

УДК 372.854

РЕАЛІЗАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СКЛАДОВОЇ КУРСУ ХІМІЇ

Тетяна ВОРОНЕНКО, кандидат педагогічних наук, науковий співробітник лабораторії хімічної і біологічної освіти Інституту педагогіки НАПН України

Анотація. Розглянуто мету і завдання курсу хімії щодо реалізації екологічної складової. Проаналізовано взаємозв'язок між екологічними, фізичними, хімічними і біологічними поняттями.

Ключові слова: кругообіг елементів, речовин, енергії; взаємозв'язок будови, властивостей та поширення елементів у природі.

Татьяна ВОРОНЕНКО

РЕАЛИЗАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ КУРСА ХИМИИ

Аннотация. Рассмотрены цель и задачи курса химии по реализации экологической составляющей. Проанализирована взаимосвязь между экологическими, физическими, химическими и биологическими понятиями.

Ключевые слова: круговорот элементов, веществ, энергии; взаимосвязь строения, свойств и распространения элементов в природе.

Tatyana VORONENKO

THE REALIZATION OF THE ENVIRONMENTAL COMPONENT OF THE COURSE OF CHEMISTRY

Summary. The purpose and tasks of chemistry course for the implementation of the environmental component are considered. The relationship between environmental, physical, chemical and biological concepts is analyzed.

Keywords: cycle of elements, substances, energy, the relationship of the structure, properties and distribution of elements in nature.

Чинними програмами для профільного навчання хімії учнів загальноосвітніх навчальних закладів (академічний рівень) метою навчання визначено забезпечення екологічного стилю мислення і поведінки.

Серед завдань – формування світогляду, екологічної культури учня, навичок безпечного поводження з речовинами в побуті та на виробництві.

Розглянемо можливість реалізації мети і завдань курсу хімії, що стосуються екологічної освіти і виховання учнів. Передусім розтлумачимо поняття *екологічний стиль мислення і поведінки*. Можна погодитися з Н. Кузеном, американським екологом, і прийняти це поняття у широкому розумінні як «пошану до життя» [1, 256]. Нині вже всі згодні з тим, що «немає і не буде порятунку людству, доки воно саме не змінить своїх звичок, звичаїв і поведінки» [15]. М. Ф. Реймерс конкретизував відносини суспільства і природи у вигляді правила соціально-екологічної рівноваги, за яким розвиток суспільства відбувається допоки зберігається рівновага між його тиском на середовище і відновленням цього середовища — природним і штучним [1]. Таким чином, екологічний стиль мислення і поведінки — це набуття людиною таких звичок і

поведінки, за яких, насамперед у думках і на дії, будуть реалізовані ідеали, переконання й принципи побудови гармонійного довілля.

Науковий світогляд, система знань про речовини та їхні перетворення, основні хімічні закони й теорії, методи наукового пізнання в хімії є підґрунтям формування екологічної культури.

Нагадаємо, що світогляд — «це система поглядів, переконань, принципів, цінностей, норм та ідеалів особистості» [11, 47]. В. І. Вернадський відзначав властивість наукового світогляду «змінюватися в часі, мати свої закони цих змін і певні форми виявів» [3, 193]. Науковий світогляд учений характеризував як «уявлення про явища, доступні науковому вивченню..., певні ставлення до навколишнього світу явищ, за якого кожне явище входить у рамки наукового вивчення і пояснюється, що не суперечить основним принципам наукового пошуку». [3, 199] Звідси ми робимо висновок про те, що здобути під час вивчення шкільного курсу хімії знання мають бути не лише академічними, а ще й розвивати вміння проектувати їх на розв'язування проблем, які виникають як у практиці самого учня, так і в суспільстві. Саме поєднання знань і світогляду є основоположним у становленні екологічно освіченого громадянина.

Завдання щодо формування ключових компетентностей, з погляду екологічної складової курсу хімії, потребує уточнення. В Україні прийнято виокремити на підставі міжнародних і національних досліджень п'ять наскрізних ключових компетентностей, серед яких найближче до питання, що розглядається, здоров'язбережувальна. Вона «пов'язана з готовністю вести здоровий спосіб життя у фізичній, соціальній, психологічній та духовній сферах» [8, 10]. Отже, ця компетентність стосується природокористування, а не екології, яка вивчає «взаємозв'язки організму і навколишнього світу на основі кругообігів енергії, хімічних елементів, речовин, та інформації, завдяки чому встановлюється єдність живих організмів з навколишнім середовищем» [6].

Поняття *формування екологічної культури* має декілька означень. За В. С. Крисаченко, екологічна культура – це «здатності людини відчувати живе буття світу, приміряти і пристосувати його до себе, взаємоузгоджувати власні потреби й устрій природного довкілля» [11, 14], що відбиває ставлення автора до екологічної культури лише як до функціональної основи, яка уможливує доцільне й ефективне природокористування.

Ми погоджуємося з тлумаченням Л. Д. Курняка [12] екологічної культури як розуміння сучасних екологічних проблем держави і світу, усвідомлення їх важливості, актуальності та універсальності; втілення кращих традицій українського народу у взаємовідносинах з довкіллям, виховання любові до рідної природи; оволодіння нормами поведінки в довкіллі. Екологічна культура включає в себе три складові: рівень екологічних знань, рівень екологічної свідомості та запас практичних умінь у справі охорони природи [5]. Саме сполучення цих трьох компонентів (знання, ціннісні орієнтири, досвід діяльності) визначає ефект формування екологічної культури людини. Ці компоненти реалізуються у змісті предметів природничого циклу, зокрема в хімії.

Таким чином, екологічна культура має забезпечити можливість та умови існування природи і людини в ній.

Завдання розкривати роль хімії в розвитку суспільного господарства та забезпеченні добробуту людини також має екологічне підґрунтя, яке забезпечує можливості самоорганізації й динамічної цілісності біосфери. Усе це тісно пов'язано з навичками безпечного поводження з речовинами в побуті та на виробництві.

Зазначимо, що не йдеться про перетворення шкільного курсу хімії на екологічну хімію або хімічну екологію. Згадаємо предмет цих наук. Екологічна хімія – це наука, що вивчає «вплив

діяльності людини на хімічні процеси в живій природі» [9, 6]. Хімічна екологія – «комплексна дисципліна, що досліджує всю сукупність зв'язків у живій природі й хімічні взаємодії, пов'язані з життям» [9, 6]. Деякі вчені відносять ці науки до прикладних екологічних дисциплін. Наприклад, В. С. Крисаченко вважає хімічну екологію розділом екології, а предметом її вивчення – «особливості взаємодії між організмами, а також між організмами і зовнішньою абіотичною природою, що відбувається на основі різних речовин» [11, 30]. Отже, хімічна екологія вивчає наслідки прямої або побічної дії хімічних речовин на довкілля та можливі шляхи їх негативного впливу. Іноді предмети вивчення хімічної екології та екологічної хімії не розрізняють, вважаючи екологічну хімію складовою хімічної екології. Ознайомлюючись з досягненнями цих двох наук, учні наближуються до розуміння змін у екологічному стані довкілля, спричиненими дією хімічних сполук та можливістю вивчення її наслідків.

Проаналізувавши мету та завдання навчання хімії, пов'язані з екологією та природокористуванням, розглянемо можливості реалізації екологічної складової змісту курсу хімії на академічному рівні.

З огляду на те що шкільний курс хімії є геоцентричним, вважаємо за доцільне ознайомити учнів з терміном «геохімія». Вперше його запропонував американський учений Ф. Кларк. Один із засновників сучасної геохімії В. І. Вернадський дав таке її означення: «Геохімія вивчає хімічні елементи, тобто атоми земної кори..., їх історію, їх розповсюдження, рух у просторі-часі, їх генетичні на планеті відношення» [4, 14]. Введення цього терміна допоможе учням зрозуміти, що всі зміни, які відбуваються у природі, пояснюються взаємодією атомів, а між фізичними, хімічними та біологічними явищами існує взаємозв'язок.

Природні об'єкти постійно змінюються. Ці зміни характеризуються фізичними, хімічними, біологічними, фізико-хімічними, біохімічними процесами. Будь-які дії, що відбуваються з речовиною (переміщення, перетворення, руйнування, синтез) у безперервному процесі природних кругообігів, супроводжуються виділенням чи поглинанням енергії. У більшості випадків джерелом енергії є Сонце, у інших – Земля. Головні екологічні поняття, що їх необхідно розкривати в курсі хімії, це «кругообіг поживних речовин» та «екологічна рівновага».

Кругообіг поживних речовин (елементів, сполук, необхідних для підтримання життя) відбувається завдяки взаємодії об'єктів живої та неживої (сонячного світла, повітря, води і ґрунту) природи між собою [2].

Екологічна рівновага є динамічною і полягає в можливих збалансованих коливаннях різних видів у екосистемі. Вона може зміщуватися як під дією природних (виверження вулканів), так і антропогенних (забруднення навколишнього середовища) чинників. Зміщення екологічної рівноваги взаємопов'язане зі зміною циклів кругообігу елементів у природі.

Розглянемо можливість впровадження екологічного поняття під час вивчення курсу хімії.

Першим питанням, що виникає під час розгляду поняття «*кругообіг поживних речовин*», є місце неметалічних елементів у Періодичній системі та особливості будови їх атомів. Ще В. І. Вернадський відзначав: «1) особливе положення елементів земної кори в Періодичній системі; 2) їх складність; 3) нерівномірність їх поширення» [3, 40]. Учений наголошував на тому, що поширення атомів елементів у просторі, особливості хімічного складу земної кори залежать від будови їх атомів, що основна маса земної кори складається з легких елементів, переважно з кратними номерами [4]. У 1869 р., водночас з Періодичним законом, Д. І. Менделєєв сформулював правило: елементи з малими атомними масами в загальній кількості є більш поширеними, ніж важкі елементи. Це правило своїми дослідженнями підтвердив О. Є. Ферсман, який установив, що в земній корі переважають легкі атоми, в ядрах яких міститься невелика кількість протонів і нейтронів. Справді, після Феруму ($Z = 26$) немає жодного поширеного елемента (табл. 1) [14, 54].

Ще одна закономірність була встановлена Г. Оддо (1914 р.) і В. Гаркінсоном (1915—1928 рр.). Вони помітили, що в земній корі переважають елементи з парними порядковими номерами і парними значеннями атомних мас [13, 333]. Справді, сума масових кларків найпоширеніших елементів з парними номерами (O, Si, Fe, Ca, Mg, Ti) становить 87,6 %, а з непарними номерами — 12,2 %. Зазначимо, що найбільші кларки мають елементи, маса яких кратна 4 (O, Mg, Si, Ca). Відомим є факт, що як серед парних елементів, починаючи з He, так і непарних, починаючи з H, кожен шостий — має найбільший кларк.

Цю закономірність можна спостерігати в елементах з порядковими номерами:

парними — O (№ 8), Si (№ 14), Ca (№ 20), Fe (№ 26);

непарними — N (№ 7), Al (№ 13), K (№ 19), Mg (№ 25).

Усі елементи наявні будь-де і можливість їх визначення залежить лише від чутливості апаратури, за допомогою якої виконують аналіз. Деяка відмінність значень кларків, що їх наводять різні автори, пояснюється різними методами розрахунків, які виходять з різних гіпотетичних моделей будови літосфери. У пострадянських країнах найчастіше застосовують кларки, розраховані О. П. Виноградовим.

Ще в 1923 р. В. М. Гольдшмідт сформулював основний закон геохімії: загальна поширеність елемента залежить від властивостей його атомного ядра, а характер розповсюдження — від властивостей зовнішньої електронної оболонки його атома [13, 332].

Сьогодні земна кора є найбільш вивченим об'єктом навколишнього середовища, тому значення кларків земної кори можуть і повинні застосовуватися в дослідженнях для вивчення екологічного стану довкілля. Особливий склад земної кори, а отже, і організмів, що існують на землі, зумовлений будовою атомів елементів, з яких вони побудовані.

Говорячи про поширеність елементів у природі, слід згадати поняття «жива речовина», введене В. І. Вернадським, як «сукупність усіх живих організмів» [3, 208]. Учням можна пояснити, що гірські породи, кисень, оксиди Сульфуру, Нітрогену, Карбону, металічні біоеlementи та їхні солі, що входять до складу прісних та солоних водойм, ґрунту — є продуктом життєдіяльності живої речовини. Вільний кругообіг зазначених елементів і речовин, ними утворених, їхнє взаємоперетворення вивчає не тільки хімія, а й екологія.

Припущення щодо прямої залежності й взаємозв'язку елементного складу живого і земної кори підтверджується даними з таблиці 2 (числові дані для порівняння взято за О. П. Виноградовим, Є. О. Романкевичем, Х. Боуеном, В. В. Івановим, W. S. Snyder) [14], яку ми розширили й уточнили.

Таблиця 1

Найпоширеніші елементи земної кори

Порядковий номер елемента	Елемент	Поширеність, %	Порядковий номер елемента	Елемент	Поширеність, %
8	Оксиген	46,0	25	Манган	1,4
14	Силіцій	26,1	22	Титан	0,7
13	Алюміній	8,1	15	Фосфор	0,1
26	Ферум	6,7	1	Гідроген	0,1
20	Кальцій	5,1	19	Калій	0,1
12	Магній	3,0		Інші	0,2
11	Натрій	2,4			

За даними таблиці 2 можна простежити взаємозв'язок елементного складу живої речовини і вмісту елементів у літосфері. Цей факт про тісний зв'язок між геохімічними процесами і життєдіяльністю живих організмів установив В. І. Вернадський під час проведення порівняльного аналізу вмісту деяких хімічних елементів у живій і неживій природі.

Водночас хімічні елементи дуже різняться між собою за поширеністю в живій і неживій природі, мають суттєві відмінності. Наприклад, на Оксиген припадає понад $1/2$ маси земної кори, другий – Силіцій. Лише 18 елементів становлять 99,8 % маси земної кори: O, Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg, H, Ti, C, Cl, P, S, N, Mn, F, Ba. На вісім з них (O, Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg) припадають 98 % маси земної кори. У живому організмі переважають (97,4 % маси організму) 6 неметалічних елементів-органогенів: C, H, O, N, P, S.

Розглянемо, чому саме ці неметалічні елементи обрані природою. Для того щоб елементи могли потрапити і накопичитися в живому організмі, у них мають бути специфічні особливості: властивості утворювати міцні, але рухливі зв'язки, цикли. Карбон є елементом, який найкраще відповідає цим вимогам. Велике число менш стабільних Оксигену і Гідрогену в живій речовині пояснюється тим, що вони утворюють воду — стійке середовище існування сполук інших елементів — у якій відбуваються всі процеси життєдіяльності клітини. Для елементів N, P, S, що виявляють різні ступені окиснення і мають різні координаційні числа, характерна велика лабільність під час утворення хімічних зв'язків як у мінеральних, так і органічних сполуках. В. І. Вернадський стверджував, що всі мінерали верхніх шарів земної кори безперервно створюються під впливом живих організмів [3]. Таким чином, знову простежується прямий зв'язок між живою і неживою природою.

Уведемо поняття «біосфера» і пояснимо, що це «особлива, охоплена життям оболонка», ділянка земної кори, зайнята «трансформаторами — зеленими рослинами, які перетворюють космічне випромінювання на дієву земну енергію — електричну, хімічну, механічну, теплову тощо» [3, 42–43]. Біосфера — складне і дуже стійке утворення, що є відкритою системою, яка перебуває в нерівноважному стані й обмінюється із зовнішнім середовищем енергією, речовиною, інформацією.

Виходячи з поширення хімічних елементів у земній корі, їх будови, властивостей і ролі в житті живої природи, В. І. Вернадський виділив шість груп елементів: благородні гази, благородні метали, циклічні (органогенні), розсіяні, радіоактивні, рідкісноземельні. Найбільша з них — «циклічні елементи», до якої входять 44 неметалічних й металічних елементи. Кожен із циклічних елементів «утворює характерні для певної геосфери сполуки, що постійно відновлюються. Після більш або менш тривалих та складних перетворень елемент повертається до первинної сполуки і починає новий цикл» [4, 42]. Учений наголошував на їхній ролі в утворенні земної кори, а отже, і всіх живих організмів завдяки участі в складних кругообігах. Для цієї групи елементів характерні численні хімічні оборотні процеси.

Десятикласники мають початкові поняття про органічні сполуки, і це дає змогу пояснити взаємоперетворення речовин і кругообіг елементів у доквіллі. З екологічного погляду кругообіг пояснюється тим, що в земній корі утворюються системи найрізноманітніших хімічних рівноваг (результат міграцій хімічних елементів), які зводяться до статичних або динамічних систем – рівноваги атомів. При цьому виділяють такі форми існування хімічних елементів у земній корі: молекули та їх сполуки у складі мінералів, гірських порід, рідинах та газах; у живих орга-

Таблиця 2

Відносний вміст найпоширеніших хімічних елементів у живій речовині світового суходолу, %

Хімічний елемент	Земна кора	Рослини			Тварини	Людина
		Сира маса	Суха речовина	Зола	Суха речовина	Жива маса
O	46,0	70,0	45,4	-	18,6	61
Si	26,1	0,20	0,50	10,0	0,012–0,06	0,026
Al	8,1	0,005	0,013	1,0	0,004–0,01	0,00009
Fe	6,7	0,1	0,01	0,4	0,016	0,006
Ca	5,1	0,50	1,8	36,0	0,02–8,5	1,4
Mg	2,4	0,04	0,32	6,4	0,10	0,027
Na	2,4	0,02	0,12	2,4	0,40	0,14
K	1,4	0,3	1,4	28,0	1–2	0,2
Mn	1,4	Сліди	Сліди	Сліди	Сліди	Сліди
Ti	0,7	»	»	»	»	»
H	0,1	10,5	5,5	-	7,0	10
P	0,093	0,06	0,23	4,6	1,7–4,40	1,1
S	0,047	0,05	45,0	6,8	0,1–0,5	0,2
Cl	0,045	0,02	0,1	4,0	0,02–3,0	0,09–2,89
C	0,023	18,0	0,34	-	46,5	23
N	0,0019	0,3	0,2	-	10,0	2,6

нізмах; розсіяні елементи [4]. З курсу хімії учні повинні зрозуміти, що живі організми є найсуттєвішою невід'ємною складовою земної кори. Підтвердженням того, що між навколишнім середовищем і живим організмом існують нерозривний зв'язок і функціональна залежність, є організованість біосфери.

Зміст програм біології і хімії у 10 класі (академічний рівень) дає змогу екологізувати цей матеріал на міжпредметній основі. Перша тема з біології – «Неорганічні речовини» включає інформацію про елементний склад організмів; класифікацію хімічних елементів за їх кількістю в організмах (макроелементи, мікроелементи); роль неорганічних речовин та йонів у життєдіяльності організмів. Спираючись на знання, які учні здобули під час її вивчення, вчитель хімії може поглиблювати цю інформацію, пов'язуючи її з фізіологічною дією конкретних елементів, будовою, властивостями неорганічних речовин, їх кругообігом.

За вмістом елементів-органогенів у рослинних і тваринних організмах можна спостерігати зміну і коливання концентрації певних атомів у природі. Зважаючи на те, що екологія — це наука про взаємозв'язки організму і навколишнього світу на основі кругообігів енергії, хімічних елементів, речовин та інформації, треба розкривати вплив конкретних елементів і речовин на організм та зміни, що відбуваються зі зміною їх концентрації як у разі зменшення, так і збільшення. Водночас необхідно зазначати, що циклічність у природі — процес динамічний.

Програма з хімії дає можливість поглибити екологічне поняття «кругообіг поживних речовин» — «кругообіг неметалічних і металічних елементів у природі». Зазначимо, що пропонувану нижче інформацію можна розглядати впродовж вивчення всього курсу хімії відповідно до конкретних елементів і речовин.

Кожен хімічний елемент здійснює кругообіг за рахунок сонячної енергії, переходячи з органічної форми в неорганічну і навпаки. Процес кругообігу властивий усім речовинам на нашій планеті. Наприклад, протягом року «середня» рослина (у розрахунок на 1 кг сухої речовини), поглинаючи 5,4 мДж сонячної енергії і споживаючи в процесі фотосинтезу 0,5 кг CO_2 та 150 г H_2O , виділяє 350 г O_2 й утворює 300 г $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. Для «дихання», яке відбувається вночі паралельно з денним фотосинтезом, рослина, використовуючи 230 г O_2 для окиснення 200 г $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, виділяє 330 г CO_2 та 100 г H_2O . Цей процес відбувається зі звільненням 3,6 мДж енергії, яка використовується для фізіологічних потреб рослини. Таким чином, біологічний «врожай» становить 100 г $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, що дорівнює 10 % збільшення початкової біомаси, та 120 г O_2 [7].

Вважаємо за потрібне згадати, що сонячна енергія спричиняє на Землі два кругообіги речовин: великий (геологічний) і малий (біологічний). Для порівняння цих двох кругообігів розглянемо його енергетичну складову. На поверхню Землі щорічно надходить близько $21 \cdot 10^{20}$ кДж енергії Сонця [10]. Нестійкий гідротермічний режим поверхні Землі разом з планетною системою циркуляції атмосфери зумовлює геологічний (великий) кругообіг речовин. Майже 50 % енергії використовуються на нагрівання атмосфери, поверхні суходолу і випаровування води.

На утворення органічної речовини затрачається близько 1 % променистої енергії.

Великий кругообіг речовин у біосфері можна схарактеризувати так: по-перше, він виявляється упродовж усього геологічного розвитку Землі; по-друге — є процесом, що відіграє головну роль у подальшому розвитку біосфери планети. До великого кругообігу належать: перенесення повітряних мас, води, розчинених у ній мінеральних сполук, продуктів вивітрювання і життєдіяльності організмів, забруднювальних речовин (оксидів Сульфуру і Нітрогену, радіоактивних домішок), пилу.

Малий (біологічний) кругообіг відбувається усередині біологічної системи. Він є відкритим, тобто незамкненим процесом. Це доводить той факт, що речовини і енергія надходять усередину системи ззовні й частково потрапляють з неї у великий кругообіг. Тому іноді говорять не про біологічний кругообіг, а про обмін речовин і енергії у біосистемах і окремих організмах [9]. Біологічний кругообіг — це перебіг двох протилежних взаємопов'язаних процесів: синтезу органічної сполуки та її розкладу. Саме обмін речовинами і енергією між різними складовими біосфери, зумовлений життєдіяльністю організмів, В. І. Вернадський назвав біогеохімічним циклом. Він зазначав, що «жива речовина — це динамічна рівновага атомів, їх маса перебуває в енергійному русі — у міграції, частина атомів Карбону виділяється з організму і негайно замінюється іншими його атомами» [4, 219]. Саме це твердження пояснює той факт, що кругообіг речовин є відкритою системою.

На запитання: «Як можна довести факт кругообігу речовин у природі?» можна відповісти так. За оцінками, річна продукція живої речовини становить близько 10 % її маси, тобто $2,4 \cdot 10^{11}$ т і залишається незмінною впродовж останнього мільярда років. За цей час її мало б накопичитися:

$$2,4 \cdot 10^{11} \text{ т/рік} \cdot 10^9 \text{ років} = 2,4 \cdot 10^{20} \text{ т.}$$

За сучасними даними, маса земної кори становить близько $2 \cdot 10^{19}$ т, тобто в 10 разів менша, ніж сумарна маса всіх живих організмів, які будь-коли існували [9, 17]. Тобто хімічні елементи, які потрапили в цикли живого, з них майже не виходять, а залишаються там довічно. Та є невелика частина елементів, що виділяється, утворюючи

осадові мінерали [3, 162]. З наведених даних робимо висновки. Перший: елементи сполук, що входять до складу організму, після його смерті не залишають межі біосфери, а в результаті відповідних перетворень знову потрапляють в організм у складі інших речовин. Тобто у біосфері існує кругообіг елементів. Другий (це стверджував В. І. Вернадський): земна кора утворилася в результаті життєдіяльності організмів.

Для пояснення зв'язку живої і неживої складових біосфери зазначимо, що організми в процесі своєї життєдіяльності накопичують речовини, що входять у ланцюги харчування. Тому стає дуже важливим вивчення кругообігу хімічних елементів, їх геохімічної ролі.

Тривалість циклів кругообігів різних речовин різна, наприклад: повний обіг таких газів атмосфери, як CO_2 і O_2 через фотосинтез становить відповідно близько 300 і 2000—2500 років, N_2 через біофіксацію (у результаті окиснення грозивими розрядами і фотохімічним шляхом) — майже 100 млн років, води через випаровування — близько 1 млн років [10].

Ознайомившись з екологічними питаннями курсу хімії 10 класу, учні мають не тільки загальне уявлення про взаємозалежність будови, властивостей атомів, природних процесів та кругообігу речовин, що їх супроводжують, а й розуміють, що будь-яке втручання в цикли перетворення речовини, енергії, інформації обов'язково спричиняє певні наслідки, не завжди очікувані й позитивні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Білявський Г. О. та ін. Основи екології: підруч. / Г. О. Білявський, Р. С. Фурдуй, І. Ю. Костіков. – 2-ге вид. – К.: Либідь, 2005. – 408 с.

2. Браун. В. Настольная книга любителя природы. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 280 с.

3. Вернадский В. И. Биосфера и ноосфера. – М.: Айрис-пресс, 2004. – 578 с. – (Б-ка истории и культуры.)

4. Вернадский В. И. Очерки геохимии. – 7-е (4-е рус.) изд. – М.: Наука, 1983. – 422 с.

5. Величко Л. П. Теорія і практика завдання органічної хімії у загальноосвітніх навчальних закладах / Л. П. Величко : монограф. – К.: Генеза, 2006. – 330 с.

6. Вороненко Т. І. Факультатив з хімії екологічного спрямування як компонент допрофільної підготовки учнів / Вороненко Т. І. // Біологія і хімія в сучас. шк. – 2012. – № 2. – С. 34—37.

7. Добровольський В. В. Екологічні знання: навч. посіб. – К.: ВД «Професіонал», 2005. – 304 с. – Режим доступу:

http://pidruchniki.ws/15840720/ekologiya/ekologichni_znannya_dobrovolskiy_vv

8. Загальні критерії оцінювання навчальних досягнень учнів у системі загальної середньої освіти // Біологія і хімія в шк. – 2008. – № 4. – С. 10—13.

9. Зубилин И. Г. Научные основы охраны природы и рациональное природопользование / Зубилин И. Г., Холин Ю. В., Юшко В. К. – Харьков: Фолио, 1999. – 169 с.

10. Киселев В. Н. Биогеография с основами экологии. – Мн.: Университетское, 1995. – 350 с.

11. Крисаченко В. С. Екологічна культура: теорія і практика: навч. посіб. – К.: Заповіт, 1996. – 352 с.

12. Курняк Л. Д. Екологічна культура: поняття і реальність / Л. Д. Курняк // Вища освіта України. – 2006. – № 3. – С. 32—37.

13. Новоженев В. А. Введение в неорганическую химию: учеб. пособие. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2001. – 650 с.

14. Озерский А. Ю. Основы геохимии окружающей среды: учеб. пособие / А. Ю. Озерский – Красноярск: ИПК СФУ, 2008. – 316 с.

15. Печчеи А. Человеческие качества. – М.: Прогресс, 1985. – 312 с.

ЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В УЧНІВСЬКИХ ПРОЕКТАХ

Людмила МУДРАК, учитель біології та хімії, вчитель-методист Письменської СЗШ Васильківського району Дніпропетровської області

У Письменській школі приділяється велика увага екологічному вихованню підрастаючого покоління. Серед напрямів екологічного виховання можна виокремити такі: формування екологічної культури, організація екологічних досліджень у проектах «Чисті хвилі й плеса – нащадкам», «Хай згине сміття», «Чисте довкілля – здорові люди» тощо; відроджен-

© Мудрак Л. В., 2013

ня кращих традицій українського народу у взаємовідносинах з довкіллям, участь у практичних справах – акціях, конкурсах, спрямованих на охорону довкілля.

У рамках учнівського проекту «Чисті хвилі й плеса – нащадкам» члени туристично-краєзнавчого гуртка разом з екологічним загоном «Бумеранг» школи обстежили і дослідили стан водних об'єктів на території