

Методична підготовка майбутніх учителів предметів природничого циклу

УДК 378.147.091.33-027.22:37]:54

DOI: 10.31652/2786-5754-2021-1-94-111

Самойленко П. В.

кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри хімії, технологій та фармації,
Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка
ORCID 0000-0001-6279-9282
E-mail: pvsamoilenko@gmail.com

Семененко К. С.

магістрантка,
Національний університет «Чернігівський колегіум»
імені Т. Г. Шевченка,
E-mail: k.semenenko98@gmail.com

Білоус О. В.

старший викладач кафедри географії,
Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка
ORCID 0000-0002-3307-399X
E-mail: olhabilous1@gmail.com

МОЖЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ТЕМИ «БУДОВА АТОМА. ПЕРІОДИЧНИЙ ЗАКОН І ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ» ЯК ЗАСІБ ПРОЄКТУВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ ОСВІТНЬОЇ ТРАЄКТОРІЇ СТУДЕНТА ПІД ЧАС ПЕДАГОГІЧНОЇ ПРАКТИКИ

Метою дослідження є з'ясування особливостей методичних підходів вивчення періодичного закону в шкільному курсі хімії та вибудовування ІОТ студента для її реалізації під час педагогічної практики. Визначено основні завдання: проаналізувати навчальні програми з хімії з погляду використання відповідного науково-методичного підходу вивчення періодичного закону, періодичної системи та будови атома; обґрунтувати послідовність навчального матеріалу теми за логічного науково-методичного підходу; запропонувати варіанти проєктування та реалізації ІОТ під час педагогічної практики. У ході роботи застосовувалися методи аналізу, синтезу, узагальнення, аналогії, а також гіпотетико-дедуктивний метод.

Показано, що у методиці навчання хімії визнаними є три науково-методичні підходи вивчення періодичного закону, періодичної системи хімічних елементів та будови атома: історичний, логічний, історико-логічний. Виявлено, що у сучасній навчальній програмі з хімії проєктується вивчення

навчального матеріалу з теми «Будова атома. Періодичний закон і періодична система хімічних елементів» без урахування зазначених науково-методичних підходів. У ході структурування навчального матеріалу теми «Будова атома. Періодичний закон і періодична система хімічних елементів» нами встановлено послідовність змісту згідно з логічним науково-методичним підходом. Проектування ІОТ студента на період педагогічної практики передбачає урахування низки суб'єктивних та об'єктивних факторів, що зумовлюють вибір науково-методичного підходу вивчення теми «Будова атома. Періодичний закон і періодична система хімічних елементів». Вирішальними серед них є рівень пізнавальних можливостей студента та учнів, рівень розвитку професійно-педагогічної мотивації студента. Визначені етапи реалізації ІОТ студента (прогностичний, діагностувальний, проєктувальний, мобілізаційний, процесуально-діяльнісний, оцінювально-рефлексивний, коригувальний) розглядаються у контексті можливостей вивчення конкретної теми. У перспективі планується реалізація під час педагогічної практики спроектованих індивідуально-освітніх траєкторій студентів з подальшою перевіркою їх ефективності.

Ключові слова: педагогічна практика, навчальна програма з хімії, індивідуальна освітня траєкторія, науково-методичні підходи до вивчення теми, метод графів.

Samoilenko P. V.

candidate of pedagogical sciences,
associate professor of the department of Chemistry, Technologies and
Pharmacy, T.H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium»
ORCID 0000-0001-6279-9282
E-mail: pvsamoilenko@gmail.com

Semenenko K. S.

Master student,
T.H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium»
E-mail: k.semenenko98@gmail.com

Bilous O. V.

senior lecturer of the department of Geography,
T.H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium»
ORCID 0000-0002-3307-399X
E-mail: olhabilous1@gmail.com

OPTIONS FOR STUDYING THE TOPIC «ATOM STRUCTURE. PERIODIC LAW AND PERIODIC TABLE» AS THE MEANS OF INDIVIDUAL EDUCATIONAL TRAJECTORY PROJECTING OF A TEACHER TRAINEE WHILE TEACHING PRACTICE

The research is aimed to define peculiarities of methodological approaches to periodic law studying during school course of chemistry and creating an individual

education trajectory (IET) of a teacher trainee for its further implementation during teaching practice. The following objectives have been specified: to perform an analysis of educational programs in Chemistry from the point of a correspondent scientific approach implementation while studying of periodic law, periodic table and atom structure; ground the sequence of educational material on the topic from the point of logical, scientific and methodological approach; provide options of projecting and IET implementation during teaching practice. In the process of research, methods of analysis, synthesis, generalization, analogy as well as hypothesis and deduction have been used.

It is shown that Methods of Chemistry teaching include three approved approaches to studying periodic law, periodic table and atom structure which are historic, logical and historical and logical. However, modern educational program in Chemistry is found not to consider the above-mentioned approaches while projecting educational material on the topic «Atom structure. Periodic law and periodic table». During structuring of educational material on the topic «Atom structure. Periodic law and periodic table» the sequence of the content has been defined according to scientific, logical and methodological approach. Projecting of IET of a student while teaching practice presupposes considering a range of subjective and objective factors which stipulate the choice of scientific and methodological approach to studying the topic «Atom structure. Periodic law and periodic table». The decisive factors among those are the level of studying abilities of both – a teacher trainee and students, as well as the level of professional pedagogical motivation development of a trainee. Defined stages of IET implementation of a teacher trainee (prognostic, diagnostic, projecting, mobilizational, process and action, assessment and reflexive, correction) are discussed in the context of definite topic studying. As a research prospective, the implementation of the projected individual educational trajectories of teachers-trainees during teaching practice is planned as well as further verification of their effectiveness.

Key words: *teaching practice, educational program in Chemistry, individual educational trajectory, scientific and methodological approaches to topic studying, graphs method.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. Теоретичною основою розділу неорганічної хімії сучасного курсу хімії є періодичний закон, періодична система хімічних елементів Д.І. Менделєєва в світлі сучасних уявлень про будову атома та будову речовини. Вони слугують каркасом для структурування курсу неорганічної хімії. Навчальні програми з хімії за час незалежності України часто змінювалися, тим самим змінювалося місце і структура вивчення періодичного закону, періодичної системи і будови атома. Без належної експериментальної перевірки пропонованих начальних програм інколи порушувалася в них логічна послідовність як навчальних тем загалом, так і навчального матеріалу в межах теми. Тим самим це мало негативний

вплив на навчальну діяльність школярів, зокрема, учні 8 класу не розуміли сутність періодичного закону та не могли встановити взаємозв'язок між періодичним законом, періодичною системою та будовою атома, що знижувало інтерес до вивчення теоретичного матеріалу та предмету загалом. Тому у ході підготовки студентів до педагогічної практики потрібно звертати особливу увагу на вибір науково-методичного підходу та з'ясування умов успішного засвоєння навчального матеріалу з теми «Будова атома. Періодичний закон, періодична система хімічних елементів Д. І. Менделєєва».

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Тривалий час місце та методичні підходи вивчення періодичного закону, періодичної системи та будови атома були предметом наукового пошуку вчених-методистів та вчителів-новаторів. Як результат проведених педагогічних досліджень, визнано три науково-методичних підходи вивчення періодичного закону, періодичної системи хімічних елементів та будови атома, а саме: історичний, логічний, історико-логічний.

Історичний науково-методичний підхід вивчення періодичного закону і періодичної системи елементів та будови атома базується на історії відкриття закону і розробки електронної теорії. Згідно з цим способом, на початковому етапі періодичний закон і періодична система вивчається тільки на основі відносних атомних мас. Наступним кроком стане ознайомлення з будовою атома і тільки згодом, вже маючи теоретичну основу, учні повторно переходять до періодичної системи [4, с. 42].

За другим варіантом (логічний підхід) передбачалося спочатку вивчення будови атома, а вже згодом – періодичного закону і періодичної системи елементів на основі електронної будови атома. Відповідно до логічного підходу С. Сатбалдіною [13, с. 35] було сформульовано нові (відносно першого способу) положення, які слугують основою вивчення періодичного закону Д. І. Менделєєва: а) самостійна діяльність учнів є визначальною для розвитку їх мислення, в першу чергу творчого; б) спеціальним чином сконструйований зміст навчальної програми є основним засобом організації діяльності учнів. Вивчення будови атомів хімічних елементів дозволяє учням в ході власної діяльності завдяки знанням про енергетичні рівні у атомах і кількості електронів на енергетичних рівнях скласти періодичну систему елементів. На думку авторів, організація пізнавальної діяльності учнів спрямована на самостійне створення періодичної системи та її подальше порівняння з періодичною системою Д. І. Менделєєва, що дозволяє дійти до сучасного формулювання періодичного закону. Саме за таким способом організації самостійної навчальної діяльності учень стає суб'єктом навчальної діяльності [4, с. 43]. Авторка [3] характеризує методичні особливості зазначеного науково-методичного підходу під час вивчення хімії як профільного предмету.

При історико-логічному науково-методичному підході школярі зможуть спершу переконатись у залежності властивостей хімічних елементів та їх

сполук від відносних атомних мас елементів, яку віднайшов Д. І. Менделєєв, а вже тоді з'ясувати причини такої залежності. Історико-логічний підхід створює найкращі умови для організації пошукової діяльності школярів, адже він дозволяє створити на уроках проблемні ситуації, подібні тим, що виникали на певних етапах розвитку хімічної науки. З іншого боку, історико-логічний підхід, орієнтуючись на логічні зв'язки навчального матеріалу, дозволяє учням в ході навчального процесу отримати відповіді на ряд питань з позиції сучасного рівня розвитку науки, максимально досягнути наукові здобутки, зроблені вченими-хіміками, науковцями [4, с. 43–44].

Проаналізуємо навчальні програми з погляду використання зазначених вище науково-методичних підходів. Як зазначено в навчальній програмі з хімії 1990 року, вивчення курсу неорганічної хімії проводилося поетапно: спочатку учні засвоюють основні поняття хімії, необхідні для розуміння періодичного закону, потім ознайомлюються з періодичним законом і періодичною системою хімічних елементів Д.І. Менделєєва, будовою атомів, електронною природою хімічних зв'язків, після чого вивчають типові елементи окремих груп, їхні найважливіші сполуки [8, с. 5-6]. Таким чином, послідовність теми «Періодичний закон і періодична система хімічних елементів Д.І. Менделєєва. Будова атома» в програмі 1990 року вибудовується згідно з історичним науково-методичним підходом. Основним завданням вивчення даної теми є з'ясування сутності (фізичного змісту) періодичного закону. Розв'язання даного завдання відбувається на уроці на тему «Розподіл електронів у атомах елементів перших чотирьох періодів», в ході якого на основі складання учнями схем електронної будови атомів розкривається причина явища періодичності. Розгляд електронних та графічних електронних формул за цією програмою не передбачався, оскільки для досягнення основного завдання достатньо лише ознайомлення учнів зі схемами електронної будови атомів [8, с. 9–11].

На побудову перших навчальних програм з хімії незалежної України мав певний вплив підручник з хімії 8 класу (автори Г.Е. Рудзітіс, Ф.Г. Фельдман), який використовувався на той час в масовій практиці [11]. Згідно з навчальною програмою 1994 року вивченню періодичного закону передують засвоєння учнями основних хімічних понять, ознайомлення з типовими простими речовинами на прикладі кисню і водню та складними речовинами – основними класами неорганічних сполук. Слід зауважити, що включення хімічних властивостей солей не є базовим компонентом для вивчення періодичного закону [9, с. 4]. Послідовність навчального матеріалу даної теми визначається історичним науково-методичним підходом, водночас, забезпечується пояснення сутності періодичного закону на основі будови електронних оболонок атомів [9, с. 14].

Особливістю вивчення періодичного закону, періодичної системи, будови атома згідно з навчальною програмою 2001 року є поглиблене вивчення будови атома (електронні формули елементів, графічні електронні формули елементів) без пояснення сутності періодичного закону, крім того, додатково вводиться

поняття електронегативності, яке не знаходить застосування в даній темі [10, с. 11].

У 2004 році відбувся конкурс навчальних програм з хімії, серед яких переможцем визнано навчальну програму, розроблену Л.П. Величко, О.Г. Ярошенко. Згідно з даною програмою знання основних класів неорганічних сполук слугувало базою вивчення періодичного закону та сприяло усвідомленню періодичних змін властивостей сполук хімічних елементів, а вивчення будови атома давало змогу пояснити причину явища періодичності [7, с. 4]. У цій навчальній програмі відзначаємо чітку послідовність вивчення навчального матеріалу теми «Періодичний закон і періодична система хімічних елементів Д. І. Менделєєва. Будова атома» згідно з історико-логічним науково-методичним підходом. У ній передбачено з'ясування фізичного змісту періодичного закону на основі будови електронних оболонок атомів (схем електронної будови атомів). Потім на основі розгляду стану електронів в атомі поглиблюються знання про будову атома шляхом розгляду електронних та графічних електронних формул атомів, які необхідні для подальшого вивчення навчального матеріалу про хімічний зв'язок [7, с. 16].

У навчальній програмі 2012 року змінено логіку викладання навчального матеріалу порівняно з попередньою програмою. На початок 8 класу винесено теоретичний матеріал про періодичний закон, будову атома, хімічний зв'язок і будову речовини [5]. На думку авторів програми, тема «Основні класи неорганічних сполук», яка традиційно своїм змістом спрямовувалась на підготовку учнів до сприймання періодичного закону і закономірностей, що впливають із періодичної системи хімічних елементів, вивчається на його основі як теоретичному підґрунті. На нашу думку, у результаті внесених змін у навчальну програму будова речовин розглядається з позиції теорії будова атома та теорії хімічного зв'язку, а пояснення хімічних властивостей сполук здебільшого з використанням положень атомного-молекулярного вчення. Це суперечить результатам проведених педагогічних досліджень під керівництвом Л.О. Цветкова про нерозривний зв'язок теми «Хімічний зв'язок. Будова речовини» та теми «Розчини. Електролітична дисоціація».

Зміст теми «Періодичний закон і періодична система хімічних елементів Д. І. Менделєєва» в програмі 2012 року вибудовується згідно з історико-логічним науково-методичним підходом. Проте при проведенні уроку на тему «Характеристика хімічних елементів малих періодів за їх місцем у періодичній системі та будовою атома» з'ясовується, що базових знань для прогнозування характеру та властивостей сполук типових елементів недостатньо [5].

У 2017 році в зв'язку з впровадженням компетентнісного підходу в освітній процес з хімії було запропоновано вдосконалений варіант навчальної програми з хімії. Основною метою базової загальної середньої освіти передбачалося формування засобами навчального предмета ключових і предметних компетентностей [6].

З'ясуємо, яким чином зміст теми «Будова атома. Періодичний закон і періодична система хімічних елементів» дозволяє вчителю формувати зазначені компетенції.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Так, при виборі вчителем науково-методичного підходу вивчення теми «Будова атома. Періодичний закон і періодична система хімічних елементів» згідно з сучасною програмою з хімії виявляються певні суперечності у змісті. Послідовність навчального матеріалу в зазначеній темі вибудовується з врахуванням філософських категорій «одиничне», «особливе» за відсутності категорії «загальне». Таким чином, не відбувається узагальнення емпіричних знань у вигляді періодичного закону, тобто основний компонент «Відкриття періодичного закону Д. І. Менделєєвим» в структурі історичного чи історико-логічного науково-методичних підходів в даній темі відсутній [6].

Згідно з назвою теми спочатку розглядається будова атома, а потім періодичний закон і періодична система, що зумовлює вибір логічного науково-методичного підходу. Якщо намір авторів передбачав реалізацію логічного науково-методичного підходу, тоді на початку даної теми має розглядатися поняття хімічний елемент та будова атома, зокрема, розгляд квантових чисел, послідовність заповнення електронами електронних орбіталей, конструювання періодичної системи та сучасне формулювання періодичного закону, що вимагає введення додаткових понять. Таким чином, послідовність змісту навчального матеріалу теми не відповідає жодному з науково-методичних підходів.

Ми розглядаємо вищезазначені науково-методичні підходи до вивчення періодичного закону як засіб проектування індивідуальної освітньої траєкторії (ІОТ) студента під час педагогічної практики. Варіативні можливості вивчення даної теми дозволяють студенту не тільки вибрати методичний підхід відповідно до індивідуально-психологічних особливостей учнів класу, але й усвідомити власну позицію та роль в шкільному освітньому середовищі.

Метою нашої статті є з'ясування особливостей методичних підходів вивчення періодичного закону в шкільному курсі хімії та вибудовування ІОТ студента для її реалізації під час педагогічної практики.

Завдання статті визначаємо такі:

- 1) проаналізувати навчальні програми з хімії з погляду використання відповідного науково-методичного підходу вивчення періодичного закону, періодичної системи та будови атома;
- 2) обґрунтувати послідовність навчального матеріалу теми за логічного наукового-методичного підходу;
- 3) запропонувати варіанти проектування та реалізації ІОТ під час педагогічної практики.

Виклад основного матеріалу дослідження. Логічне структурування змісту навчальних дисциплін дозволяє усвідомити характер внутрішніх зв'язків

та обґрунтувати варіанти пояснення цього навчального матеріалу. Саму логічну структуру навчального матеріалу А.М. Сохор розуміє як «систему, послідовність, взаємозв'язок складових, єдине ціле навчального матеріалу» [14, с. 22-23]. На його думку, від того, що розуміється під елементом навчального матеріалу, і від того, як встановлюються зв'язки між виділеними елементами, залежать і варіанти представлення логічної структури навчального матеріалу. Способом наочного представлення таких структур є логічні схеми, у яких елементами знання виступають поняття, судження, закони. Ці елементи розміщуються в прямокутники або овали і сполучаються стрілками відповідно до послідовності викладу навчального матеріалу. Фактично ці структурно-логічні схеми є орієнтованими графами. Графи розглядаються як система відрізків, які поєднують задані точки. Поєднання двох точок графу відрізком символізує наявність між точками взаємозв'язку, що, у свою чергу, дозволяє використовувати метод графів в якості моделі логічної побудови навчального матеріалу [14, с. 87].

Для визначення послідовності вивчення понять і термінів в темі «Будова атома. Періодичний закон, періодична система хімічних елементів» ми використали метод графів. Для складання графу необхідно визначити основні поняття, що сформулюються під час вивчення даної теми, та супутні, які засвоєні раніше або є міжпредметними.

Для визначення логічної послідовності змісту теми «Будова атома. Періодичний закон, періодична система хімічних елементів» ми відібрали 37 основних та 2 супутніх змістових елементів (табл. 1). Кожний змістовий елемент отримав свій порядковий номер, який ми будемо використовувати при побудові графу.

Таблиця 1.

Основні змістові елементи теми «Будова атома. Періодичний закон, періодична система хімічних елементів Д. І. Менделєєва»

| | |
|--|--|
| Основні змістові елементи: | |
| 1. Хімічний елемент | 23. Максимальна кількість електронів на енергетичних рівнях ($N=2n^2$) |
| 2. Атом | 24. Графічна електронна формула атома хімічного елемента |
| 3. Атомне ядро | 25. Електронна формула атома хімічного елемента |
| 4. Протон | 26. Поняття про радіус атома |
| 5. Нейтрон | 27. Електронегативність хімічних елементів |
| 6. Протонне число | 28. Металічність та неметалічність елементів |
| 7. Нуклонне число | 29. Періодичний закон Д.І. Менделєєва |
| 8. Нуклід. | 30. Сучасне формулювання періодичного закону Д.І. Менделєєва |
| 9. Порядковий номер хімічного елемента | |
| 10. Фізичний зміст порядкового номера | |
| 11. Електрон | |

| | |
|--|--|
| 12. Квантові числа: головне квантове число (n) | 31. Структура періодичної системи хімічних елементів |
| 13. Орбітальне (побічне) квантове число (l) | 32. Період |
| 14. Магнітне квантове число (m) | 33. Група |
| 15. Спінове квантове число (ms) | 34. Металічні та неметалічні елементи |
| 16. Квантова комірка | 35. Метали та неметали |
| 17. Електронна орбіталь | 36. Оксиди металічних і неметалічних елементів |
| 18. Енергетичний рівень | 37. Гідроксиди металічних і неметалічних елементів |
| 19. Енергетичний підрівень | Супутні змістові елементи: |
| 20. Правило Клечковського | 38. Відносна атомна маса |
| 21. Принцип Паулі | 39. Закон Кулона. |
| 22. Правило Гунда | |

Для того, щоб встановити логічний зв'язок між поняттям А і Б необхідно відповісти на питання: чи можна сказати, що таке А, нічого не знаючи про поняття Б? Якщо на поставлене питання відповідь негативна, то в графі між цими елементами необхідно поставити стрілку від Б до А. Подібним чином встановлюються зв'язки між іншими поняттями.

Побудований граф з теми «Будова атома. Періодичний закон, періодична система хімічних елементів» отримав такий вигляд (Рис. 1):

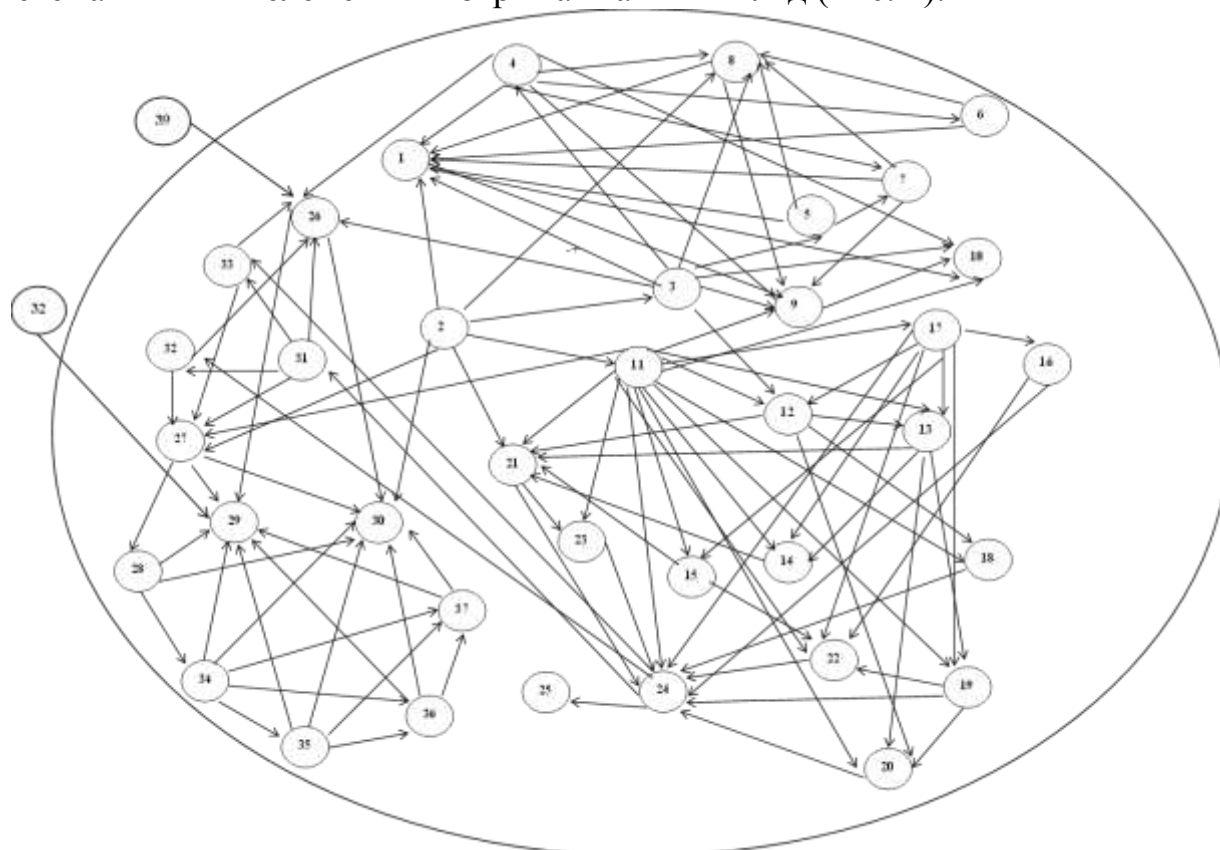


Рис. 1. Граф понять з теми «Будова атома. Періодичний закон, періодична система хімічних елементів»

Таким чином, встановлено логічні взаємозв'язки між поняттями, після чого на основі отриманих взаємозв'язків складалася матриця (рис. 1), в якій число стовпчиків і рядків відповідає числу основних понять.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | | |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|
| 1 | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Рис.2. Матриця для визначення елементів змісту навчального матеріалу

Заповнення матриці відбувається таким чином: якщо від поняття ідуть стрілочки, то в цьому рядку у відповідних стовпчиках ставляться одиниці (рис. 2). Коли матриця заповнена, вибирають стовпчик, де немає одиниць. Це і є поняття, з якого розпочинається вивчення нового матеріалу, оскільки це поняття не виникає з інших основних, а лише з супутніх. У нашому випадку це поняття 2 – «атом» (рис. 1). Після чого ми скорочуємо матрицю, викреслюємо з неї не лише пустий стовпчик, але й рядок з тим же номером. Наступними поняттями, які необхідно вивчати, є 3 (атомне ядро) і 11 (електрон) – оскільки в стовпчиках немає одиниць (рис. 2). Логічно спочатку вивчити будову атомного ядра, а після чого перейти до вивчення електрона. У скороченій матриці стовпчики 4 і 5 виявилися без одиниць. Логічно почати вивчення поняття 4 (протон), після якого буде вивчатися поняття 6 (протонне число), а потім перейти до вивчення 5 (нейтрон), оскільки обидва поняття (4,5) необхідні для вивчення наступного поняття 7 (нуклонне число). Після чого повторюємо подібні дії з наступними поняттями. У результаті загальна кількість складених матриць становила 36. Послідовність понять, враховуючи результати наших скорочень, буде такою: 8, 11, 1, 9, 10, 10, 17, 12, 18, 13, 19, 14, 15, 16, 20, 21, 23, 22, 24, 25, 31, 32, 33, 26, 27, 28, 34, 35, 36, 37, 30, 29.

Таким чином, дослідження показало, що зміст навчального матеріалу теми

«Будова атома. Періодичний закон, періодична система хімічних елементів» необхідно вивчати в такій послідовності (табл. 2).

Таблиця 2.

Послідовність вивчення навчального матеріалу теми «Будова атома. Періодичний закон і періодична система хімічних елементів», встановлена на основі методу графів

| Пропонована послідовність змістових елементів | Вихідна нумерація змістових елементів | Змістові елементи теми |
|---|---------------------------------------|---|
| 1 | 2 | Атом |
| 2 | 3 | Атомне ядро |
| 3 | 4 | Протон |
| 4 | 6 | Протонне число |
| 5 | 5 | Нейтрон |
| 6 | 7 | Нуклонне число |
| 7 | 8 | Нуклід |
| 8 | 11 | Електрон |
| 9 | 1 | Хімічний елемент |
| 10 | 9 | Порядковий номер хімічного елемента |
| 11 | 10 | Фізичний зміст порядкового номера хімічного елемента |
| 12 | 17 | Електронна орбіталь |
| 13 | 12 | Головне квантове число |
| 14 | 18 | Енергетичний рівень |
| 15 | 13 | Орбітальне (побічне) квантове число |
| 16 | 19 | Енергетичний підрівень |
| 17 | 14 | Магнітне квантове число |
| 18 | 15 | Спінове квантове число |
| 19 | 16 | Квантова комірка |
| 20 | 20 | Правило Клечковського |
| 21 | 21 | Принцип Паулі |
| 22 | 23 | Максимальна кількість електронів на енергетичних рівнях |
| 23 | 22 | Правило Гунда |
| 24 | 24 | Графічна електронна формула атома хімічного елемента |
| 25 | 25 | Електронна формула атома хімічного елемента |
| 26 | 31 | Структура періодичної системи |
| 27 | 32 | Період |
| 28 | 33 | Група |

| | | |
|----|----|--|
| 29 | 26 | Поняття про радіус |
| 30 | 27 | Електронегативність хімічних елементів |
| 31 | 28 | Металічність та неметалічність елементів |
| 32 | 34 | Металічні та неметалічні елементи |
| 33 | 35 | Метали та неметали |
| 34 | 36 | Оксиди металічних і неметалічних елементів. |
| 35 | 37 | Гідроксиди металічних і неметалічних елементів |
| 36 | 30 | Сучасне формулювання періодичного закону Д.І. Менделєєва |
| 37 | 29 | Періодичний закон Д.І. Менделєєва |

Враховуючи взаємозв'язки між поняттями, ми відібрали мінімальний обсяг понять до кожного уроку, а потім визначили послідовність цих уроків:

1. Будова атома. Склад атомних ядер (протони і нейтрони). Протонне число. Нуклонне число. Заряд ядра атома хімічного елемента. Порядковий номер хімічного елемента.

2. Стан електронів у атомі. Електронні орбіталі. Енергетичні рівні та підрівні. Максимальна кількість електронів на енергетичних рівнях.

3. Заповнення електронами енергетичних рівнів та підрівнів у атомах хімічних елементів № 1-20: а) структура орбіталей в атомі; б) порядок заповнення електронами енергетичних рівнів і підрівнів; в) послідовність заповнення орбіталей електронами.

4. Будова електронних оболонок атомів хімічних елементів № 1-20. Основні принципи розміщення електронів на енергетичних рівнях та підрівнях. Графічні електронні та електронні формули атомів хімічних елементів № 1-36.

5. Класифікація і побудова системи хімічних елементів. Будова електронних оболонок і структура періодичної системи. Число хімічних елементів у періодах. Будова електронних оболонок і групи періодичної системи. Залежність металічних і неметалічних властивостей атомів елементів від будови зовнішнього електронного шару. Зміна радіусів атомів елементів в періодах і групах.

6. Залежність характеру елементів та властивостей їхніх сполук від електронної будови атомів. Фізичний зміст (сутність) періодичного закону. Сучасне формулювання періодичного закону Д. І. Менделєєва. Періодичний закон Д. І. Менделєєва як форма узагальнення відомостей про хімічні елементи та їх сполуки.

7. Характеристика хімічних елементів № 1-36 за їхнім місцем у періодичній системі та будовою атома.

8. Значення періодичного закону.

Запропонована технологія застосування графів спрямовує діяльність студентів на визначення послідовності вивчення навчального матеріалу зазначеної теми на основі виявлення функціональних зв'язків. Слід зазначити,

що проблема конструювання змісту навчального матеріалу може бути вирішена й іншим шляхом. Так, О.В. Білоус [1] досліджує проблему структурування навчального змісту з неорганічної хімії з позиції генетичного підходу, вивчає питання розвитку здатності майбутніх учителів до аналізу навчального матеріалу з метою встановлення генетично висхідного відношення.

У ході проєктування ІОТ студентом-практикантом визначальними факторами є такі: суб'єктивні (рівень професійно-педагогічної підготовки студента, рівень пізнавальних можливостей, особливості професійно-педагогічної мотивації, особливості розвитку емоційно-вольової сфери особистості студента, самооцінка та рівень домагань) та об'єктивні (особливості шкільного освітнього середовища, рівень пізнавальних можливостей учнів класу) [2]. Взаємозв'язок науково-методичних підходів та суб'єктивних і об'єктивних факторів, що впливають на проєктування ІОТ студента на період педагогічної практики, відображений у табл. 2.

Таблиця 2.

Фактори, що ураховуються при проєктуванні ІОТ студента

| Науково-методичні підходи | Фактори, що ураховуються при проєктуванні ІОТ студента |
|---------------------------|--|
| Історичний | <i>Суб'єктивні:</i> низький рівень професійно-педагогічної підготовки студента, репродуктивний рівень пізнавальної діяльності студента, переважання зовнішніх мотивів навчально-професійної діяльності, низький чи середній рівень розвитку вольових якостей особистості, тактичний чи амбіційний тип рівня домагань (за Ф. Хоппе), неадекватна самооцінка (занижена чи завищена). |
| | <i>Об'єктивні:</i> матеріально-технічні ресурси школи, що не відповідають сучасним вимогам, позитивний соціально-психологічний клімат педагогічного колективу, репродуктивний рівень пізнавальної діяльності учнів класу. |
| Історико-логічний | <i>Суб'єктивні:</i> середній рівень професійно-педагогічної підготовки студента, продуктивний напівсамостійний рівень пізнавальної діяльності студента, нестійка професійно-педагогічна мотивація, середній рівень розвитку вольових якостей особистості, тактичний чи обережний тип рівня домагань (за Ф. Хоппе), нормальна (адекватна) самооцінка з тенденцією до завищення. |
| | <i>Об'єктивні:</i> сучасний рівень оснащення матеріально-технічними ресурсами, позитивний соціально-психологічний клімат педагогічного колективу, продуктивний напівсамостійний рівень пізнавальної діяльності учнів. |
| Логічний | <i>Суб'єктивні:</i> високий рівень професійно-педагогічної |

| | |
|--|---|
| | підготовки студента, продуктивний самостійний рівень пізнавальної діяльності студента, стійка професійно-педагогічна мотивація, високий рівень розвитку вольових якостей особистості, тактичний тип рівня домагань (за Ф. Хоппе), нормальна (адекватна) самооцінка з тенденцією до завищення. |
| | <i>Об'єктивні:</i> сучасний рівень оснащення матеріально-технічними ресурсами, позитивний соціально-психологічний клімат педагогічного колективу, продуктивний самостійний рівень пізнавальної діяльності учнів. |

Необхідно підкреслити, що роль викладача-консультанта у проєктуванні ІОТ полягає, на нашу думку, в умілому використанні дискурсу як засобу проєктування. Студенти, проєктуючи ІОТ на період педагогічної практики, мають урахувати, що історичний науково-методичний підхід бажано використовувати для учнів з репродуктивним рівнем пізнавальної діяльності [12, с. 17]. Згідно з цим підходом послідовність змісту така: знання про елементи та природні родини, періодичний закон і періодична система на основі лише відносних атомних мас, уявлення про будову атома, фізичний зміст періодичного закону, періодична система з погляду уявлень про будову атома.

Відповідно до рівня пізнавальної діяльності учнів студенти планують відповідні методи навчання. Так, для класу з репродуктивним рівнем пізнавальної діяльності серед загальних методів використовуються такі: пояснювально-ілюстративний, частково-пошуковий; серед часткових – словесні, словесно-наочні, словесно-наочно-практичні; серед конкретних – розповідь з демонстрацією засобів наочності, бесіда, самостійна робота.

Для учнів зазначеного рівня пізнавальної діяльності студенти особливу увагу приділяють добору відповідних засобів навчання, які ілюструють пояснювані вчителем закономірності, що спочатку були відкриті на основі емпіричного узагальнення відомих фактів. До таких засобів відносять різні ілюстрації будови атома, схеми електронної будови атома, схеми електронних та графічних електронних формул атомів. Крім того, для демонстрації хімічних властивостей амфотерних оксидів і гідроксидів; лужних металів, галогенів застосовується хімічний експеримент, анімаційні фрагменти, відеофрагменти. Такий варіант організації навчального процесу передбачає пояснювально-ілюстративний тип навчання з елементами проблемного навчання (проблемний виклад). Доцільним буде використання комп'ютерного моделювання, адже будь-який об'єкт можна демонструвати в 3D, що є більш наочним і ефективним.

Логічний науково-методичний підхід, як правило, студенти використовують для учнів з продуктивно-самостійним рівнем пізнавальної діяльності або в класах з допрофільним вивченням хімії. При зазначеному

науково-методичному підході вивчення будови атома передують вивчення періодичного закону і періодичної системи. Визначена нами послідовність вивчення навчального матеріалу з теми «Будова атома. Періодичний закон і періодична система хімічних елементів» у 8 класі на основі логічного науково-методичного підходу враховується студентами, які планують використовувати цей підхід під час педагогічної практики.

Для учнів з продуктивно-самостійним рівнем пізнавальної діяльності студенти планують застосовувати такі загальні методи: дослідницький, частково-пошуковий; часткові: словесно-наочні, словесно-наочно-практичні; конкретні: бесіда (дискусія), самостійна робота учнів з науковою літературою, довідковими посібниками, виконання письмових графічних робіт. Складаючи план вивчення теми, студенту-практиканту варто запланувати використання одного з методів особистісно орієнтованого навчання, зокрема, методу проєктів, що дозволяє виявити творчо обдарованих учнів задля налагодження індивідуальної роботи з ними.

Для учнів з продуктивно-напівсамостійним рівнем пізнавальної діяльності студенти мають можливість використовувати історико-логічний науково-методичний підхід, згідно з яким учні спочатку переконуються у виявленій Д.І. Менделєєвим залежності властивостей хімічних елементів і речовин від відносних атомних мас елементів, після чого розкривається причина цієї залежності, а також структура періодичної системи на основі будови атома. Історико-логічний підхід, з одного боку, створює оптимальні умови для організації пошукової діяльності учнів, оскільки дає змогу відтворити на уроках проблемні ситуації, що виникали в процесі розвитку наукових знань, і тим самим активізує навчальний процес, а, з другого – дає можливість перейти до вивчення низки питань відразу ж із сучасних позицій, орієнтуючись на логічні зв'язки навчального матеріалу. Для такого варіанту організації навчального процесу доцільно вибирати такі загальні методи навчання: частково-пошуковий, пояснювально-ілюстративний; часткові: словесні, словесно-наочні, словесно-наочно-практичні; конкретні: бесіда з демонстрацією засобів наочності, самостійна робота з підручником, виконання письмових графічних робіт. Такий підхід передбачає використання технологій проблемного навчання, інформаційно-комунікаційних та інтерактивних технологій.

Нами визначено етапи реалізації ІОТ студента: прогностичний, діагностувальний, проєктувальний, мобілізаційний, процесуально-діяльнісний, оцінювально-рефлексивний, коригувальний [2]. На прогностичному етапі викладач моделює ІОТ студента, враховуючи його інтереси, наміри, з одного боку, та вимоги навчальної програми з педагогічної практики, з іншого. На діагностувальному етапі на основі дослідження індивідуально-психологічних особливостей студента складається його психолого-педагогічний профіль, а у ході індивідуального консультування забезпечується поглиблення уявлень

студента про його потенційні можливості у реалізації одного з науково-методичних підходів до вивчення теми. Результати проведеного викладачем психолого-педагогічного дослідження особистості студента стають підґрунтям створення студентом за допомоги викладача індивідуальної освітньої програми на період педагогічної практики (проектувальний етап). Мобілізаційний етап полягає у можливості реалізації пробної (короткочасної) ІОТ у ході педагогічної (пропедевтичної) практики, що дозволяє внести корективи у спроектовану на попередніх етапах ІОТ. На процесуально-діяльнісному етапі послідовно реалізується ІОТ у вигляді індивідуального освітнього маршруту, який передбачає втілення розробленого педагогічного проєкту у вигляді тематичного плану. Оцінювально-рефлексивний етап проводиться у формі захисту педагогічної практики, який включає визначення рівня сформованості професійних компетентностей студентів та аналіз власної діяльності. Особливе значення має коригувальний етап, на якому відбувається зміна ставлення студента до реалізації окремих ланок ІОТ, перебудова ставлення до майбутньої професійної діяльності.

Висновки і перспективи подальших досліджень.

1. У методиці навчання хімії визнано три науково-методичні підходи вивчення періодичного закону, періодичної системи хімічних елементів та будови атома: історичний, логічний, історико-логічний. У сучасній навчальній програмі з хімії проєктується вивчення навчального матеріалу з теми «Будова атома. Періодичний закон і періодична система хімічних елементів» без урахування зазначених науково-методичних підходів.

2. У ході структурування навчального матеріалу теми «Будова атома. Періодичний закон і періодична система хімічних елементів» нами встановлено послідовність змісту згідно з логічним науково-методичним підходом.

3. Проєктування ІОТ студента на період педагогічної практики передбачає урахування низки суб'єктивних та об'єктивних факторів, що зумовлюють вибір науково-методичного підходу вивчення теми «Будова атома. Періодичний закон і періодична система хімічних елементів». Вирішальними серед них є рівень пізнавальних можливостей студента та учнів, рівень розвитку професійно-педагогічної мотивації студента.

У перспективі планується реалізація під час педагогічної практики спроектованих індивідуально-освітніх траєкторій студентів з подальшою перевіркою їх ефективності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Білоус О.В. Розвиток здатності майбутніх учителів до аналізу навчального матеріалу з неорганічної хімії. *Проблеми загальної та педагогічної психології*: збірник наукових праць Інституту психології ім. Г.С. Костюка АПН України / за ред. С.Д. Максименка. К.: 2003, т. V, ч. 4. С. 31–39.

2. Білоус О.В., Самойленко П.В. Проєктування індивідуальної освітньої

траєкторії студента у ході педагогічної практики. *Актуальні питання природничо-математичної освіти* : збірник наукових праць. 2020. Вип. 1(15). С. 83–91.

3. Лукашова Н.І. Методика вивчення періодичного закону Д. І. Менделєєва, періодичної системи хімічних елементів і будови: навч.-метод. посібник. Ніжин: Вид-во НДУ ім. М. Гоголя, 2007. 87 с.

4. Лукашова Н.І., Буринська Н.М. Еволюція методики вивчення періодичного закону. *Біологія і хімія в рідній школі*. 2014. № 4. С. 41–45.

5. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів : Хімія, 7–9 кл. 2012. 26 с.

6. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів : Хімія, 5–9 кл. 2017. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas>.

7. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів: Хімія 7–11 класи. Київ: Ірпінь, 2005. 32 с.

8. Програми середньої загальноосвітніх школи: Хімія 8–11 класи. Київ: Рад. шк., 1990. 39 с.

9. Програми середньої загальноосвітніх школи: Хімія 8–11 класи. Київ: Рад. шк., 1994. 40 с.

10. Програми середньої загальноосвітніх школи: Хімія 8–11-ті класи. *Хімія. Біологія*. 2001. № 49. 32 с.

11. Рудзітіс Г. Е., Фельдман Ф. Г. Хімія 8. Неорганічна хімія: підручник для 8 класу середньої школи. Київ: Рад. шк., 1990. 167 с.

12. Самойленко П.В. Науково-методичні підходи та технології вивчення періодичного закону, періодичної системи Д.І. Менделєєва і будови атома у 8 класі. *Сучасні тенденції навчання хімії* : тези доповідей IV науково-методичної конференції (14 квітня 2018 р., м. Львів). Львів: ЛНУ імені І. Франка, 2018. С. 17.

13. Сатбалдина С.Т. Об организации собственной деятельности учащихся на уроке. *Химия в школе*. 1988. № 2. С. 33–38.

14. Сохор А.М. Логическая структура учебного материала. Вопросы дидактического анализа / под ред. М.А. Данилова. Москва: Педагогика, 1974. 192 с.

REFERENCES:

1. Bilous, O.V. (2003). Rozvytok zdatnosti maibutnikh uchyteliv do analizu navchalnoho materialu z neorhanichnoi khimii. *Problemy zahalnoi ta pedahohichnoi psykhologii*: zbirnyk naukovykh prats Instytutu psykhologii im. H. S. Kostiuka APN Ukrainy / za red. S. D. Maksymenka, V, 4, 31–39.

2. Bilous, O.V., & Samoilenko, P. V. (2020). Proiektuvannia indyvidualnoi osvitnoi traiektorii studenta u khodi pedahohichnoi praktyky. *Aktualni pytannia pryrodnycho-matematychnoi osvity* : zbirnyk naukovykh prats, 1(15), 83–91.

3. Lukashova, N.I. (2007). Metodyka vuvchennia periodychnoho zakonu

D. I. Mendelieieva, periodychnoi systemy khimichnykh elementiv i budovy: navch.-metod. posibnyk. Nizhyn: Vyd-vo NDU im. M. Hoholia.

4. Lukashova, N.I., & Burynska, N. M. (2014). Evoliutsiia metodyky vyvchennia periodychnoho zakonu. *Biolohiia i khimiia v ridnii shkoli*, 4, 41–45.

5. Prohrama dlia zahalnoosvitnikh navchalnykh zakladiv : Khimiia, 7–9 kl. (2012).

6. Prohrama dlia zahalnoosvitnikh navchalnykh zakladiv : Khimiia, 5–9 kl. (2017). URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas>

7. Prohrama dlia zahalnoosvitnikh navchalnykh zakladiv: Khimiia 7–11 klasy. (2005). Irpin, Perun. 32 s.

8. Prohramy serednoi zahalnoosvitnikh shkoly: Khimiia 8–11 klasy. (1990). Rad. shk. 39 s.

9. Prohramy serednoi zahalnoosvitnikh shkoly: Khimiia 8–11 klasy. (1994). Rad. shk. 40 s.

10. Prohramy serednoi zahalnoosvitnikh shkoly: Khimiia 8–11-ti klasy. (2001). Khimiia. Biolohiia, 49. 27 s.

11. Rudzitis, H.E., & Feldman, F.H. (1990). Khimiia 8. Neorhanichna khimiia: pidruchnyk dlia 8 klasu serednoi shkoly. Kyiv: Rad. shk., 167 s.

12. Samoilenko, P.V. (2018). Naukovo-metodychni pidkhody ta tekhnolohii vyvchennia periodychnoho zakonu, periodychnoi systemy D. I. Mendelieieva i budovy atoma u 8 klasi. *Suchasni tendentsii navchannia khimii : tezy dopovidei IV naukovo-metodychnoi konferentsii (14 kvitnia 2018 r. (s. 17).*

13. Satbaldina, S.T. (1988). Ob organizacii sobstvennoj dejatel'nosti uchashhihsja na uroke. *Himija v shkole*, 2, 33–38.

14. Sohor, A.M. (1974). Logicheskaja struktura uchebnogo materiala. Voprosy didakticheskogo analiza / pod red. M.A. Danilova. Pedagogika.

Статтю надіслано до редколегії 15.04.2021 р.