

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ АНАЛІТИЧНИХ КОМПОНЕНТІВ ТЕОРЕТИЧНОГО МИСЛЕННЯ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ХІМІЇ

Стаття присвячена проблемі розвитку аналітичних компонентів теоретичного мислення майбутніх учителів хімії. Виділяються складові теоретичного аналізу: здатність студентів до віднаходження генетично висхідного відношення „електрон в атомі”; спроможність у виявленні походження хімічних об'єктів, зв'язків, суперечностей та перетворень в них. Описана методика дослідження складових теоретичного аналізу. Представлені результати емпіричного дослідження рівня сформованості теоретичного аналізу у майбутніх учителів хімії. Отримані результати засвідчують низький рівень спроможності більшості студентів у виявленні походження хімічних об'єктів, прояв ригідності та формалізму у мисленнєвій діяльності досліджуваних.

Ключові слова: теоретичне мислення, теоретичний аналіз, генетично висхідне відношення.

Постановка проблеми.

У психологічній науці наявний значний досвід розв'язання проблеми розвитку мислення у суб'єктів учіння (С. Л. Рубінштейн, П. Я. Гальперін, В. В. Давидов, Г. С. Костюк, С. Д. Максименко, М. І. Махмутов, О. М. Матюшкін, Н. Ф. Талізїна та інші). Психолого-педагогічні дослідження (А. М. Алексюк, П. Юцявичене, С. І. Архангельський, Ю. К. Бабанський, А. А. Вербицький, В. М. Вергасов, Т. В. Габай, Р. В. Габдрєєв, П. Я. Гальперін, В. В. Давидов, Г. С. Костюк, Ю. М. Кулоткін, В. Я. Ляудіс, С. Д. Максименко, А. К. Маркова, М. І. Махмутов, О. М. Матюшкін, Л. Г. Подоляк, В. І. Юрченко, В. А. Семиченко, В. О. Сластьонін, С. Д. Смирнов, Н. Ф. Талізїна, В. О. Якунін), присвячені вивченню питань організації ефективного навчання студентів, констатують, зокрема, вплив спеціально створених умов на процес розвитку мислення у суб'єктів учіння. Однак вивченню особливостей розвитку аналітичних компонентів теоретичного мислення майбутніх учителів, зокрема, учителів хімії, присвячена незначна кількість досліджень. Відсутні методики дослідження аналітичних компонентів теоретичного мислення, які б урахували специфіку хімічного змісту. Водночас ця проблема є однією з найскладніших, а її розв'язання є необхідною передумовою ефективного вирішення питань підвищення якості підготовки майбутнього спеціаліста. Зважаючи на те, що у вищій школі поширеною є практика отримання великої кількості знань у готовому вигляді, а реалізація розвивальних цілей навчання залишається недосконалою, проблема розвитку теоретичного мислення у майбутніх учителів має підрунтя для подальшого вивчення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Поняття аналізу в психологічній літературі трактується неоднозначно. Поширеним є уявлення про аналіз, як розкладання складного цілого на елементи, що входять до його складу [16]. Інше розуміння сутності аналізу представлено у працях Л. С. Виготського і С. Л. Рубінштейна. Л. С. Виготський вважав, що процес аналізу – це розклад „складного цілого на одиниці” [3, с. 15]. С. Л. Рубінштейн наголошував на тому, що аналіз – це виявлення „внутрішніх суттєвих властивостей речей в їхньому закономірному взаємозв'язку” [19, с. 117]. Аналіз, як суттєвий компонент мисленнєвого процесу при розв'язанні задачі, вивчали С. Л. Рубінштейн та його співробітники. У працях цих вчених представлена характеристика, по-перше, елементарного аналізу, що розчленовує складний об'єкт на частини, і, по-друге, аналізу, який призводить до змістової абстракції. У межах концепції учбової діяльності аналіз розглядається поряд з рефлексією і плануванням як один з компонентів теоретичного мислення (Л. І. Аршавїна [1], А. З. Зак [7], В. Х. Магкєєв [9], В. Т. Носатов [15], В. В. Рубцов [20], С. В. Рякіна [21]).

У дослідженні [15] було показано, що теоретичний аналіз передбачає знаходження структурних, функціональних і генетичних відношень в об'єкті. Автор відзначає, що уявлення про аналіз, як розклад цілого на частини, фіксує важливий, але не єдиний для теоретичного аналізу аспект, що полягає у знаходженні тільки структурних відношень в об'єкті. На думку вченого, особливе значення має виявлення саме генетичних відношень, що характеризують принцип побудови об'єкта і є висхідними для інших відношень його елементів.

Дослідження Л. І. Аршавїної [1] показали, що ключовим фактором розвитку аналітичних компонентів теоретичного мислення є вичленовування генетичних відношень, які характеризують принцип побудови об'єктів. Засвоєння цих відношень у процесі теоретичного узагальнення є передумовою виникнення теоретичних форм аналізу. У дослідженні доведено, що способи теоретичного аналізу розвиваються в прийомі самостійної розумової діяльності, тобто забезпечують подальший розвиток процесу мислення. Дослідження Л. І. Аршавїної мало продовження в роботі інших авторів, які моделювали розвиток змістового аналізу шляхом побудови „ідеальної предметної дії, що дозволяє подумки реконструювати досліджувану предметну систему” [13, с. 138]. При цьому ідеальна дія виступає як власний закон змін об'єкта, а ідеальний об'єкт – як „механізм” (знаковий інструмент) фіксації і здійснення саме цієї дії. Зазначена ідеалізація фіксує „клітинку” досліджуваної предметної системи, моделюючи загальний принцип її становлення. Результати дослідження [11] показали, що реалізація теоретичного аналізу пов'язана з наявністю високого рівня сформованості рефлексії. У дослідженнях з дорослими В. С. Гончаровим [4] доведена провідна роль теоретичного аналізу у побудові найпродуктивнішої стратегії розв'язання задач логічної гри.

Характеризуючи психологічні особливості змістового аналізу, С. В. Рякіна [21] виділяє два його види. Перший вид змістового аналізу пов'язаний з використанням людиною задалегідь даної і відомої одиниці. Другий вид змістового аналізу пов'язаний зі знаходженням і конструюванням одиниці, яка імпліцитно міститься в цілісному об'єкті, і є невідомою для досліджуваного. Авторка описує такий склад операцій аналізу „при відомій одиниці”: 1) обстеження властивостей одиниці; 2) знаходження одиниці в об'єкті за її властивостями; 3) виділення в об'єкті повного складу одиниць; 4) контроль за виконанням дії. Дія аналізу при невідомій досліджуваному одиниці має такі операції: 1) обстеження об'єкту з метою знаходження можливої його одиниці; 2) конструювання одиниці шляхом сполучення її властивостей; 3) виділення одиниці об'єкту, корекція її якісних і кількісних характеристик; 4) виділення в об'єкті повного складу його одиниць; 5) контроль за виконанням дії.

Нами визначені такі складові теоретичного аналізу: здатність студентів до віднаходження генетично висхідного відношення „електрон в атомі” [23]; спроможність у виявленні походження хімічних об'єктів, зв'язків, суперечностей та перетворень в них.

У ході виявлення генетично висхідного відношення („клітинки”) ми враховували такі його основні характеристики: просте (найпростіше) відношення розвинутого цілого; загальне відношення, яке притаманне об'єкту на всіх етапах його розвитку і відображає у собі закон існування системи; відношення, яке відображає провідну суперечність – джерело руху і розвитку у ціле; відношення, що заключає можливість розгортати його у систему; відношення, яке є залежним від системи, яке володіє безпосереднім реальним прообразом і виступає висхідним об'єктом дослідження, стрижнем руху для суб'єкту пізнання [6]. Виділення поняття „електрон в атомі” в якості генетично висхідного відношення у нашому дослідженні стало можливим з огляду на декілька обставин:

- електрони в системі атома утворюють підсистему, яка має власну структуру, і тому електронну оболонку можна розглядати як функціональне ціле. Під час утворення хімічного зв'язку зміни виникають саме в електронній оболонці атома, що пов'язано з усуспільненням електронів. Зміни, які виникають в ядрі атома, призводять до руйнування системи цього атома, а під час змін стану електронної оболонки зберігається цілісність даного атома як системи;
- властивості, що характеризують атом як цілісну систему (заряд ядра атома, енергія іонізації, енергія спорідненості до електрона, електронегативність, радіус атома) зумовлені також характеристиками електронної оболонки атома, тобто зарядом, загальною кількістю електронів, кількістю електронів на зовнішньому енергетичному рівні;
- саме зміни стану електронної оболонки в атомах породжують багатоманітність хімічних явищ, що є предметом вивчення хімії як науки. Суперечності цього генетично висхідного відношення змістової системи виявляються на таких рівнях організації речовини, як атомарний, молекулярний, надмолекулярний та рівень макроформ хімічної організації;
- виділена психологічна одиниця (“клітинка”) зберігає властивості цілого (атома як системи).

Теоретичний аналіз певної цілісної системи здійснюється за умови актуалізації змістового абстрагування й узагальнення з метою відкриття закону становлення внутрішньої єдності цієї системи, тобто знаходження внутрішньої сутнісної основи з одночасним відволіканням від несуттєвих особливостей. У нашому дослідженні теоретичний аналіз сприяє визначенню загального принципу побудови задач з хімії і, отже, загального способу їх розв'язання. Як правило, загальний спосіб або принцип розв'язування виявляється на одній-двох задачах („з місця”), а потім він переноситься на цілий клас таких задач.

Метою нашої статті є психологічний аналіз результатів емпіричного дослідження рівня сформованості аналітичних компонентів теоретичного мислення майбутніх учителів хімії.

Методика та організація дослідження.

Для психологічної діагностики *здатності до віднаходження генетично висхідного відношення „електрон в атомі”*, як характеристики зміни стану електронної оболонки в атомі, пропонуються задачі з хімії, що орієнтовані на застосування цілого комплексу мисленневих операцій: аналізу й синтезу, конкретизації, абстрагування й узагальнення.

Задачі для діагностики здатності до віднаходження генетично висхідного відношення

I.

1. Нітроген утворює трифторид NF_3 , але молекули NF_5 не існує. Однак для Фосфору відомі обидві аналогічні сполуки PF_3 і PF_5 . Поясніть таку відмінність властивостей Нітрогену і Фосфору [17].
2. Для всіх елементів VA групи Періодичної системи, навіть Бісмуту, відомі легкі сполуки EH_3 , а елементи групи VB таких сполук не утворюють. Поясніть, чому [17].
3. Поясніть, чому, маючи однакову конфігурацію зовнішнього енергетичного рівня, атоми а) Нітрогену і Фосфору, б) Оксигену і Сульфуру, в) Флуору і Хлору відрізняються між собою за валентними можливостями [22].
4. Поясніть, чому Бор, Нітроген і Скандій, що мають різні електронні конфігурації атомів, характеризуються однаковими валентними можливостями [22].
5. Установіть хімічну природу Флуора, використовуючи відомості про будову зовнішнього енергетичного рівня.
6. Визначте, які окисно-відновні властивості проявляє елемент, що має електронну конфігурацію $3s^23p^4$.

II.

1. Чим пояснити різний характер зміни величин атомних радіусів в різних підгрупах Періодичної системи? Порівняйте зміну атомних радіусів *s*- і *d*-елементів I групи, *p*- і *d*-елементів III групи; *p*- і *d*-елементів IV групи [22].
2. Поясніть закономірність зміни іонних радіусів *d*-елементів IV періоду [22].
3. Поясніть закономірність зміни атомних радіусів *d*-елементів V і VI періодів певної підгрупи [22].
4. Поясніть, чим зумовлена близькість величин першої енергії іонізації атомів Феруму, Кобальту і Ніколу, які мають різну електронну конфігурацію [22].
5. Поясніть, чому властивості елементів Ніобію і Танталу майже однакові і, навпаки, різко відрізняються від властивостей Ванадію [17].
6. Як можна пояснити, що сполуки Цирконію і Гафнію дуже подібні за властивостями і тому розділення суміші сполук цих елементів – одна з найскладніших проблем хімічної технології [2]?

III.

1. Поясніть, чому аміак і нітроген трифторид, які мають однакову пірамідальну форму і містять атоми елементів з приблизно однаковою відмінністю за електронегативністю, суттєво відрізняються за величинами дипольних моментів: $\mu_{\text{NH}_3}=1,5\text{D}$; $\mu_{\text{NF}_3}=0,2\text{D}$ [22].
2. У якого з катіонів — NH_4^+ чи N_2H_5^+ — сильніші відновні властивості? Поясніть відповідь [17].
3. Поясніть подібність хімічних властивостей амоніаку і води [17].
4. Чим пояснити, що кути між зв'язками в молекулах CH_4 ($109,5^\circ$), NH_3 ($107,3^\circ$) і H_2O ($104,5^\circ$) не однакові, хоча валентні орбіталі атомів перебувають у стані sp^3 -гібридизації [18] ?
5. Поясніть, чому молекула H_2O — кутова, а молекула CO_2 — лінійна [2].
6. Чому молекула BF_3 має форму плоского трикутника, а PF_3 — тригональної піраміди?

IV.

1. Як змінюється розчинність сполук в ряду:
 AgF , AgCl , AgBr , AgI . Дайте обґрунтовану відповідь.
2. Як змінюється інтенсивність забарвлення в ряду:
 AgF , AgCl , AgBr , AgI . Поясніть відповідь.
3. Як змінюється температура термічної дисоціації в ряду сполук:
 BeCO_3 , MgCO_3 , CaCO_3 , SrCO_3 . Дайте обґрунтовану відповідь.
4. Поясніть, чому AuCl_3 стійкий за звичайних умов, а AuI_3 нестійкий [14].
5. Поясніть, чому температура плавлення CuCl (430°C) більш низька порівняно з NaCl (801°C), незважаючи на те, що радіуси іонів Na^+ і Cu^+ однакові ($0,098$ нм) [14].
6. Чому у водному розчині CaCl_2 практично повністю дисоціює на іони, а HgCl_2 — не дисоціює [14].
7. Чому температура плавлення кальцій хлориду 770°C , а температура плавлення кадмій хлориду 560°C , хоча іонні радіуси Ca^{2+} і Cd^{2+} близькі ($0,104$ і $0,099$ нм відповідно) [14].

Наведені діагностичні задачі задовольняють вимогам, сформульованим А. З. Заком [7]: по-перше, досліджуваному пропонується для розв'язання не одна, а декілька задач одного класу, зовнішні особливості умов яких чітко відрізняються; по-друге, задачі належать різним підкласам певного класу; по-третє, пропонується такий клас задач, який дозволяє розробити задачі не двох, а декількох підкласів. Отже, критерієм здійснення теоретичного мислення за допомогою аналітичного способу є можливість успішного розв'язання за обмежений час задач одного класу, які значно відрізняються за зовнішніми особливостями умов.

Для нашого дослідження важливим є з'ясування рівня здатності до теоретичних пояснень хімічних явищ, зважаючи на те, що, вчені [8, 12] основну функцію теоретичного пізнання вбачають саме у сутнісному розумінні явищ. Спираючись на класифікацію теоретичного пояснення, запроповану І. І. Льясовим [8], ми сконструювали чотири серії, які включають задачі, що у процесі розв'язання спрямовані на знаходження генетично висхідного відношення та його структурних компонентів. Розв'язання цих задач вимагає переважно сутнісно-структурних і структурно-функціональних пояснень. При конструюванні діагностичних задач ми враховували, що сутнісно-структурні пояснення передбачають:

- емпіричне або гіпотетичне розчленування (конкретизацію) предмета, явища, певні особливості якого мають бути зрозумілими і поясненими, тобто розкладеними на складові компоненти, „одиниці”, елементи;
- встановлення властивостей і ознак складових предмету чи явища, елементів, компонентів за допомогою мисленнєвої операції аналізу. Емпіричне або гіпотетичне, але обов'язково аналітичне встановлення відношень і зв'язків між виділеними частинами, елементами, компонентами;
- пояснення певних властивостей явища чи предмета шляхом їх узагальнення, або виведення в якості наслідків із раніше встановлених особливостей складу і структури предмета.

Функціональні пояснення, в свою чергу, передбачають:

- встановлення емпіричних або гіпотетичних зв'язків предмета чи явища, певні особливості якого мають бути пояснені, з іншими предметами, явищами або об'єктами, (що здійснюється мисленнєвими операціями порівняння, аналізу й синтезу);
- встановлення взаємних впливів предметів, явищ (конкретизація, порівняння);

- пояснення певних особливостей предметів і явищ через їх місце, роль, функцію у зовнішній системі, компонентами якої вони є (абстрагування й узагальнення).

Як стверджує І. І. Ільясов [8], пояснення явищ включає дві основні процедури: пошук пояснювальних принципів (пошук сутності, причин, підґрунтя) і виведення вихідних явищ із знайдених принципів (дедукція, сходження до конкретного). Так, у першій серії розв'язання задач передбачається пояснення хімічних властивостей сполук, виходячи з електронної будови зовнішнього енергетичного рівня (знання про принципи заповнення електронних оболонок атомів хімічних елементів). Єдине пояснювальне підґрунтя характерне і для розв'язання задач другої серії. Пояснення характеру зміни величин атомних радіусів (задача № 1), енергій іонізації атомів (задача № 2), хімічних властивостей елементів (задачі № 3, № 4) здійснюється на основі знань про ефекти *d*- і *f*-стиснення. Ефект *d*-стиснення (*f*-стиснення) пояснюється тим, що в атомах *d*-елементів (*f*-елементів) число енергетичних рівнів однакове, із збільшенням заряду ядра посилюється притягання електронів до ядра, внаслідок чого радіуси іонів зменшуються. Розуміння цих властивостей вимагає конкретних знань, вміння їх порівнювати та узагальнювати.

Пояснювальним підґрунтям при розв'язанні задач третьої серії є наявність неподіленої електронної пари на валентних орбіталях центрального атома (як результат абстрагування). Згідно з концепцією відштовхування валентних електронних пар [18], запропонованою Сіджвіком і Пауелом (1940) і удосконаленою Гіллеспі та Найхолмом (1957), просторова напрямленість зв'язків атома в молекулі залежить, насамперед, від загального числа неподілених (незв'язувальних) і поділених (зв'язувальних) пар електронів на валентних орбіталях. При цьому найстійкіше взаємне розміщення цих електронних пар в уявленні людини відповідає найслабшому відштовхуванню між ними, тобто максимальній віддаленості їх одна від одної. Простір, який займають орбіталі зі зв'язуючими та незв'язуючими електронними парами, неоднаковий. Наявність неподіленої електронної пари центрального атома призводить до деформації ідеальної структури. Ці ж міркування придатні для визначення відносного значення валентних кутів у ізоелектронному ряді молекул CH_4 , NH_3 , H_2O з однаковим стеричним числом ($\text{CЧ}=4$) (задача № 4). Зменшення валентного кута в молекулах CH_4 , NH_3 , H_2O пояснюється збільшенням числа неподілених електронних пар центрального атома. Єдине пояснювальне підґрунтя, характерне для розв'язання всіх задач третьої серії, незважаючи на те, що зовнішні умови задач відрізняються, підтримується аналітико-синтетичним абстрагуванням. Загалом розв'язування задач цієї серії передбачає: пояснення просторових структур молекул на основі концепції відштовхування валентних електронних пар та теорії гібридизації (задача № 5); пояснення окисно-відновних властивостей (задача № 2); кислотно-основних властивостей (задача № 3); величин дипольних моментів (задача № 1); кутів між зв'язками в молекулах (задача № 4).

Розв'язання задач IV серії вимагає пояснення властивостей сполук, виходячи з явища поляризації, а саме: пояснення зміни розчинності сполук (задача № 1), зміни інтенсивності забарвлення (задача № 2), температури термічної дисоціації (задача № 3), стійкості сполуки за звичайних умов (задача № 4), температури плавлення (задачі № 5, № 7), здатності дисоціювати на іони у водному розчині (задача № 6). Тут залучаються аналітико-синтетичні операції мислення інтегровано за підтримки процесів узагальнення та абстрагування.

Правильне розв'язання кожної задачі оцінюється максимально у 2 бали.

За результатами дослідження показники рівнів сформованості здатності студентів віднаходити генетично висхідне відношення „електрон в атомі”, як характеристику зміни стану електронної оболонки в атомі, розподілилися таким чином:

високий рівень (3): здатність до успішного віднаходження генетично висхідного відношення на основі глибокого самостійного аналізу сутнісних властивостей і відношень одного хімічного об'єкта (або двох) без порівняння його з іншими; вміння правильно визначати пояснювальне підґрунтя при розв'язанні 1–2 задач, а потім „з місця” розв'язувати всі задачі (48 – 33 балів);

середній рівень (2): здатність тільки в окремих задачах правильно знаходити генетично висхідне відношення переважно шляхом порівняння й аналізу ознак, встановленням їх ієрархії, оцінкою їх значущості, що відбувається, як правило, за допомогою викладача; недостатньо сформоване вміння розрізняти суттєві й несуттєві ознаки понять (32 – 17 балів);

низький рівень (1): невміння самостійно висувати гіпотези, відрізняти гіпотези від фактів, знаходити пояснювальне підґрунтя при розв'язанні задач, коли кожна з цих задач розглядається як абсолютно нова (16 – 0 балів).

Для дослідження здатності студентів виявляти походження хімічних об'єктів, зв'язків, суперечностей та перетворень в них пропонуються дві серії задач з хімії. Перша серія – задачі, що передбачають опис властивостей хімічних елементів та їх сполук. Задачі цієї серії спрямовані на актуалізацію мисленневих операцій конкретизації і порівняння. Друга серія – задачі на знаходження формули речовини за описом її властивостей, для розв'язання яких потрібно на основі генетично висхідного відношення встановити формулу речовини, якщо відомі її властивості (операції синтезу, абстрагування й узагальнення).

Задачі для діагностики здатності студентів виявляти походження хімічних об'єктів, зв'язків, суперечностей та перетворень в них

I.

1. Опишіть властивості хімічного елемента та його найважливіших сполук, якщо заряд ядра атома становить +25.

2. Опишіть властивості хімічного елемента та його найважливіших сполук, якщо заряд ядра атома становить +50.
3. Опишіть властивості хімічного елемента та його найважливіших сполук, якщо заряд ядра атома становить +16.

II. 1. У „Посібнику з відкриття отрут” (Ф. Отто, 1867 р.) говориться, що у злочинних цілях часто використовують білий миш’як – речовину білого кольору без запаху і смаку. Якщо під час судової експертизи знаходять крихти речовини, подібної до білого миш’яку, то на підтвердження цього виконують декілька дослідів:

- 1). Кладуть крупинку в скляну трубку, поряд – кусочок вугілля, запалюють трубку з обох кінців і нагрівають кінець із крупинкою. Спостерігають у холодній частині трубки утворення чорного блискучого нальоту.
- 2). До підігрітого водного розчину крупинки додають декілька крапель аргентум нітрату і по краплях – водний розчин амоніаку. Спостерігають утворення жовтого осаду.
- 3). Крупинку розчиняють у надлишку хлоридної кислоти й додають розчин натрій сульфід, випадає жовтий осад.
- 4). Крупинку нагрівають із нітратною кислотою, відганяють надлишок останньої, додають розчин аргентум нітрату, декілька крапель водного розчину амоніаку, спостерігають осад ... кольору.
- 5). Дослід проводять так само, як дослід 4, але замість розчину аргентум нітрату додають розчини магній сульфату та амоній хлориду. Спостерігають ...

Наведіть формулу білого миш’яку. Заповніть пропуски в тексті. Складіть рівняння описаних реакцій, зазначаючи, яку роль відіграє кожний реактив [17].

При розв’язанні цих задач пояснюється процес виникнення, формування і розвитку хімічного об’єкта, тобто використовується генетичне пояснення, один із можливих варіантів побудови якого, за даними проведеного дослідження [12] такий:

- спочатку емпірично встановлюються етапи, стадії, періоди, рівні якого-небудь процесу, що розрізняються між собою (застосування конкретизації й порівняння);
- гіпотетично передбачається єдине підґрунтя (причина), що лежить в основі встановлення якісних відмінностей етапів, стадій. Таким підґрунтям може бути досить складне гіпотетичне структурно-функціональне утворення (як результат мисленнєвої операції синтезу).

У наведених задачах в ролі такого підґрунтя (причини) виступає „електрон в атомі”, як характеристика зміни стану електронної оболонки в атомі, з якого виводяться всі інші часткові характеристики хімічного об’єкта. За твердженням автора [12], пояснення може бути побудоване шляхом встановлення внутрішніх чи зовнішніх законів (застосування аналізу і синтезу, як мисленнєвих операцій), відповідно до яких з’ясовується: ускладнення чи розвиток протягом часу внутрішньої структури даного явища; зміна протягом часу або ускладнення його функціональних зв’язків (екстраполяція й узагальнення).

Правильне розв’язання кожної задачі оцінюється максимально у 5 балів.

За результатами дослідження показники рівнів сформованості здатності студентів виявляти походження хімічних об’єктів, зв’язків, суперечностей та перетворень в них розподілилися таким чином:

високий рівень (3): високий рівень аналітико-синтетичної здатності виявляти походження хімічних об’єктів, зв’язків, суперечностей та перетворень; вміння правильно знаходити генетично висхідне відношення, на основі якого виводити всі часткові характеристики, пояснюючи хімічні властивості елемента та його сполук (20 – 16 балів);

середній рівень (2): недостатньо сформоване вміння обґрунтовувати і пояснювати емпіричні факти, виходячи з теоретичних знань (15 – 7 балів);

низький рівень (1): невміння пояснювати властивості хімічного елемента, виходячи з „клітинки”, генетично висхідного відношення, демонстрація окремих розрізнених знань стосовно властивостей хімічного елемента (6 – 0 балів).

Для з’ясування рівня сформованості аналітичних компонентів теоретичного мислення майбутніх учителів хімії було проведено емпіричне дослідження з залученням студентів I – II курсів хіміко-біологічного факультету Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка у кількості 214 осіб.

Аналіз результатів.

Рівень розвитку аналітичних компонентів теоретичного мислення оцінювався залежно від ступеня сформованості його структурних компонентів, а саме: *здатності до віднаходження генетично висхідного відношення „електрон в атомі”, як характеристики зміни стану електронної оболонки в атомі; спроможності у виявленні походження хімічних об’єктів, зв’язків, суперечностей та перетворень в них* (див. табл. 1).

Розподіл майбутніх учителів хімії за рівнями розвитку аналітичних компонентів теоретичного мислення

Зміст аналітичних компонентів теоретичного мислення	Рівні розвитку аналітичних компонентів теоретичного мислення (кількість досліджуваних, у %)		
	Низький	Середній	Високий
Здатність до віднаходження генетично висхідного відношення „електрон в атомі”, як характеристики зміни стану електронної оболонки в атомі	43,5	48,1	8,4
Спроможність у виявленні походження хімічних об’єктів, зв’язків, суперечностей та перетворень в них	49,5	40,2	10,3

Із табл. 1 видно, що здатність до віднаходження генетично висхідного відношення „електрон в атомі”, як характеристики зміни стану електронної оболонки в атомі, сформована у майбутніх учителів переважно на середньому рівні (48,1 %). Варто відзначити, що значна частина досліджуваних має низький рівень сформованості цієї здатності (43,5 %) і тільки невелика частина – високий (8,4 %). Більшість досліджуваних виявила здатність тільки в окремих задачах правильно знаходити генетично висхідне відношення переважно шляхом порівняння й аналізу різних ознак хімічних об’єктів, встановленням їх ієрархії, оцінкою їх значущості, що відбувалося, як правило, за допомогою викладача. При цьому студенти демонстрували недостатньо сформоване вміння розрізняти суттєві й несуттєві ознаки понять (особливості будови атома, хімічні і фізичні властивості елементів та їх сполук, тощо). Якісний аналіз результатів розв’язання діагностичних задач показав, що більш успішно досліджувані здійснили віднаходження пояснювального підґрунтя при розв’язанні задач першої серії. Використовуючи знання про принципи заповнення електронних оболонок атомів хімічних елементів, студенти правильно пояснювали хімічні властивості (окисно-відновні, кислотно-основні), виходячи з електронної будови зовнішнього енергетичного рівня. Більше помилок було зроблено у ході пошуку пояснювальних принципів при розв’язанні задач другої та третьої серій. Зважаючи на творчий характер самого процесу пошуку, варто підкреслити і значущість знань про особливості заповнення атомних орбіталей електронами, вміння характеризувати стан електрона за квантовими числами, роль сформованих алгоритмів побудови електронних формул атомів хімічних елементів. Потрібно зазначити, що значна частина досліджуваних (42,0 %) так і не змогла правильно віднайти пояснювальний принцип у ході розв’язання задач другої та третьої серії, хоча у більшості випадків досліджувані правильно наводили електронні формули хімічних елементів, вказували тип гібридизації тощо.

За показником здатності до виявлення походження хімічних об’єктів, зв’язків, суперечностей та перетворень в них результати розподілилися таким чином: найбільша кількість досліджуваних має низький рівень сформованості цієї здатності (49,5 %); середній рівень розвитку цієї здатності виявлено у 40,2 % досліджуваних, і тільки 10,3 % майбутніх учителів хімії мають високий рівень сформованості аналітико-синтетичної здатності виявляти походження хімічних об’єктів, зв’язків, суперечностей та перетворень; вміння правильно знаходити генетично висхідне відношення. Результати дослідження дозволяють відзначити деякі особливості мисленнєвої діяльності студентів з низьким рівнем сформованості цієї здатності: формалізм, ригідність, орієнтування на формування навичок у процесі навчання. Формальний характер знань таких досліджуваних проявляється в тому, що вони, як, правило, правильно відтворюючи визначення хімічних понять та формулювання основних хімічних законів, не вміють пояснювати емпіричні факти, виходячи з теоретичних знань, знаходити пояснювальне підґрунтя та обґрунтовувати його, самостійно висувати гіпотези стосовно походження хімічних об’єктів.

Висновки. У більшості досліджуваних виявлено середній рівень розвитку здатності до віднаходження генетично висхідного відношення „електрон в атомі”, що здійснюється переважно шляхом порівняння й аналізу різних ознак хімічних об’єктів, встановленням їх ієрархії, оцінкою їх значущості.

Більшість майбутніх учителів хімії має низький рівень сформованості аналітико-синтетичної здатності виявляти походження хімічних об’єктів, проявляє ригідність та формалізм у мисленнєвій діяльності, що може негативно вплинути на успішність розв’язування завдань майбутньої професійної діяльності.

Перспективу подальших досліджень ми вбачаємо у дослідженні інших складових теоретичного мислення та у використанні технологій формування теоретичного ставлення до хімічних об’єктів у процесі навчання майбутніх учителів.

Використані джерела

1. Аршавина Л. И. Развитие аналитических компонентов мышления младших школьников // Психолого-педагогические аспекты учебного процесса в школе [под ред. С. Д. Максименко] / Л. И. Аршавина. — К. : Рад. школа, 1983. — С. 77—97.

2. Ахметов Н. С. Актуальные вопросы курса неорганической химии : [кн. для учителя] / Наиль Сибгатович Ахметов. — М. : Просвещение, 1991. — 224 с.
3. Выготский Л. С. Собрание сочинений: в 6 т. / Л. С. Выготский. — М. : Педагогика, 1982— . — Т. 2 : Проблемы общей психологии / под ред. В. В. Давыдова. — М. : Педагогика, 1982. — 504 с. — (Акад. пед. наук СССР).
4. Гончаров В. С. Зависимость стратегии поиска решения от типа мышления / В. С. Гончаров // Вопросы психологии. — 1981. — № 4. — С. 132—136.
5. Давыдов В. В. Виды обобщения в обучении (логико-психологические проблемы построения учебных предметов) / Василий Васильевич Давыдов. — М. : Педагогика, 1972. — 424 с.
6. Диалектика научного познания: Очерк диалектической логики : [ред. Войшвилло Е. К. и др.]. — М. : Наука, 1978. — 479 с.
7. Зак А. З. Развитие теоретического мышления у младших школьников / А. З. Зак. — М. : Педагогика, 1984. — 152 с.
8. Ильясов И. И. Структура процесса учения / И. И. Ильясов. — М. : Изд-во Московского ун-та, 1986. — 200 с.
9. Магкаев В. Х. Экспериментальное изучение планирующей функции мышления в младшем школьном возрасте / В. Х. Магкаев // Вопросы психологии. — 1974. — № 5. — С. 98—106.
10. Максименко С. Д. Генетическая психология (методологическая рефлексия проблем развития в психологии) / Сергей Дмитриевич Максименко. — М. : Рефл-бук, К. : Ваклер, 2000. — 320 с.
11. Максимов Л. К. Зависимость развития математического мышления школьников от характера обучения / Л. К. Максимов // Вопросы психологии. — 1979. — № 2. — С. 57—65.
12. Маланов С. В. К вопросу о составе и структуре теоретического мышления / С. В. Маланов // Мир психологии. — 2001, № 1 (25). — С. 145—155.
13. Медведев А. М. Исследование теоретического анализа у школьников / А. М. Медведев, П. Г. Нежнов // Вопросы психологии. — 1989. — № 5. — С. 137—143.
14. Недилько С. А. Общая и неорганическая химия : сборник задач / С. А. Недилько, П. П. Попель. — К. : Выща шк. Головное изд-во, 1988. — 256 с.
15. Носатов В. Т. Психологическая характеристика анализа как основы теоретического обобщения / В. Т. Носатов // Вопросы психологии. — 1978. — № 4. — С. 46—54.
16. Общая психология : учеб. для студентов пед. ин-тов / [Петровский А. В., Брушлинский А. В., Зинченко В. П. и др.]; под ред. А. В. Петровского. — [3-е изд., перераб. и доп.]. — М. : Просвещение, 1986. — 464 с.
17. Олімпіади з хімії : збірник задач всеукраїнських, обласних, районних олімпіад з розв'язаннями, вказівками, відповідями / [Кочерга І. І., Холін Ю. В., Слета Л. О. та ін.]. — Харків : Веста : Видавництво „Ранок”, 2004. — 384 с.
18. Основи загальної хімії : [підручник] / В. С. Телегус, О. І. Бодак, О. С. Заречнюк, В. В. Кінжибало. — Львів : Світ, 2000. — 424 с.
19. Рубинштейн С. Л. Бытие и сознание. О месте психического во всеобщей взаимосвязи явлений материального мира / Сергей Леонидович Рубинштейн. — М. : АН СССР, 1957. — 328 с.
20. Рубцов В. В. Психологические основы исследования совместных учебных действий у детей (к вопросу о рефлексивных механизмах происхождения учебно-познавательного действия) // Проблемы рефлексии. Современные комплексные исследования / В. В. Рубцов. — Новосибирск : Наука, 1987. — С. 76—84.
21. Рякина С. В. Психологические особенности содержательного анализа у младших школьников / С. В. Рякина // Вопросы психологии. — 1986. — № 6. — С. 118—123.
22. Свиридов В. В. Задачи, вопросы и упражнения по общей и неорганической химии : учеб. пособие [для хим. спец. вузов] / Свиридов В. В., Попкович Г. А., Васильева Г. И. — [2-е изд., перераб.] — Минск : Изд-во БГУ, 1982. — 352 с.
23. Системно-структурный подход к построению курса химии / [под ред. Е. М. Соколовской и Н. Ф. Тальзиной]. — М. : Изд-во Московского ун-та, 1983. — 174 с.

Bilous O.V.

FEATURES OF ANALYTICAL COMPONENTS OF THEORETICAL THINKING DEVELOPMENT OF FUTURE CHEMISTRY TEACHERS

The article is devoted to the problem of the analytical components of the theoretical thinking development of future chemistry teachers. The components of theoretical analysis: students' ability to find genetically rising ratio of "electron in an atom", the ability to identify the origin of chemical objects, relations, contradictions and changes in them are defined. The methods of studying of the theoretical analysis components are described. The results of the empirical study of the formation level of future chemistry teachers theoretical analysis are shown. The results indicate a low level of most students' ability to identify the origin of chemical objects, display of rigidity and formalism in the mental activity study of those who were studied.

Key words: *theoretical thinking, theoretical analysis, genetically rising ratio.*