

ПОПОВ С. М.

(к-т техн. наук, доцент, Запорізький національний технічний університет)

ГОМЕОСТАЗ В МЕХАНІЗМІ ЗВОРОТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ БІОЛОГІЧНИХ, ТЕХНІЧНИХ І СОЦІАЛЬНИХ СИСТЕМ

В статті аналізується феномен гомеостазу в механізмі зворотних зв'язків біологічних, технічних і соціальних систем в контексті розгляду структури, принципів функціонування і розвитку комплексних самоорганізованих систем, функцій та мети систем, їх зовнішнього і внутрішнього середовища. Стверджується, що феномен гомеостазу конституюється як атрибут системності.

Ключові слова: зворотний зв'язок, соціальна система, гомеостаз, рівновага, гомеостатика, системність.

Попов С. М. ГОМЕОСТАЗ В МЕХАНИЗМЕ ОБРАТНЫХ СВЯЗЕЙ БИОЛОГИЧЕСКИХ, ТЕХНИЧЕСКИХ И СОЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМ В статье анализируется феномен гомеостаза в механизме обратных связей биологических, технических и социальных систем в контексте рассмотрения структуры, принципов функционирования и развития комплексных самоорганизованных систем, функций и цели систем, их внешней и внутренней среды. Утверждается, что феномен гомеостаза конститируется как атрибут системности.

Ключевые слова: обратная связь, социальная система, гомеостаз, равновесие, гомеостатика, системность.

Popov S. M. HOMEOSTASIS IN THE FEEDBACK MECHANISM OF THE BIOLOGICAL, TECHNICAL AND SOCIAL SYSTEMS. In the article the phenomenon of homeostasis in the feedbacks mechanism of the biological, technical and social systems in the context of consideration of structure, principles of functioning and development of the complex self-organized systems, functions and purpose of the systems, their external and internal environment is analyzed. It is established firmly that the phenomenon of homeostasis is constituted as an attribute of the system.

Key words: feedback, social system, homeostasis, equilibrium, homeostatic, system.

Актуальність проведеного дослідження визначається тим, що поняття зворотного зв'язку та гомеостазу відіграють значну методологічну та евристичну роль при моделюванні структури, принципів функціонування і розвитку комплексних самоорганізованих (біологічних, технічних і соціальних) систем. Зокрема, коли мова іде про соціальні конфлікти як динамічну систему, то в її розвитку зворотні зв'язки відіграють виключно важливу роль.

Будь-яка дія опонента є відповіддю на попередні дії по відношенню до нього зі сторони супротивника. Іншими словами, взаємодія між основними учасниками конфлікту організується з врахуванням позитивних чи негативних зворотних зв'язків: перші підсилюють, а другі уповільнюють протікання процесів [1, с.288].

Метою статті є дослідження місця і ролі гомеостазу в механізмі зворотних зв'язків біологічних, технічних і соціальних систем.

Спочатку визначимось з робочим змістом, який вкладає автор в поняття «зворотний зв'язок» та «гомеостаз». *Зворотний зв'язок* - це спосіб саморегуляції систем при якому «інформація» про результати функціонування будь-якої системи включається до складу умов, які визначають подальше її функціонування. *Зворотний зв'язок* - це наявність взаємозумовленості у функціонуванні розділених у просторі і (чи) часі систем; специфічними ознаками зворотних зв'язків виступають: спрямованість впливу при перенесенні речовини, енергії, інформації; виділення керованої і керуючої підсистем для ефективної регуляції режиму взаємодій. *Гомеостаз* - це відносна сталість внутрішнього середовища організмів та систем у процесі їх функціонування та при наявності зовнішніх чи внутрішніх збуджень. *Гомеостаз* - це властивість біологічних, технічних і соціальних систем зберігати відносну динамічну стійкість параметрів складу і функцій. Основою даної здатності виступає здатність систем протистояти збудженням зі сторони зовнішнього середовища за рахунок автономності і стабільності їхньої внутрішньої організації.

Стосовно *ступеню розробленості* проблеми варто зазначити, що вчення про гомеостаз, яке бере початок від К. Бернара, У. Кеннона, У. Ешбі, пройшло декілька етапів розвитку, підйомів і спадів. В біології ідея про існування сталості внутрішнього середовища організму (французький вчений К. Бернар, друга половина 19 ст.) передувала появі терміну гомеостазу (американський біолог У. Кенон, 1929). Найбільш інтенсивне розроблення термін «гомеостаз» отримав у результаті застосування кібернетичного підходу до вивчення складних багаторівневих біосистем (організм, популяція, біоценоз). Вивчення біологічних об'єктів зі зворотним зв'язком дозволило виявити багатоманітні механізми, які забезпечують їх стійкість. Фізіологічний гомеостаз, наприклад, досягається за допомогою фізіологічних регуляторних систем; генетичний (чи популяційний) гомеостаз забезпечує сталість і цілісність фенотипічної структури популяції в постійно змінних умовах середовища завдяки підтримці гетерозиготності, поліморфізму, регуляції темпу і спрямованості мутацій. В середині 20 ст. термін «гомеостаз» набув додаткового загальнонаукового потенціалу. Починаючи з робіт англійського біолога У. Ешбі, відбувалося активне перенесення терміну «гомеостаз» з біології в різні наукові і технічні дисципліни. Це було пов'язано з потребами моделювання складних об'єктів різної природи: соціальних, економічних, культурних. Важливі теоретичні і практичні результати виявилися при вивченні так званих «рефлексивних» об'єктів, до яких відносяться і соціальні системи. Проблема оптимізації вибору екологічних, економічних, політичних та інших рішень, визначення міри їх доцільності пов'язані зі здатністю цих систем до прогнозування результатів їх функціонування. В останні десятиліття термін «гомеостаз» особливо широко використовується в екологічних дисциплінах у зв'язку з

переходом до дослідження сучасного стану екосистем різної міри складності, включаючи біосферу.

До вчених, які розробляли складові частини чи елементи теорії гомеостазу відносяться талановиті вчені, віртуозні лікарі і природодослідники. На думку П.Анохіна, Н.Бернштейна, Н.Вінера та інших дослідників зворотного зв'язку, останній являється універсальним механізмом саморегуляції, постільки керуюча система впливає на керовану, отримуючи від неї сигнали про результати свого впливу. Зворотний зв'язок є такий взаємозв'язок між функціонуванням та його результатами, коли останні безпосередньо, однозначно, чуттєво-наочно, згідно з раніше заданими критеріями сигналять органу управління про те, адекватно чи неадекватно функціонує задана система. Іншими словами, сигнальний зв'язок передбачає безпосереднє співвіднесення: 1) раніше заданих, бажаних, кінцевих і 2) фактично досягнутих до даного моменту, проміжних, поточних та інших результатів. Тут бажане, взагалі передбачуване виступає визначально з великою визначеністю, зокрема, у вигляді чітко зафіксованого еталону, з яким і порівнюються фактично досягнуті результати. Таке традиційне визначення зворотного зв'язку як універсального механізму саморегуляції маємо у кібернетиці, психології тощо. Проте теоретико-експериментальні дослідження, проведені учнями С. Рубінштейна, свідчать, що традиційне поняття зворотного зв'язку як способу саморегуляції будь-яких організмів і систем, однаково їм властивих, саме у силу такої універсальності не розкриває специфіки детермінації діяльності людини як суб'єкта на вищих рівнях її буття (теоретичне мислення, свобода, совість). На вказаних рівнях людської активності відсутні визначально задані еталони, сигнали, сигнальні подразники, сигнальні зв'язки, які безпосередньо і однозначно, з наочно-чуттєвою очевидністю «засвідчували» б адекватність чи неадекватність діяльності, поведінки, спілкування суб'єктів. По мірі того, як людина піднімається на все більш високі рівні свого буття, вона формує і розвиває всі свої психічні процеси і властивості і, зокрема, все більш складні, визначально не дані критерії для самооцінки всіх своїх вчинків, дій, думок, почуттів. Це і означає, що зворотні і взагалі сигнальні зв'язки, що виражають тільки найпростіші, а не будь-які залежності між функціонуванням та його результатами, вкрай необхідні, про що свідчить широка сукупність ієрархічної структури взаємодій у контексті різного роду відносин – економічних, політичних, соціальних, виконавчих тощо.

Слід також виділити основні напрямки досліджень, що проводилися під знаменом гомеостазу: 1) фізіологічні і морфологічні (Г. Кассіль, В. Дільман, Д. Саркісов); 2) модельні з використанням класичних методів автоматичного регулювання (В. Новосельцев, О. Ліщук); 3) технічні з проведенням кібернетичних аналогій між живою системою і складним виробництвом (С. Бір).

Сьогодні вчення про гомеостаз знаходиться на новому шаблі розвитку, потребує широких узагальнень і поглибленого аналізу як теоретичного, так і практичного плану, що здійснюється методами нелінійної динаміки когнітивної науки [4, с.155-173].

При цьому існує декілька моментів, що визначають нову ступінь розвитку вчення про гомеостаз:

- гомеостаз проявляється не тільки в живих організмах, але і в природних системах, у суспільних явищах, економіці і у великих штучних системах, де розглядаються глибинні питання життєздатності і конкуренції;

- між гомеостатами живих організмів і організаційними структурами людських колективів існує абсолютна аналогія;
- пояснена можливість відображати механізми антагоністичних взаємодій між частинами гомеостатичних структур (антагонізм у живому організмі на відміну від суспільних явищ) не приводить до конфлікту, революції чи загибелі; антагонізм у цьому випадку – це взаємопротилежне, цілеспрямовано кероване таким чином, щоб підтримувалися певні показники гомеостазу;

Виходячи з цього слід відмітити, що сьогодні власне формується нова дисципліна, яку слід назвати гомеостатика і під якою розуміється науковий напрямок, що вивчає глибинні механізми підтримки гомеостазу у складних системах різної природи (Астаф'єв, 1985; Горський, 1986, 1987; Попов, 2010). Поштовхом до цього були ідеї Г.Сальє, який, критикуючи існуючі методи моделювання управління у живому за те, що вони не розглядають антагонізм (суперечності) між частинами живого, відмітив, що якщо вдасться включити в моделі суперечності та ще й зрозуміти, чому природа, створюючи живе, пішла таким шляхом, то це буде новим проникненням у таємниці живого з великим практичним виходом.

Системою ми будемо називати будь-яку сукупність взаємодіючих елементів, об'єктивно чи суб'єктивно виокремлену із середовища. Коли розглядаються біологічні системи, часто роблять доповнення, що елементи системи повинні бути об'єднані загальною метою системи (чи досягненням деякого результату). Біологічна система – це система, утворена в основному між елементами біологічної природи з можливим виключенням біокосних, технічних чи навіть соціально-економічних елементів. Умовно слід виокремити наступні рівні організації: 1) молекулярно-клітинний (молекулярні, субклітинні, клітинні і міжклітинні системи); 2) тканинний і органний (фізіологічні, психологічні, інженерно-фізіологічні та інженерно-психологічні системи); 3) надорганізмений (екологічні, соціально-економічні). На будь-якому з щаблів організації аналіз біосистем у тій чи іншій мірі передбачає врахування наступних аспектів проблеми. Структура системи характеризується сукупністю елементів, що складають систему і сукупністю їх зв'язків. На різних рівнях для опису структури використовуються свої специфічні поняття, які є часто розмитими для спеціалістів «інших рівнів» і тому потребують пояснення. Функція системи – це функціонування, активність системи, життєдіяльність, виконання специфічних для цієї системи процесів. Для біосистем функція – це процеси, які необхідні для підтримки «власного життя» і для функціонування систем більш високого рівня, до яких система входить як елемент. Так, говорять про функції клітин, органів, систем та їх необхідності для підтримки життєдіяльності цілісного організму. Виконання функції пов'язано з витрачанням енергії, перетворенням і використанням складних хімічних речовин - біополімерів (метаболізм) та з організацією потоків енергії і речовини у процесі обміну речовини. Управління процесами метаболізму та енергії здійснюється специфічними для цього рівня механізмами управління (регуляції, авторегуляції) за рахунок потоків інформації, яку система отримує, переробляє і використовує за допомогою спеціальних структурних і функціональних елементів [2, с. 322].

Механізми управління на кожному рівні функціонують так, що забезпечується збереження структури системи і протікання у ній процесів, тому ієрархічно вищою метою

біосистеми є самозбереження, тобто збереження життя. Це положення не є абсолютним і може бути уточненим для кожного з щаблів організації. Наприклад, на рівні популяцій та екологічних систем мета «самозбереження» означає і самовідтворення, а на організаційному рівні виділення самовідтворення як особливої мети не завжди доцільно, так як воно означає лише одну з великої кількості життєвих функцій організму (синтез спадкового матеріалу, виконання відповідних програм поведінки).

Умови оточення, у яких знаходиться біосистема, складають її зовнішнє середовище, яке включає абіотичні (значущі для життєдіяльності фізичні і хімічні фактори оточення) і біотичні елементи. Чим складніше організоване зовнішнє середовище, тим складніше системі зберегти свої структуру і функції, тобто зберегти життя, і тим важчою стає роль процесів управління. Особливо це проясняється на вищих рівнях організації біосистем, а звідси складність вищих управлінських рівнів в організмі (у першу чергу це стосується недостатньо пізнаних психічних основ управління). З певною аналогією це відбувається і в соціально-економічних системах.

За умови, що при виконанні всього спектру життєвих функцій системи у діапазоні зовнішніх умов внутрішнє середовище у багатьох випадках залишається незмінним, на передній план висувається головний принцип концепції гомеостазу. Гомеостаз як концепція вписується у систему основних понять науки про живе. «Зменшувальна» тенденція виходить, як правило, з абсолютизації поняття «сталість» у цьому визначенні. Гомеостазом має право називатися тільки «абсолютна стійкість» будь-яких перемінних у внутрішньому середовищі, а ідеалом може бути незмінна рівність кожного з показників деякому заданому «нормативному» значенню. Під прототипом такої стійкості часто розуміється система автоматичної стабілізації, теоретично здатна його підтримувати. При цьому часто розуміється, що гомеостаз – це форма незмінності, що здійснюється виключно системою зворотного зв'язку у системі розузгодження. Ця концепція виходить ще до Н.Вінера і заключається у тому, що сталість будь-якої перемінної у внутрішньому середовищі організму можлива тільки у тому випадку, якщо має місце спеціальна система регулювання, метою якої є підтримка сталості цієї перемінної на рівні значення висхідного сигналу. Недоліки цієї концепції піддавалася критиці вже у працях Л. фон Барталанфі. Крайня позиція «зменшувального» трактування гомеостазу говорить про те, що його взагалі немає, а що він виникає при деградації життєвих явищ (І. Давидовський); інші пропонували підмінити його «гомеокінезом» (А. Ібералл).

Значно багатшим є «розширене» трактування поняття гомеостазу, яке полягає в тому, що під нього підпадають інші властивості, пов'язані із самозбереженням, а саме стійкість, надійність, доцільність. Основною лінією розвитку концепції гомеостазу залишається незмінність станів, а не процесів. Це виходить з того, що термін «гомеостаз» відноситься не до процесів, а до станів і саме тому, що функція біосистем не є постійною. Чим вище рівень організації біосистем, тим різноманітнішими є процеси життєдіяльності, тим складнішими і гнучкішими є функціонування гомеостазу. Система активно реагує на впливи середовища, змінює свої функції, змінюючи одні іншими, видозмінюючи і саму поведінку. Саме гомеостаз як сталість внутрішнього середовища разом зі сталістю структури і механізмів управління є гарантом виконання життєвих процесів у всій багатоманітності зв'язків і процесів. Розширене тлумачення концепції гомеостазу є домінуючим серед вчених різних напрямів його дослідження.

Основна ідея сучасного системного аналізу гомеостазу зводиться до наступного: гомеостаз внутрішнього середовища дозволяє системі здійснювати життєві процеси «дешевше», з меншими витратами енергії. Тим самим система при обмеженій енергетичній потужності може розширити межі життєвої активності і отримати переваги в боротьбі за існування. Підтримка гомеостазу сама по собі вимагає додаткових енерговитрат. У підсумку в біосистемі зіткнулися дві можливості: якщо дохід в реалізації життєвих функцій перевершує затрати на зміст гомеостатичних механізмів, то системи досягають більш високого рівня розвитку. У протилежному випадку слід очікувати, що система буде жити при менш досконалому гомеостазису. Це підтверджує думку про те, що гомеостаз не є необхідним атрибутом життя, а лише спосіб забезпечення життєвих процесів, їх полегшення, зручний шлях підтримки життєдіяльності системи. І якщо умови оточення, вимагатимуть від системи відмови від «надлишку», то в біосистемі відбувається редукція гомеостазу при обмеженому збереженні ним життєвих функцій. Ця властивість гомеостазу – свого роду балансування на межі втрат і набуття – зберігається на різних рівнях організації біосистем.

При цьому, чим вище рівень організації біосистем, тим у більшій мірі окупаються витрати на зміст гомеостатичних механізмів і тим більше виражений гомеостаз. Єдиний погляд на ієрархічну піраміду живих систем дозволяє зробити ще одне спостереження, що стосується особливостей гомеостазу на різних поверхах цієї піраміди. Це, по-перше, що гомеостаз системи кожного з цих рівнів має своєю метою підтримку життєвих процесів «свого рівня», тобто найвищу ефективність у виконанні функцій біосистем. Гомеостаз – так вчені називають прагнення до рівноваги, являє собою існування завдяки змінам: 1) гомеостаз «для себе», тобто набір засобів і способів підтримки власної сталості; 2) участь механізмів даного рівня у формуванні гомеостазу біосистеми, більш високого рівня. Ця подвійність, що є характерною для механізмів управління у біосистемах взагалі, приводить до свого роду ієрархії цінностей: підтримки гомеостазу вищого рівня організації біосистем може забезпечуватися за рахунок його порушення на нижчих рівнях. Ця властивість гомеостазу отримала свою розробку у роботах В.Шидловського і розглядалася ним у термінах мультипараметричної підтримки гомеостазу. Суть такої підтримки у тому, що гомеостаз на вищому рівні створюється одночасною функціональною участю більшості елементів нижчого рівня, параметри яких володіють меншим «гомеостатичним» статусом.

Отже, в організації живої природи ми маємо справу не з пірамідою гомеостатичних біосистем, складним чином взаємодіючих між собою, а систему, у якій гомеостаз кожного рівня дає свій внесок у підтримку життєдіяльності на своєму рівні і тим самим формує наступний рівень організації життя зі своїми власними, вже більш міцними гомеостатичними механізмами. У відповідь на це він отримує зміну умов життя – стабільність умов існування, що вдосконалює його власний гомеостатичний ресурс. В основі цієї піраміди знаходиться жива клітина як сукупність біофізичних і біохімічних процесів переміщення речовини та їх хімічного перетворення – синтезу і збирання біополімерних молекул. Ідеї гомеостатичного регулювання на цьому рівні організації життя мають достатньо вузьку сферу застосування. Вільно існуючі клітини і одноклітинні організми мають достатньо сильні регуляторні механізми для управління протіканням життєвих процесів і збереження структур, що здійснюють дані процеси. Вивчення цих

проблем і складає ядро регуляційних концепцій біохімії і цитології. Термін «гомеостаз» стосовно початкових шаблів життєвих явищ застосовується спеціалістами для аналізу інших рівнів біосистем, зокрема для опису факту сталості структурних властивостей біосистем. Зміна внутрішнього середовища є необхідною для підтримання життєвих процесів в умовах плинного зовнішнього середовища. Саме нестача будь-якої речовини у клітині прискорює відповідні «транспортні і виробничі конвеєри» [3, с. 137].

Гомеостаз цілісного організму дозволяє всім його складовим клітинам жити у стабільних умовах внутрішнього середовища. Гомеостаз – це умова «вільного життя» клітин, є не самоціль, а тільки проміжний результат, ієрархічно більш «низький» у відношенні життєвих цілей. На організменному рівні сталість внутрішнього середовища можлива лише за умови постійного притоку ззовні речовини для роботи «хімічної машини» організму, що сприяє успішній роботі фізіологічних регуляцій організму з метою виконання його функцій. Якщо у фізіологічному комплексі виникають неполадки, то їх слід піддати коригуванню інженерно-фізіологічними методами. Проте як природні, так і інженерно-фізіологічні механізми здатні ефективно виконувати завдання забезпечення метаболічної системи організму тільки за однієї умови, якщо в оточуючому середовищі існують резерви, з яких фізіологічні джерела будуть залучати свої потоки. Саме структура тваринного організму сформувалася як єдність метаболічної частини – біохімічної машини з фізіологічним оснащенням та інформаційно-кібернетичною частиною, яка дозволяє фізіологічному оснащенню працювати у все більш складних умовах оточення. У цьому сенсі слід говорити про інформаційно-кібернетичний механізм гомеостазу в організмі. Розширення інформаційно-кібернетичних механізмів освоєння оточуючого середовища та їх удосконалення привело до розвитку екзоеволюційних процесів (Лем, 1968; П. Медавар, Дж. Медавар, 1983). Специфіка гомеостатичних процесів на надорганізменному рівні пов'язана з розширенням кола зовнішніх факторів, що характеризують оточуюче середовище, зокрема факторів соціальної загрози.

Більше ста років тому К. Бернар вперше поставив питання про значення сталості внутрішнього середовища організму. Слід назвати дві форми життя – латентна і осцилююча, що є прикладами адаптації, які дозволяють тваринам переносити крайні зміни оточуючого середовища – відсутність вологи, несприятлива температура тощо. Основний висновок К. Бернара зводиться до того, що сталість внутрішнього середовища є умовою вільного і незалежного життя організму, управління яким здійснюється за допомогою нервової і гормональної системи. Згідно з К. Бернаром, у латентному житті організм повністю підпорядкований впливу зовнішнього середовища, а в осцилюючому – періодично залежить від оточуючого середовища, а у стаціонарній формі організм направляється внутрішніми життєвими процесами, тобто внутрішні і зовнішні процеси є взаємопов'язаними і приводять до нормальної життєдіяльності організму. У. Кенон з гомеостазом асоціював регульовану сталість внутрішнього середовища, сукупність механізмів і зв'язків організму, направлених на підтримку сталості внутрішнього середовища. В контексті еволюційного підходу гомеостаз – це спадково закріплені адаптації організму до звичних умов оточуючого середовища. Ці умови можуть за короткий чи тривалий період виходити за межі норми і в таких випадках адаптації характеризуються не тільки відновленням звичайних властивостей внутрішнього

середовища, але й змінами функціональної активності майже до зміни структурних властивостей тієї чи іншої системи. При пошкодженні будь-яких органів чи тканин відбувається включення механізмів компенсації за участі інших систем організму. Все це підтверджує уявлення про те, що будь-який вид адаптації створюється на основі механізму гомеостазу. Англійським вченим У. Ешбі була вперше побудована технічна модель, названа ним гомеостатом, яка також має здатність до адаптації. Моделювання фізіологічних систем організму, створення біотехнічних систем життєзабезпечення має велике теоретичне і практичне значення і для сьогодення: досить назвати технічні пристрої «штучне серце-легені», «штучна нирка» тощо. У цих установках об'єктом управління слугує ізольований орган чи частина організму, гомеостаз для яких забезпечується технічними засобами, що базуються на апаратах штучного кровообігу, спорядженого розгалуженою системою регуляції і відслідковування за рядом фізико-хімічних параметрів середовища чи функціонального стану тканин перф'юзованого органу. У. Кеннону належить висновок про те, що організм володіє великим «резервом стійкості». Серце – найбільш адаптований орган, який наділений резервними силами. Живий організм представляє собою приклад ультрастабільної системи, яка здійснює активний пошук найбільш оптимального стану, що виражається в адаптації, тобто в утриманні змінних показників організму у фізіологічних межах, незважаючи на зміни умов існування. Ультрастабільність біологічних і технічних систем пояснюється збитковістю системи. Це означає, що один і той же керуючий процес може регулюватися декількома керованими системами завдяки наявності зв'язків між ними чи виникненню ланцюгової реакції між ними. Живий організм, як ультрастабільна система, утримує властивості свого внутрішнього середовища у відомих фізіологічних межах, проявляє спонтанне життя і на протязі довгих років протидіє дезорганізованому впливу різних факторів внутрішнього середовища. Ця стійкість біологічних систем досягається багатоконтурністю систем управління, дублюванням функцій, а також ієрархічністю своєї організації. Рівні ієрархії систем можуть розглядатися у різних аспектах і масштабах: так, слід трактувати ієрархію в аспекті властивостей саморегуляції і самоорганізації цілісного організму, тому що стан і властивості організму не являються простою сумою всіх його систем. Включення різних рівнів залежить від інтенсивності збуджених впливів і від ступеня фізіологічних параметрів. Впливи, що перевершують норму, потребують залучення, коригуючи впливи більш високого рівня, і, зрештою, надзвичайні подразники та екстремальні впливи викликають в організмі нейроендокринну стрес-реакцію з мобілізацією всіх функціональних систем.

Складна структура управління будується немов би з цеглинок, з гомеостатів, об'єднаних між собою союзницькими, партнерськими, конкурентними відносинами, які в сукупності сприяють формуванню гомеостату, але більш високого рівня. Якщо поглянути на гомеостатичну мережу з позиції системного аналізу, то слід відмітити, що тут є дві сполучних підструктурних частини дерева: звичайне дерево цілей і перевернуте дерево підсистем, яке сполучено з першим деревом прямими і зворотними зв'язками. Ці підсистеми у силу гомеостатичної структури зв'язків самозбалансовані, тобто забезпечують гомеостаз на всіх рівнях системи. Можливість побудови суміжних і самозбалансованих підструктур відкриває можливість синтезу оптимальних та ієрархічних структур управління у великих системах різної природи. Хоча гомеостатичні

регулятори і мережі демонструють високі показники живучості та адаптивності, такі структури все ж мають «больові точки»: розриви зв'язків в гомеостатах можуть викликати катастрофічні явища типу паралічу, шоку, колапсу та автоколюванню. Все це відноситься до гомеостатів першого і більш високого порядків. Вивчення гомеостазу і гомеостатів складних систем дозволяє синтезувати оптимальні ієрархічні структури управління і з єдиних позицій осмислити глобальні питання життєдіяльності технічних, природних і суспільних систем. Дослідження глобальних системних проблем, що виникають при дослідженні гомеостазу на різних рівнях організації біосистем, породжує ще одну специфічну проблему – формування єдиного тезаурусу, спільності концептуальних і термінологічних поглядів. Гомеостаз як концепція глобальна підлягає розшифруванню при аналізі будь-якої конкретної біосистеми, будь-якого рівня організації життя. Гомеостаз – це атрибут системності і його здійснення можливе завдяки регуляційному взаємовпливу елементів та компонентів організму як системи. Звідси регуляція міжклітинних впливів (системна ознака) як на тканинному, так і на органному рівнях, що і є стрижневою умовою реалізації гомеостазу у системах багатоклітинного організму [5, с.74-80].

Отже можна сформулювати наступні висновки:

- біологічні системи організму (макромолекули, клітини, органи) функціонують на різних рівнях ієрархії. Кожна система відіграє в організмі особливу роль і володіє властивою їй системною функцією. Біологічна кібернетика, займаючись дослідженням структурно-функціональної складності та організації, дозволяє структурно окреслити систему і виявити адекватну функцію. Це необхідно при вивченні властивостей, механізмів і принципів функціонування біосистем різного рівня ієрархії. Гомеостатичні властивості систем пов'язують з їх здатністю підтримання сталості будь-чого. Дослідники, що розвивають гомеостатичні уявлення, підкреслюють значущість для організму сталості біофізичних і біохімічних параметрів внутрішнього середовища;

- кібернетичний підхід дозволяє уявити сталість як кінцевий результат функціонування тієї чи іншої системи. Важливо при цьому вірно визначити систему, виявити елементи та зв'язки між ними і встановити адекватну системну функцію. У цьому випадку гомеостатичні властивості організму залежать від системної функції і будь-який гомеостаз являється системним. Гомеостаз у нашому розумінні є підтримкою не тільки сталості параметрів, але й виконання системних функцій на всіх щаблях ієрархії. Тому доцільно розрізняти по меншій мірі два рівня гомеостазу: 1) параметричний – підтримка сталості параметрів; 2) функціональний – підтримка сталості функціонування при зміні умов середовища. При цьому не слід забувати, що параметричний гомеостаз організму є результатом функціонального. Для забезпечення організму обидва рівні рівнозначні;

- біосистеми початкового рівня, об'єднуючись у системи вищого рівня, формують якісно нову, більш складну системну функцію. Константність ускладнення системних функцій (і функціонального гомеостазу) при сходженні від нижчого рівня ієрархії до вищого (наприклад, від макромолекул до внутрішньої сфери організму) репрезентує ще один рівень ієрархії гомеостазу – системно-ієрархічний. Порушення гомеостазу цього рівня приводить до дезінтеграції цілісності організму;

- моделі гомеостазу, що спираються на постійний у часі характер внутрішнього середовища, представляють собою лише першу частину його дискурсу. При більш

уважному погляді стає ясно, що коливальний спосіб здійснення гомеостазу являється специфічною особливістю всіх систем. Рівні параметрів біосистем визначаються темпами їх зміни, а зворотні зв'язки в регуляторних структурах біосистем задають сукупність темпів та їх діапазон. Змінність і незмінність гомеостазу зумовлені енергетичним узгодженням та зміною у часі діалектично протилежних стратегій.

- перша стратегія гомеостазу реалізується у фазі негативного дисбалансу потоків енергопродукції та енергоспоживання шляхом зменшення чутливості системи до збуджуючого фактору. Друга переважає у фазі позитивного дисбалансу і забезпечує активний спосіб збереження чи компенсації гомеостатичних параметрів. Взагалі гомеостатування може здійснюватися як посиленням (збудженням), так і послабленням (гальмуванням) конкретних процесів. З коливального характеру гомеостатування витікає ряд практичних висновків. Дисинхроноз - розузгодження характерних фазових співвідношень (для біоритмів однакового періоду) і співвідношень періодів різних підсистем – дає основу для діагностики стану гомеостазу згідно виду, характеру і міри розузгодженості.

- прогнозування порушень у системі, що виникає в результаті дії дисинхронозу, може слугувати основою для випереджаючого лікування і профілактики патологічних порушень у результаті відсутності зворотних зав'язків. Співставлення динамічних характеристик дисинхронозу з кінетикою структурно-відновлювальних процесів дозволяє оцінити і гомеостатичну силу системи. Для подолання дисинхронозів і відновлення часової гармонії процесів у біосистемі необхідні і численні впливи, що відповідають співвідношенню частот ієрархії періодів біоритмів системи в її нормальному активному стані. Біоритмофізіологічна фізіотерапія (на рівні клітини, органу чи організму) і численне управління потоками забруднення (в екосистемах) у відповідності з ієрархією біоритмів відновлювальних процесів – один з ефективних засобів штучного управління гомеостазом.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бех В.П. Генезис соціального організму країни: [монографія] / Бех В.П. – Запоріжжя: Просвіта, 2000. – 288 с.
2. Горский Ю.М. Гомеостатика: модели, свойства, патологии // Гомеостатика живых, технических, социальных и экологических систем. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд., 1988. – 322 с.
3. Капустин В.С. Введение в теорию социальной самоорганизации / В.С.Капустин. – М.: Изд-во РАГС, 2003. – 137с.
4. Князева Е.Н. Методы нелинейной динамики в когнитивной науке / Е.Н. Князева. – Синергетика: тр. семинара. – Т.4. Естественнонаучные, социальные и гуманитарные аспекты. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – С.155-173.
5. Попов С.М. Гомеостаз як механізм саморегуляції соціальної системи / Сергій Миколайович Попов // Перспективи. Соціально-політичний журнал. Південноукраїнський національний педагогічний університет ім. К.Д.Ушинського. - Одеса: 2011, №1 (47).- С.74-80.

