

О. М. Міхеєв

Біологічна система

БІОЛОГІЧНА СИСТЕМА – живий об'єкт чи система об'єктів різноманітної складності (клітина, тканина, орган, система органів, організм, біоценоз, екосистема, біосфера), що мають у своєму складі максимальне з відомих число рівнів структурно-функціональної організації, кожен з яких є сукупністю взаємозалежних елементів. Б. с. притаманна особливо виразна цілісність, що не зводиться до суми властивостей її складових елементів, динамічний характер стійкості, здатність адаптації до зовнішнього середовища, саморегуляції, самовідтворення, саморозвитку й прогресивного філогенетичного розвитку.

Для систем взагалі й для Б. с. зокрема можна виділити 2 комплекси властивостей, один із яких характеризує ступінь інтегрованості елементів, що утворюють конкретний структурно-функціональний рівень, а другий – тип взаємодії між ними. Для Б. с. в ієрархії підсистем, які її утворюють, слід зазначити чергування статистичних і структурних систем (підсистем). Статистичні системи слабо інтегровані, складаються з функціонально однотипних елементів, що мають невеликі випадкові відмінності. Для систем цього типу характерним є таке:

- їхні елементи не пов'язані між собою безпосередньо, а взаємодіють за допомогою спільного середовища;
- елементи взаємодіють випадковим чином;
- немає елементів, що спеціалізуються на запам'ятовуванні впливів зовнішніх і внутрішніх чинників (запам'ятовують усі елементи);
- якісно майже не відрізняються від простої суми складових елементів;
- поведінка системи визначається ймовірнісними законами;
- висока стійкість до стресорів зумовлена дублюванням і взаємозамінністю елементів;
- значним є зниження швидкодії системи в цілому порівняно зі швидкістю реакції окремих елементів.

Прикладами таких систем можуть бути біологічна тканина, що складається з однотипних клітин, або популяція організмів, що складається з окремих осіб, множина однотипних органел, популяції одноклітинних еукаріот, популяція (колонія) багатоклітинних організмів тощо.

Структурні системи складаються з функціональних різноманітних елементів, пов'язаних один з одним суттєвими зв'язками, і мають завдяки цьому чітку функціональну структуру й високий ступінь інтегрованості. Поза тим, у межах структурної системи формується спеціалізована керівна підсистема і спеціальний пристрій для запам'ятовування. Структурна система якісно відрізняється від суми її складових елементів, поведінка її визначається динамічними закономірностями взаємодії цих елементів. Стійкість до зовнішніх впливів забезпечується механізмами саморегуляції, в основі яких лежить система негативного або позитивного зворотного зв'язку. Загалом для структурної системи характерне зниження стійкості до дії зовнішніх стресорів, але надійність підвищується внаслідок здатності такої системи регулювати склад зовнішнього середовища або уникати несприятливих впливів. Швидкість реакції структурної системи визначається швидкодією її елементів. Прикладами структурних систем є клітина, багатоклітинний організм, популяція з соціальною структурою, угруповання, біосфера.

Ієрархія систем, зокрема біосистем, побудована таким чином, що статистичні системи складаються з множини однотипних структурних систем попереднього рівня, а власне статистичні системи є підсистемами структурних систем наступного рівня. Напр., тканина (статист. система) складається з множини клітин (структурних систем), одночасно є підсистемою органа (структурної системи). Перехід від одного структурно-функціонального рівня ієрархії до наступного рівня здійснюється через етап утворення статистичного рівня шляхом диференціації спочатку його однотипних елементів, їхньої спеціалізації та інтеграції у складі структурних систем наступного структурного рівня ієрархії. Рівень розвитку Б. с. визначається кількістю пар структурних статистичних систем, що чергуються, й числом відповідних рівнів керування, збереження та переробки інформації.

Для Б. с. характерний високий рівень динамічності, мінливості в просторі й часі – у ній на різних рівнях інтеграції постійно відбувається багато процесів, що суттєво розрізняються за часовими характеристиками. У той же час Б. с. – відкрита, відносно стабільна система, умовою існування якої є постій. обмін енергією, речовиною й інформацією між її частинами і з довкіллям. Найважливіша особливість Б. с., що відрізняє її від неживих систем, полягає в тому, що такий обмін (особливо інформаційний) здійснюється під контролем спец. механізмів, що дають змогу забезпечити їй тимчасову й просторову стійкість (надійність). Стійкість стаціонар. станів Б. с. (зберігання відносної – динамічної – сталості внутр. характеристик на тлі нестабільності зовн. середовища), а також спроможність її під впливом зовн. і внутр. чинників до переходу з одного стану в інший (властивість нестійкості стаціонарних станів Б. с.) забезпечуються різноманітними багаторівневими системами саморегуляції, що використовують сигнальні механізми взаємодії.

В основі механізму саморегуляції Б. с. лежить система негатив. або позитив. зворотного зв'язку. Так, у ланцюзі регулювання з негатив. зворотним зв'язком інформація про

відхилення регульованого параметру від заданого рівня вводить у дію регулятор, що впливає на регульований об'єкт таким чином, що регульований параметр повертається до вихідного рівня. Цей механізм, а також складніші комбінації кількох механізмів можуть функціонувати на різних рівнях організації Б. с. Спеціальні механізми позитив. зворотного зв'язку лежать в основі переходу Б. с. з одного стаціонар.стану в інший і заснованих на цих переходах закономірних змін Б. с., що забезпечують її адаптацію до змінних зовнішніх умов, переміщення в просторі, інші різноманітні онтогенетичні функції Б. с. (морфо- і функціогенез) та її філогенетичні перетворення. Складні автономні (незалежні від середовища) рухи Б. с. можливі завдяки множинності стаціонарних станів Б. с., між якими можуть відбуватися переходи. В деяких випадках новий стан виявляється не стаціонарним, а автоколивним, тобто таким, у якому значення показників коливаються в часі з постійною амплітудою. Такі явища лежать в основі періодич. процесів у Б. с., часовій організації Б. с., в основі функціонування біол. годинника тощо.

Однією з особливостей Б. с. є спосіб реагування на біотичні й абіотичні чинники, у процесі якого вона може змінити свою початкову стійкість. На реакцію Б. с. впливає її поточний стан і якісні та кількісні характеристики стресора. Реакції Б. с. відносно доцільні й цілеспрямовані, тобто протікають із певним «розрахунком» на майбутні впливи. Оскільки реакція біол. об'єкта детермінована зовн. і внутр. умовами, а майбутні умови можна передбачати лише з певною ймовірністю, то, з одного боку, Б. с. під час взаємодії з зовн. надпороговими рівнями чинників реагує на них не цілеспрямовано, а відповідно до норми реагування, що визначається властивостями її систем регуляції (гомеостазу), але, з ін. боку, за відсутності реальної (об'єктивованої) доцільності в реагуванні Б. с. вона існує потенційно й здатна реалізуватися (об'єктивуватися) за відповідних умов. Інакше кажучи, в результаті взаємодії зі стресором Б. с. може перейти в такий стан, що буде здатен у майбутньому забезпечити їй підвищену (або знижену) чутливість до нових доз того самого або ін. стресора. Таким чином, у системі існують умови для забезпечення в майбутньому будь-якого типу відповіді, зокрема адаптивного.

Для аналізу поведінки і властивостей Б. с. широко застосовують різноманітні методи аналогового й статист. моделювання, використовують кібернет. і термодинам. підходи. Систем. підхід виявляється перспективним для вирішення багатьох практично важливих проблем, зокрема: створення замкнутих систем життєзабезпечення, розроблення засобів лікування захворювань, пов'язаних із порушенням гомеостазу, прогнозування поведінки Б. с. в екстремал. умовах тощо. Системний підхід до Б. с. приводить до розуміння того, що біологія має справу не з одним, а цілою низкою об'єктів і рівнів організації, кожен із яких займає не менш важливе місце в орган. природі, ніж ціліс. організм. Життя організоване системно, й це створює основу для його розуміння, керування ним і конструювання Б. с. з новими властивостями, свідченням чого є успіхи біол. інженерії.

Рекомендована література

1. Берталанфи Л. Общая теория систем – обзор проблем и результатов // Системные исследования / Пер. с англ. Москва, 1969;
2. Кремянский В. И. Структурные уровни живой материи. Москва, 1969;
3. Колебательные процессы в биологических и химических системах. Т. 2. Пущино-на-Оке, 1971;
4. Математические модели биологических систем. Москва, 1971;
5. Сетров М. И. Организация биосистем. Ленинград, 1971;
6. Уотермен Т. Теория систем и биология / Пер. с англ. Москва, 1971;
7. Диалектико-материалистический анализ основных методов исследования в биологии и медицине. К., 1972;
8. Кивенко Н. В. Отражение и его роль в организации живых систем. К., 1972;
9. Развитие концепции структурных уровней в биологии. Москва, 1972;
10. Депенчук Н. П. Материалистическая диалектика и методы биологического исследования. К., 1973;
11. Алещенко Г. М., Букварева Е. Н. Некоторые вопросы моделирования разнообразия в биологических системах различных типов // Успехи современной биологии. 1991. Т. 111, вып. 6.

Бібліографічний опис:

Біологічна система / О. М. Міхєєв // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. – К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2004. – Режим доступу:

<https://esu.com.ua/article-35310>

2001-2025 © Ця енциклопедична стаття захищена авторським правом згідно з чинним законодавством України ([докладніше](#)).