

Тамара КОСТЮКОВА,
завідувач відділу навчальних
технологій та системних
досліджень навчально-методичного
відділу Національного університету
водного господарства та
природокористування, м. Рівне

Віктор СІВАК,
кандидат технічних наук, доцент
кафедри водопостачання та
бурової справи Національного
університету водного господарства
та природокористування, м. Рівне

АНАЛОГІЯ ЯК МЕТОД ФОРМУВАННЯ У СТУДЕНТІВ ПРОДУКТИВНО-ТВОРЧОГО МИСЛЕННЯ

В статті розглядаються приклади формування у студентів творчого мислення шляхом застосування методу аналогій в навчальному процесі.

Ключові слова: мислення, творчість, репродуктивне мислення, продуктивно-творче мислення, евристика.

В статье рассматриваются примеры формирования у студентов творческого мышления путем применения метода аналогий в учебном процессе.

Ключевые слова: мышление, творчество, репродуктивное мышление, продуктивно-творческое мышление, эвристика.

The article deals with examples of the formation of students' creative thinking through the use of the method of analogies in the learning process.

Key words: thinking, creativity, reproductive thinking, productive and creative thinking, heuristics.

Вступ. Готуючи дану статтю ми спирались на саму широку аудиторію – студентів, випускників нашого університету.

Декілька зауважень, що пояснюють вказувань тезу. Вільні, нічим не стисненні питання і роздуми студентів випускників (спеціалістів і магістрів) нашого університету, на наш погляд дають своєрідний інтелектуальний портрет сучасної творчої студентської молоді, відображають її світоглядні пошуки і запити і тим самим показують, як викладачам будувати викладання (особливо спеціальних дисциплін), у якому напрямку його змінювати. Мова йде про те, що після вивчення блоку фундаментальних дисциплін, студенти, згідно технології навчання побудованої на базі навчальних планів, приступають до вивчення спеціальних дисциплін, в яких часто-густо втрачається їх

фундаментальність, міждисциплінарність. Дана обставина стає ще більш очевидною, коли виникає необхідність вивчати проблеми надзвичайно великої складності з атрибутами, що належить різним, іноді далекими одна від одної, дисциплінам. Прикладів тому досить. Вихід бачимо у міждисциплінарному, іноді навіть у "наддисциплінарному" підході з використанням методу аналогій.

Постановка задачі її аналіз та шляхи розв'язання. Історія науки свідчить, що у відкриттях багатьох видатних учених в різних галузях знань саме аналогії відігравали велику роль. При цьому використовувались такі аналогії: аналогії логічного типу; казуальні аналогії (від спільності причин до спільності наслідків); субстанціональні (аналогії у фізичних поняттях); структурно-функціональні (аналогії в зв'язках між поняттями, їх сторін); аналогії типу морфізму (аналогії об'єктів однакової структури); емпірико-реляційні (подані як результат досліду).

За основними властивостями аналогії поділяють так: узагальнюючі (встановлюють спільність між об'єктами); комунікативні (встановлюють зв'язок між різними науками та різними аспектами однієї й тієї самої науки); екстраполяційні (перенесення властивостей однієї системи об'єктів на іншу); евристичні (встановлюють нові аспекти системи об'єктів, що моделюються).

Міждисциплінарність розглядається, як один із методів аналізу складних явищ – таких, в яких одночасно протікають процеси, що досліджуються різними дисциплінами. Стосовно задач підготовки студентів розв'язок міждисциплінарних проблем вимагає сумісної участі різних кафедр яким прийдеться із необхідністю розвивати свої частинні предмети і у той же час враховувати і в якій мірі пристосовуватися до змісту і методів інших дисциплін.

Роль міждисциплінарності в освіті має багато наслідків. Відомо, наприклад, що комбінація різних (іноді дуже різних) може різко покращити процес навчання. Зазвичай, вважається, що потрібно виробити у спеціаліста чи магістра здатність займатися проблемами, які вимагають знання результатів різних дисциплін.

Для того, щоб знайти міждисциплінарне рішення складних проблем, приходиться комбінувати дисципліни, при цьому об'єднуються лише їх малі частини. В комбінування зазвичай беруть участь області або під області. Необхідні глибокі спеціальні знання, щоб знайти рішення з урахуванням (тобто інтегруванням теорій) всіх областей, що об'єднуються. Це робить викладання міждисциплінарних питань дуже складним. Тому, створення міждисциплінарних навчальних планів дають можливість розкрити існуючу дисциплінарну систему.

Загально відомо, що проблеми майбутнього прийдеться розв'язувати, користуючись міждисциплінарними підходами. Ця ідея має свої витoki ще із епохи відродження, не замикається в околі вузької спеціалізації через не розвинутості науки і техніки. Нам здається, що причиною цього є наступне: епоха Відродження не тільки спиралася на античність як пізнавальний фундамент, саме із античності був запозичений і метод наукового мислення, який визначався перед усією цілісністю світосприйняття.

Цілісністю світосприйняття світу відмічена діяльність Леонардо да Вінчі і

інших діячів епохи Відродження у тому числі і Рене Декарта, який увійшов в історію філософії, математики, літератури і медицини.

Аналогії між різними досліджуваними явищами дає можливість формувати у студентів міждисциплінарне продуктивно-творче мислення. Як приклад, на якому ми сподіваємось читач зможе відчувати особливості аналогії між кінетичною теорією газів, що описує колективну поведінку мікроскопічних частинок і колективною поведінкою об'єктів макроскопічної природи – автомобілі на автострадах. Така аналогія була запропонована бельгійським вченим російського походження, лауреатом Нобелівської премії з фізики І. Пригожіним. Така аналогія перетворилася в теорію Пригожина.

Необхідно зауважити, що при використанні методів моделювання і теорії подібності для вивчення різноманітних наукових проблем постійно застосовується метод аналогій, тобто перенесення властивостей одного об'єкта на інші. На основі аналогій, будують аналогові моделі, які мають велике педагогічне значення і допомогти студентам оволодіти методами правильної оцінки єдності явищ природи, підійти до узагальнення.

В методологічному плані процес навчання полягає у сукупності керуючих дій, що направлені на вироблення у студентів знань, розуміння, вміння і навичок при одночасному формуванні світогляду і розвитку здібностей до самостійного продуктивно-творчого мислення. Особливість використання аналогій полягає у тому, що вимагає відображення об'єкта вивчення. При цьому стає більш інтенсивним і ефективним сприйняття студентами інформації. На основі аналогій більш доступно сприймаються обмеження, що неминуче вводяться в характеристики досліджуваного об'єкта.

Використання методів аналогій розширюється у тому розумінні, що виявляється можливим моделювати процеси, які описуються різними диференціальними рівняннями. Яким набудь шляхом можна перетворити в інше, то процеси, що описується першим диференціальним рівнянням, можна розглядати як фізичну модель об'єкта, що описується другим диференціальним рівнянням. При такій постановці задачі вирішальне значення набуває встановлення необхідних і достатніх ознак перетворення одного диференціального рівняння із змінними коефіцієнтами в інше. Ці перетворення можуть мати різний характер. Наприклад, складні рівняння електричних і магнітних полів можуть бути за допомогою конформних перетворень змінені так, що більш складне поле відображається полем більшим.

В результаті використання аналогій з'явилася "генетична інженерія" як сукупність біологічних напрямків, які, зазвичай, прийнято об'єднувати назвою "фізико-хімічна біологія". Остання направлена на завтрашній день. Світ штучних генетичних структур стане таким же закономірним результатом науки і техніки яким є сьогодні світ штучних сполук, які синтезовані органічною хімією.

Так у Мак-Каллок створив штучну нейронну мережу пояснюючи це тим, що йому вдалося чітко виділити деякі логічні риси мозкової діяльності і використати їх для конструкції пристрою що "мислить і розпізнає". Завдяки цим дослідженням проблема "думаючих пристроїв" (штучного інтелекту –

термін, що використовується у даний час), стала інтенсивно розроблятися саме нейрокібернетиками, а не нейрофізіологами.

Вчені і спеціалісти в області теорії пізнання об'єктивного світу людиною розв'язували проблему трансформації аналогій між людиною і машиною і середині самої психології пізнання.

Із багато чисельних нововведень кібернетики в психологію проникли, тільки положення статистичної теорії зв'язку, яка вмістила простий формальний апарат для оцінки кількості інформації, що була передана у повідомленні. Мова йде про пропускну здатність, наприклад зорової системи людини. Дослідження пропускну здатності зорового аналізатора, що розуміється як та гранична кількість інформації в секунду, яка може бути сприйнята зоровою системою в цілому, зводиться до експериментального визначення швидкості зорового сприйняття. Уже давно експериментами було встановлено, що число предметів за короткий проміжок має порядок 7 ± 2 предметів за секунду.

Дослідженнями вчених встановлено, що при сприйнятті інформації студент краще запам'ятує ту інформацію, яка була дана йому зразу через два сенсорних каналу – слуховий і зоровий. Так, одночасне представлення інформації через зір і слух об'єм безпосередньої пам'яті складає в середньому 13,1 слова.

Далі розглянемо як інформація, що надійшла в пам'ять людини трансформується в діяльність, в результаті використання асоціативної пам'яті. Явище асоціації полягає у тому, що людина, побачивши або почувши щонебудь, згадує що дещо із свого минулого досвіду, що зв'язане (асоційоване) із сприйнятим зараз.

Давньолатинське слово *associatio* – походить від латинського *associō* – зв'язую.

Асоціація – це відображення взаємозв'язків і явищ дійсності у формі закономірностей зв'язку між нервово-психологічними явищами. Асоціація – одне із найдревніших понять психології. Це Аристотель у книзі "Про душу" розрізняв три види асоціацій – асоціації за суміжністю, за подібністю і за контрастом.

У сучасній психології поняття асоціацій залишається одним із дуже важливим. Асоціації розглядаються як відображення людиною зв'язків об'єктивного світу у відповідності із задачами, що виникають у продовж його діяльності.

Людина особливо добре запам'ятовує те, що в його свідомості асоціювалося із чим-небудь іншим, раніше відомим. Створення асоціативних зв'язків нового менталу із відомостями, вже відомими студентам, може бути використано викладачем для підсилення запам'ятовування.

Викладаючи новий матеріал, доцільно тут же зупинитися на чомусь, що вже відомо студентам і при цьому буде ними асоційовано із відомостями, що викладається. Потім ще раз повернутися до того ж нового матеріалу, але асоціюючи його з іншими відомостями (фактами, концепціями і т.п.), які відомі студентам. Час, коли лектор розказує те, що уже відомо студентам, - не просто відпочинок для них. Створення декількох асоціативних зв'язків закріплює в

пам'яті новий матеріал, що викладається, і полегшує в подальшому його вилучення із пам'яті – пригадування. Якби лектор вирішив "зекономити" час і говорив на лекції тільки нове для аудиторії, в пам'яті студентів залишилось би небагато.

Зв'язок нового матеріалу з уже відомими студентам моментами має і ще один корисний наслідок. Нерідко при сприйнятті нового матеріалу неочікуваного для студента, виникає помилка сприйняття – тому, що на сприйняття впливає не тільки те, що говорить і показує лектор, але і установка студента. "багатоманітність" співставлення нового матеріалу із старим зменшує ймовірність помилкового запам'ятовування.

Як бачимо, цей прийом чимось нагадує старий принцип "Repetitio est mater studiorum" (повторення – мати учіння). Але тут мова йде не про стереотипне повторення – зубрування, а про такі повторення, кожне із яких збагачує і пам'ять, і мислення.

Доцільно формувати у студентів такі асоціації, які їм необхідні в майбутній професійній діяльності. Інакше вони можуть залишитися невикористаними, не вплинуть в пам'яті в необхідний момент і не будуть використанні в практичній роботі.

Багатство асоціацій є дуже важливим і для розвитку мислення. Здатність асоціювати уявлення є більш важливим для розумової діяльності студента, ніж широта запасу уявлень. Хочеться думати, що в цьому одна із суттєвих різниць між добрим молодим і досвідченим старим спеціалістом: перший нерідко має великий запас відомостей, але у досвідченого значно є багатою система асоціацій у потрібному йому – нехай і у більш вузькому – колі відомостей.

Асоціації тісно зв'язані з аналогіями.

Із історії використання методу аналогій у дослідженні різних систем відомо, що рівняння руху механічних систем були відомі ще задовго до того, як почали використовувати рівняння електричних ланцюгів. Тому на початку розвитку теорії електричних ланцюгів було природнім пояснити їх дію в термінах механічних явищ. Однак, в даний час теорія електричних ланцюгів знаходиться на значно більш високому рівні, ніж теорія механічних систем. Серед множини випадків використання аналогій розглянемо аналогію між правилом Кіргофа і принципом Даламбера.

Правило Кіргофа при складанні електричних (водопровідних і т.п.) відіграє ту же роль, що й принцип Даламбера при складанні рівнянь механіки і акустики.

Згідно з правилом Кіргофа алгебраїчна сума електрорушійних сил у замкнутому контурі дорівнює нулю. Так, електрорушійні сили, що діють в елементах електричного ланцюга, дорівнюють:

Електрорушійна сила самоіндукції:

$$-L \frac{di}{dt} = -L \frac{d^2q}{dt^2} \quad (1)$$

Електрорушійна сила електричного опору:

$$-r_E i = -r_E \frac{dq}{dt} \quad (2)$$

Електрорушійна сила електричної ємності:

$$-\frac{q}{C_E} \quad (3)$$

Як додаток до цих електрорушійним силам діють електрорушійні сили, що прикладені ззовні.

Отже, за правилом Кіргофа складаючи ліві частини рівнянь 1 і 2, та вираз (3) отримуємо таке рівняння:

$$L \frac{di}{dt} + r_E i + \frac{q}{C_E} = E \varepsilon^{j\omega t} \quad (4)$$

де $E \varepsilon^{j\omega t} = e$ – сила, що прикладена ззовні.

Аналогічно (за таким самим алгоритмом) можна скласти диференціальні для механічних систем за допомогою принципу Даламбера, а саме: алгебраїчна сума сил, що прикладені до тіла, дорівнює нулю. Розглянемо сили, що діють в елементах механічної поступової системи:

Сила інерції

$$-m \frac{d^2 x}{dt^2} \quad (5)$$

Сила механічного поступового опору

$$-r_m \frac{dx}{dt} \quad (6)$$

Сила механічного пружного елемента

$$-\frac{x}{c_m} \quad (7)$$

Отже, за принципом Даламбера, алгебраїчна сума сил, що прикладанні до тіла, дорівнює нулю.

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + r_m \frac{dx}{dt} + \frac{x}{c_m} = F_m \varepsilon^{j\omega t} \quad (8)$$

де $F_m \varepsilon^{j\omega t}$ – сила, що прикладена ззовні.

Принцип Даламбера можна також використати до механічної обертової системи.

Обертові моменти, що діють в елементах механічної обертової системи, такі:

Момент сил інерції

$$-I \frac{d^2 \varphi}{dt^2} \quad (9)$$

Обертовий момент, що долає механічний обертовий опір

$$-r_R \frac{d\varphi}{dt} \quad (10)$$

Обертовий момент обертового пружного елемента

$$-\frac{\varphi}{C_R} \quad (11)$$

Використовуючи принцип Даламбера, можна написати рівняння механічної обертової системи:

$$I \frac{d^2 \varphi}{dt^2} + r_R \frac{d\varphi}{dt} + \frac{\varphi}{c_R} = F_R \varepsilon^{j\omega t} \quad (12)$$

де $F_R \varepsilon^{j\omega t}$ – крутильний момент, що прикладений ззовні.

Принцип Даламбера можна також використати і для акустичних систем. Акустичний тиск, що діють в елементах акустичних систем мають такі значення:

Тиск, що долає інерцію

$$-M \frac{d^2 x}{dt^2} \quad (13)$$

Тиск, що долає акустичний опір

$$-r_A \frac{dx}{dt} \quad (14)$$

Тиск, що обумовлений ємністю

$$-\frac{x}{C_A} \quad (15)$$

Використовуючи принцип Даламбера можна написати рівняння акустичної системи

$$M \frac{d^2 x}{dt^2} + r_A \frac{dx}{dt} + \frac{x}{c_A} = P \varepsilon^{j\omega t} \quad (16)$$

де $P \varepsilon^{j\omega t} = p$ – сила, що прикладена ззовні.

Одним із нагальних питань сучасної освіти є виховання та творення успішної особистості: розумної, вихованої, відповідальної, стресостійкої, соціально оптимістичної, креативної та здорової фізично.

Висновки. 1) Вивчення творчої роботи багатьох видатних вчених дає змогу стверджувати, що аналогії, як один з евристичних методів наукового дослідження, можуть бути також одним із елементів дослідного методу викладання дисциплін у вищому навчальному закладі та ефективним засобом керування процесом їх усвідомлення. 2) Особливо ефективним є застосування методу аналогій у навчальному процесі при вивченні нових явищ, що вимагає значних зусиль і від студентів – організація інформації та особливо формування власної гіпотези й висновку, і від викладачів – пошуки ефективного стимулювання процесу творчого мислення студентів у потрібному напрямку. 3) У відкриттях багатьох учених велике значення мали саме аналогії. 4) Аналогія є тільки засобом керування розумовою діяльністю студентів, формування у них стійкого продуктивно-творчого мислення.