

Теорія та методика навчання хімії

УДК 372.854:004.9

DOI: 10.31652/2786-5754-2021-1-60-73

Макєєв С.Ю.

кандидат педагогічних наук,
доцент кафедри хімії,
Харківський національний педагогічний університет
імені Г.С. Сковороди
ORCID ID 0000-0002-1021-6003
E-mail: melkor888@gmail.com

Грановська Т.Я.

кандидат педагогічних наук,
викладач кафедри хімії,
Харківський національний педагогічний університет
імені Г.С. Сковороди
ORCID ID 0000-0003-2683-839X
E-mail: taniya20gran@gmail.com

Сидоренко О.В.

кандидат технічних наук, доцент,
завідувач кафедри хімії,
Харківський національний педагогічний університет
імені Г.С. Сковороди
ORCID ID 0000-0002-5318-6377
E-mail: osid190266@gmail.com

ФОРМУВАННЯ ПРИРОДНИЧО-НАУКОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ЗАСОБАМИ ІКТ НА УРОКАХ ХІМІЇ У СТАРШІЙ ШКОЛІ

Дослідження проведене з метою розкриття шляхів, методів та засобів ІКТ для формування природничо-наукової компетентності у процесі навчання хімії в старшій школі. Проаналізовано стан проблеми у національній системі освіти, розглянуто поняття «компетентність», «природничо-наукова компетентність» і «компетентності у природничих науках і технологіях» з точки зору концепції Нової української школи. Для досягнення цілей дослідження застосовано методи науково-педагогічного дослідження: педагогічного моделювання; аналізу сучасних засобів ІКТ, результатів діяльності учнів, статистичних даних та науково-методичної літератури.

Показаний аналіз проблеми на міжнародному рівні, зокрема результати участі українських учнів у міжнародному дослідженні якості освіти PISA.

Розглянуто складники міжнародного дослідження PISA, природничо-наукову грамотність, її складові та компетенції. Відзначено компетентнісний характер дослідження PISA, що проявляється у тестових завданнях, для вирішення яких необхідно не репродуктивне відтворення набутих знань та умінь, а здатність ефективно застосовувати їх у нових, нестандартних ситуаціях. Проаналізовано результати показників рівня сформованості природничо-наукової грамотності на міжнародному дослідженні PISA-2018. Автори акцентують увагу на тому, що однією з причин низьких результатів України є недостатня увага до проблем становлення компетентнісної освіти.

Аргументовано доцільність формування природничо-наукової компетентності під час вивчення хімії за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій, зокрема навчально-моделюючих електронних навчальних посібників, програмно-методичних комплексів та пакетів програм; віртуальних хімічних лабораторій, спроможних моделювати хімічні явища і процеси. Розглянуто програмно-методичні мультимедійні засоби, які використовуються на уроках хімії у старшій школі та уможливають наочне зображення будови атомів й електронних оболонок, складу і просторової будови молекул, хімічних властивостей та способів добування речовин.

Результатом дослідження є визначення основних умов для успішної організації й проведення ефективного навчання хімії з використанням ІКТ; розробка ІКТ з хімії для 10-х класів, що навчаються за науково-педагогічним проектом «Інтелект України»; аналіз застосування мобільних додатків в освітньому процесі з хімії. Авторами наголошено на позитивних результатах використання засобів ІКТ на уроках хімії з метою формування природничо-наукової компетентності.

Ключові слова: *компетенізація освіти, природничо-наукова компетентність, інформаційно-комунікаційні технології, хімічна освіта, старша школа.*

Makieiev S.Y.

Candidate of Pedagogical Sciences,
Docent of the Department of Chemistry,
H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University
ORCID ID 0000-0002-1021-6003
E-mail: melkor888@gmail.com

Hranovska T.Y.

Candidate of Pedagogical Sciences,
Lecturer of the Department of Chemistry,
H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University
ORCID ID 0000-0003-2683-839X
E-mail: taniya20gran@gmail.com

Sydorenko O.V.

Candidate of Technical Sciences, Docent,

Head of the Department of Chemistry,
H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University
ORCID ID 0000-0002-5318-6377
E-mail: osid190266@gmail.com

FORMATION OF NATURAL SCIENCE COMPETENCE BY ICT MEANS DURING CHEMISTRY LESSONS IN HIGH SCHOOL

The research was conducted in order to reveal the ways, methods and means of ICT for the formation of natural science competence in the process of teaching chemistry in high school. The state of the problem in the national education system is analyzed, the concepts of "competence", "natural science competence" and "competence in natural sciences and technologies" from the point of view of the concept of the New Ukrainian School are considered. In order to achieve the research objectives were used methods of scientific and pedagogical research: pedagogical modeling; analysis of modern means of ICT, results of students' activities, statistical data, scientific and methodological literature.

The analysis of the problem at the international level is displayed, in particular, the results of Ukrainian students' participation in the international PISA study of education quality. The components of the international PISA study, scientific literacy, its components and competencies are considered. The competency character of PISA research is noted, which is manifested in test tasks, for the solution of which it is not necessary to reproduce the acquired knowledge and skills, but the ability to effectively apply them in new, non-standard situations. The results of indicators of formation level in natural science competence at the international study PISA-2018 are analyzed. The authors emphasize that one of the reasons for Ukraine's low results is insufficient attention to the problems of the formation of competency education.

The expediency of formation of natural-scientific competence during the study of chemistry by aid of information and communication technologies, in particular, educational-modeling electronic textbooks, program-methodical complexes and program packages is argued. Virtual chemical laboratories capable of modeling chemical phenomena and processes are proposed. The program-methodical multimedia means used in chemistry lessons in high school are considered, and they allow visual representation of the structure of atoms and electronic shells, composition and spatial structure of molecules, chemical properties and methods of extraction of substances.

The result of the research is determination of the main conditions for successful organization and conducting of effective studying of chemistry with ICT using; development of ICT in Chemistry for 10th graders studying in the scientific and pedagogical project "Intellect of Ukraine"; analysis of using the mobile applications in the educational process of chemistry. The authors emphasize the positive results of ICT tools use in chemistry lessons in order to form natural science competence.

Key words: *education competence, natural science competence, information and communication technologies, chemical education, high school.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. Компетенцізація національної системи освіти є однією з найважливіших складових і нагальних проблем її модернізації. Зважаючи на це, визначальним ключовим компонентом серед зазначених у концепції Нової української школи (НУШ) є новий зміст освіти, заснований на формуванні компетентностей, потрібних для успішної самореалізації в суспільстві [12, с.7]. Крім цього, концепцією НУШ та Законом України «Про освіту» передбачається початок роботи базової (2022 р.) та профільної (2027 р.) школи за новими освітніми стандартами на компетентнісній основі [12, с.32].

Серед ключових компетентностей особливе значення для навчання хімії мають компетентності у природничих науках і технологіях [12, с.11], які передбачають наукове розуміння природи і сучасних технологій, здатність застосовувати його в практичній діяльності; уміння застосовувати науковий метод, спостерігати, аналізувати, формулювати гіпотези, збирати дані, проводити експерименти, аналізувати результати.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Огляд сучасних публікацій показує тенденцію до необхідності формування предметних компетентностей учнів під час вивчення певних предметів, де особливе місце відводиться ІКТ як інструменту в руках учителя для навчання учнів. При цьому ключову роль відіграє формування цифрової грамотності учасників освітнього процесу, без якої якісне застосування ІКТ стає неефективним, що засвідчують роботи В. Андрієвської, Л. Білоусової, В. Бикова, І. Воротникової, Л. Гаврілової, Г. Генсерук, С. Доценко, А. Прокопенко, Я. Топольник та ін.

Проблеми застосування ІКТ в освітньому процесі основної та старшої школи під час навчання природничих дисциплін досліджували В. Биков, Л. Білоусова, К. Гуз, М. Жалдак, Н. Житеньова, С. Каяліна, С. Коваленко, В. Кухаренко, М. Лаптева, С. Пудова, Н. Рашевська, С. Семеріков, Г. Скрипка, О. Слободяник, та ін. Особливості упровадження у систему хімічної освіти нових інформаційних технологій розглядали Л. Боднар, Т. Деркач, Н. Кононенко, О. Тасенко, Н. Шумська та ін. Окремі аспекти використання ІКТ на уроках хімії розглянуті також у деяких працях авторів [1; 6; 9].

Питання розвитку природничо-наукової компетентності школярів розглядалася в працях П. Атаманчука, Г. Білецької, М. Головка, Н. Єрмакова, В. Заболотного, І. Крохіної, А. Куха, О. Пінчук, С. Ракова та ін.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Однак дотепер залишається нерозглянутим і тому виявляється актуальним питання формування природничо-наукових компетентностей на уроках хімії у старшій школі засобами інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), що обумовлено значними можливостями для навчання на якісно новому рівні.

Мета статті – розкрити шляхи, методи та засоби ІКТ для формування природничо-наукової компетентності у процесі навчання хімії в старшій школі.

Виклад основного матеріалу. Компетентності у природничих науках і технологіях є складовою частиною компетентнісного потенціалу хімії як навчального предмета і включають в себе уміння пояснювати природні явища, процеси в живих організмах і технологічні процеси на основі хімічних знань; формулювати, обговорювати й розв'язувати проблеми природничо-наукового характеру; проводити досліди з речовинами з урахуванням їхніх фізичних властивостей; виконувати експериментальні завдання і проекти, використовуючи знання з інших природничих предметів; використовувати за призначенням сучасні прилади і матеріали; визначати проблеми довкілля, пропонувати способи їх вирішення; досліджувати природні об'єкти [10]. Крім зазначеного, компетентності передбачають усвідомлення значення природничих наук для пізнання матеріального світу, внеску видатних учених у розвиток природничих наук; оцінювання значення природничих наук і технологій для сталого розвитку суспільства; висловлення судження щодо природних явищ із погляду сучасної природничо-наукової картини світу.

У документах Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР), під проводом якої кожні три роки проводиться міжнародне дослідження якості освіти PISA (Programme for International Student Assessment), використовується поняття «грамотність», під яким розуміють знання, вміння і навички, які необхідні учням для повноцінного функціонування в сучасному суспільстві, тобто для розв'язування широкого діапазону завдань в різних сферах людської діяльності, для спілкування та встановлення соціальних відносин [8, с.87]. У Державному стандарті базової і повної загальної середньої освіти компетентність визначається як набута у процесі навчання інтегрована здатність учня, що складається зі знань, умінь, досвіду, цінностей і ставлення, які можуть цілісно реалізовуватися на практиці [5]. Тому поняття «грамотність» може розглядатися як синонім ключових компетентностей учнів.

Природничо-наукова грамотність у документах ОЕСР та дослідженні PISA визначається як здатність учня як свідомого громадянина вивчати й вирішувати питання, пов'язані з наукою й науковими ідеями. Науково грамотна особа готова аргументовано міркувати про науку й технології, що потребує від неї таких компетентностей: пояснювати різноманітні явища з наукової позиції, оцінювати й розробляти наукове дослідження, а також інтерпретувати дані й докази з наукової позиції [3, с.8; 7]. Виділяють чотири взаємопов'язані складові природничо-наукової грамотності (компетентності):

- впізнавання життєвих ситуацій, що стосуються науки і технології;
- вміння задавати наукові запитання, використовувати наукові знання, робити висновки на основі доведених фактів;
- розуміння матеріального світу на основі наукових знань, що передбачає

володіння знаннями про навколишній світ і його закони, а також знаннями про природничі науки;

- інтерес до природничо-наукового знання, включення його у власну систему цінностей, мотивація діяти відповідально по відношенню до природних ресурсів і навколишнього середовища [8, с.87].

Природничо-наукова компетентність як здатність людини вивчати й розв'язувати питання, пов'язані з наукою та її впливом на повсякденне життя, потребує таких компетенцій:

- пояснювати явища науково – упізнавати, пропонувати й оцінювати пояснення для природних і технологічних явищ;
- оцінювати й розробляти наукове дослідження – описувати й оцінювати наукові дослідження та пропонувати шляхи наукового розв'язування проблем;
- інтерпретувати дані й докази з наукової позиції – аналізувати й оцінювати дані, твердження й аргументи, а також робити відповідні наукові висновки [3, с.7; 7].

Україна уперше взяла участь у міжнародному дослідженні якості освіти PISA у 2018 році. За результатами цих досліджень можна оцінити рівень сформованості компетентностей в 15-річних учнів. Середній бал українських учнів з природничо-наукової компетентності становив 468,99 [18]. Загальні результати українських учнів є дещо нижчими за середні показники країн ОЕСР, середнє значення для яких з природничо-наукової компетентності становить 490,78 [18]. В Україні значний відсоток учнів має нижчий за базовий рівень природничо-наукової грамотності, і зовсім невеликий відсоток тих, хто досяг найвищого (6-го) рівня грамотності. Так, 73,6 % українських учнів досягли рівня базового показника сформованості природничо-наукової компетентності [18].

У дослідженні PISA у завданнях для учнів на оцінювання природничо-наукової компетентності подано різні реальні життєві ситуації, які пов'язані з природничо-науковими або технічними проблемами та розглядаються в одному з трьох контекстів [8, с.89]: особистісному (пов'язаному з самим учнем, його сім'єю, друзями), соціальному (пов'язаному з місцевим оточенням) або глобальному (пов'язаному з явищами, що відбуваються у світі).

Однією з основних причин низьких результатів України у дослідженні PISA вважається недостатня увага до проблем упровадження компетентнісної освіти з її акцентом на реальних практичних, життєвих проблемах, які актуальні для учнів і мотивують їх у навчанні. Цими результатами необхідно скористуватися при упровадженні ефективних освітніх практик для підвищення якості української системи освіти.

Вітчизняні дослідники наголошують на доцільності упровадження окремих елементів компетентнісно орієнтованих завдань на поточних уроках, а також підготовці блоків таких завдань для контролю у вигляді самостійної роботи. Серед вимог до завдань виділяють наступні: завдання мають містити як

текстову інформацію, так і інформацію у вигляді таблиць, діаграм, графіків, малюнків, схем; завдання мають бути засновані на матеріалі з різних предметних галузей; завдання можуть вимагати залучення додаткової інформації або, навпаки, містити надлишкову інформацію; завдання мають бути кластерними: складатися з великого блоку теорії та декількох взаємопов'язаних запитань у різній формі; завдання можуть передбачати роботу з комп'ютерними симуляціями та імітаційними моделями [7].

Серед найбільш перспективних напрямів упровадження компетентнісної освіти й формування природничо-наукової компетентності у процесі навчання хімії є засоби ІКТ. Виділяють дві основні групи навчальних засобів ІКТ: засоби загального призначення (віртуальні навчальні середовища, текстові та графічні редактори, електронні таблиці, засоби створення мультимедійних презентацій, електронні лабораторні журнали, аудіовізуальні засоби, комунікаційні засоби та засоби проведення веб-конференцій, засоби контролю навчальних досягнень, засоби планування навчальної діяльності, пошукові системи) і засоби спеціального призначення (автоматизовані навчальні системи з хімії, віртуальні хімічні лабораторії, електронні періодичні системи, засоби комп'ютерного моделювання хімічних процесів, навчальні ігри з хімії, хімічні інформаційні ресурси Інтернет, навчально-методичні комплекси з хімії, тренажери та електронні практикуми, хімічні калькулятори, хімічні пошукові системи, хімічні редактори) [11, с.235]. Засоби ІКТ спеціального призначення необхідні для формування природничо-наукових компетентностей учнів у навчанні хімії.

Дослідники виділяють три основні напрями застосування ІКТ у процесі навчання хімії: моделювання хімічних процесів і явищ, контроль і обробка даних хімічного експерименту, програмна підтримка курсу хімії. Моделювання дозволяє відтворювати складні у виконанні хімічні досліди (реакції із вибуховими або отруйними речовинами, складним обладнанням, дорогими реактивами, довготривалі) з імітацією виділення газів, зміни забарвлення реагентів тощо. Другий напрям застосування ІКТ в хімічній освіті потребує застосування таких програм як ChemLab, NMR Simulator, CS Chem3D для обробки даних хімічного експерименту. За третім напрямом ІКТ-підтримка реалізується у вигляді довідкових матеріалів, електронних підручників, методичних вказівок, матеріалів для контролю та оцінювання знань учнів [4].

Ефективним виявляється використання віртуального хімічного експерименту для формування основних понять, необхідних для розуміння будови атомів та молекул, хімічних зв'язків, електронегативності, ізомерії. Віртуальні досліди також є доцільними при підготовці до практичних робіт для демонстрації та аналізу завдань, які необхідно буде виконати під час роботи [13]. Засоби ІКТ дають змогу залучати учнів до активної пізнавальної діяльності завдяки візуалізації навчального матеріалу, проведенню віртуальних хімічних дослідів, розробці й демонстрації учнівських проєктів; організації самостійної роботи учнів в електронних репетиторах; здійсненню тестового

контролю навчального матеріалу, проведенню інтегрованих уроків [14]. Тобто, завдяки ІКТ досягається формування усіх складових природничо-наукової компетентності – уміння пояснювати природні й технологічні явища, описувати, оцінювати та пропонувати шляхи наукового розв'язування проблем, аналізувати та оцінювати наукові дані й робити відповідні висновки.

Особливої уваги серед етапів шкільного курсу хімії потребує старша школа. Так, протягом 10 класу детально, порівняно із основною школою, вивчається хімія органічних сполук. Розглядається теорія будови органічних сполук, явище ізомерії; класи органічних сполук – вуглеводні, оксигеновмісні та нітрогеновмісні органічні сполуки; синтетичні високомолекулярні речовини, полімерні матеріали, багатоманітність та взаємозв'язок органічних речовин [10]. Особливу увагу приділено будові молекул органічних сполук, розкриттю взаємного впливу атомів, причинно-наслідковим зв'язкам між будовою, властивостями та застосуванням органічних речовин.

Успішне навчання хімії у 10 класі потребує створення й запровадження в освітній процес засобів ІКТ, у яких дозовано об'єм і складність навчального матеріалу; переважають аудіовізуальні засоби, спрямовані на формування в учнів понять на основі конкретних прикладів; використовуються технології програмованого навчання та проблемні ситуації; реалізуються цілі навчання у пізнавальній сфері [9]. Враховуючи зазначене, необхідною виявляється розробка й упровадження таких ІКТ: навчально-моделюючих (електронні навчальні посібники, аудіовізуальні фрагменти, віртуальні хімічні лабораторії); логічно-порівняльних (завдання на порівняння властивостей, класифікацію речовин, пошук закономірностей); комп'ютерних дидактичних ігор.

Найбільш вживаними у шкільній практиці є такі електронні комплекси та пакети програм: «1С: Освітня колекція. Органічна хімія», «1С: Освітня колекція. Хімія для всіх XXI», «Хімічні досліди з вибухами і без», «ChemWindow v3.0», «ChemLab 2.0d», «Уроки Кирила і Мифодія», «Асистент Хімії», «Chemix School v2.01», «МХ-розчин», програмно-методичний комплекс «Таблиця Менделєєва» [1], віртуальні лабораторії, електронні посібники тощо.

Під час вивчення органічної хімії у старшій школі доцільно застосовувати програмно-методичний комплекс навчального призначення «Органічна хімія 10-11 класи». Зазначений засіб ІКТ містить найповнішу інформацію з усіх розділів курсу органічної хімії, має широкий спектр демонстраційних можливостей: анімацію різних процесів та явищ, зокрема тих, які складно або й неможливо спостерігати у природному середовищі. Окрім зазначеного засобу ІКТ застосовуються також дистанційний курс «Шкільний курс з хімії, 8-11 класи», «Віртуальна хімічна лабораторія. 8-11 клас», електронний довідник «Комп'ютерна підтримка уроків хімії. 10 клас» [2]. Використовуючи ці програмні засоби, можна пояснювати навчальний матеріал абстрактного характеру (явище ізомерії, рух електронів у атомі) або складний для розуміння учнями (перехід атомів у реакціях заміщення в органічних сполуках, мюоча дія

мила, рівні структурної організації білкових молекул тощо).

З метою формування природничо-наукової компетентності у процесі навчання хімії в старшій школі створено й упроваджено ІКТ з предмета «Хімія» для 10-х класів. Розроблені ІКТ входять до складу навчально-методичного комплексу, який створено відповідно до навчальної програми «Хімія (рівень стандарту) 10-11 кл.», рекомендованої до використання в закладах загальної середньої освіти, що працюють за науково-педагогічним проєктом «Інтелект України».

За допомогою упроваджених в освітній процес ІКТ наочно зображується електронна будова органічних сполук (Рис. 1), склад і просторова будова органічних молекул (Рис. 2), хімічні властивості речовин (Рис. 3), явище ізомерії (Рис. 4), класифікація органічних речовин; демонструються хімічні досліди, проводяться лабораторні та практичні роботи; забезпечується алгоритмізація складання хімічних формул і назв та розв'язання задач різних типів.



Рис. 1. Електронна будова молекули бензену



Рис. 2. Просторова будова молекули глюкози

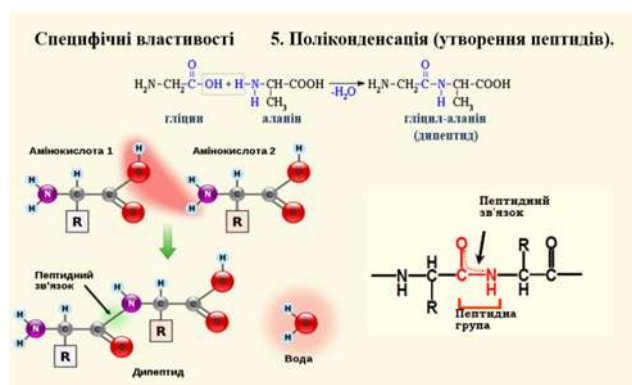


Рис. 3. Хімічні властивості амінокислот



Рис. 4. Ізомерія амінокислот

Крім традиційних ІКТ у вигляді мультимедійних презентацій, електронних посібників тощо перспективним напрямом під час навчання хімії учнів старшої школи є застосування цифрових технологій, зокрема мобільних

зможуть легко поступово вивчати хімічні властивості класів органічних сполук та аналізувати їх просторову будову та відмінності між представниками класів.



Рис. 6. Класи органічних сполук



Рис. 7. Можливі реакції алкенів

Для навчання хімії учнів старшої школи розроблено цілу низку освітніх мобільних додатків, які дійсно мають якісний контент для вивчення предмета, а їх спрямованість різноманітна: навчальні вікторини, тести, ігри, електронні посібники, довідники, таблиці, віртуальні лабораторії тощо, що розширює можливості учителів для цікавої подачі матеріалу та полегшує сприймання його учнями.

Найбільший інтерес для учнів підліткового віку викликають ігрові додатки, які не перенасичені сухою теорією, а мають певну історію, в якій учень стає активним учасником подій. При цьому, граючись, він ознайомлюється з навчальним матеріалом у формі гри та навчається. Таким є мобільний додаток «Org Chem Adventure» [17], який розроблено для вивчення органічної хімії через розповідь історії персонажем та постановки проблемних питань, завдань, які супроводжуються підказками, коментарями та поясненнями у ході гри.

Результатами впровадження різноманітних ІКТ у навчальний процес стали розвиток природничо-наукової та інформаційно-цифрової компетентності вчителів та учнів, організація самостійної та дослідницької діяльності школярів, розвиток їх просторового мислення, пізнавальних здібностей, підвищення інтересу до предмету й мотивації до навчання.

Застосування мобільних освітніх додатків в освітньому процесі з хімії підсилює інтерес до навчання предмета та формує пізнавальну самостійність – важливу якість особистості для формування природничо-наукової та інформаційно-цифрової компетентностей.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Розглянуті ІКТ з хімії не тільки насичені матеріалами теоретичного характеру, а й мають істотний експериментальний складник – учням надається можливість перевірити свої знання за допомогою наукових дослідів та моделювання. Такий підхід допомагає формувати і розвивати творчі здібності, логічність мислення, вміння встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, а також мотивує учнів до

наукових відкриттів у галузі хімії.

Перспективним напрямом науково-дослідної роботи з теми дослідження виявляється формування природничо-наукової компетентності у старшокласників за допомогою спеціалізованих засобів ІКТ до уроків хімії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Белявцева Т.В., Грановська Т.Я. Особливості навчання інформатики майбутніх учителів хімії до проведення хімічного експерименту. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. Серія: Педагогіка. Соціальна робота. 2014. Вип. 34. С. 32-35.

2. Блажко О.А. Використання інформаційно-комунікаційних технологій у процесі підготовки студентів до профільного навчання хімії. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2012. Вип. 33. С. 226-230.

3. Вакуленко Т.С., Ломакович С.В., Терещенко В.М. та ін. PISA: природничо-наукова грамотність. Київ: УЦОЯО, 2018. 119 с.

4. Валюк В. Особливості використання комп'ютерних технологій при вивченні хімічних дисциплін. *Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини*. 2011. Вип. 3. С. 24-29.

5. Головка М.В., Науменко С.О. PISA-2018 як індикатор стану загальної середньої освіти в Україні. *Український педагогічний журнал*. 2017. № 2. С. 8-20.

6. Грановська Т.Я. Застосування засобів мобільних технологій для навчання учнів предметам циклу точних і природничих наук. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. Запоріжжя, 2018. Вип. 61. Т. 1. С. 49–52.

7. Козленко О. Уроки PISA-2018: природничо-наукова грамотність і як її розвивати. *Біологія і хімія в рідній школі*. 2020. № 1. С. 2-11.

8. Ляшенко О.І., Жук Ю.О. Теоретико-методичні засади побудови моніторингових систем оцінювання якості загальної середньої освіти: монографія. Київ: ТОВ «КОНВІ ПРІНТ», 2018. 160 с.

9. Макєєв С.Ю., Свєчнікова О.М. Розробка й упровадження ІКТ до уроків хімії у навчальний процес старшої школи. *Хімічна та екологічна освіта: стан і перспективи розвитку*: зб. матеріалів II міжнар. наук.-практ. конф. Вінниця: ВДПУ імені Михайла Коцюбинського, 2020. С. 54-56.

10. Навчальна програма з хімії (рівень стандарту) для 10-11 класів ЗНЗ. URL: <https://osvita.ua/school/program/program-10-11/58907/>.

11. Нечипуренко П.П. Інформаційно-комунікаційні технології як засіб формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії: дис. канд. пед. наук: 13.00.10. Кривий Ріг, 2017. 417 с.

12. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування

середньої школи. Київ: МОН України, 2016. 40 с. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>.

13. Тукало М.Д. Використання сучасних освітніх засобів для оптимізації шкільного навчального хімічного експерименту. *Новости передової науки: матеріали 9-ї міжнародної наук.-практ. конф.* Софія: «Бял ГРАД-БГ» ООД, 2013. С. 40-43.

14. Харченко О.Г. Інформаційно-комунікаційні технології на уроках хімії. *Наукові записки екологічної лабораторії УДПУ.* 2013. № 16. С.141-147.

15. LiCo. Organic. Google Play. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.LiCo.Organic>.

16. Organic Reactions. Google Play. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.turvy.organicreaction>.

17. Org Chem Adventure. Google Play. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.nindemo.orgchemadv>.

18. Programme for International Student Assessment (PISA). Results from PISA 2018. Ukraine. OECD, 2019. Volumes I-III. 9 P. URL: https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_UKR.pdf.

REFERENCES:

1. Bieliavtseva, T.V., Hranovska, T.Ya. (2014). Osoblyvosti navchannia informatyky maibutnikh uchyteliv khimii do provedennia khimichnoho eksperymentu. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu – Scientific Bulletin of Uzhgorod National University, issue 34, 32-35* [in Ukrainian].

2. Blazhko, O.A. (2012). Vykorystannia informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii u protsesi pidhotovky studentiv do profilnoho navchannia khimii. *Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia v pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problem – Modern Information Technologies and Innovative Teaching Methods in Training Specialists: Methodology, Theory, Experience, Problems, issue 33, 226-230* [in Ukrainian].

3. Vakulenko, T.S., Lomakovych, S.V., Tereshchenko, V.M. et al. (2018). PISA: pryrodnycho-naukova hramotnist. Kyiv: UTsOIAO [in Ukrainian].

4. Valiuk, V. (2011). Osoblyvosti vykorystannia komp'uternykh tekhnolohii pry vuvchenni khimichnykh dystsyplin. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Pavla Tychyny – Collection of scientific works of Uman State Pedagogical University named after Pavlo Tychyna, issue 3, 24-29* [in Ukrainian].

5. Holovko, M.V., Naumenko, S.O. (2017) PISA-2018 yak indyikator stanu zahalnoi serednoi osvity v Ukraini. *Ukrainskyi pedahohichnyi zhurnal – Ukrainian Pedagogical Journal, 2, 8-20* [in Ukrainian].

6. Hranovska, T.Ya. (2018). Zastosuvannia zasobiv mobilnykh tekhnolohii dlia navchannia uchniv predmetam tsykladu tochnykh i pryrodnychykh nauk.

Pedahohika formuvannia tvorchoi osobystosti u vyshchii i zahalnoosvitnii shkolakh – Pedagogy of formation a creative personality in high and secondary schools, issue 61, Vol. 1, 49-52 [in Ukrainian].

7. Kozlenko, O. (2020). Uroky PISA-2018: pryrodnycho-naukova hramotnist i yak yii rozvyvaty. *Biologhiia i khimiia v ridnii shkoli – Biology and Chemistry in Native School, 1, 2-11 [in Ukrainian].*

8. Liashenko, O.I., Zhuk, Yu.O. (2018). Teoretyko-metodychni zasady pobudovy monitorynhovykh system otsiniuvannia yakosti zahalnoi serednoi osvity. Kyiv: TOV «KONVI PRINT» [in Ukrainian].

9. Makieiev, S.Yu., Sviechnikova, O.M. (2020). Rozrobka y uprovadzhennia IKT do uroktiv khimii u navchalnyi protses starshoi shkoly. *Khimichna ta ekolohichna osvita: stan i perspektyvy rozvytku: proceedings of the International Scientific and Practical Conference. Vinnytsia: VDPU imeni Mykhaila Kotsiubynskoho, 54-56 [in Ukrainian].*

10. Navchalna prohrama z khimii (riven standartu) dlia 10-11 klasiv ZNZ. URL: <https://osvita.ua/school/program/program-10-11/58907/> [in Ukrainian].

11. Nechypurenko, P.P. (2017). Informatsiino-komunikatsiini tekhnolohii yak zasib formuvannia doslidnytskykh kompetentnostei starshoklasnykiv u profilnomu navchanni khimii. *Candidate's thesis. Kryvyi Rih [in Ukrainian].*

12. Nova ukrainska shkola. Kontseptualni zasady reformuvannia serednoi shkoly. (2016). Kyiv: MON Ukrainy. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf> [in Ukrainian].

13. Tukalo, M.D. (2013). Vykorystannia suchasnykh osvitnikh zasobiv dlia optymizatsii shkilnoho navchalnoho khimichnoho eksperymentu. *Novosti peredovoi nauky: proceedings of the International Scientific and Practical Conference. Sofiia: «Bial HRAD-BH» OOD, 40-43. [in Ukrainian].*

14. Kharchenko, O.H. (2013). Informatsiino-komunikatsiini tekhnolohii na urokakh khimii. *Naukovi zapysky ekolohichnoi laboratorii UDPU – Scientific Notes of the UDPU Environmental Laboratory, 16, 141-147. [in Ukrainian].*

15. LiCo. Organic. Google Play. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.LiCo.Organic> [in Ukrainian].

16. Organic Reactions. Google Play. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.turvy.organicreaction> [in English].

17. Org Chem Adventure. Google Play. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.nindemo.orgchemadv> [in English].

18. Programme for International Student Assessment (PISA). Results from PISA 2018. Ukraine. (2019). OECD, Volumes I-III, 9. URL: https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_UKR.pdf [in English].

Статтю надіслано до редколегії 10.05.2021 р.