

Для посилання:

Коваленко В. С. Використання загальних законів і закономірностей природи при створенні підручників з природничих дисциплін для старшої школи [Текст] / В. С. Коваленко, А. Х. Ляшенко // Проблеми сучасного підручника : зб. наук. праць / [ред. кол., головн. ред. В. М. Мадзігон; наук. ред. О. М. Топузов]. – К. : Пед. думка, 2011. – Вип. 11. – 800 с. – С. 245–251.

## ВИКОРИСТАННЯ ЗАГАЛЬНИХ ЗАКОНІВ І ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ПРИРОДИ ПРИ СТВОРЕННІ ПІДРУЧНИКІВ З ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН ДЛЯ СТАРШОЇ ШКОЛИ

В. С. Коваленко, канд. хім. наук,  
Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара,  
А. Х. Ляшенко,  
Дніпровська СЗБШ Верхньодніпровського р-ну Дніпропетровської обл.

Постановка проблеми. При аналізі трансформації змісту навчального матеріалу, що відбувається в ході реформування середньої освіти в Україні, виразно виокремлюється кілька тенденцій. По-перше, прагнення до інформаційного розвантаження учнів, спрямованість навчального процесу на набуття ними практично важливих знань, необхідних у повсякденному житті. Наголошується також (це зазначається, зокрема, у чинному Стандарті освіти) на необхідності вироблення цілісного світогляду школярів, який адекватно відображав би навколишній світ і сприяв правильному розумінню природних і суспільних процесів і явищ. Розв'язання останнього завдання можливе лише шляхом засвоєння найважливіших фундаментальних знань з різних дисциплін та їх інтеграції в цілісну картину світу. Тобто, виникає необхідність в інтегруванні змісту навчальних предметів, насамперед, природничих [1, 2].

Зазначимо, що спрямованість навчального процесу на цілісність, інтегративність знаходиться в руслі тенденцій, що відбуваються нині в науці, яка переходить до нового етапу розвитку – постнекласичного. Якщо основним методом на попередньому етапі (класичному) був аналітичний, з притаманними йому розчленуванням, аналізом, вивченням деталей, то однією з визначальних особливостей постнекласичної науки є перехід до вивчення цілісних систем [3], що потребує інтеграції різних галузей знань. Це спричинило зміни пріоритетів і в освіті: від помітно вираженої диференціації – до інтегрованості, від подачі суто інформативного матеріалу, розгляду численних подробиць, деталей – до вивчення загальних явищ і законів [4–6].

Розгляд навчальних програм і підручників з природничих дисциплін, що існують в Україні, показує, однак, що в них перевага здебільшого віддається так званому «практично-традиційному» підходу, спрямованому на набуття практично важливих знань і навичок їх використання. Більшість навчальних предметів, незважаючи на декларації щодо поглиблення міжпредметних зв'язків, постають переважно як окремі, слабо пов'язані між собою ділянки знань. Окремі дисципліни вивчаються здебільшого як зібрання емпіричних даних, не об'єднаних загальними ідеями чи законами [1; 6].

Аналіз останніх досліджень. Спроби реалізації концептуального підходу, що базується на інтеграції природничих знань, досить обмежені. Можна вказати лише кілька зарубіжних інноваційних проектів – «Людина і природа» (Великобританія), «Закономірності навколишнього світу» та «Діалектика і екологія» (Росія), «Околье» (Білорусь), «Scinse. Environment» (США, Канада) тощо. Відображенням інтеграційних тенденцій є також введення у вищій школі Російської Федерації та деяких ВНЗ України курсу «Концепції сучасного природознавства» [3; 7; 8]. У середній школі України чи не єдиною вдалою спробою реалізації інтегративного підходу є освітня педтехнологія «Довкілля», розроблена колективом лабораторії інтеграції змісту освіти Інституту педагогіки АПН України під керівництвом проф. В. Р. Ільченко [9–11].

Не всі зазначені проекти виявилися вдалими. Очевидно, дуже важливим з дидактичного і методологічного поглядів є відбір ефективних засобів інтеграції, тих

стрижневих ідей, які проходять наскрізною лінією через увесь матеріал дисципліни (а в ідеалі – усіх природничих предметів) і об'єднують його в одне ціле. На вибір засобів інтеграції у поглядах науковців поки-що немає однотайності. Кожен з авторів намагається інтегрувати матеріал, базуючись на різних концептуальних засадах.

Так, провідною темою уже згадуваних проєктів «Людина і природа», «Діалектика і екологія» є питання екології, взаємовідносини людини, суспільства з природою. Поширеними є спроби інтегрувати навчальний матеріал, базуючись на використанні ідей синергетики та глобального еволюціонізму [7; 8], досить цікавим є використання концепції взаємодії трьох «сутнісних начал» – енергії, інформації, синергії [12]. Проте, означені підходи не охоплюють усього змісту природничих наук, а два останні, крім того, передбачають достатньо високий рівень абстрактного мислення, саме тому вони прийнятніші для вищої школи.

На наш погляд, найвдалішим засобом інтеграції, чинником, що об'єднує зміст різних природничих дисциплін і розділів одного предмета, є послідовне використання при розгляді природних процесів і явищ загальних законів і закономірностей природи (ЗЗП) – законів збереження (енергії, маси, імпульсу, заряду), спрямованості процесів до найстійкішого стану та закономірності періодичності процесів [9; 10]. За допомогою ЗЗП саме і розкривається єдність природи, взаємозв'язок і взаємодія окремих її об'єктів і процесів [1].

Найповніше зазначений підхід міг би знайти втілення в інтегрованих курсах «Природознавство» (його на початкових стадіях реформування передбачалося ввести в 10–11 класах гуманітарного профілю) та «Людина і природа» (12 клас загального профілю). Підручник «Природознавство-10, 11» було розроблено колективом авторів під керівництвом проф. В. Р. Ільченко та К. Ж. Гуза. Однак, у подальшому ідеї введення інтегративних курсів у старшій школі, на жаль, не знайшли необхідної підтримки. Можливості ж для інтегрування знань при створенні підручників з окремих предметів, звичайно, більш обмежені; крім того автори повинні виходити з вимог чинних програм, у яких, як уже зазначалось, ідеї інтеграції недостатньо відображені.

Постановка завдання. У роботі зроблено спробу показати деякі можливості для інтеграції змісту знань при створенні підручників з природничих дисциплін, зокрема хімії, з урахуванням вимог чинних програм для старшої школи з цих предметів.

Основна частина. Як зазначалося, найпродуктивнішим, на думку авторів, засобом інтеграції змісту природничих знань у шкільних підручниках є використання загальних законів і закономірностей природи.

Суттєвими перевагами саме цих інтегруючих чинників є, з одного боку, універсальний характер ЗЗП, які діють на всіх рівнях ієрархічної структури матерії, а з іншого – можливість їх застосування у середній школі [2]. Використання ЗЗП, крім того, є дійовим засобом установаження міжпредметних і трансдисциплінарних зв'язків, які є неодмінною умовою цілісності пізнання. Природні явища в такому разі вивчаються в їх зв'язках і взаємодії, як це й відбувається у природі.

Відбираючи навчальний матеріал для підручників з окремих природничих дисциплін, слід, на наш погляд, показати місце фізичних (хімічних, біологічних, астрономічних) знань у загальній структурі природознавства. При розробці підручника з хімії, наприклад, доцільно розкрити місце хімічних об'єктів (атоми, молекули, речовина) – у структурній організації матерії (хімічні системи та їх місце у структурній організації природи; будова атомів неметалічних і металічних елементів, металічний зв'язок тощо), хімічних перетворень (хімічної форми руху, що визначається рухом і взаємодією атомів, їх перерозподілом у молекулах) у загальному русі матеріальних тіл природи. Бажано показати взаємозв'язки хімічних об'єктів з фізичними (нижчий структурний рівень), біологічними і геологічними, як вищими, структурними рівнями матерії (роль Карбону в природі, колообіг елементів і речовин в екосистемах, хімічні перетворення в літосфері, сполуки живого організму, обмін речовин в організмі, біологічна роль жирів, білків, вуглеводів, роль ДНК у передаванні генетичної інформації, єдність неживої і живої природи тощо).

Розглянемо детальніше можливості використання ЗЗП при викладі матеріалу підручників з природничих дисциплін.

Закони збереження. Ідеї збереження у найзагальнішому вигляді з'явилися ще в часи античності (Емпедокл, Демокрит, Епікур). Тоді ці уявлення були цілком умоглядними, лише починаючи з XVI-XVII ст. ідеї збереження стали набувати кількісного характеру.

Р. Декарт у першій половині XVII ст. сформулював закон збереження кількості руху; дещо пізніше Д. Бернуллі та Л. Ейлер встановили закон збереження моменту кількості руху. Обидва ці закони стали основою для численних досліджень з механіки, забезпечили розвиток небесної механіки, гідродинаміки. Вивчення закону збереження кількості руху (імпульсу) передбачено програмою з фізики. Його використовують при поясненні реактивного руху. Вивчення закону збереження моменту імпульсу програмою на рівні стандарту не передбачено. Втім його можна використовувати при поясненні матеріалу, призначеного для додаткового або поглибленого вивчення, наприклад, при обґрунтуванні теорії польоту супутників, при розгляді питань космогонії, зокрема виникнення Сонячної системи, причин різної швидкості обертання космічних об'єктів тощо.

У середині XVIII ст. Б. Франклін сформулював закон збереження електричного заряду, який згодом дістав експериментальне підтвердження в роботах М. Фарадея. Сьогодні цей закон лежить в основі всіх досліджень електричних явищ, електролізу, роботи гальванічних елементів, акумуляторів і інших електрохімічних джерел енергії. З його врахуванням складаються рівняння всіх окисно-відновних реакцій у хімії, пояснюється виникнення грозових явищ у метеорології, передача нервового імпульсу й виникнення мембранних потенціалів у біології тощо.

У другій половині XVIII ст. завдяки експериментальним дослідженням М. В. Ломоносова та А. Л. Лавуазьє встановлено закон збереження маси речовини під час хімічних реакцій, який став основою кількісних досліджень з хімії, сприяв перетворенню хімії на науку. Закон збереження маси діє в усіх галузях природознавства, але кількісно його використовують переважно в хімії – він є основою всіх розрахунків за хімічними рівняннями. У фізиці його можна застосовувати, наприклад, при поясненні неперервності потоку, швидкості течії рідини в трубах тощо.

Дуже важливу роль в історії науки відіграло встановлення в середині XIX ст. закону збереження енергії (Р. Майєр, Д. Джоуль, Г. Гельмгольц) – одного з найзагальніших і найфундаментальніших законів природи, який має універсальний характер і діє в усіх галузях природознавства. Цей закон використовують при розрахунках теплових ефектів хімічних реакцій, розгляді питань, пов'язаних з обміном речовин в організмі, енергетикою живих систем, розрахунками калорійності харчових продуктів, теплоти згоряння палива, колообігами речовин і елементів в екосистемах, при обговоренні шляхів вивільнення, трансформації й використання внутрішньої енергії тіла. Важливим окремим випадком закону збереження енергії є перше начало (закон) термодинаміки, вивчення якого також передбачає програма з фізики на рівні стандарту.

На відміну від інших законів, які є, так би мовити «дозволяючими», закони збереження виконують заборонну функцію. Вони не дають конкретних вказівок щодо особливостей перебігу того чи іншого процесу. Утім, якщо виявиться, що якийсь процес суперечить законам збереження, то всі спроби його здійснити не мають сенсу – такий процес неможливий.

У практиці школи можна в кожному конкретному випадку говорити про дію окремих законів збереження – вони надійно встановлені і не викликають сумнівів. Водночас не буде, на наш погляд, помилкою говорити про єдиний закон збереження, бо кожен окремий закон збереження можна розглядати як конкретний вияв загального закону збереження матерії та її руху [13]. У такому разі краще «віддзеркалюється» фундаментальна ідея єдності природи. Одні закони збереження відображають незнищуваність руху матерії (енергії, кількості руху, моменту імпульсу), а інші – збереження його матеріальних носіїв (маси, електричного заряду).

Закон спрямованості процесів. Закон спрямованості самочинних процесів до найстійкішого стану поряд із законами збереження, насамперед принципом збереження енергії, належить до тих фундаментальних основ, на яких створюється природничо-наукова картина світу [14].

Цей загальний закон широко використовується при викладі різних природничих дисциплін. Проте різні автори розглядають різні його сторони, по-різному його формулюють і тому складається враження, що спрямованість процесів визначається різними законами. Насправді, завжди діє один і той самий закон [15]. Найчастіше його називають другим началом термодинаміки.

На жаль, його використання у середній школі обмежене, оскільки програмами з окремих природничих дисциплін навіть у старшій школі його вивчення не передбачене (хоча освітнім Стандартом використання цього закону планується). На наш погляд, доцільним є його використання у темах, призначених для додаткового, поглибленого вивчення того чи іншого предмета, наприклад, у рубриках «Для допитливих», «Хочеш знати більше?» тощо.

При вивченні хімії дію загального закону спрямованості можна простежити (хоча і в якісному вигляді) при розгляді питань, пов'язаних з енергетичним станом і валентними можливостями атомів, зокрема Карбону, утворенням хімічних зв'язків (ковалентного, металічного) і кристалічних ґраток, корозією металів, виплавою металів з руд, колообігом елементів у географічній оболонці тощо. Зазначимо у зв'язку з цим, що в деяких російських навчальних книгах, наприклад, у відомому підручнику з хімії Г. І. Шелінського, вводиться енергетичний критерій можливості перебігу процесу – зміна вільної енергії (енергії Гіббса  $G$ ) [5]. За його допомогою учні вчать передбачати перебіг тих чи інших хімічних реакцій, що важливо також і з погляду розв'язання основного завдання хімії – одержання речовин із заданими властивостями.

На нашу думку, у шкільному курсі закон спрямованості процесів можна сформулювати так: усі самочинні процеси спрямовуються до зменшення вільної енергії, вирівнювання потенціалів і досягнення найстійкішого за певних умов (рівноважного, стаціонарного) стану. У такому разі за допомогою цього закону можна якісно пояснити практично всі процеси, що відбуваються у доквітлі. Для цього треба виявити, з якими видами енергії пов'язане те чи інше явище. Зауважимо, що до вільної енергії відносять всі її види за винятком теплової.

Зміною механічної (гравітаційної) енергії пояснюється величезна кількість механічних явищ: падіння тіл, напрямок течії річок, робота турбін гідроелектростанцій, конусоподібна форма вулканів, кулеподібна форма зірок і планет тощо.

Вирівнюванням потенціалів електричної енергії пояснюються всі електричні явища – процеси передачі електричного струму, виникнення електричних явищ в атмосфері, струму в гальванічних елементах, передача нервових імпульсів у живих організмах тощо.

Зі зменшенням хімічної енергії пов'язані перебіг хімічних реакцій, явища дифузії й осмосу, живлення клітин організму.

Прагнення систем до зменшення поверхневої енергії викликає явища адсорбції і коагуляції (злипання частинок у більш крупні агрегати), кулеподібну форму крапель рідини, капілярні явища, зокрема живлення рослин вологою тощо.

Об'ємна енергія (розширення – стиснення) проявляється у роботі теплових машин, двигунів внутрішнього згоряння, за виникнення низки атмосферних явищ, наприклад, появи вітру.

Очевидно, що закон спрямованості процесів діє і в біологічних об'єктах. Так, закон природного добору можна, напевно, розглядати як результат прагнення біологічних систем досягти найстійкішого за наявних умов стану.

Закономірність періодичності процесів. Третя складова обговорюваного інтегруючого чинника природничих знань – закономірність періодичності, яка також має загальний характер. Вона виявляється як у неживій природі (зміна дня і ночі, пір року), так і в життєдіяльності організмів. Повторювальність, ритмічність є формою існування всього живого.

Висновок. Використання ЗЗП під час створення підручників з природничих дисциплін надає широкі можливості для інтеграції природничих знань і формування у свідомості учнів цілісної картини природи.

1. Ільченко В. Р. Конструювання цілісності змісту освіти [Текст] / В.Р. Ільченко // Постметодика. – 1994. – № 6. – С. 14–16.
2. Ільченко В. Р. Формирование естественнонаучного миропонимания школьников [Текст] / В. Р. Ільченко. – М. : Просвещение, 1993. – 192 с.
3. Рузавин Г. И. Концепции современного естествознания [Текст] / Г. И. Рузавин. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2009. – 304 с.
4. Гончаренко С. У. Інтеграція наукових знань і проблема змісту освіти [Текст] / С. У. Гончаренко // Постметодика. – 1994. – № 6. – С. 2–3.
5. Шелінський Г. Удосконалювати зміст шкільного курсу хімії [Текст] / Г. Шелінський // Біологія і хімія в школі. – 1999. – № 2. – С. 12–18.
6. Ільченко В. Концептуальні основи формування інтегрованих природознавчих курсів у старшій школі [Текст] / В. Ільченко, К. Гуз, В. Коваленко // Імідж сучасного педагога. – 2005. – № 9–10. – С. 12–28.
7. Дубнищева Т. Я. Концепции современного естествознания [Текст] / Т.Я. Дубнищева. – М. : ИКЦ Маркетинг, 2001. – 832 с.
8. Шипунова О. Д Концепции современного естествознания [Текст] / О. Д. Шипунова. – М. : Гардарики, 2006. – 375 с.
9. Концепції освітньої програми «Довкілля» [Текст] ; [за ред. В. Р. Ільченко]. – К.-Полтава : ПОППО, 2003. – 133 с.
10. Ільченко В. Р. Концептуальні засади освітньої програми «Довкілля» [Текст] / В.Р. Ільченко // Нива знань. – 2000. – № 1. – С. 61–68.
11. Гуз К. Ж. Теоретичні та методичні основи формування в учнів цілісності знань про природу [Текст] / К. Ж. Гуз. – Полтава : Довкілля-К., 2004. – 472 с.
12. Мельник Л. Г. Фундаментальные основы развития [Текст] / Л. Г. Мельник. – Сумы : ИТД «Университетская книга», 2005. – 378 с.
13. Дерябин В. М. Законы сохранения в физике [Текст] / В. М. Дерябин. – М. : Просвещение, 1982. – 133 с.
14. Планк М. Единство физической картины мира / М. Планк – М.: Наука. 1966. – 312 с.
15. Коваленко В. С. Закон спрямованості процесів та його використання при вивченні природничих дисциплін [Текст] / В. С. Коваленко // Імідж сучасного педагога. – 2008. – № 5–6. – С. 57–60.

Розглядаються загальні закони та закономірності природи (збереження, спрямованості процесів, періодичності) як засоби інтеграції змісту природничих знань при створенні підручників з природничих дисциплін для старшої школи.

Ключові слова: інтеграція знань, загальні закони природи, природничо-наукові знання, закон спрямованості процесів, підручник.

Рассматриваются общие законы и закономерности природы (сохранения, направленности процессов, периодичности) как средства интеграции содержания знаний при создании учебников по естественнонаучным дисциплинам для старшей школы.

Ключевые слова: интеграция знаний, общие законы природы, естественнонаучные знания, закон направленности процессов, учебник.

Possibilities of using general laws of nature for integrating a content of natural science knowledge in schoolbooks are discussed.

Keywords: integration of knowledge, general laws of nature, natural-science knowledge, law of directivity processes, schoolbooks.