернативного різноманіття (Ємельянов 1999).

При цьому, аксіоматичним положенням в біології є те, що еволюція з покоління на покоління творить (продукує) виключно особини (індивідууми) на підставі спадковості, тобто реалізує генетичну інформацію, закодовану в системі триплетів ДНК функціонально (і енергетично) пов'язаних між собою. В результаті повстає хаотичне і необмежене розмаїття тісно зв'язаних між собою структурних елементів біоти (системи Біосфери) на тлі порівняно обмеженого різноманіття (навіть за умови комбінованого їх характеру) умов як реалізація законів еволюції. За цим потім повстає ієрархічна, струнка і, водночас постійно не стабільна, система різноманіття таксономічного, яка повинна бути віддзеркаленням реального процесу еволюції, реконструйованого на основі спорідненості (як того вимагає кладистика), а не на основі подібності (Зеленков 2012).

Ще у 1923 році видатний біолог-еволюціоніст ХХ ст. А.А. Любищев стверджував, що поняття системи в широкому розумінні повинно передбачати, перш за все, ідентичність з поняттям внутрішньої впорядкованості в основі якої є властиві тільки їй ознаки (цит. за: Мейен 2015). Теоретично, впорядкованість структур (таксонів) системи в систематиці повинна відповідати впорядкованості структур (кладів) в системі філогенетичних пов'язань, що практично є недосяжним. І як би ми не намагалися оцінювати ці системи — вліво чи вправо, вниз чи доверху, все рівно методологічно підпадаємо під засади їх системного аналізу як цілісних структур за принципом «мотрійки» — структура в структурі з функціональними синергетичними зв'язками між ними і між структурними елементами кожної системи (Каретин 2017).

Загальна теорія систем, основи якої були закладені Федоровим, Богдановим, Вінером та Бергаланфі у першій половині ХХ століття спирається на засади структурної самоорганізації і функціональної залежності в системах, що як найкраще проявляється в характеристиці біологічних систем, які є найбільш складно організованими і вимагають енергії для підтримання гомеостазу. Центральне місце в тематичних розважаннях цього напрямку займає *Вид* як умовна і в той же час реальна категорія і одиниця діалектичного розуміння дискретності і безперервності еволюційного процесу, який постійно протікає в умовах протистояння другому началу термодинаміки. Вид — центральна категорія в біології навколо якої вже багато століть точаться гострі дискусії концептуального і більш прикладного змісту. Вид — це самоорганізуюча структурна цілісність одиниць (особин) і функціональна система, насичена незчисленною кількістю пов'язань енергетичного і інформативного змісту. Вид — це абстракція, універсальна ідея, яка поєднує подібних хоча і мінливих особин в певну структуру. З точки зору теорії систем вид виступає як *система в системі* і займає певне (своє) місце в цій ієрархії підсистем без якої безперервний і нескінчений ланцюг був би невинувато розірваний. Висловлюючись мовою біолога вид — це структурно-таксономічна і еволю-

ційно завансована одиниця. Вид — це сконцентрована сутність біологічних знань. Ці положення про вид не є новими чи оригінальними в границях підняття авторами проблематики і претендують лише на аналітичне впорядкування та деяке переосмислення існуючої інформації.

При переході до розважань з позицій синергетики процес біологічної еволюції через видоутворення, є процесом самоорганізації. Життєстійкість, відповідно і функції біологічних систем (включаючи вид як систему), є залежні від їх здатності до самоорганізації структури на різних рівнях складності. Останнє, хоча і має критерії визначення (ієрархічність, кількість елементів, багатство зав'язків, функціональність...) все ж залишається відносним і базується на функціональних стосунках всередині системи, які визначають її інтегрованість, а відповідно, і здатність до еволюції.

Популяція не інтегрована і до певного рівня хаотична і відкрита система, яка має необмежені і водночас різнонаправлені можливості до еволюції. Популяція це не сума особин, а система, яка пов'язана функцією розмноження. Відповідно вид (якщо притримуватись його біологічної концепції) — це сума (а можливо одна) популяцій з функцією еволюції, тобто ускладнення структури (видоутворення) з адекватним ускладненням функції за рахунок постійного притоку енергії. Належну послідовність в напрямках еволюції відображають перехідні внутрішньовидові форми (екотипи, раси, лінеони, жорданиони...) перш за все як характеристика географічного генетичного поліморфізму. Такі рівневі чи фазові (технічно висловлюючись) переходи в еволюції або в системі підсистем, характеризують життя, в першу чергу, як процес за яким повстає структура. При цьому розуміючи, що самі процеси теж включають почергові структурні рівні: фізичні, хімічні та біологічні.

Певною мірою такий перехід одночасно є відображенням сальтацій в еволюції (модель переривчастої рівноваги), які завжди мають місце в конкретних лініях (кладах) без уваги на неповноту палеонтологічного літопису на тлі безперервного і скерованого природним добром еволюційного процесу Біосфери як цілісної системи (Епштейн 1999). Основною причиною їх повстання є біфуркальні флуктуації мутацій та випадковості, які надають хаотичність структурі (як джерело порядку) і постійно та спонтанно виникають в самоорганізуючих системах. Необхідною умовою, а одночасно і закономірністю еволюційного процесу є функціональна альтернативність (прояв Гегелівських законів діалектики), дискретність та історизм, які виступають на всіх рівнях ієрархії системи. Отже, сальтації, рівні, напрямок, альтернативність та інші характеристики супроводжують неінтегрований розвиток біологічних систем як відкритих і розбалансованих внутрішньовидовим поліморфізмом. Основним джерелом такого процесу і видоутворення виступає зовнішня енергія — енергія Сонця, яка водночас формує структуру самоорганізації системи (Каретин 2017).

Аналітична характеристика виду як системи передбачає визначення (окреслення) його як структури, як елементу структури і як носія властивостей та функцій на різних рівневих організаціях — онтогенетичному, біоцено-

тичному і еволюційному (рис. 1). В онтогенезі, включаючи ембріогенез, структурними елементами виступають статеві клітини з власною структурою і властивостями з наступним утворенням зиготи теж з певною структурою і функцією поділу. Черговою стадією (за: Шмальгаузен 1940) є диференціація структурна (поява органів) і, відповідно, їх диференціація функціональна, що ще не є системою. Після цього в розвитку наступає інтегральна функція ембріогенезу з утворенням структурної єдності — організму як самофункціональної системи. У біології найменшою такою системою, очевидно, є клітина. На цьому шляху має прояв нескінченна різноманітність синергетичних зв'язків, які формують структуру та її функцію. При цьому важливим є розуміння того, що функції організму це не є сума функцій його структурних елементів (органів), а є ще і загальні функції (наприклад вища нервова діяльність) які не властиві окремим органам (концепція холізму). Саме вони вимагають все більш глибокого вивчення, адже саме вони мають суттєвий вплив на формування структури в онто- і філогенезі, особливо на морфо-генетичному рівні — кореляції і координації в онто- і філогенезі (Шмальгаузен 1940).

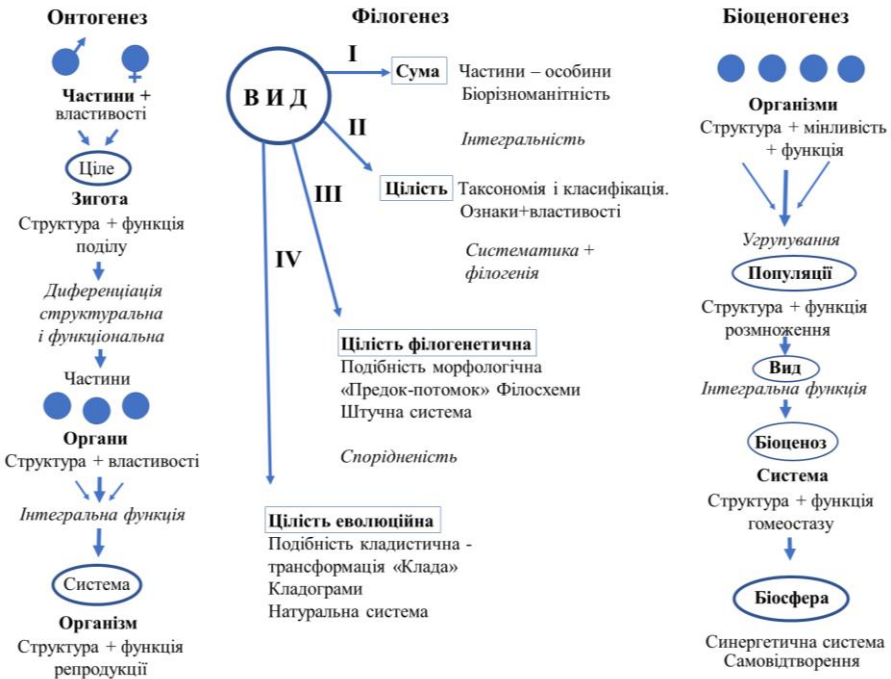


Рис. 1. Структурно-функціональна організація ієрархії біологічної системи різних рівнів. I–IV — почерговість в формалізації еволюційного процесу.

На черговому рівні організації живої матерії (біоценогенез) особини на підставі функції схрещування, тобто здатності до репродукції, творять угруповання — популяції з основною функцією — розмноження.

Згідно з засадами синтетичної теорії еволюції саме на цьому рівні відбувається видоутворення та формується різноманітність. Такі групи умовно названі видами. Окремі угруповання видів (і популяцій) творять чергову структурну одиницю — біоценоз з функцією гомеостазу, який підтримується різними шляхами. В підсумку — на планеті Земля повстає Біосфера зі складною структурою біоценозів (екосистем) на основі їх самоорганізації та не менш складною функцією — самовідтворення та еволюції на тлі абіотичного середовища, що відображено в основному біологічному законі Рувьє-Сеченова.

Здатність структури до самовдосконалення складає одно із основних положень синергетики, що в абіотичному середовищі проявляється через хімічні авто хвильові циклічні процеси (теорія гіперциклів, які могли передувати життю), а в біотичному — через самовідтворення та еволюцію. Базується вона на таких положеннях як мінливість, розмноження, реляції, покревність та парсимонія. Останнє часом підпадає під вплив наукових дискусій (Зеленков 2015). Основною функцією її є завансований розвиток структури, яка, хоча і скерована на посилення протидії ентропії, але все ж зберігає відносно зрівноважений стан термодинамічний. В такій системі вид структурно і функціонально є провідним і найбільш активним учасником різних почергових стадій перебігу цього процесу.

Формалізований підхід до пізнання еволюційного процесу, на нашу думку, може бути представлений як філогенез (див. рис. 1). На початковому його етапі існуюче біорізноманіття сформоване з частин (особин), які мають певні властивості та творять потенційно функціональну суму, а не систему. На другому етапі — це створення певної цілісності в постаті угруповань систематичних груп, що виступає як інтегральна функція різноманіття — творення системи класифікації на підставі властивостей ознак. Третій пізнавальний етап еволюції спирається на максимально можливу реконструкцію стосунків (емерджентність) між елементами структури (таксонами) спочатку на основі порівняння морфологічних ознак, тобто на засадах „предок — нащадок” де функцією виступають структурна подібність та хіатуси, а результатом — філогенетичне дерево. На завершальному етапі формалізованого пізнання процесу еволюції функцію приймає на себе спорідненість — вимога кладистична, а структура — це створення натуральної системи класифікації організмів, максимально наближеної до реального протікання процесу еволюції. Результатом виступає система ієрархії таксономічної (систематика) та філогенетичні схеми у формі кладограм чи дендрограм та в інших і досить різноманітних формах графічного вираження. Таким є реальне (і формальне) представлення процесу еволюції та його спів залежних функціональних зв'язків, яке знаходиться в сфері впливу теорії систем в самому широкому її розумінні та наповнює її основні положення біологічним змістом.

Підсумки та висновок

Проаналізовані дані та власні погляди авторів дозволяють представити проблему співвідношення біологічної еволюції та загальної теорії систем як реально насиченою та наповненою фактами і теоретичними розважаннями структуру, яка має спільні та загальні закономірності прояву (функціонування) на підставі синергетичних зв'язків. Структури та їх функції в абіотичному та біотичному середовищах є подібні в своїх причинно-наслідкових зв'язках, відповідають засадам ієрархічності, альтернативності, скерованості та цілісності і еволюціонують, підпадаючи під дію законів термодинаміки. Специфіка їх прояву є добре пов'язаною і визначальною для результатів — творення структури хаосу абіоти як джерела впорядкованості біологічної. Провідне місце в цих процесах належить енергії, яка по різному проявляє себе у відкритих чи закритих системах. Її концентрація в біологічних системах спричиняє структурне вдосконалення — еволюцію через різномірність і видоутворення, та творення, при цьому, спів залежних «мотрійкових» систем різної ієрархії. Такий системно-підсистемний характер еволюції проявляється від найпростіших біологічних структур (клітин) до біосфери в цілому, що частково та формально було проаналізовано в пропонованій праці.

Основним висновком її є концептуальна відповідність дій в межах самих законів природи як окремих систем, прояв яких пов'язаний з процесом постійного наукового пошуку в сфері пізнання все більш *глибинних* (вихідних) структур в будові атома чи молекул життя та основ їх функціональності. Водночас це є напрямком до пізнання рівнів та сфери прояву все більш *загальних* закономірностей в природі і Всесвіті. Наприклад, загальна теорія еволюції життя (над дарвінівська теорія) чи теорія програмової матерії, теорія суперструн (поєднання теорії відносності та засад квантової механіки) чи теорія всього. Висновки з аксіоматичної теорії систем є фундаментальними і мають прояв на різних рівнях оточуючого нас Всесвіту, включаючи біологічну його сутність. Таким є діалектичний шлях пізнання всього, що є навколо нас і в центрі цього процесу стоїть людина, яка здатна мислити аналітично і синтетично, *не творити, а відкривати* цю фундаментальність з конкретними її проявами у Всесвіті та на Землі.

Література

- Загороднюк, І. 2019. Концепції виду в біології: аналіз сутностей. *Geo&Bio*, **18**: 77–117.
- Зеленков, Н. В. 2012. Кладистический анализ, эволюция и палеонтология. *Современная палеонтология: классические и новейшие методы*. ПИН РАН, М., 9–25.
- Зеленков, Н. В. 2015. Методы филогенетики и эволюционной биологии: достижения и ограничения. *Доклады XIV Междунар. орнитол. конференции Северной Евразии*. Ред. А. Ф. Ковшарь. Орнит. общества. Алматы, 138–164.
- Епштейн, В. М. 1991. Теория биологической эволюции как прототип общей теории развивающихся систем. *Вестник зоологии*, **33** (4-5): 3–10.
- Емельянов, И. Г. 1999. *Разнообразие и его роль в функциональной устойчивости и эволюции экосистем*. Международный Соломонов университет, Киев, 1–168.
- Калужский, М. Л. 2013. *Общая теория систем*. Директ–Медиа, М.: 1–177.

- Каретин, Ю. А. 2017. *Самоорганизация живых систем*. Морской гос. ун-т, Владивосток, 1–230.
- Красилов, В. А., С. С. Барина. 2017. Системный подход к определению биологического вида, как ключевая проблема современной биологии. *Проблемы современной биологии*. Материалы VI Международной конференции посвященной 130-летию со дня рождения Н. И. Вавилова. Луганск, 22–25 мая 2017 г. Ред. И. Д. Соколов. Луганск, Изд. ун-та, 64–72.
- Любищев, А. А. 1923. О форме естественной системы организмов. *Известия Биол. НИИ при Пермском ун-те*, 2 (3): 99–110.
- Мейен, С.В. 2015. А. А. Любищев: введение в круг его идей. *Lethaea rossica*. 11, 16–46.
- Пригожин, И. Р., И. Стенгерс. 1986. *Порядок из хаоса: новый диалог человека с природой*. Прогресс, Москва, 1–140.
- Федоров, Е. С. 1891. Симметрия правильных систем фигур. *Записки Минералогического общества*, 2 сер., 28.
- Черлин, В. А. 2012. *Организация процесса жизни как системы*. Изд-во Русско-Балт. информ. центр БЛИЦ, Санкт-Петербург, 1–124.
- Шмальгаузен, И. И. 1940. *Пути и закономерности эволюционного процесса*. Изд-во АН СССР, Москва, Ленинград, 1–230.

Резюме

РЕКОВЕЦЬ, Л., КУЗЬМЕНКО, Л. Вид як система в системі. — У статті представлено результати аналітичного перегляду дії загальних законів розвитку природи та їх співвідношення із законами біологічної еволюції з погляду загальної теорії систем та синергетичного їх прояву на різних рівнях організації. Основою такого аналізу є трактування виду як системи, як структури зі здатністю до самоорганізації та ускладнення, а також як одиниці еволюційного різноманіття та таксономії. Одночасно, як система, вид займає відповідні позиції у системних підпорядкуваннях, в ієрархії біологічної еволюції та в системах таксономічного поділу і філогенії. Його синергетичні зв'язки в системі характеризують її складність, функціональність, самоорганізацію та альтернативність в розвитку, що проявляється через сальтації, відносну зрівноваженість і постійне поглинання енергії для впорядкування хаосу як джерела порядку. Ці та інші характеристики супроводжують неінтегрований розвиток біологічних систем як відкритих і розбалансованих внутрішньовидовим поліморфізмом. Аналітичне окреслення виду як системи в системі передбачає визначення його одночасно як структури, як елементу і як носія властивостей та функцій на різних рівнях організації біологічних систем — онтогенетичному, біоценотичному та еволюційному.