УДК 371.13:54(07)

Грабовий Андрій Кирилович
кандидат педагогічних наук, доцент
доцент кафедри хімії та наноматеріалознавства Навчально-наукового інституту природничих наук
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, м. Черкаси
graboviy_ak@ukr.net

ФОРМУВАННЯ МЕТОДОЛОГІЧНИХ ЗНАНЬ З ХІМІЇ УЧНІВ ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

Анотація. У дослідженні розглядаються теоретико-методичні засади формування методологічних знань з хімії учнів загальноосвітніх навчальних закладів. Виокремлено компоненти змісту методологічних знань з хімії учнів загальноосвітніх навчальних закладів: знаннєвий, діяльнісний, ціннісний. Схарактеризовано знаннєвий компонент методологічних знань: наука, спостереження, опис, хімічна мова, класифікація, експеримент, гіпотеза, закон, теорія. Показано, що провідним засобом формування методологічних знань учнів є хімічний експеримент.

Ключові слова: хімія; загальноосвітні навчальні заклади; методологічні знання; навчальний хімічний експеримент; компоненти методологічних знань з хімії.

Постановка проблеми. Зміни, що відбуваються в сучасній освіті, пов’язані з її гуманітаризацією, а відповідно з новими завданнями, які виникли перед школою. До них відносять виховання творчої особистості, соціально-адаптованої та готової до найрізноманітніших викликів життя. А це в свою чергу потребує ознайомлення учнів з діяльністю, яка призводить до здобуття нового наукового знання, ознайомлення з методами науки, а також з формами, в яких виражається це знання. Хімія як теоретико-експериментальна наука сприяє реалізації зазначених завдань. З огляду на це актуальності набуває проблема формування в учнів загальноосвітніх навчальних закладів методологічних знань.

Аналіз актуальних досліджень. Необхідність включення в зміст освіти методологічних знань обґрунтовано в дидактиці В. В. Краєвським та І. Я. Лернером [9]. В методиці навчання хімії методологія шкільного курсу хімії висвітлюється в працях Л. П. Величко, О. С. Зайцева, І. М. Кузнецової, О. О. Макарені, В. Л. Обухова, С. Г. Шаповаленка та інших. Дослідники розглядали методологічні основи побудови шкільного курсу хімії, принципи відбору методологічних знань для шкільного курсу хімії. Водночас методична реалізація зазначених питань, як

зазначає Л. П. Величко, «все ще перебуває на периферії як методичної науки, так і реального навчального процесу» [2, 8]. Все це мотивує необхідність подальших досліджень проблеми формування методологічних знань з хімії учнів загальноосвітніх навчальних закладів в умовах модернізації шкільної хімічної освіти.

Мета дослідження полягає у висвітленні теоретико-методичних засад формування методологічних знань з хімії учнів загальноосвітніх навчальних закладів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Одним з напрямів оновлення шкільної хімічної освіти є посилення методологічної складової змісту шкільного курсу хімії, формування методологічних знань. Методологічні знання – це знання про загальнонаукові методи пізнання і методи одержання наукових знань з хімії. Методологічні знання частково охоплюються і зв’язують між собою філософські та логічні знання, систему науки в цілому та її галузей, процес та принципи пізнання, історичні закономірності [5, 55]. Методи пізнання в хімії мають статус змістової лінії компоненти галузі «Природознавство» в Державному стандарті базової і повної середньої освіти.

В результаті наукового пошуку нами виокремлено компоненти змісту методологічних знань з хімії учнів загальноосвітніх навчальних закладів (рівень стандарту): знаннєвий, діяльнісний, ціннісний. Знаннєвий компонент включає знання: наука, хімічна мова, спостереження, експеримент, опис, класифікація, гіпотеза, закон, теорія, моделювання. Діяльнісний компонент представлений такими лабораторними дослідами, як ознайомлення з фізичними властивостями речовин, проведення хімічних реакцій, розв’язування експериментальних задач, ідентифікація речовин за певними ознаками, складання молекул вуглеводнів тощо. ціннісний компонент передбачає судження учнів про роль хімічної науки, експерименту, теорії у суспільному господарстві, побуті, охороні здоров’я тощо.

Розглянемо методичні аспекти окресленої проблеми.

Уявлення учнів про хімію як науку, про її завдання та значення формуються, розвиваються, поглиблюються й узагальнюються протягом усього навчального

курсу, від 7-го по 11-й клас.

Формування поняття *наука* необхідно розпочати з перших уроків хімії у 7 класі, давши спочатку його узагальнене визначення. Наука – сукупність знань про закономірності розвитку природи і суспільства. Зазначається, що окремі науки стосується окремих знань з певної галузі знань, зокрема з хімії. При цьому вчитель залучає життєвий досвід учнів і ті фрагментарні відомості з хімії, яких вони набули під час вивчення природознавства, біології, фізики у попередніх класах. З метою конкретизації одержаних відомостей учитель демонструє досліди: 1) взаємодія натрій гідрогенкарбонату з розчином оцтової кислоти; 2) утворення амоній хлориду («дим без вогню»); 3) зміна забарвлення індикаторів у різному середовищі [8, 9; 4, 105-106]. Робиться висновок, що хімія – наука про речовини та їх перетворення.

В темі «Початкові хімічні поняття» одночасно з початковими поняттями учні засвоюють основи хімічної мови, що є засобом вираження наукових знань з хімії. Символи хімічних елементів, хімічні формули, хімічні рівняння, назви елементів, сполук, процесів, різні інші терміни – усе це в сукупності становить *хімічну мову* [7, 79].

В шкільному курсі хімії хімічна мова сама спочатку є предметом вивчення. Але пізніше як тільки вона засвоюється учнями, то стає важливим засобом і методом навчання.

Практика переконує, що якщо давати хімічну мову в поєднанні з хімічним експериментом, то учні свідоміше її засвоюють. Ось чому з перших уроків необхідно організувати роботу учнів з роздавальним матеріалом, проводити демонстраційні та лабораторні досліди, щоб створювати в учнів образи речовин і реакцій і при цьому показувати значення формул, назв речовин у вивченні хімії. Так, формуючи вміння складати хімічні рівняння, якщо відомі назви сполук, вчитель може продемонструвати прожарювання мідної дротини та горіння магнію. При цьому учням можна запропонувати наступні схеми:

мідь + кисень → купрум(II) оксид,

магній + кисень → магній оксид,

які вони перетворюють у рівняння хімічних реакцій: $2Cu + O_2 = 2CuO$;

$2Mg + O_2 = 2MgO$.

Під час вивчення теми «Як вивчають хімічні сполуки і явища. Спостереження й експеримент у хімії» [8, 10] вчитель формує такі методологічні знання: спостереження, експеримент, опис. Зазначається, що у науковому дослідженні дуже важливим є *спостереження*. Дається визначення спостереженню як цілеспрямоване, спеціально організоване сприймання предметів і явищ об'єктивної дійсності, метод наукового пізнання [3, 318]. Спостереження спирається передусім на роботі органів чуттів (зору, слуху, нюху, дотику тощо). При цьому вчитель демонструє хімічні реакції, що супроводжується різними ефектами [4, 106-108]. В результаті спостереження за дослідами учні виокремлюють ефекти реакції: зміна забарвлення, випадання осаду, виділення газу, поява запаху, виділення, поглинання теплоти.

Далі вчитель зазначає, що спостереження тісно пов'язане з *хімічним експериментом*. У процесі експерименту експериментатор штучно створює такі умови, які забезпечують наукову чистоту експерименту і оптимальне просування дослідника до істини. Учням пропонують виконати лабораторні досліди «Проведення хімічних реакцій» [8, 11]. Виконавши досліди, учні роблять висновок, що хімічні реакції – це перетворення одних речовин на інші. Вони можуть супроводжуватися різними зовнішніми ефектами. Узагальнюючи відомості учнів, вчитель підводить їх загального висновку, що експеримент – це вивчення явищ в заданих (штучних) умовах [3, 112].

Звертається увага учнів на те, що у результаті експериментів дослідник одержує інформацію про поведінку досліджуваного об'єкта і вдається до опису (фіксації) того, що спостерігалося. Дається визначення методологічній категорії *опис*, як словесна передача чого-небудь [1, 846]. У хімії використовують опис спостережень процесів і явищ (якісні, кількісні зміни). У записах результатів дослідження використовують хімічні формули і рівняння, буквені символи фізичних величин. Результати кількісних вимірювань, як правило, фіксуються у формі таблиць, за якими можна порівнювати зміни визначених параметрів. Для уточнення кількісних змін використовують діаграми і графіки.

Вміння описувати спостереження речовин, процесів і явищ формуються та

вдосконалюються під час виконання лабораторних дослідів, практичних робіт.

Після виконання лабораторних дослідів учні записують в робочому зошиті номер лабораторного досліду, його назву, рівняння проведених реакцій, зазначають умови, агрегатний стан реагентів та продуктів реакції. Наприклад:

Лабораторні досліди з проведення хімічних реакцій [8, 11].

$CuSO_4$	+	$2NaOH$	=	$Cu(OH)_2\downarrow$	+	Na_2SO_4
Блакитний розчин		Безбарвний розчин		Блакитний розчин		Безбарвний розчин

Na_2CO_3	+	$2HCl$	=	$2NaCl$	+	H_2O	+	$CO_2\uparrow$
Безбарвний розчин		Безбарвний розчин		Безбарвний розчин				Безбарвний газ

Лабораторні досліди 10. Розв'язування експериментальних задач [8, 15]

Задача. Як, виходячи з купрум(II) оксиду, добути купрум(II) гідроксид?

Розв'язування

$CuO – Cu(OH)_2$

Купрум(II) оксид – основний оксид, купрум(II) гідроксид – основа. Добути гідроксид безпосередньо дією на оксид водню не можливо, оскільки купрум(II) гідроксид нерозчинний у воді. Добути гідроксид можливо через проміжні реакції – добути розчинну сіль, а потім – гідроксид.

У пробірку насипають половину шпателя чорного порошку купрум(II) оксиду і додають хлоридну кислоту об'ємом 1 $см^3$. Суміш збовтують і обережно нагрівають в полум'ї спиртівки. Осад розчинився, розчин став блакитним.

$$CuO + 2HCl \xrightarrow{t^o} CuCl_2 + H_2O$$

До одержаного розчину додають краплями розчин натрій гідроксиду до випадання блакитного осаду.

$$CuCl_2 + 2NaOH = Cu(OH)_2\downarrow + 2NaCl$$

Результати практичних робіт слід обов'язково оформляти у вигляді письмового звіту в спеціальних зошитах для практичних робіт. Доцільною слід вважати таку форму звіту, яка найбільше задовольняє вимогам розвитку учнів у процесі навчання. Це може бути, наприклад, короткий звіт про практичну роботу, під час складання якого учень повинен дотримуватися певної послідовності: **1)** тема практичної

роботи, її номер, дата виконання; **2)** мета; **3)** назва кожного досліду; **4)** короткий опис ходу досліду (рисунок приладу, якщо це потрібно) з обов'язковим зазначенням всіх спостережень (утворення або розчинення осаду, зміна кольору, виділення газу, його запах, тепловий ефект реакції тощо); **5)** пояснення спостережень і рівняння відповідних реакцій; **6)** висновки.

Далі учитель наголошує, що їх спостереження й опис, на певному етапі потребує упорядкування за певними ознаками, тобто класифікувати. *Класифікація* – це поділ предметів, явищ або понять на класи, групи тощо за спеціальними ознаками, властивостями [1, 544]. У курсі хімії до цієї методичної категорії звертаються, розглядаючи чисті речовини і суміші, фізичні й хімічні явища, метали й неметали, класи неорганічних та органічних сполук, типи хімічних реакцій тощо.

Так, під час узагальнення знань з теми "Основні класи неорганічних сполук" вчитель може провести демонстрацію зразків речовин, які включають оксиди, кислоти, основи, солі. Беручи до уваги склад цих сполук, учні проводять їх класифікацію – записують формули, назви сполук, клас неорганічних сполук, клас неорганічних сполук, їх характерні хімічні властивості.

Звертається увага учнів на те, що під час експерименту дослідник спостерігає певне явище в заданих лабораторних умовах, описує зміни що відбулися. Якщо накопичені експериментальні дані потребують пояснення, інтерпретації, він формулює гіпотезу. *Гіпотеза* – наукове припущення, що потребує перевірки дослідом і теоретичного обґрунтування [3, 70]. Вона може бути правильною або помилковою. Наступним кроком є підтвердження чи спростування гіпотези в подальшому експериментом. Якщо дані дослідження засвідчують некоректність гіпотези, то її відкидають і натомість висувають іншу. Якщо ж результати багаторазових повторень експериментів підтверджують гіпотезу, то згодом вона може перетворитись на теорію чи закон.

Так, вивчаючи хімічні реакції, вчитель пропонує учням проблемні запитання: в чому суть хімічних реакцій? Чи зберігаються атоми під час хімічних реакцій? Спираючись на основні положення атомно-молекулярного вчення, учні висувають гіпотезу, що атоми під час хімічних реакцій зберігаються. Для перевірки гіпотези

вчитель демонструє досліди. Мідну пластинку прожарює в полум'ї спиртівки. Поверхня пластинки вкривається чорним нальотом. Це утворився купрум(II) оксид CuO. Далі пластинку занурюють у хлоридну кислоту. Розчин набуває зеленувато-блакитного кольору. Це утворився розчин купрум(II) хлориду $CuCl_2$. У добутий розчин занурюють залізний цвях. Через деякий час поверхня залізного цвяха вкривається червоним нальотом міді. Отже, відбулися хімічні перетворення речовин, які можна показати такою схемою:

$$Cu \rightarrow CuO \rightarrow CuCl_2 \rightarrow Cu.$$

Аналізуючи схему, учні переконуються, що атоми Купруму під час реакцій не знищувалися, а лише сполучалися з атомами інших елементів, утворюючи нові речовини, а потім виділися у вигляді простої речовини – міді. При цьому відбулося лише перегрупування атомів. Учні роблять висновок, що суть хімічної реакції полягає в перегрупуванні атомів.

Вивчаючи тему «Закон як форма наукових знань. Закон збереження маси речовин» [8, 10], вчитель звертає увагу учнів на те, що дослідник, проводячи дослідження і виявивши стабільний зв'язок повторювальних явищ, може відкрити науковий закон, розтлумачити його й виразити мовою науки. Дається визначення поняттю закон. *Закон* – це узагальнення об'єктивних, незалежних від людини зв'язків між явищами, властивостями речовин.

З поняттям хімічного закону учні ознайомлюються на прикладі закону збереження маси речовин, під час вивчення хімічних реакцій у 7 класі. Перед вивченням закону вчитель актуалізує знання учнів про хімічні реакції, їх ефекти, суть. Учні зазначають, що під час хімічних реакцій атоми зберігаються. Вчитель пропонує їм проблемне запитання: чи зберігається маса атомів під час хімічних реакцій? Учні висувають гіпотезу: оскільки атоми під час хімічних реакцій зберігаються, то має зберегтися і їхня маса. Для перевірки цієї гіпотези вчитель демонструє досліди, що ілюструють закон збереження маси речовин [4, 111-113]. Проведення експерименту доцільно провести у дослідницькій формі. Спочатку демонструють досліди з рідинами. На основі спостереження учні переконуються у справедливості гіпотези, і можна стверджувати, що маса реагентів дорівнює масі

продуктів реакцій. Подібне дослідження реакції крейди з хлоридною кислотою підштовхує учнів до іншого висновку. Матимемо підстави стверджувати, що маса речовин залишилася. Для підтвердження правильності гіпотези вчитель демонструє прожарювання мідних ошурків в закритій пробірці.

На основі дослідів учні роблять висновок, що загальна маса атомів, а отже і маса речовин, до і після реакції зберігаються. Такого висновку дійшов російський хімік М. В. Ломоносов у 1748 році, чим відкрив закон збереження маси речовин. Однак ці спостереження вченого не були оприлюднені. Цей закон набув значного поширення завдяки працям французького хіміка А. Л. Лауазьє, який і сформулював цей закон у 1789 році.

Сучасне формулювання закону збереження маси (закону Ломоносова-Лавуазьє) таке: загальна маса речовин, які вступили в хімічну реакцію, дорівнює загальній масі речовин, які утворилися внаслідок реакції.

Під час вивчення теми «Утворення ковалентних зв'язків між атомами Карбону. Структурні формули органічних сполук» [8, 20] дається поняття про моделювання як методу пізнання. Дається визначення методологічній категорії моделювання. *Моделювання* – це процес дослідження об'єктів, явищ, процесів шляхом побудови їх замінників-моделей [1, 683]. Розглядається значення моделювання хімії. Для підсилення висновків учні виконують лабораторний дослід щодо виготовлення моделей молекул вуглеводнів [4, 154-156].

Упродовж навчання хімії учні оперують різноманітними *моделями*. Моделі поділяють на матеріальні й ідеальні; матеріальні – це статичні (моделі молекул, кристалів) і динамічні (моделі заводських установок). До ідеальних моделей належать образні (малюнки, схеми), знакові (хімічні формули, рівняння).

Так, демонструючи дослід щодо доведення амфотерності цинк гідроксиду, вчитель використовує знакові моделі – рівняння хімічних реакцій:

$$Zn(OH)_2 + 2HCl = ZnCl_2 + 2H_2O$$

$$Zn(OH)_2 + 2NaOH = Na_2ZnO_2 + 2H_2O$$

$$Zn(OH)_2 + 2NaOH = Na_2[Zn(OH)_4]$$

Як методологічна категорія теорія розглядається на заключному етапі навчання

хімії, в 11 класі, на прикладі теорії будови органічних сполук [8, 29]. Приступаючи до вивчення теми, вчитель звертає увагу на те, що існують різні форми наукових знань, зокрема факти, поняття, закони. *Факти* – це реальні достовірні дані, установлені в процесі наукового пізнання. *Поняття* – узагальнена думка про тіла, речовини, явища тощо, яка виникає на підставі багатьох фактів. Учні називають вивчені ними поняття, дають їм визначення. Для конкретизації наведених понять вчитель демонструє зразки неорганічних та органічних сполук. Учні дають назви сполукам, визначають їх класи, характеризують загальні їх хімічні властивості. Підводячи підсумок самостійної роботи учнів, учитель наголошує, що більш розвиненою й досконалою формою наукових знань, ніж факти і поняття, є теорія. Дається означення даній категорії. *Теорія* – особлива сфера людської діяльності та її результатів, яка включає в себе сукупність ідей, поглядів, вчень, уявлень про об'єктивну дійсність [3, 328]. За означенням до її складу можуть входити і закон, і правила, і принципи, вона передбачає наявність наслідків.

Далі вчитель характеризує теорію хімічної будови органічних сполук, автором якої є російський хімік О. М. Бутлеров. Оскільки учні вже мають знання про основні органічні сполуки з 9 класу, то вивчення теорії доцільно проводити в дедуктивному плані. Спочатку називаються основні положення теорії, які ілюструються відомими учням прикладами, демонстраційним експериментом. Наприклад, для ілюстрації положення про взаємний вплив атомів чи групи атомів на властивості речовин вчитель може продемонструвати взаємодію етанолу з натрієм та гліцеролу з натрієм і купрум(II) гідроксидом [4, 164-166].

Таким чином, методологічні знання розкриваються у процесі ознайомлення учнів з основами природних явищ, багатоманітністю форм і взаємозв'язків речовин.

Висновки. Цінність і значення методологічних знань полягає в тому, що вони є підґрунтям формування наукової, загальної культури учня. Ознайомлення учнів з методами хімічної науки сприяє інтеграції предметних хімічних знань у систему загальних природничо-наукових знань і створює цілісне уявлення про навколишній світ, дає змогу позбутися формалізму у засвоєнні наукових знань.

Подальші дослідження вбачаємо у вивченні рівнів сформованості

методологічних знань учнів з хімії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Великий тлумачний словник сучасної української мови / Уклад. і голов. ред. В. Т. Бусел. – К.; Ірпінь: ВТФ «Перун», 2005. – 1728 с.
2. Величко Л. Методологічні знання в шкільному курсі хімії. / Людмила Величко // Біологія і хімія в шк. – 2011. – №5. – С.8-13.
3. Гончаренко С. Український педагогічний словник / Семен Гончаренко; гол. ред. С. Головко. – К. : Либідь, 1997. – 376 с.
4. Грабовий А. К. Демонстраційний хімічний експеримент у 12-річній школі : Науково-методичний посібник для студентів та вчителів хімії / А. К. Грабовий. – Черкаси : Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2009. – 228 с.
5. Зайцев О. С. Методика обучения химии : Теоретический и прикладной аспекты : Учеб. для студ. высш. учеб. заведений / О. С. Зайцев. – М. : Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1999. – 384 с.
6. Макареня А. А. Методология химии : Пособие для учителя / А. А. Макареня, В. Л. Обухов. – М. : Просвещение, 1985. – 160 с.
7. Методика преподавания химии: Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по хим. и биол. спец. – М. : Просвещение, 1984. – 415 с.
8. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів : Хімія 7-11 класи [Л. П. Величко, О. Г. Ярошенко]. – К. : ТВФ «Перун», 2006. – 32 с.
9. Теоретические основы содержания общего среднего образования / Под ред. В. В. Краевского, И. Я. Лернера. – М. : Педагогика, 1983. – С.104-150.

Рецензент

Боєчко Ф. Ф. - д. б. н., професор

Стаття надійшла до редакції 4.05.2015 р.

ФОРМИРОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ ПО ХИМИИ УЧАЩИХСЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

Грабовый Андрей Кириллович
Кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры химии и наноматериаловедения Учебно-научного института естественных наук, Черкасский национальный университет имени Богдана Хмельницкого, г. Черкассы
graboviy_ak@ukr.net

Аннотация. В исследовании рассматриваются теоретико-методические основы формирования методологических знаний по химии учащихся общеобразовательных учебных заведений. Выделено компоненты содержания методологических знаний по химии учащихся общеобразовательных учебных заведений: знаниевый, деятельностный, ценностный. Схарактеризован знаниевый компонент методологических знаний: наука, наблюдение, описание, химический язык, классификация, эксперимент, гипотеза, закон, теория. Показано, что ведущим средством формирования методологических знаний учащихся является химический эксперимент.

Ключевые слова: химия; общеобразовательные учебные заведения; методологические знания; учебный химический эксперимент; компоненты методологических знаний по химии.

FORMATION OF METHODOLOGICAL KNOWLEDGE OF CHEMISTRY STUDENTS GENERAL EDUCATIONAL INSTITUTIONS

Andrii K. Grabovyy
PhD in pedagogics, Assistent Professor of depatment of chemisttry and nanomaterials science Teaching and Research Institute of Natural Sciences,
Bohdan Khmelnytskyy Nationale University of Cherkasy, Cherkasy
graboviy_ak@ukr.net

Abstract. The study examined the theoretical and methodological principles of formation of methodological knowledge of chemistry students of secondary schools. Thesis there is determined content of components of methodological knowledge of chemistry students of secondary schools: knowledge, activity, value. Author determined component knowledge of methodological knowledge: science, observation, description, chemical language, classification, experiment, hypothesis, law, theory. It is shown that the leading means of formation of methodological knowledge of students is a chemical experiment.

Keywords: chemistry; general education; methodological knowledge; components methodological knowledge of chemistry; educational chemical experiment.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Great dictionary of modern Ukrainian / Uklad. i holov. red. V. T. Busel. – K.; Irpin: VTF «Perun», 2005. – 1728 p. (in Ukrainian)
2. Velychko L. Methodological knowledge in high-school chemistry. / Liudmyla Velychko // Biolohiia i khimiia v shk. – 2011. – №5. – P.8-13. (in Ukrainian)
3. Honcharenko S. Ukrainian Pedagogical dictionary / Semen Honcharenko; hol. red. S. Holovko. – K. : Lybid, 1997. – 376 p. (in Ukrainian)
4. Hrabovyi A. K. Demonstration chemical experiment in 12-year-old school: textbook for students and teachers of chemistry / A. K. Hrabovyi. – Cherkasy : Vyd. vid. ChNU imeni Bohdana Khmelnytskoho, 2009. – 228 p. (in Ukrainian)
5. Zajcev O. S. Methods of teaching chemistry: theoretically and applied aspects : studus for students/ O. S. Zajcev. – M. : Gumanit. izd. centr VLADOS, 1999. – 384 s. (in Russian)
6. Makarenja A. A. Methodology chemistry: a handbook for teacher / A. A. Makarenja, V. L. Obuhov. – M. : Prosveshhenie, 1985. – 160 p. (in Russian)
7. Methods of teaching chemistry: studies. aid for students ped. Institutions on the chemical. and biol. spec. – M. : Prosveshhenie, 1984. – 415 p. (in Russian)
8. The program for secondary schools: Chemistry 7-11 klasy [L. P. Velychko, O. H. Yaroshenko]. – K. : TVF «Perun», 2006. – 32 p. (in Ukrainian)
9. Theoretical basis of general secondary education / Pod red. V. V. Kraevskogo, I. Ja. Lernera. – M. : Pedagogika, 1983. – P.104-150. (in Russian)