

6. Приходько Ю.О. Нариси становлення та розвитку дитячої психології. – К., 1999. – 206 с.

*Лазарєв М.І.
Національна фармацевтична академія України*

УЗАГАЛЬНЕНА МОДЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ТА ФОРМУВАННЯ ПОНЯТЬ ІНЖЕНЕРНИХ ДИСЦИПЛІН В ТЕХНОЛОГІЯХ НАВЧАННЯ

Представлення об'єктивного та адекватного з точки зору урахування когнітивних психологічних процесів змісту навчальних дисциплін є актуальною проблемою, яка стоїть перед сучасною освітою [1, 2].

Зміст навчальної дисципліни являє собою систему понять та семантичних відношень між ними [5].

На сьогодні психологічною наукою розроблена досить велика кількість моделей репрезентації (представлення) понять в пам'яті людини [4, 6, 7]. Класифікація цих методів представлена на рис. 1. В літературі практично відсутні відомості про системне, комплексне використання цих моделей в технологіях навчання. Метою роботи є розробка універсальної, узагальненої моделі представлення та формування понять для технологій вивчення інженерних дисциплін та методики формування моделей конкретних понять на її основі.

Проведемо аналіз цих моделей з метою вибору об'єктивної основи для представлення систем понять інженерних дисциплін. Аналіз моделей будемо проводити в тій послідовності, яка визначається онтогенезом чи мікрогенезом формування понять людиною.

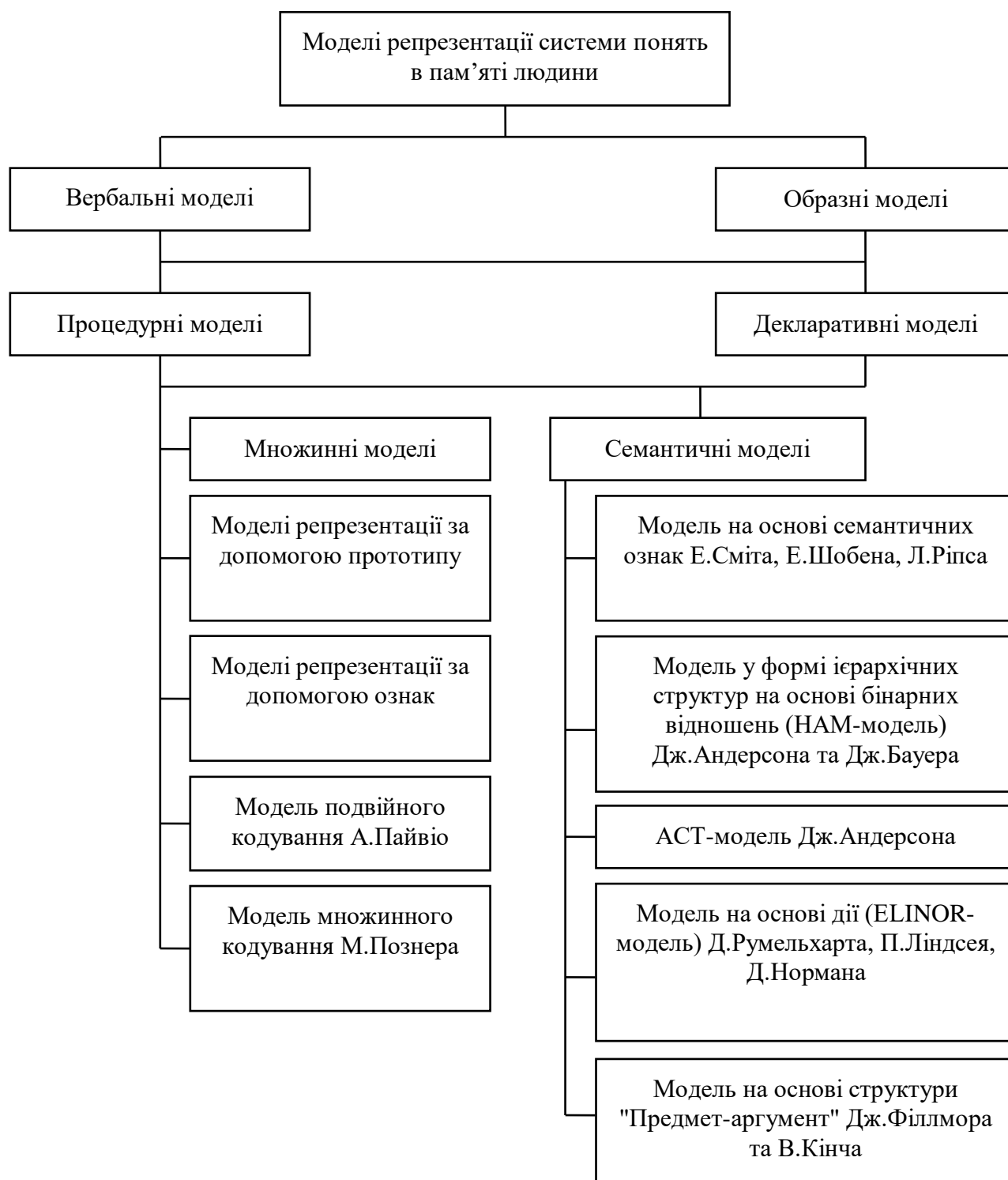


Рис. 1. Класифікація моделей репрезентації системи понять в пам'яті людини

Першою розглянемо модель множинної репрезентації понять. В загальному випадку ця модель являє собою множину конкретних об'єктів і має такий вигляд:

$$\text{ПОНЯТТЯ} = \{ (\text{об'єкт } 1) , (\text{об'єкт } 2) , \dots , (\text{об'єкт } N) \}, \quad (1)$$

(ім'я)

де (об'єкт 1), (об'єкт 2),..., (об'єкт N) – поняття конкретного фізичного об'єкта на деякій стадії його вивчення.

Прикладами моделей множинної репрезентації понять інженерних дисциплін є такі:

(Хімічний реактор) = {(реактор витіснення), (реактор змішування), (реактор комірчаний)};

(Механічна сила) = {(сила ваги), (сила тертя), (сила пружини), (зовнішня сила), (реакція шарніру), (реакція стрижню), (реакція нитки)};

(Електровимірювальний прилад) = {(амперметр), (вольтметр), (омметр), (ватметр), (частотомір), (фазометр)};

Модель множинної репрезентації відноситься до образних моделей, а тому адекватно відображає початковий, образний етап формування поняття. На цьому стані важливе цілісне уявлення про конкретний об'єкт, процес чи явище. Завдяки цій властивості моделі множинної репрезентації можуть бути першими моделями, які потрібно використовувати в технологіях навчання на початкових етапах формування поняття. У відповідності з законами діалектики моделі множинної репрезентації адекватно відображають не тільки початковий етап, а й кінцеві цілі технологій навчання – створення узагальнених образних комплексів понять, які характеризуються високою швидкістю ідентифікації реальних об'єктів. Якщо початкові образи понять містять лише невелику кількість сенсорних ознак об'єктів, то кінцеві образи містять складні структури великої кількості як сенсорних, так і категорійних ознак. В ході дидактичного процесу зі збільшенням кількості конкретних об'єктів, або кількості їх ознак модель множинної репрезентації відходить на другий план, але з роботи не виключається. Поряд і одночасно з актуальним процесом аналізу збільшеної кількості інформації відбувається і процес синтезу, який відображає модель множинної репрезентації. Процес аналізу найбільш адекватно відображають моделі репрезентації понять за допомогою ознак. Ці моделі в загальному випадку мають такий вигляд:

ПОНЯТТЯ = { (ознака 1) , (ознака 2) , ... , (ознака M) }, (2)

(ім'я)

де (ознака 1), (ознака 2),..., (ознака M) – система ознак, які характеризують різні сторони поняття.

Моделі репрезентації понять за допомогою ознак відносяться до класу вербальних процедурних моделей. Останні характеризуються універсальністю репрезентації, але більшими витратами часу на ідентифікацію понять в порівнянні з образними декларативними моделями. Це пояснюється наявністю в них механізму послідовної в часі обробки інформації.

Основною проблемою використання в технологіях навчання моделей репрезентації понять за допомогою ознак є відсутність розроблених методики та технологій формування множини ознак. Так, в [6] приводиться наступна структура множини ознак:

ПОНЯТТЯ = { (слово), (a), (b), (c), (d) }, (3)

де (слово) – слово, або словосполучення, яке позначає поняття.

- (a) – множина комплексних ознак;
- (b) – множина необхідних ознак;
- (c) – множина випадкових ознак;
- (d) – множина характерних відношень.

Модель (3) скоріше фіксує структуру вже сформованого поняття, а не тих, які необхідно формувати в технологіях навчання.

В процесі засвоєння все більшої кількості об'єктів та їх ознак завдяки природному, об'єктивно існуючому механізму мінімізації інформації за рахунок узагальнення, виникає необхідність застосування моделі репрезентації понять за допомогою прототипу [6]. Ця модель відображає декларативний механізм репрезентації інформації людиною. Відмінною особливістю цього механізму є групування людиною об'єктів по подібним ознакам навколо особливих об'єктів, які називаються прототипами. Прототипом є такий об'єкт, "який в найбільш чіткій формі відображає структуру класу як цілого, і який можна представити сукупністю ознак, які краще всього відрізняють цей клас понять від інших" [6]. При наявності репрезентації поняття за допомогою прототипу ідентифікація об'єкта починається з порівняння його з прототипом, а вже потім відбувається його визначення як елемента більш високого, чи більш низького рівня в ієрархії понять. За рахунок цього суттєво скорочується час ідентифікації поняття людиною. Таким чином, формування в технологіях навчання прототипів понять допоможе підвищити ефективність процесу навчання за рахунок зменшення часу на засвоєння навчального матеріалу.

Поняття в технологіях навчання не є ізольованими одне від одного елементами, а являють собою досить складну, ієрархічну за будовою, мережу [3]. Це адекватно відображає багато чисельний клас семантичних моделей.

В моделі на основі семантичних ознак Е.Сміта, Е.Шобена, Л.Ріпса [6] вважається, що поняття представлені впорядкованим списком ознак, які поділяються на характерні та визначальні. Ними ж була запропонована двоступенева модель когнітивних процесів понятійної ідентифікації об'єктів. Ця модель відноситься до процедурних моделей з послідовним механізмом перевірки ознак. Недоліком цієї моделі є неможливість її використання для формування понять в технологіях навчання, бо вона відтворює роботу з уже сформованими поняттями.

Цілу низку семантичних моделей розробив Дж.Андерсон. Ці моделі відображають декларативний механізм зберігання інформації в довготривалій пам'яті людини.

Основу моделі НАМ (Human Associative Memory – асоціативна пам'ять людини) [6] складає припущення про зберігання інформації у вигляді ієрархічних структур понять, які зв'язані бінарними відношеннями. В моделі НАМ було запропоновано 4 різновидності бінарних відношень: "контекст-факт", "місце-час", "суб'єкт-предмет", "відношення-об'єкт". Такий арсенал засобів дає змогу репрезентувати в пам'яті людини складну інформацію, хоча при цьому утворюється громіздка модель.

Більш компактний та економічний варіант являє собою АСТ-модель (від англійського – дія) [6]. В ній задіяно всього два базових відношення: "суб'єкт-предмет" та "відношення-аргумент".

Подальшим удосконаленням стала АСТ*-модель [7], яка відображає не тільки декларативні механізми пам'яті, а й процедурні. Завдяки цьому вона дає змогу представляти в технологіях навчання не тільки декларативні знання, а й процедурні.

В ELINOR-моделі Д.Румельхарта, П.Ліндсея, Д.Нормана [6] в центр структури моделі поставлена дія. Всі інші інформаційні компоненти зв'язуються з дією за допомогою таких відношень: суб'єкт дії, актор дії, об'єкт, реципієнт, мета, місце та ін.

Моделі Дж.Філлмора та В.Кінча [6] побудовані також з урахуванням центральної ролі дії. Основу моделей складає структура "предмет-аргумент". Дієслово, яке означає дію, є предметом, який за допомогою відношень "актор", "реципієнт", "інструмент", "об'єкт" та ін. інтегрує інформацію в модель.

Наведені вище моделі відносяться до класу вербальних моделей, репрезентують абстрактні категорійні поняття і не репрезентують великий клас сенсорних понять.

Основу репрезентації сенсорних понять складають сенсорні ознаки: розміри, форма, колір, сила звуку, висота тону, частота вібрації тощо. Образні механізми пам'яті дозволяють зберігати сенсорні ознаки в "швидкій" аналоговій формі. Образна репрезентація ознаки може викликати її вербальну репрезентацію і навпаки, вербальна репрезентація може викликати образне уявлення. Цей механізм відтворений в моделі подвійного кодування А.Пайвіо [6].

Модель множинного кодування М.Позера [4] описує три рівні репрезентації понять: рівень слідів, які відтворюють фізичні якості стимулів в модельньо-специфічній формі; рівень понятійних структур; рівень глобальних семантичних мереж. На кожному з цих рівнів існує свій механізм кодування та репрезентації інформації. Але ці механізми не розроблені до рівня використання їх в технологіях навчання.

Зупинимось більш детально на особливостях системи понять інженерних дисциплін. Інформація про предметні області інженерних дисциплін характеризується великим переліком типів як сенсорних, так і категорійних понять та логічних відношень між ними; наявністю багаточисельних класифікацій та великої кількості прототипів. Крім того, в процесі засвоєння студентами навчальної інформації відбувається динамічне розширення змісту понять, а також включення понять у все більшу кількість семантичних відношень. Ця обставина вимагає від моделей представлення понять відображення як процесу ідентифікації, так і процесу формування понять.

В класичному базисі когнітивної психології виявлено два механізми репрезентації понять в пам'яті людини – декларативний та процедурний. Як показали дослідження [6] при практичній роботі з поняттями (ідентифікації та формуванні) задіяні обидва механізми. Виходячи з цього, при розробці та реалізації технологій вивчення інженерних дисциплін необхідно враховувати одночасне функціонування двох когнітивних механізмів. Врахування в моделях репрезентації понять цих протилежних і одночасно невід'ємних один від одного механізмів дає можливість розробки оптимальних по витратам навчального часу та по когнітивній складності технологій навчання.

Проведений аналіз моделей репрезентації понять в пам'яті людини та особливостей системи понять інженерних дисциплін дає змогу зробити такі висновки:

моделі, що існують, фіксують структуру вже сформованих понять і не відтворюють їх формування в технологіях навчання;

раціональною основою для розробки моделей ідентифікації та формування системи понять інженерних дисциплін можуть бути модель множинної репрезентації, модель на основі семантичних ознак, модель репрезентації за допомогою прототипу та АСТ*-модель.

В якості основи для розробки моделі представлення понять інженерних дисциплін виберемо модель на основі семантичних ознак. Згідно з цією моделлю поняття можна представити таким чином:

$$\text{ПОНЯТТЯ} = \{ (a), (b) \}, \quad (4)$$

де (a) – множина визначальних ознак;
(b) – множина характерних ознак.

Елементи як множини визначальних ознак (a), так і множини характерних ознак (b) впорядковані по ступеню важливості. В такому вигляді модель (4) відображає репрезентацію вже сформованих понять і не відображає процес ціленаправленого, керованого формування понять, який необхідно здійснювати в технологіях навчання.

Центральними, системостворюючими елементами при формуванні понять в технологіях навчання повинні бути дидактичні цілі. Конкретне поняття повинно формуватись не самочинно, не випадково, а детерміновано в контексті поставлених дидактичних цілей. При цьому зі всієї безлічі ознак реального об'єкту в його відображенні (поняття) увійдуть лише ті, що відповідають дидактичним цілям на тому, чи іншому кроці дидактичного процесу.

Для формування в технологіях навчання понять інженерних дисциплін пропонується узагальнена, універсальна модель репрезентації на основі семантичних ознак, яка має такий вигляд:

$$P = \{ R, S, D, H \}, \quad (5)$$

(ім'я)

де (ім'я) – слово, або словосполучення, яке означає ім'я поняття;

$R (R_1, R_2, \dots, R_l)$ – множина ієрархічних ознак, які представляють призначення та використання об'єкту (ознаки призначення);

$S (S_1, S_2, \dots, S_x)$ – множина ієрархічних ознак, які представляють структуру, склад, побудову або конструкцію об'єкту (ознаки складу);

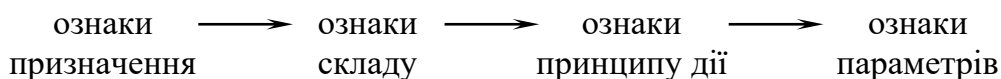
$D (D_1, D_2, \dots, D_v)$ – множина ієрархічних ознак, які представляють принципи і механізми дії та функціонування об'єкту (ознаки принципу дії);

$H (H_1, H_2, \dots, H_n)$ – множина ієрархічних ознак, які представляють параметри, характеристики та властивості об'єкту (ознаки параметрів).

Графічно ця модель представлена на рис.2.

Модель (5) містить набір множин ознак, а послідовність їх вивчення та їх кількість на кожному кроці дидактичного процесу визначається конкретними дидактичними цілями.

Наприклад, якщо потрібно сформулювати початкове поняття того, чи іншого технічного об'єкту, то послідовність вивчення окремих ознак буде такою:

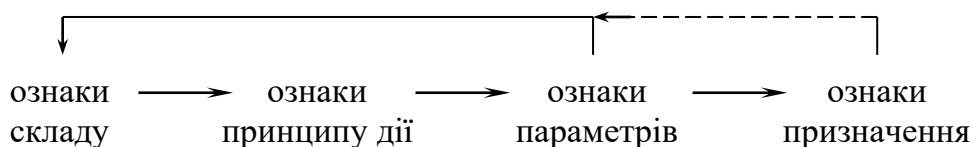


Якщо дидактичною ціллю є навчання проектуванню технічного об'єкту заданого призначення та з визначеними параметрами, то процес засвоєння ознак представляє собою таку ітераційну послідовність:



Ітераційний процес вирішення поставленої задачі закінчується тоді, коли параметри спроектованого об'єкту відповідають заданим значенням.

При проведенні студентом науково-дослідної роботи по визначенню параметрів об'єкту чи процесу, а також визначенню факторів впливу та керування цими параметрами, ітераційна послідовність засвоєння ознак буде



такою:

Штриховими лініями позначені можливі альтернативні варіанти

Наведемо приклад опису загального поняття "Хімічний реактор" за допомогою моделі (5).

$$(\text{Хімічний реактор}) = \{ R, S, D, H \}, \quad (6)$$

$$R = (R_1, R_2, R_3)$$

$$S = (S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7)$$

$$D = (D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6)$$

$$H = (H_1, H_2, H_3)$$

де R_1 = (створення і підтримка необхідних умов для проведення хімічних реакцій);

$$R_2 = (\text{забезпечення сталості та стабільності процесу});$$

$$R_3 = (\text{забезпечення умов техніки безпеки та промислової екології});$$

$$S_1 = (\text{корпус});$$

$$S_2 = (\text{пристрій змішування});$$

$$S_3 = (\text{пристрій теплообміну});$$

$$S_4 = (\text{пристрій забезпечення розташування реагентів та продуктів});$$

S_5 = (пристрій забезпечення вводу, виводу і руху реагентів та продуктів);

S_6 = (пристрій забезпечення вводу, виводу і руху допоміжних технологічних агентів);

$$S_7 = (\text{пристрої обслуговування та ремонту});$$

$$D_1 = (\text{періодичність дії});$$

$$D_2 = (\text{тепловий режим});$$

$$D_3 = (\text{спосіб організації теплообміну});$$

$$D_4 = (\text{режим руху реакційної суміші});$$

$$D_5 = (\text{склад реакційної суміші});$$

$$D_6 = (\text{засоби впливу на інтенсивність хімічної реакції});$$

$$H_1 = (\text{показники ефективності функціонування реактору});$$

H_2 = (експлуатаційні характеристики);
 H_3 = (економічні характеристики).

.

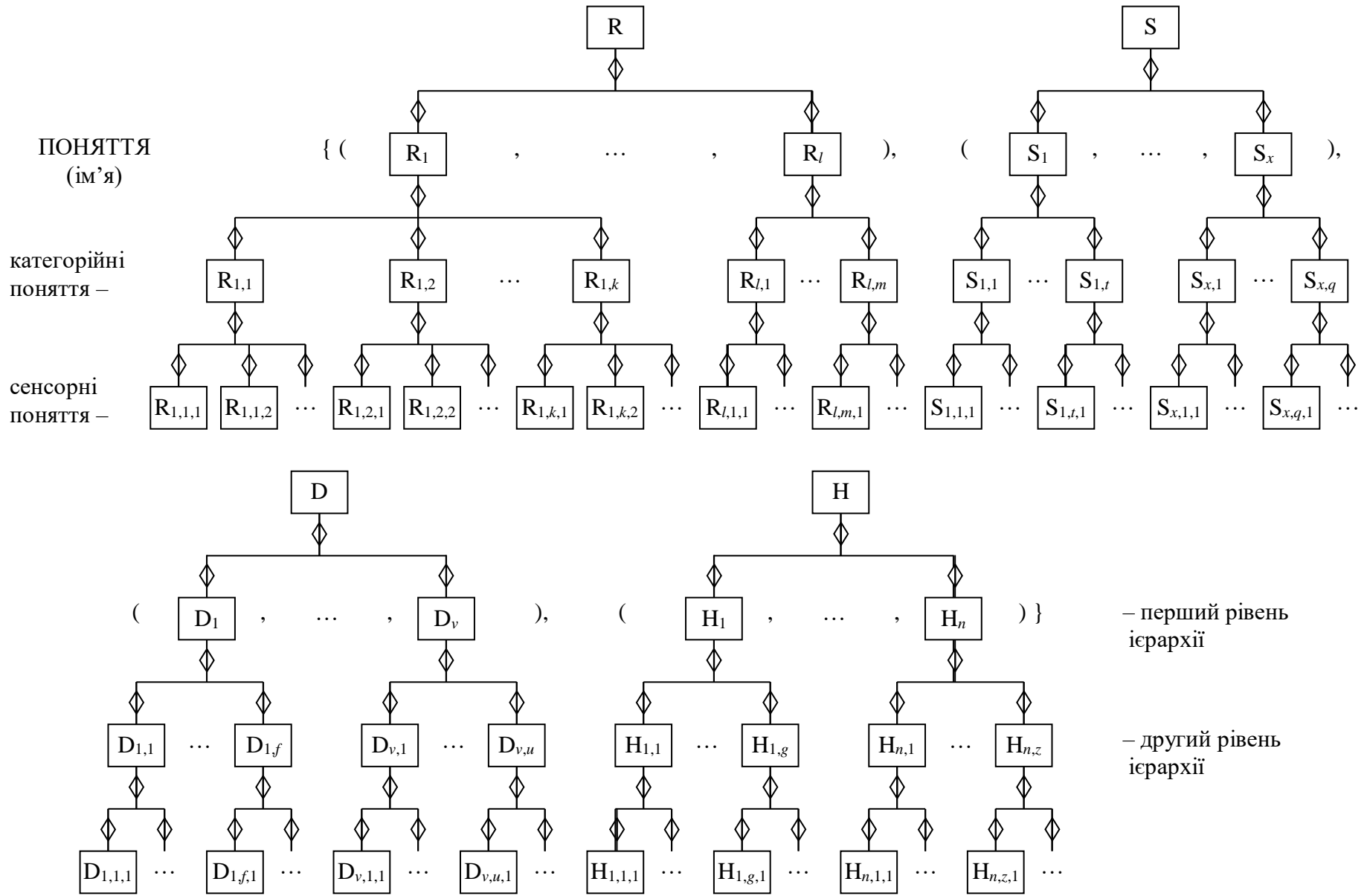


Рис. 2. Узагальнена модель представлення понять інженерних дисциплін

Елемент D_3 представляє собою множину

$$D_3 = (D_{3,1}, D_{3,2}, D_{3,3}),$$

де $D_{3,1}$ = (внутрішній теплообмін);

$D_{3,2}$ = (зовнішній теплообмін);

$D_{3,3}$ = (комбінований теплообмін).

А елемент H_1 є множиною

$$H_1 = (H_{1,1}, H_{1,2}, H_{1,3}, H_{1,4}, H_{1,5}),$$

де $H_{1,1}$ = (ступінь перетворення реагентів хімічної реакції);

$H_{1,2}$ = (вихід цільового продукту хімічної реакції);

$H_{1,3}$ = (селективність);

$H_{1,4}$ = (продуктивність);

$H_{1,5}$ = (інтенсивність).

Модель поняття "Хімічний реактор" приведена на рис.3.

Для кожного поняття, яке вивчається в тій чи іншій інженерній дисципліні, необхідно розробити свою модель, подібну моделі рис.2. Крім того, будь-яку внутрішню ознаку поняття можна представити у вигляді множини ознак (R, S, D, H). В результаті створюється ієрархічна структура понять, яка в свою чергу буде моделлю інженерної дисципліни. Рекурсивне використання однієї і тієї структури ознак (R, S, D, H) на різних рівнях ієрархії додатково свідчить про створення системи.

Семантичні відношення всередині кожної множини ознак, як правило, є відношеннями типу "множина-підмножина", "множина-елемент", "ціле-частина". Крім цих відношень в узагальненій моделі враховано також існування відношень між окремими ознаками різних множин (рис.4).

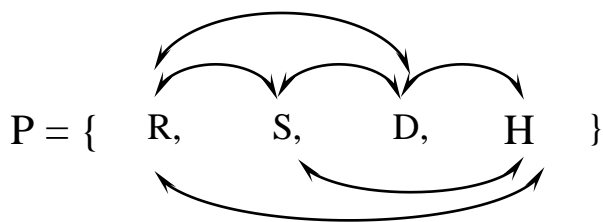


Рис. 4. Можливі семантичні відношення між ознаками різних видів множин узагальненої моделі

Частіше за все ці семантичні відношення являють собою каузальні відношення виду "причина-наслідок", "ціль-засіб", "склад-параметри", "структура-властивості" та ін. Приведені параметри дозволяють характеризувати узагальнені модель, як модель з розширеними базисами ознак і семантичних відношень між ними.

(Хімічний реактор) = { R , S , D , H }

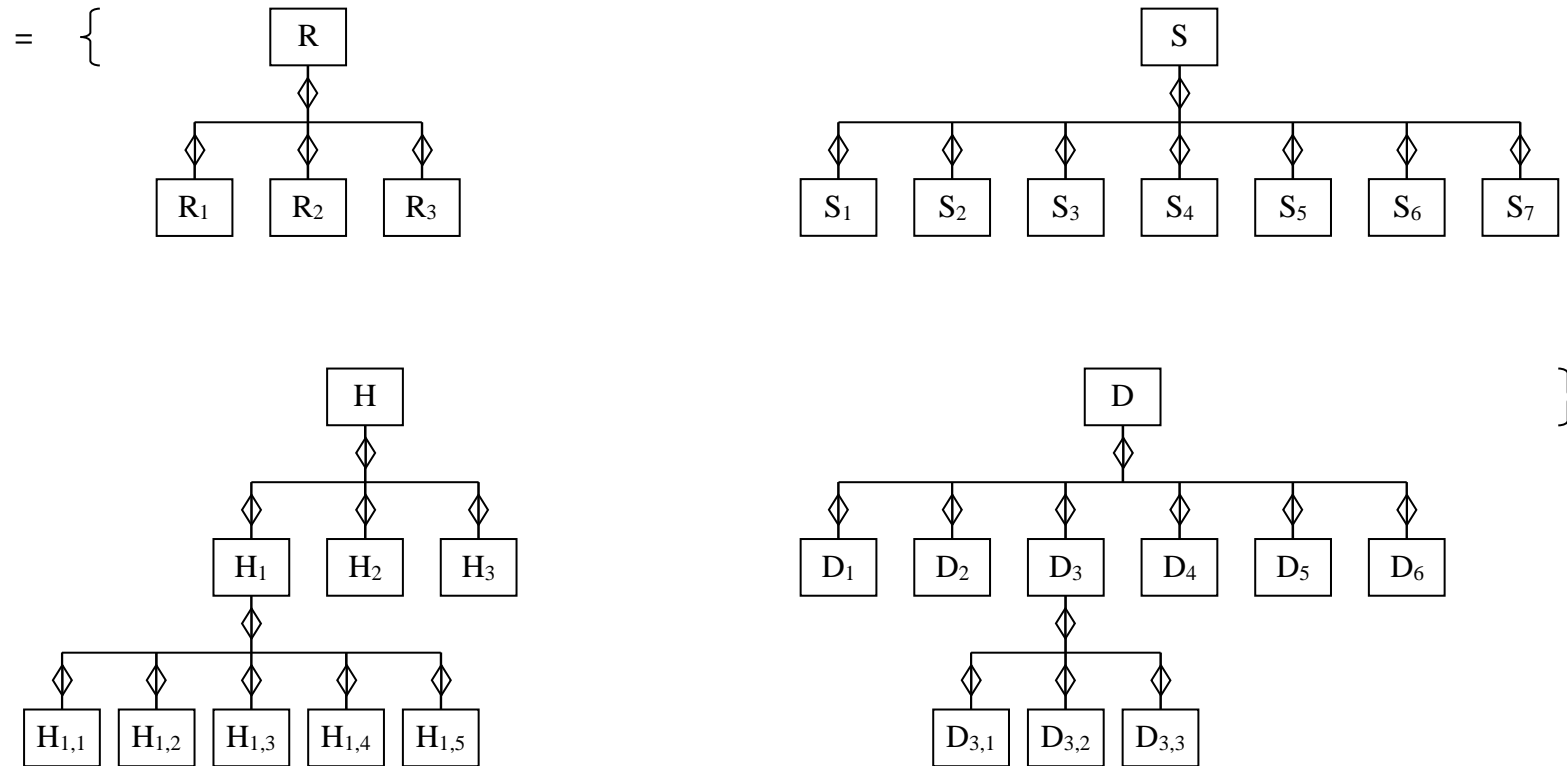


Рис. 3. Модель поняття "Хімічний реактор"

Структура розробленої моделі представлення понять інженерних дисциплін дає змогу використовувати її в технологіях навчання не тільки для представлення понять, але й для їх формування.

Розширені базиси ознак і семантичних відношень між ними, які представлені в моделі, дозволяють зробити висновок про її універсальність і можливість використання в технологіях вивчення цілого ряду як фундаментальних, так і прикладних інженерних дисциплін машинобудівельного, електротехнічного та хіміко-технологічного напрямків.

Методика розробки моделі конкретного поняття інженерної дисципліни містить такі основні етапи:

Визначення для поняття у відповідності з дидактичними цілями множини загальних ознак.

Формування з множини загальних ознак множини ознак призначення (R), складу (S), принципів дії (D), параметрів (H).

Проведення декомпозиції ознак $R_1, R_2, \dots, R_l, S_1, S_2, \dots, S_x, D_1, D_2, \dots, D_v, H_1, H_2, \dots, H_n$ по відповідним критеріям і одержання ознак другого рівня ієрархії.

Проведення, при можливості, наступних кроків декомпозиції і одержання ознак наступних рівнів ієрархії, включаючи рівень сенсорних ознак.

Визначення семантичних відношень між ознаками різних множин.

Запис моделі поняття у формі структурно-логічної схеми рис.2, або у формі множин ознак [5].

Моделі представлення та формування понять були використані в технологіях вивчення таких інженерних дисциплін, як "Інформаційні технології в галузі", "Основи хімічної технології", "Процеси та апарати хіміко-фармацевтичних виробництв", "Основи механізації та роботизації", "Методика професійного навчання" Національної фармацевтичної академії України та Української інженерно-педагогічної академії. Практичне використання моделей дозволило скоротити час формування понять при одночасному збільшенні їх об'єму.

Результати

На основі проведеного аналізу моделей репрезентації понять в пам'яті людини були вибрані такі моделі, які можуть бути об'єктивною основою для репрезентації понять інженерних дисциплін.

Розроблена узагальнена, універсальна модель представлення та формування понять, яка завдяки розширеним базисам понять і семантичних відношень між ними може бути використана в технологіях вивчення цілого ряду фундаментальних і прикладних інженерних дисциплін машинобудівельного, електротехнічного та хіміко-технологічного напрямків.

Розроблена методика створення моделей представлення та формування понять інженерних дисциплін на основі використання узагальненої моделі.

Практичне використання моделей представлення та формування понять в технологіях вивчення цілого ряду інженерних дисциплін показало їх ефективність по скороченню часу формування понять при одночасному збільшенні їх об'єму.

Література

1. Бочарова С.П. Память в процессах обучения и профессиональной деятельности. – Тернополь: Астон, 1998. – 351 с.
2. Гончаренко С.У. Интеграция научных знаний и проблема змісту освіти // Постметодика. – 1998. – № 2. – С. 2-8.
3. Гончаренко С.У., Фролова Т.М. Багаторівневе структурування і методичні особливості його застосування в навчанні фізики // Педагогіка і психологія. – 1996. – № 2. – С. 41-51.
4. Зинченко Т.П. Память в экспериментальной и когнитивной психологии. – СПб.: Питер, 2002. – 320 с.
5. Кокорева Л.В., Перевозчикова О.Л., Ющенко Е.Л. Диалоговые системы и представление знаний. – К.: Наук. думка, 1993. – 448 с.
6. Хофман И. Активная память. – М.: Прогресс, 1986. – 312 с.
7. Anderson J.R. The Architecture of Cognition. – Cambridge, M.A., Harvard, 1983. – 358 с.

*Лук'янова С.М.
Національний педагогічний університет
імені М.П.Драгоманова*

ПРО ЗВ'ЯЗОК АРИФМЕТИЧНИХ СПОСОБІВ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ТЕКСТОВИХ ЗАДАЧ ІЗ СИСТЕМАТИЧНИМ КУРСОМ АЛГЕБРИ

Під час навчання учнів розв'язуванню текстових задач за допомогою рівняння чи системи рівнянь в курсі алгебри основної школи досить часто доводиться спостерігати ситуацію, коли або протиставляються арифметичні способи і алгебраїчний метод, або про арифметичні способи зовсім не згадують. Це формує у деяких учнів враження про відірваність цих способів один від одного. Тому, починаючи розв'язувати задачі алгебраїчним методом, учні з часом зовсім забувають про арифметичні способи (неначе соромляться розв'язувати задачі по діях) і, коли не можуть розв'язати задачу алгебраїчним методом, вважають себе взагалі неспроможними знайти вихід із проблемної ситуації.