

*Еволюційний підхід до аналізу дидактичних систем*

Розвиток науки на сучасному етапі визначає можливість розробки нових підходів до аналізу дидактичних систем (ДС). В цій публікації ми розглянемо еволюційний підхід.

Фундаментальною теорією, інструменти якої використовують у процесі еволюційного аналізу, є **загальна теорія систем**, що являє собою науковий напрямок, зв'язаний із розробкою сукупності філософських, методологічних та прикладних проблем аналізу і синтезу складних систем довільної природи

Ця теорія базується на наступному положенні: основою можливої єдності є аналогічність, чи ізоморфізм процесів, які протікають у системах різного типу, на підставі чого з'являється можливість вивчати цілеспрямовану поведінку систем будь-якої складності.

ДС як складна система задовольняє наступним умовам:

1. Є **багатомірною**, тобто містить великі обсяги інформаційних потоків, які в ній циркулюють, а також велику кількість елементів [**Ошибка! Закладка не определена.**];
2. Має **різноманітні форми зв'язку** елементів між собою, що визначається різноманітністю структур, які використовують в системі [**Ошибка! Закладка не определена.**];
3. Ціль функціонування системи є **багатокритеріальною**, тобто існує ряд суперечливих критеріїв, яким вона повинна задовольняти [**Ошибка! Закладка не определена.**];
4. Має **різноманітність природи елементів**, а отже, і різноманітність циркулюючої інформації [**Ошибка! Закладка не определена.**];
5. Припускає **багаторазову зміну структури та складу** залежно від поточної мети [**Ошибка! Закладка не определена.**].

У процесі дослідження дидактичних систем нас буде цікавити, передусім, не статичний, а **динамічний** аспект. Інакше кажучи, при визначенні стану ДС на конкретному етапі її розвитку особлива увага буде приділятися питанню: чи є цей стан закономірним, та чи існує можливість його передбачення?

Через це визначимо **еволюційний підхід** як основний метод аналізу ДС на макрорівні, головна ідея якого полягає в тому, що у процесі свого розвитку система послідовно застосовує два **режими діяльності**, які якісно відрізняються один від одного: **адаптаційний** та **біфуркаційний**.

Для вивчення режимів діяльності системи у процесі еволюції будемо використовувати знання, акумульовані в різних галузях науки (мал. 1).



Мал. 1 Теорії дослідження ДС

Застосування тієї чи іншої теорії для дослідження поведінки системи залежить насамперед від рівня її абстрактного опису, що визначається в рамках загальної теорії систем [**Ошибка! Закладка не определена.**].

В межах досліджуваної предметної галузі, на нашу думку, досить двох рівнів опису дидактичної системи, а саме:

- *динамічного*, тому що розглядається часовий аспект зміни характеристик системи;
- *теоретико-інформаційного*, тому що механізм функціонування ДС задається переважно циркуляцією внутрішніх та зовнішніх інформаційних потоків, які визначають процес передачі знань.

До теорій, інструменти яких використовують для опису системи на динамічному рівні, доцільно віднести *діалектику*, *синергетику* та *теорію біфуркацій*.

Потенціал діалектики розглядається як ідеальна модель теоретичного відтворення процесу розвитку, причому для опису процесу формування структур нами використовуються категорії формоутворення.

Предметом вивчення синергетики є процеси самоорганізації та утворення, підтримки і розпаду структур усілякої природи. У термінах цієї

науки структури як стани, які виникають в результаті когерентної (погодженої) поведінки великої кількості елементів, відтворюють умови свого існування у взаємодії із зовнішнім середовищем і здатні до саморозвитку, називаються **дисипативними**.

Теорію біфуркацій можна визначити як наукову галузь – розділ теорії динамічних систем (ТДС), який є одним із інструментів синергетики та дослідження **процесів переходу** систем на безлічі стаціонарних станів, тобто станів, які зберігають стійкість у визначеному діапазоні зовнішніх умов.

Відзначимо, що деякі спеціалісти в галузі точних наук досить часто критикують застосування методів теорії біфуркацій щодо соціальних наук. У першу чергу, вони аргументують своє ставлення до цього наступними фактами:

- складністю формалізації поведінки систем цього класу через недовідомість багатьох даних;
- складністю проведення експерименту для підтвердження адекватності результатів моделювання реальної дійсності;
- значною вагою «людського фактора» в цих системах: через різноманіття властивостей складових цього фактора досить проблемно досягти його однорідності.

Проте, для виявлення законів еволюції ДС, на наш погляд, кількісна оцінка всіх процесів, що відбуваються в ній, зовсім не є обов'язковою. Часто можна обмежитися якісною характеристикою з метою виявлення умов, які викликають невизначеність стану системи та варіантів її подальшого розвитку.

Крім того, через наявність певних обмежень для кожної галузі науки іноді буває досить використовувати не закони, а лише основні принципи як «внесок» у міждисциплінарні дослідження, причому достатність таких «внесків» обумовлена основною метою цих досліджень, а саме розумінням сутності процесів, які відбуваються в системі.

Розглядаючи динаміку складних систем, можна помітити, що у процесі еволюції для них існують **дискретні моменти**, в які *незначні за формою прояву* події призводять до *різких змін механізмів*, а отже, і результатів функціонування цих систем. У теорії динамічних систем ці моменти характеризують стан, коли система знаходиться в біфуркації.

У ці дискретні моменти система різко змінює звичну траєкторію свого розвитку, тобто фактично відбувається якісна зміна її поведінки, чи **режиму циркуляції інформаційних потоків**.

Аналізуючи подальший розвиток системи, можна помітити, що набуті в момент біфуркації характеристики вона зберігає протягом деякого періоду

часу.

У педагогіці під генезисом ДС розуміють ланцюг, що складається з «переломних» дискретних моментів (вузлів) та періодів збереження набутих властивостей (ланок). Однак у цьому випадку ми знаходимося на *вищому рівні абстракції* при дослідженні поведінки системи: він припускає лише констатацію факту переходу ДС на наступний етап розвитку й описання основних характеристик цього етапу.

Цей рівень дослідження має певні недоліки, а саме:

- не дозволяє встановити «рушійні сили» еволюції системи;
- не надає можливості передбачення подальшого розвитку ДС, тому що події, які відбуваються в «переломні» моменти, розглядаються як випадкові;
- не дозволяє визначити, чи існували для системи в ці дискретні моменти інші сценарії розвитку, і як їх можна було реалізувати.

Це свідчить про наявність можливості доповнення існуючих інструментів педагогіки методами аналізу міждисциплінарної науки – синергетики, а також окремими частинами системного аналізу.

Виходячи з вищевказаного, виконаємо суперпозицію інструментів теорії біфуркацій, синергетики та теорії інформації, яка дасть можливість понизити рівень абстракції аналізу ДС, а отже, і виявити фундаментальні закономірності її поведінки.

Для цього розглянемо інформаційні процеси в системі, яка еволюціонує.

Почнемо з процесу її зародження. На даному етапі розвитку система потенційно має необмежене **число ступенів волі**.

Наявність великого числа ступенів волі свідчить про *слабку організацію системи*. У цьому випадку говорять, що вона виробляє ентропію.

Однак найважливішим принципом підтримки «життєздатності» відкритої системи є **зниження рівня ентропії** в ній через поглинання зовнішньої енергії [*Ошибка! Закладка не определена.*]. Накопичена вільна енергія в процесі еволюції системи вивільняється для здійснення корисної роботи – «моделювання навколишнього середовища чи частин самої себе», тобто для *самоорганізації*. Моделювання навколишнього середовища проявляє себе в розробці алгоритмів, які дозволяють прогнозувати її стан.

Побудова сценаріїв самоорганізації припускає виділення в системі скінченної кількості параметрів, до яких «підбудовуються» інші. За цими параметрами здійснюється упорядкування системи на макrorівні, тому їх прийнято називати **параметрами порядку (ПП)**, чи «рушійними силами» еволюції системи.

Мовою математики параметри порядку можна назвати як *області асимптотичних значень ступенів волі*. Відповідно до визначення Г. Хакена «у загальному випадку параметрами порядку ми будемо називати величини, або мовою фізики - моди, якщо вони підпорядковують собі інші підсистеми». Тобто, це ті змінні, через які можна виразити інші змінні, що можливо в випадку дії «основного принципу синергетики - *принципу підпорядкування*» [Ошибка! Закладка не определена.].

Під час опису соціальних систем параметри порядку визначають як невелике число величин, досить стабільних у ході суспільного розвитку, які визначають фонову динаміку на макрорівні.

Розглядаючи процеси самоорганізації, особливу увагу слід приділити питанню виникнення параметрів порядку в системі, тому що з принципу підпорядкування в явній формі не впливає алгоритм їх формування.

Виходячи з того, що ПП являють собою деякі макроскопічні властивості й описують процес упорядкування системи, та розглянувши **механізм упорядкування**, ПП можна буде визначити як логічний наслідок цього процесу.

Повернемося до етапу зародження системи. Підкреслимо, що в системах, які описують за допомогою принципів синергетики, **елементи** напередзнайдено для нової структури як елементи вихідного середовища [Ошибка! Закладка не определена.]. Критерії «напередзнайденості» визначаються метою формування системи. Кожний із цих елементів має деякий набір **індивідуальних** властивостей, які спеціалісти в галузі інформаційних систем називають *умовно локальними*. Ці властивості належать елементу незалежно від того, входить він до системи чи ні.

У процесі взаємодії один з одним під час сприйняття інформаційних сигналів із зовнішнього середовища елементи, використовуючи свій потенціал – умовно локальні властивості, породжують системоутворюючі властивості, що являють собою вже **системну якість**. Таким чином, здійснюється інтеграція елементів у систему через виникнення стійких зв'язків між ними, тобто виникає стійка структура [Ошибка! Закладка не определена.]. До групи системоутворюючих властивостей елемента відносять:

- властивості, які визначають «зовнішні» зв'язки елемента з навколишнім середовищем, тобто з елементами, що не належать цій системі;
- властивості, які визначають зв'язки між елементом та іншими елементами, що належать цій системі, тобто *внутрішні* [7].

Вище нами було відзначено, що у процесі інтеграції

системоутворюючих властивостей елементів (СВЕ) відбувається виникнення стійкої структури. При цьому елементи чи сукупність елементів виконують *певні функції*, які забезпечують існування «цілого», тобто виступають як його частини [Ошибка! Закладка не определена.].

Із принципу підпорядкування випливає висновок про те, що структура, яка формується і модифікується у процесі еволюції, має властивість ієрархічності. Ця властивість є необхідною умовою для того, щоб система могла **сприймати сигнали** із зовнішнього середовища та на підставі цієї інформації **формувати і модифікувати власну структуру**. В термінах *теорії ієрархічних систем* цей процес називається відтворення, чи моделювання [Ошибка! Закладка не определена.] системи «зовнішнє середовище».

У процесі інтеграції СВЕ виникають групи *колективних властивостей* системи, чи її *параметри*. У цьому випадку система має набагато менше число ступенів волі, ніж вихідна структура [Ошибка! Закладка не определена.].

Розглядаючи процес інтеграції СВЕ, необхідно звернути увагу на деякі моменти:

1. Групи колективних властивостей являють собою макроскопічні області, кожна з яких поводить ся як *окремий елемент* (параметр) на вищому рівні ієрархії внаслідок погодженої дії елементів, властивості яких в ній представлені;
2. Серед безлічі сформованих параметрів виділяють такі, що мають властивість **глобальної стійкості** в динаміці, а також ті, що мають лише властивість **локальної стійкості**. Ці параметри є параметрами порядку.

Властивість локальної стійкості виявляється в тому, що мала зміна початкових умов не може викликати великих змін у траєкторії розвитку системи, причому функції, локально стійкі у всіх точках, в яких вони визначені, називаються глобально чи структурно стійкими. Крім того, під час біфуркації система втрачає стійкість саме через різке зростання **ступеня чутливості параметрів, що мають тільки властивість локальної стійкості**.

На підставі знань з теорії інформації можна визначити, що ПП являють собою макроінформацію, яка має властивість «запам'ятовування», тобто характеризує властивості системи, що зберігаються протягом певного періоду часу і можуть бути використані для прогностичних цілей (мовою фізики процес запам'ятовування характеризується як процес приведення системи до визначеного стійкого стану).

При цьому для інформаційних систем дуже важливо визначити **стан**

ПП у динаміці, що характеризується двома складовими:

- статусом параметра саме як параметра порядку;
- значеннями параметрів порядку.

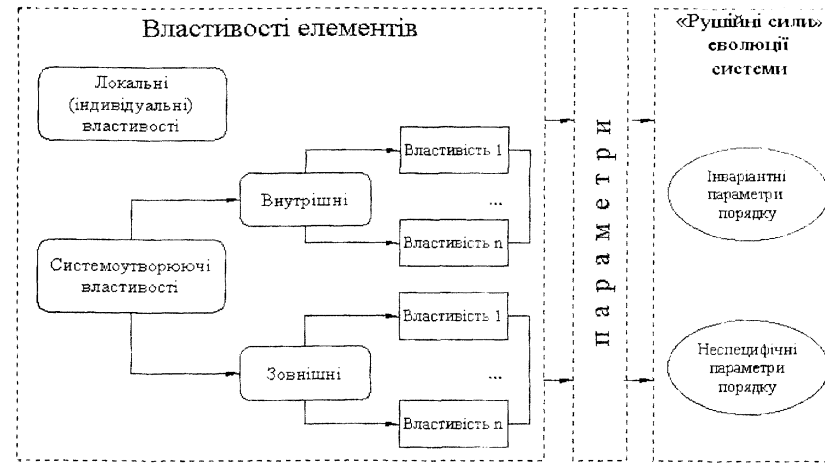
Відзначимо, що основу визначення статусу параметра складає характер властивостей елементів, інтеграція яких сприяла формуванню цього параметра (рис.2).

У процесі інтеграції внутрішніх системоутворюючих властивостей елементів формуються параметри, а вже серед них виділяються параметри порядку, мета яких – збереження так званої «спадкоємної» інформації, що передається системі при переході її з одного етапу еволюції на інший.

Сукупність параметрів цього типу реалізує функцію самовідтворення, чи автокаталітичного відтворення. Отже, параметри порядку цього типу можна визначити як інваріантні (ПП) щодо зміни етапів еволюції системи, тобто пасивного перетворення, чи зміни системи відліку [Ошибка! Закладка не определена.].

При цьому сукупність ПП є значущою, або є системоутворюючим фактором тоді та тільки тоді, коли всі вони реалізуються одночасно [Ошибка! Закладка не определена.].

Таке ствердження достатньо часто застосовується під час опису поведінки інформаційних систем різної природи.



Мал. 2 Процес інтеграції властивостей системи

Наприклад, для системи «життя», за словами Е.А. Енгельгардта, існує «сукупність деякого числа початків, з яких кожного взятого окремо недостатньо для того, щоб забезпечити функціонування системи, а при відсутності хоча б одного з них система руйнується» [Ошибка! Закладка не определена.]. Ці «початки» і є інваріантними параметрами порядку.

Якщо для системи змінюється набір інваріантних параметрів порядку, можна говорити про її руйнування чи про переродження в принципово нову систему.

В результаті інтеграції зовнішніх (неспецифічних) властивостей системи також спочатку формуються параметри, а потім виділяються ПП, які виконують функцію адаптації системи до зміни впливу зовнішнього середовища.

Адаптація припускає здатність системи змінювати свою структуру, якості та функції залежно від зміни впливу зовнішнього середовища. Однак сутність цієї здатності полягає в тому, що змінюються не будь-які параметри цієї системи, а деякі, що не відбивають її сутність і специфічність [Ошибка! Закладка не определена.]. Таким чином, неспецифічні параметри порядку (НПП) реалізують свої пристосувальні властивості для строгого збереження головного ядра істотних якостей системи і, отже, для забезпечення інваріантності їх статусу в динаміці, тобто НПП виконують функцію своєрідних адаптаційних механізмів системи.

В разі зриву цих механізмів, наприклад, для соціальних систем - під час революційних подій, що відіграють роль «фазових переходів» системи спостерігаються різкі зміни значень цих параметрів, причому можливе навіть їх виродження як параметра порядку, тобто зміна статусу.

Крім параметрів порядку, слід розглянути ще одну детермінанту стану системи – *керуючий параметр* (КП), причому особливу увагу слід приділити природі виникнення КП. Деякі спеціалісти при дослідженні поведінки систем обмежуються визначенням КП як «зовнішнього впливу». На наш погляд, така інтерпретація КП прийнятна, якщо в процесі аналізу не робиться акцент на функціонування внутрішніх механізмів системи.

Однак нами за науковий базис для досліджень якісних змін властивостей систем прийняті закони та принципи фізики і теорії біфуркацій (через їх достатню формалізацію, а отже, і через можливість більш фундаментального аналізу), тому дамо строге формулювання КП з позицій цього базису.

В теорії біфуркацій керуючими параметрами систем довільної природи є «параметри, що можуть якісно впливати на властивості рішення диференціального рівняння», яке описує динаміку цієї системи. У загальному випадку керуючі параметри системи – це деяка підгрупа параметрів, до зміни значень яких система має *підвищену чутливість*.

Використовуючи визначення термодинаміки, КП являють собою *екстенсивні*, чи зовнішні змінні стану системи. Таким чином, КП – «зовнішні параметри, що залежать тільки від узагальнених координат зовнішніх тіл, з якими взаємодіє система». Наприклад, у фізиці цим параметром може бути об'єм газу, що залежить від положення стінок посудини.

Таким чином, будемо розглядати КП як змінні стану системи (що належать їй і визначають її динаміку), які є **результатом зовнішніх впливів**.

Параметри порядку, на відміну від КП, є внутрішніми, чи *інтенсивними* змінними стану. Вони залежать як від узагальнених координат зовнішніх тіл, так і від усереднених значень характеристик елементів, що входять до складу системи. Наприклад, у фізиці до таких характеристик зазвичай відносять значення координат і швидкостей часток, що утворюють систему.

До того ж КП через дію на параметри порядку визначають **стан системи**. До цього висновку приводять наступні міркування.

У «теорії катастроф», наприклад, стан системи, яка описується в деякому просторі координат за допомогою рівнянь, визначається «рішеннями цих рівнянь, які у загальному випадку є параметрами порядку» **[Ошибка! Закладка не определена.]**. Значення керуючих параметрів впливають на якісну природу цих рішень, що може виявлятися в зміні їх кількості та

значень.

Як приклад для демонстрації якісного впливу КП на ПП, а отже, і на стан системи, візьмемо досить відоме рівняння «катастрофи зборки». Воно належить до сімейства функцій, що залежать від двох керуючих параметрів: **a** і **b**.

Загальний вид цього рівняння такий **[Ошибка! Закладка не определена.]**:

$$F = (x, a, b) = \frac{1}{4}x^4 + \frac{1}{2}ax^2 + bx,$$

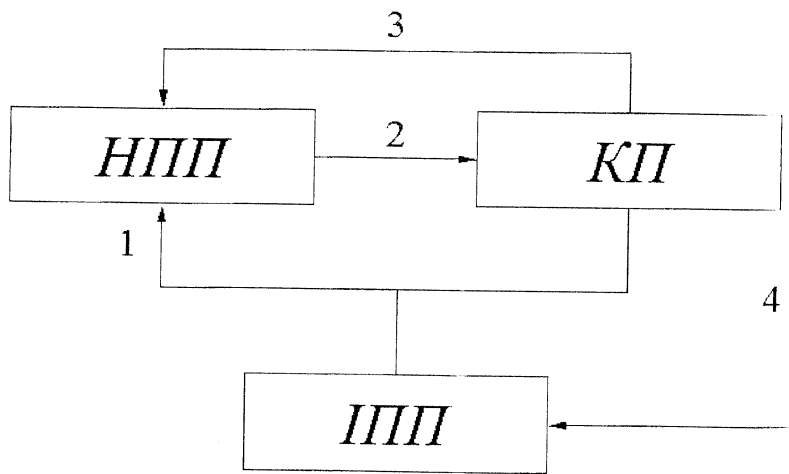
де  $x$  - параметр порядку (у цьому випадку НПП).

Дослідження поведінки системи, яка описується цим рівнянням, зводиться до знаходження деякої критичної множини КП, чи *сепаратриси*, яка розділяє простір КП на окремі області. Додаючи керуючому параметру значення, що належить конкретній області, можна спостерігати зміну траєкторії розвитку системи, а також і її станів.

Наприклад, при **a=1, b=0** (належність КП до однієї з областей) НПП системи визначають таку траєкторію розвитку системи, яка характеризується одним *локальним мінімумом*, а при **a=-1, b=0** (належність КП до іншої області) неспецифічні параметри порядку набувають таких значень, що стан системи визначається *локальним максимумом* при  $x=0$  та двома *локальними мінімумами* при  $x=1$  та  $x=-1$ .

Крім того, існує така закономірність: яку б точку з окремої області ми не взяли, будуть змінюватися лише значення НПП зі збереженням розмірності безлічі цих значень, а, отже, і стану системи. Таким чином, існуючий взаємозв'язок між НПП системи та керуючими параметрами (які, в свою чергу, сформовані під впливом зовнішнього середовища) детермінує стан системи.

Еволюція системи визначається характером зв'язків між ППП, НПП та КП, що виникають у процесах її народження та адаптації до зовнішнього середовища (мал.3).



Мал. 3. Зв'язки між ІПП, НПП та КП

**1** – зв'язок, внаслідок якого спільний вплив ІПП та КП є детермінантою значень і статусу НПП (реалізується переважно при зародженні системи), коли ядро системи генерує адаптаційні механізми виходячи з мети існування системи. Інакше кажучи, реалізація цього зв'язку припускає виділення із групи стійких параметрів системи тих, які мають підвищену чутливість до зовнішніх впливів, тобто НПП.

Наприклад, цей принцип реалізується при формуванні *поведінкового фенотипу* людини чи тварини. Поведінковий фенотип – це комплекс ознак, зв'язаних з поведінкою, який є наслідком спільного впливу *генотипу* та зовнішнього середовища. У цьому випадку ця характеристика – НПП, яка формується під впливом ІПП (генотип) та КП (сигнали зовнішнього середовища);

**2** – зв'язок, внаслідок якого неспецифічні параметри порядку реалізують структуруючий вплив на керуючі параметри зовнішнього середовища. Цей тип зв'язку визначається звичайно як *зворотний зв'язок*;

**3** – зв'язок, за якого реалізується адаптаційний механізм системи, або процес створення в системі функцій керування, які постійно оновлюються;

**4** – зв'язок, за якого КП зовнішнього середовища впливають на інваріантні параметри порядку: можливий в досить рідких випадках, наприклад, під час «фазових переходів». Вплив зовнішнього середовища на інваріантні

параметри порядку є можливим тільки у випадку значущої інактивації адаптаційних механізмів (НПП). З розвитком біологічних систем результатом реалізації цього зв'язку є, наприклад, мутації.

На підставі вищесказаного, основні закономірності зміни ІПП та НПП приведено у таблиці.

## Характеристики динаміки параметрів порядку

Характеристика етапу еволюції системи	Параметри порядку			
	Інваріантні		Неспецифічні	
	Значення	Статус	Значення	Статус
Дія адаптаційних механізмів	Зберігається	Зберігається	Може змінюватись	Зберігається
Дія біфуркаційних механізмів	Може змінюватись	Зберігається	Може змінюватись	Зміна, можливість виродження

Аналізуючи динаміку системи, слід звернути увагу на одну закономірність: потрапивши у стан невизначеності (біфуркації), система асимптотично поводить себе як «стік інформації, тобто як початок, що обмежує різноманіття, а отже, і виникаючу інформацію» [Ошибка! Закладка не определена.].

Така поведінка системи під час дії біфуркаційних механізмів обумовлена **стратегією збереження гомеостазу**, яка супроводжується збільшенням у системі кількості спочатку *позитивних*, а потім *негативних* зворотних зв'язків, причому з обов'язковими процесами «стиснення» інформації.

Виражені негативні зворотні зв'язки ДС відповідають догматичному навчання, до якого система повертається в періоди біфуркацій з метою збереження гомеостазу.

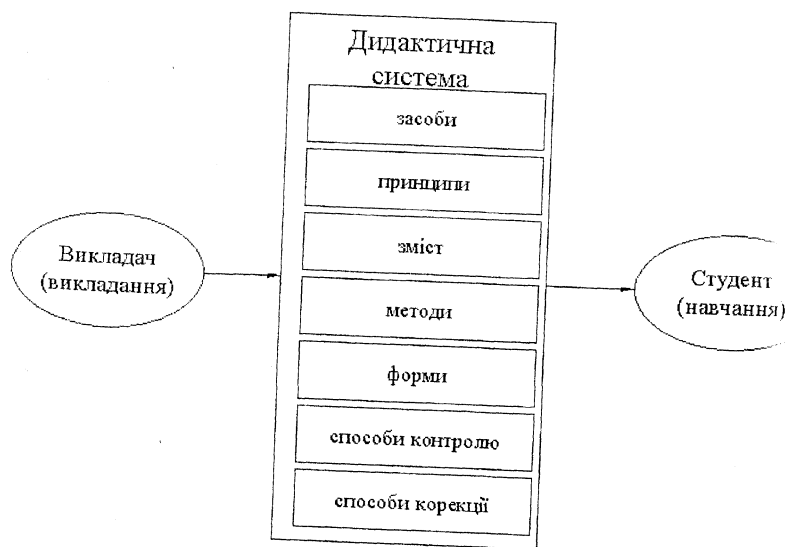
Далі, аналізуючи характеристики параметрів порядку, можна дійти до висновку про те, що у процесі еволюції системи значну роль відіграють як адаптаційні, так і біфуркаційні механізми.

Це ствердження засновано на тому, що під час дії адаптаційних механізмів будь-який стійкий розвиток гранично може наблизитися до *рівноважного* стану. Однак стійкість, яку доведено до границі, припиняє будь-

який розвиток, тому що гальмує реалізацію принципу мінливості [2]. Багато спеціалістів із синергетики відзначають, що стабільність, зведена в «абсолют», є, власне кажучи, тупиковою формою, яка прямує до виродження.

Отже, здатність системи зберігати гомеостаз, збільшувати число негативних зворотних зв'язків повинна бути компенсована здатністю збільшувати різноманіття *функцій керування* (алгоритмів, що моделюють вплив зовнішнього середовища) шляхом збільшення числа позитивних зворотних зв'язків. Це, в свою чергу, є також можливим і поблизу порога нестійкості (біфуркації).

Отже, сформувавши необхідний концептуальний апарат з метою забезпечення динамічного та теоретико-інформаційного рівнів описання дидактичної системи, перейдемо до безпосереднього розгляду об'єкта дослідження.



Мал. 4. Елементи дидактичної системи

Дидактична система необхідна для реалізації процесу навчання, який визначається як цілеспрямована взаємодія викладача та студента, в ході якої

насамперед відбувається передача знань, умінь та навичок, а також реалізується виховання і розвиток особистості студента. Таким чином, основна мета ДС – це реалізація процесу навчання. У зв'язку з цим визначають такі основні елементи ДС (мал. 4).

В основі будь-якої ДС полягають *принципи* навчання, що є концептуальною частиною системи. Це основні положення, що визначають характер процесу навчання та його специфіку [**Ошибка! Закладка не определена.**]. Принципи навчання – це стратегічний елемент ДС.

Такі елементи ДС, як *методи навчання, форми навчання, способи контролю і способи корекції* в сукупності являють собою *технологію* навчання, що в значній мірі визначається принципами ДС. Методи навчання являють собою способи здійснення взаємної діяльності викладача та студента. Під формами навчання в дидактиці розуміють способи організації діяльності викладача та студента.

*Зміст* як елемент ДС являє собою ту частину заданої предметної галузі, яку студент повинен засвоїти під керуванням викладача. Інакше кажучи, зміст – це конкретний обсяг знань, умінь та навичок в тій чи іншій навчальній дисципліні, що відбирається з цих галузей знань на основі наявних дидактичних принципів [**Ошибка! Закладка не определена.**].

І, нарешті, елемент *«засоби»* являє собою фізичні засоби, за допомогою яких реалізується технологія навчання, інакше – інформаційні носії змісту ДС: слово викладача, навчальний посібник, наочні та фізичні засоби.

Отже, співвідношення елементів ДС можна представити таким чином: концепція ДС практично реалізується за допомогою технології ДС. Елементи ДС: «концепція» і «технологія» необхідні для передачі змісту ДС від викладача до студента із застосуванням засобів ДС. Інакше кажучи, «концепція» і «технологія» являють собою, відповідно, теоретичний та практичний аспекти реалізації процесу навчання: елемент «зміст» – інформацію, передану в процесі навчання від викладача до студента, а «засоби» – фізичний носій цієї інформації. Усі ці елементи знаходяться у тісному взаємозв'язку. Однак слід відзначити, що елементи «технологія» та «зміст ДС» значною мірою визначаються характеристиками елементів «принципи», і «засоби». В свою чергу характеристики останніх задаються зовнішнім середовищем ДС в момент виникнення системи.

Таким чином, ми розглянули ДС у єдності її елементів і зв'язків. Для реалізації еволюційного представлення необхідна експлікація принципів функціонування ДС у понятійному просторі концептуального апарату, який прикладено у цій роботі. Для цього визначимо основні детермінанти стану ДС: параметри порядку та керуючі параметри.



Параметрами порядку ДС будемо вважати елементи ДС (мал.4), тобто, що вони відповідають умові відносної стійкості в динаміці між біфуркаційними точками. Вони мають підвищену чутливість до впливів зовнішнього середовища.

Як інваріантні параметри порядку визначимо ті параметри порядку, статус яких незмінний у динаміці.

У випадку з ДС до них відносяться:

–  $x_1$  - *принципи дидактичної системи;*

–  $x_2$  - *засоби передачі змісту ДС.*

Сукупність цих параметрів являє собою своєрідний генотип ДС, який визначає границі адаптації технології ДС до впливів зовнішнього середовища. Керуючими параметрами, до впливів яких ДС має підвищену чутливість, є:

–  $a_1$  - *культура;*

–  $a_2$  - *домінуюча форма пізнання світу;*

–  $a_3$  - *техніка та технологія;*

підвищеною чутливістю до зміни цього керуючого параметра володіє параметр порядку «принципи ДС». Оскільки освіту в загальному значенні розуміють як процес соціалізації особистості, тобто її «доведення» до рівня культури суспільства, домінуючі культурні тенденції суспільства найбільшою мірою визначають принципи навчання та виховання;

на зміну цього КП реагує ПП «зміст ДС». Так, наприклад, поява наукового методу пізнання реальної дійсності дозволила перейти від догматичного навчання до пояснювально-ілюстративного. Цей перехід реалізовано саме в частині змісту ДС, який перестав бути жорстко формалізованим. Крім того, наукові революції (такі, як коперниківська, ньютоніанська, дарвінівська) істотно трансформували зміст ДС, виводячи його на новий якісний рівень;

цей КП безпосередньо впливає на ПП «засоби ДС», тому що розвиток технічних засобів стимулює їх використання у процесі навчання для передачі змісту ДС від викладача до студента. Революційними для ДС можна вважати етапи появи друкарства, створення кіно, розвитку комп'ютерних технологій.

Неспецифічні параметри порядку визначаються інваріантними параметрами порядку та керуючими параметрами. Вони є більш чутливими до зміни КП в часовому аспекті.

До них можна віднести:

–  $g_1$  - *зміст ДС;*

–  $g_2$  - *методи навчання;*

–  $g_3$  - *форми навчання;*

- $g_4$  - *способи контролю;*
- $g_5$  - *способи корекції.*

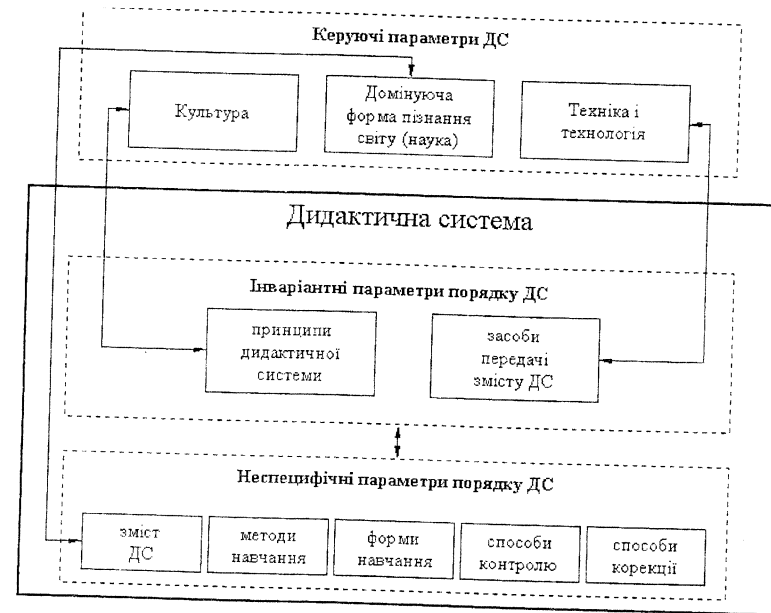


Рис. 5. Дидактична система: параметри порядку та керуючі параметри

Мал. 5. Дидактична система: параметри порядку та керуючі параметри

Статус і значення цих параметрів варіативні як в адаптаційні, так і в біфуркаційні етапи розвитку ДС. Під впливом КП ДС відбувається розвиток технології навчання та актуалізація змісту ДС: наприклад, можуть створюватися нові форми і методи, що знаходяться в межах значень ІПП ДС.

Через те, що інтегральний показник функціонування (Y) ДС в першу чергу визначається керуючими параметрами, які являють собою культурний, науковий та технологічний рівень розвитку суспільства, внутрішню ефективність ДС спрямовано на відповідність кінцевого продукту процесу навчання – індивіда з визначеним набором знань, вмінь та навичок – поточному соціальному замовленню.

Необхідно відзначити, що ефективність у цьому розумінні відрізняється від довгострокової ефективності ДС, тобто її здатності забезпечувати еволюцію суспільства як системи на наступних етапах її розвитку.

Інтегральний показник функціонування дидактичної системи (без обліку моменту народження) у нашому випадку може бути представлено як деякий *цільовий функціонал*:

$$Y = F(x, (g_j), a_k),$$

де

$i = 1, \dots, 2;$

$j = 1, \dots, 5;$

$k = 1, \dots, 3.$

Слід зазначити, що цей функціонал може являти собою багатомірний вектор, що визначається взаємодією кінцевого набору підцілей.

Отже, проведена експлікація принципів функціонування ДС у рамках сформованого концептуального апарату дозволить реалізувати її еволюційний аналіз, який може бути представлений:

- у динамічному аспекті, що полягає в аналізі динаміки значень та статусу параметрів порядку ДС у часовому аспекті;
- у теоретико-інформаційному аспекті, що полягає в аналізі еволюції ДС із погляду збільшення її інформаційної складності.

Саме ці рівні розгляду ДС і дозволять в остаточному підсумку визначити причини якісних змін її стану в процесі еволюції.

### Література

<sup>1</sup> Енциклопедія кібернетики, под ред. Глушкова В.М., Т.2, Київ, УСД, 1974 г.

- <sup>1</sup> Моисеев Н. Человек и ноосфера. – М.: Молодая гвардия, 1990 г.
- <sup>1</sup> Добронравова И.С. Синергетика: становление нелинейного мышления. – Киев: «Льбидь», 1990 г.
- <sup>4</sup> Данилов Ю.А., Каломцев Б.Б. Что такое синергетика? \*
- <sup>1</sup> Николис Дж. Динамика иерархических систем: эволюционное представление: М.: Мир, 1989 г.
- <sup>6</sup> Андреев А.Ю., Бородкин Л.И., Левандовский М.И. Синергетика в социальных науках: пути, опасности и надежды\*
- <sup>1</sup> Коштаев В.В. Информационные системы и феномен жизни\*
- <sup>1</sup> Корн Г., Корн Т. Справочник по математике. – М.: Наука, 1978 г.
- <sup>1</sup> Чернавский Д.С. Синергетика и информация. – М.: Знание, 1990 г. –48 с.
- <sup>10</sup> Гилмор Р. Прикладная теория катастроф: В 2-х книгах – Пер. С англ. – М.: Мир, 1984.
- <sup>1</sup> Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике (для инженеров и студентов вузов). – М.: Наука, 1978 г.
- <sup>12</sup> Эрман Л., Парсонс П. Генетика поведения и эволюция. – М.: Мир, 1984 г.
- <sup>13</sup> Голуб Б.А. Основы общей дидактики. Учеб. пособие для студ. пед-вузов. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1999.

\* - статті розміщено в мережі INTERNET

### Анотація

В настоящей статье рассмотрены вопросы применения эволюционного подхода к анализу дидактических систем (ДС). Особое внимание уделено таким детерминантам состояния ДС, как параметры порядка (инвариантные и неспецифические) и управляющие параметры. Кроме того, рассмотрены связи, которые возникают между этими параметрами в процессе эволюции ДС.