

УДК 372.854+373.51

DOI <https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-2-9>

Сергій МАКЄЄВ

кандидат педагогічних наук, докторант кафедри освітології та інноваційної педагогіки, Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди, вул. Алчевських, 29, м. Харків, Україна, 61002
ORCID: 0000-0002-1021-6003

Бібліографічний опис статті: Макєєв, С. (2023). Формування природничо-наукової компетентності учнів за допомогою завдань формату PISA на уроках хімії у базовій школі. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 2, 63–70, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-2-9>

**ФОРМУВАННЯ ПРИРОДНИЧО-НАУКОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ
ЗА ДОПОМОГОЮ ЗАВДАНЬ ФОРМАТУ PISA НА УРОКАХ ХІМІЇ
У БАЗОВІЙ ШКОЛІ**

Дослідження проведене з метою розкриття впливу завдань формату PISA на формування природничо-наукової компетентності в учнів базової школи на уроках хімії, а також методів та способів їх використання. Проаналізовано стан проблеми у національній системі освіти, розглянуто дефініцію терміну «природничо-наукова компетентність» у зарубіжній та українській педагогічній науці. Для досягнення цілей дослідження застосовано методи науково-педагогічного дослідження: педагогічного моделювання; аналізу компетентнісно-орієнтованих завдань, результатів діяльності учнів, статистичних даних та науково-методичної літератури.

Показаний стан проблеми на міжнародному рівні, зокрема результати участі українських учнів у міжнародному дослідженні якості освіти PISA 2018, а саме показники рівня сформованості природничо-наукової грамотності. Автор наголошує, що однією з причин низьких результатів України є недостатня увага до проблем упровадження компетентнісної освіти. Розглянуто термін «природничо-наукова грамотність» та її аспекти. Підкреслено компетентнісний характер дослідження PISA, що проявляється у завданнях, для вирішення яких необхідно не відтворення набутих знань та умінь, а здатність ефективно використовувати їх у нестандартних ситуаціях.

Аргументовано доцільність формування природничо-наукової компетентності під час вивчення хімії за допомогою завдань формату PISA, зокрема комплексних завдань з текстовими блоками, таблицями та графіками, завданнями закритої і відкритої форми, спрямованими на роботу з текстом, табличними та графічними даними. Розглянуто приклади таких завдань, які використовуються на уроках хімії у базовій школі, зокрема на уроках контролю та корекції.

Результатом дослідження є визначення умов для успішної організації й проведення ефективного навчання хімії з використанням компетентнісних завдань формату PISA; розробка таких завдань з хімії для 9-х класів, що навчаються за науково-педагогічним проектом «Інтелект України». Автором наголошено на позитивних результатах використання завдань формату PISA на уроках хімії з метою формування природничо-наукової компетентності.

Ключові слова: природничо-наукова компетентність, компетентнісні завдання, базова школа, хімія, PISA.

Serhii MAKIEIEV

Candidate of Pedagogical Sciences (PhD), Doctoral Student at the Department of Educology and Innovative Pedagogy, H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University, 29 Alchevskykh str., Kharkiv, Ukraine, 61002
ORCID: 0000-0002-1021-6003

To cite this article: Makieiev, S. (2023). Formuvannia pryrodnycho-naukovoї kompetentnosti uchniv za dopomohoiu zavdan formatu PISA na urokakh khimii u bazovii shkoli [Formation of scientific competency of students with the help of PISA format tasks in chemistry lessons in basic school]. *Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 2, 63–70, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-2-9>

**FORMATION OF SCIENTIFIC COMPETENCY OF STUDENTS WITH THE HELP
OF PISA FORMAT TASKS IN CHEMISTRY LESSONS IN BASIC SCHOOL**

The research was conducted in order to reveal the impact of PISA format tasks on the formation of science competency in basic school students on chemistry lessons, as well as the methods and means of its use. The state of the problem in the national education system is analyzed, the definition of the term "science competency" in foreign and Ukrainian

pedagogical science is considered. In order to achieve the research objectives were used methods of scientific and pedagogical research: pedagogical modeling; analysis of competency-oriented tasks, results of students' activities, statistical data, scientific and methodological literature.

The state of the problem at the international level is displayed, in particular the results of Ukrainian students' participation in the international PISA 2018 study of education quality, namely the indicators of formation level in science literacy. The author emphasizes that one of the reasons for Ukraine's low results is insufficient attention to the problems of implementing competency-based education. The term "science literacy" and its aspects are considered. The competency character of PISA research is emphasized, which is manifested in tasks that require for solution not the reproduction of acquired knowledge and skills, but the ability to effectively apply them in non-standard situations.

The expediency of formation science competency during the study of chemistry by aid of PISA format tasks, in particular complex tasks with text blocks, tables and graphs, closed and open-form tasks aimed at working with text, tabular and graphic data, is argued. Examples of such tasks, which are used in chemistry lessons in basic school, are considered, in particular, in control and correction lessons.

The result of the research is the determination of conditions for successful organization and effective teaching of chemistry using competency tasks of the PISA format; development of such tasks in chemistry for 9th graders studying in the scientific and pedagogical project "Intellect of Ukraine". The author accented the positive results of using PISA format tasks in chemistry lessons for the purpose of forming science competency.

Key words: science competency, competency tasks, basic school, chemistry, PISA.

Актуальність проблеми. Одним з пріоритетних напрямів сучасної освіти є перехід від знаннєвої до компетентнісної моделі, що передбачає формування в учнів упорядкованого комплексу характеристик, які надають їм змогу ефективно діяти у різних сферах життя, тобто компетентностей. На національному рівні згідно Закону України «Про освіту» та концепції Нової української школи (НУШ) (НУШ, 2016, с. 32) розпочато роботу базової школи (2022 р.) та передбачено роботу профільної школи (2027 р.) за новими освітніми стандартами на компетентнісній основі.

Серед компетентностей виняткове значення для навчання хімії займає природничо-наукова, яка передбачає «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» (Непорожня, 2018).

Питання формування природничо-наукової компетентності на уроках хімії є вкрай актуальним, і одним із способів її формування пропонується упровадження у педагогічний процес базової школи компетентнісних завдань формату PISA, що розкриває нові можливості для навчання хімії на сучасному рівні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Поняття про природничо-наукову компетентність, основні питання термінології розглянуто у численних європейських освітніх рекомендаціях, якими визначено саму компетентність та її складові. Найвагомий внесок у дефініцію

природничо-наукової компетентності зроблено Організацією економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР), яка проводить міжнародне дослідження якості освіти PISA. Рамковими документами дослідження упроваджено комплексний термін «природничо-наукова грамотність» (science literacy), та виокремлено її аспекти – компетентності, контексти, знання та ставлення (OECD, 2017; OECD, 2019).

Серед зарубіжних науковців, що займалися виокремленням компонентів природничо-наукової компетентності, варто виокремити L. Baartman, E. de Bruijn, J. Dolin, H. Siarova, D. Sternadel, E. Szönyi та ін. Ними виділено та охарактеризовано основні складники компетентності – знання (knowledge), уміння / навички (skills), ставлення (attitudes) та контекст (context).

Особливості формування природничо-наукової компетентності під час освітнього процесу, а також проблеми участі українських учнів у міжнародному дослідженні PISA є темою наукових розвідок М. Головка, О. Козленко, С. Науменко та ін. Визначенням структурних компонентів природничо-наукової компетентності займаються А. Бевз, В. Гайда, А. Дробін, Л. Непорожня та ін. У своїх працях ними запропоновано структуру компетентності, яка складається з когнітивного, діяльнісного, особистісного та мотиваційного компонентів.

Автором також зроблено певний внесок у розкриття проблеми формування природничо-наукової компетентності в учнів на уроках хімії, а також ролі міжнародного дослідження PISA у формуванні зазначеної компетентності (Макеєв та ін., 2021; Макеєв, 2022; Макеєв, 2023).

Мета дослідження – розкрити вплив завдань формату PISA на формування природничо-наукової компетентності в учнів базової школи на уроках хімії, та методи і способи їх використання.

Виклад основного матеріалу. PISA (Programme for International Student Assessment) – міжнародне дослідження якості освіти, яке проводиться раз на три роки з метою оцінки рівня сформованості математичної, читацької та природничо-наукової грамотності в учнів 15-річного віку з різних країн. У документах PISA природничо-наукова грамотність визначається як «здатність учня як свідомого громадянина вивчати й розв’язувати питання, пов’язані з наукою та ідеями про науку. Науково грамотна особа готова аргументовано міркувати про науку й технології, що потребує таких компетентностей: пояснювати явища науково, оцінювати й розробляти наукове дослідження, інтерпретувати дані й докази з наукової позиції» (OECD, 2019, с. 100). Природничо-наукова грамотність, згідно рамковим документам PISA, складається з чотирьох взаємопов’язаних аспектів: компетентностей, контекстів, знань та ставлень (OECD, 2017, с. 22) (Рис. 1).

Дослідженням PISA грамотність інтерпретується як «здатність учнів застосовувати знання, уміння та навички, а також аналізувати, міркувати та ефективно спілкуватися, коли вони визначають, інтерпретують та вирішують проблеми в різноманітних ситуаціях» (OECD, 2019, с. 13). Законом України «Про освіту» компетентність визначається як «динамічна комбінація знань, умінь, навичок, способів мислення, поглядів, цінностей, інших особистих якостей, що визначає здатність особи успішно соціалізуватися, провадити професійну та/або навчальну діяльність» (Про освіту, 2017). Тому терміни

«природничо-наукова грамотність» і «природничо-наукова компетентність» ми розглядаємо як тотожні.

Результати міжнародного дослідження якості освіти PISA-2018 показали, що середні бали українських учнів є нижчими за показники країн ОЕСР, а 26,4 % українських учнів не досягли навіть базового рівня сформованості природничо-наукової грамотності (Макеєв, 2022). Однією з основних причин таких результатів у дослідженні 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 (Макеєв та ін., 2021).

Українськими науковцями (Л. Непорожня та ін.) природничо-наукова компетентність вважається «цілісною системою ціннісно-смыслових орієнтацій, знань, здібностей, умінь і ставлень особистості, що мобілізується у сферах її життєвої діяльності, пов’язаних з природничою освітньою галуззю». Природничо-наукова компетентність є базовою у природничій галузі (Непорожня, 2016).

Природничо-наукова компетентність передбачає: забезпечення оволодіння учнями термінологічним апаратом природничих наук, засвоєння предметних знань та усвідомлення суті основних законів і закономірностей, що дають змогу зрозуміти перебіг природних явищ і процесів; забезпечення усвідомлення учнями фундаментальних ідей і принципів природничих наук; набуття досвіду практичної та експериментальної діяльності, здатності застосовувати знання у процесі пізнання світу; формування ціннісних орієнтацій на збереження природи, гармонійну взаємодію людини і природи, а також ідей сталого розвитку (Непорожня, 2018, с. 10).



Рис. 1. Структура природничо-наукової грамотності у дослідженні PISA

У нашому дослідженні стосовно терміну «природничо-наукова компетентність» ми орієнтуємося, перш за все, на документи ОЕСР та дослідження PISA, та характеризуємо природничо-наукову компетентність як **«здатність людини вивчати й вирішувати питання, пов'язані з природничими науками й науковими ідеями»**.

Орієнтуючись на це визначення природничо-наукової компетентності сформулюємо її основні компоненти. Вітчизняні вчені (Л. Непорожня, А. Дробін, В. Гайда, А. Бевз) розглядають природничо-наукову компетентність як чотирикомпонентну структуру:

- когнітивний (знаннєвий) компонент, який передбачає володіння сукупністю знань, які формують зміст природничо-наукової компетентності з проекцією на практичну діяльність;
- діяльнісний компонент визначає практичне і оперативне застосування знань, тобто сукупність умінь і навичок розв'язувати практичні задачі з використанням природничо-наукових знань, здатність їх застосування в різноманітних стандартних і нестандартних ситуаціях;
- особистісний компонент являє собою сукупність індивідуально-психологічних якостей і здібностей учня, що проявляється в усвідомленні необхідності постійного саморозвитку та особистісного самовдосконалення, від яких залежить рівень сформованості умінь і навичок;
- мотиваційний компонент за змістом є сукупністю мотивів вивчення природничих дисциплін, який характеризується потребою і прагненням опанувати загальнокультурні

і предметні компетентності з подальшим усвідомленим їх використанням у процесі навчання для досягнення особистісного успіху (Дробін та ін., 2020; Непорожня, 2018, с. 10).

Зарубіжні науковці у структурі компетентності зазвичай виділяють три елементи: знання (knowledge), уміння / навички (skills), ставлення (attitudes) (Baartman & de Bruijn, 2011). У низці досліджень, у тому числі дослідженні PISA наявний додатковий елемент – контекст (context) (Dolin, 2015; OECD, 2019). Окремі європейські вчені наголошують на п'яти компонентах природничо-наукової компетентності: фундаментальна грамотність; наукові знання та компетенції; контекстуальне розуміння науки; критичне мислення; діяльність / залучення (Siarova et al., 2019).

У нашому дослідженні ми будемо застосовувати трьохкомпонентну модель, що складається з **когнітивного (знаннєвого), діяльнісного та мотиваційно-ціннісного компонентів**, орієнтуючись на визначення українських науковців. Особистісний аспект ми поєднуємо з мотиваційним через подібність їх дефініцій під загальною назвою мотиваційно-ціннісного компонента.

Природничо-наукова компетентність є складовою частиною компетентнісного потенціалу хімії як навчального предмета і включає в себе когнітивний, діяльнісний та мотиваційно-ціннісний компоненти (Табл. 1).

Одним із практичних рішень проблеми формування природничо-наукової компетентності в учнів базової школи є упровадження у педагогічний процес компетентнісних завдань формату PISA. У таких завданнях перевіряється здатність

Таблиця 1

Структура хімічної складової природничо-наукової компетентності

Когнітивний (знаннєвий) компонент	Діяльнісний компонент	Мотиваційно-ціннісний компонент
7 клас. Початкові хімічні поняття. Кисень. Вода. 8 клас. Будова атома. Періодичний закон і періодична система хімічних елементів. Хімічний зв'язок і будова речовини. Кількість речовини, розрахунки за хімічними формулами. Основні класи неорганічних сполук. 9 клас. Розчини. Хімічні реакції. Початкові поняття про органічні сполуки. Роль хімії в житті суспільства.	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 і хімічних 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 розв'язування; досліджувати природні об'єкти.	Ставлення: усвідомлювати значення природничих наук для пізнання матеріального світу; наукове значення основних природничо-наукових понять, законів, теорій, внесок видатних учених у розвиток природничих наук; оцінювати значення природничих наук і технологій для сталого розвитку суспільства; висловлювати судження щодо природних явищ із погляду сучасної природничо-наукової картини світу.

учнів використовувати природничо-наукові знання та вміння з хімії для виокремлення й постановки реальних проблем, які можна дослідити та розв'язати за допомогою наукових методів, і для формулювання висновків, що ґрунтуються на спостереженнях та експериментах. При цьому оцінюються вміння учнів застосовувати наукові знання у життєвих ситуаціях, виявляти особливості наукового дослідження, робити висновки на основі здобутих результатів. У завданнях подаються реальні ситуації, розв'язання яких пов'язане з проблемами, що виникають в особистому житті людини, у житті людини як члена спільноти, або як громадянина світу (Головко, Науменко, 2017).

Українські вчені (О. Козленко та ін.) вважають доцільним упровадження окремих елементів компетентнісних завдань формату PISA на поточних уроках, а також підготовку блоків таких завдань для контролю як самостійної роботи на уроках застосування знань або як контрольної роботи наприкінці навчального року, адже компетентнісні завдання є доволі складними і вимагають багато часу на виконання учнями. Завдання формату PISA складаються з таких елементів: мотиваційний вступ; розгорнута основа з інформацією у різних формах; декілька завдань на вміння опрацювати наведену інформацію, зокрема завдання на перетворення інформації: побудова графіку, читання табличних даних; завдання на тлумачення інформації та оцінювання джерел (критичне мислення), виявлення ставлень (Козленко, 2020). Також науковцями визначено основні принципи складання таких завдань:

1) наявність у завданнях як текстової інформації, так і інформації у вигляді таблиць, діаграм, графіків, малюнків, схем;

2) матеріал для завдань заснований на різних предметних галузях, тобто для відповіді треба інтегрувати різні знання і використати загальнонавчальні вміння;

3) завдання потребують залучення додаткової інформації або містять надлишкову інформацію і «зайві дані»;

4) завдання складаються з великого блоку теорії та декількох взаємопов'язаних запитань у різній формі (Козленко, 2020).

Розглянемо приклад такого компетентнісного завдання формату PISA, розробленого нами для предмета «Хімія» (9 клас). Розроблені завдання входять до складу навчальних

посібників (зошитів з друкованою основою), схвалених для використання у закладах загальної середньої освіти, що працюють за науково-педагогічним проєктом «Інтелект України».

Прочитай тексти, надай відповіді на наведені нижче запитання.

Кислотність шлункового соку. Процес травлення дуже важливий для людини, адже нормальна робота органів шлунково-кишкового тракту забезпечує організм усім необхідним для життєдіяльності. Одним з показників правильної роботи травної системи є кислотність, або уміст хлоридної кислоти у шлунковому соці. Вона сприяє денатурації білків у шлунку, що допомагає їх розщепленню; утворює кислотне середовище, необхідне для роботи ферментів; забезпечує антибактеріальні властивості шлункового соку. За даними науковців, у шлунковому соці максимальне значення водневого показника рН 0,86, а мінімальне відповідає значенню 8,3. Нормальною вважається кислотність шлунку у межах 1,5–2,0.

Завдання 1. Визнач, яке забарвлення буде мати універсальний індикатор у пробі шлункового соку при зниженій кислотності:

- від помаранчевого до зеленого;
- усі фіолетово-пурпурові відтінки;
- відтінки помаранчевого кольору;
- відтінки зеленого та синього кольору.

Завдання 2. Маса хлоридної кислоти у пробі шлункового соку складає 0,5 г. Визнач масову частку кислоти у соці, якщо маса проби складає 120 г.

Завдання 3. Користуючись таблицею (Табл. 2), з'ясуй, чи відповідає рівень кислотності у пробі шлункового соку нормі:

А Так, відповідає. Б Ні, рівень підвищений. В Ні, рівень знижений.

Антациди. Антациди – група медичних препаратів, що нейтралізують кислотність шлункового соку. Вони реагують з хлоридною кислотою, піднімаючи значення рН. Усі антациди поділя-

Таблиця 2

Кислотність шлункового соку в нормі та при патології

Стан	рН	$\omega(\text{HCl})$, %
Норма	1,5–2	0,52
Гіперацидний гастрит	1	>0,55
Гіпоацидний гастрит	2,5	<0,48

ють на дві групи – ті, що всмоктуються, і ті, що не всмоктуються. До першої групи відносяться препарати, які або самі, або продукти їх реакції з кислотою розчиняються у крові. Це натрій гідрокарбонат, магній карбонат, кальцій карбонат, суміш фосфату і гідрокарбонату натрію, суміш карбонатів кальцію і магнію. Вступаючи у реакцію з хлоридною кислотою, ці препарати дають дуже швидкий, але нетривалий ефект, після чого показник рН знову знижується. При цьому утворюється вуглекислий газ, який розтягує шлунок і викликає здуття живота. Крім цього, карбонати можуть впливати на кислотно-лужну рівновагу організму, приводячи до розвитку алкалозу; впливати на водно-сольовий обмін, викликаючи набряки, підвищення артеріального тиску.

Недоліки цих препаратів привели до заміни їх у медичній практиці на антациди другої групи. Вони нерозчинні у воді, починають діяти пізніше, але тривалість їх дії більше і досягає 2,5-3 годин. Вони здатні підтримувати постійну кислотність рН шлунку в межах 3–4 протягом терміну своєї дії. В даний час найбільш затребувані комбіновані засоби, що містять сполуки алюмінію (гідроксид, фосфат) і магнію (гідроксид, карбонат).

Завдання 4. Розглянь діаграму (Рис. 2). Із наведеного списку антацидів обери, на твою думку, найбільш ефективні та безпечні. Поясни свій вибір.

- а) натрій гідрокарбонат;
- б) магній карбонат;
- в) магній гідроксид;
- г) алюміній гідроксид;
- д) алюміній фосфат;
- е) кальцій карбонат.

Завдання 5. Визнач масу а) алюміній гідроксиду; б) магній гідроксиду; в) кальцій карбонату; г) натрій гідрокарбонату, яку необхідно витратити для нейтралізації хлоридної кислоти кількістю речовини 0,6 моль. Якої речовини піде на нейтралізацію найменше?

У наведеному комплексному завданні наявні два великі блоки теорії та взаємопов'язані запитання закритої і відкритої форми, спрямовані на роботу з текстом, табличними та графічними даними. Такі великі за обсягом завдання доцільно буде використовувати на уроках контролю і корекції.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Отже, для формування природничо-наукової компетентності в учнів базової школи на уроках хімії виявляється доцільним використання завдань формату PISA. Ці компетентнісні завдання допомагають учням розвивати навички критичного мислення, аналізу даних, застосування хімічних знань у реальних ситуаціях та вирішувати проблеми, з якими учні стикаються у повсякденному житті, а також сприяють підготовці підлітків до викликів сучасного світу.

Наступне дослідження PISA 2025 року буде присвячене саме аналізу рівня сформованості природничо-наукової грамотності, тому завдання такого формату являються також підготовкою до міжнародного дослідження якості освіти PISA з метою покращення результатів українських учнів. Для подальших наукових досліджень перспективним напрямом бачиться розробка дидактичної технології формування природничо-наукової компетентності в учнів базової школи.

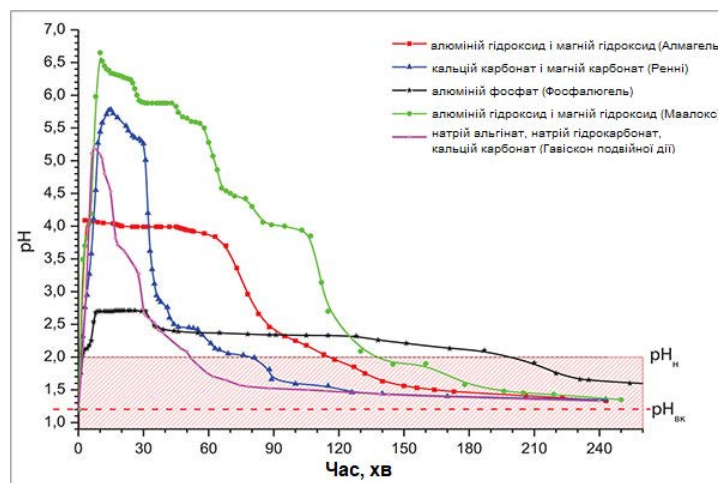


Рис. 2. Криві титрування для препаратів-антацидів

ЛІТЕРАТУРА:

1. Головка М.В., Науменко С.О. PISA-2018 як індикатор стану загальної середньої освіти в Україні. *Український педагогічний журнал*. 2017. № 2. С. 8–20. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/84274617.pdf>.
2. Дробін А.А., Гайда В.Я., Бевз А.В. Формування природничо-наукової та самоосвітньої компетентності на прикладі предметної компетентності з фізики та астрономії. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*, VIII (94), Iss. 236, 2020. С. 22–25. DOI: <https://doi.org/10.31174/SEND-PP2020-236VIII94-05>.
3. Козленко О. Уроки PISA-2018: природничо-наукова грамотність і як її розвивати. *Біологія і хімія в рідній школі*. 2020. № 1. С. 2–11. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/718967/1/pisa.pdf>.
4. Макєєв С.Ю., Грановська Т.Я., Сидоренко О.В. Формування природничо-наукової компетентності засобами ІКТ на уроках хімії у старшій школі. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Теорія та методика навчання природничих наук*. 2021. № 1. С. 63–77. DOI: <https://doi.org/10.31652/2786-5754-2021-1-60-73>.
5. Макєєв С.Ю. Міжнародні системи моніторингу якості компетентнісно орієнтованої загальної середньої освіти. *Засоби навчальної та науково-дослідної роботи*. 2022. № 58. С. 150–168. DOI: <https://doi.org/10.34142/312-1548.2022.58.14>.
6. Макєєв С.Ю. Формування поняття про природничо-наукову компетентність на основі міжнародного дослідження PISA. *Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка. Педагогічні науки*. 2023. № 1(355). С. 9–19. DOI: [https://doi.org/10.12958/2227-2844-2023-1\(355\)-9-19](https://doi.org/10.12958/2227-2844-2023-1(355)-9-19).
7. Непорожня Л.В. Методичні особливості формування природничо-наукової компетентності старшокласників на уроках фізики. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. 2016. № 22. С. 96–99. URL: <http://ped-series.kpnu.edu.ua/article/view/94601/90244>.
8. Непорожня Л.В. Формування природничо-наукової компетентності старшокласників у процесі навчання фізики: метод. посіб. Київ: ТОВ «КОНВІ ПРІНТ», 2018. 204 с. URL: https://undip.org.ua/wp-content/uploads/2021/07/form_pr_2018.pdf.
9. 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>.
10. Про освіту: Закон України від 05.09.2017 р. № 2145-VIII. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>.
11. Vaartman L.K.J., de Bruijn E. Integrating knowledge, skills and attitudes: Conceptualising learning processes towards vocational competence. *Educational Research Review*. 2011. Vol. 6, Iss. 2, 125–134. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2011.03.001>.
12. Dolin J. Competence in Science. In: Gunstone, R. (eds) *Encyclopedia of Science Education*. Springer, Dordrecht. 2015. 185–188. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-007-2150-0_430.
13. OECD. PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving, 2017. PISA, OECD Publishing. 260 p. DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264281820-en>.
14. OECD. PISA 2018 Assessment and Analytical Framework, 2019. PISA, OECD Publishing. 308 p. DOI: <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>.
15. Siarova H., Sternadel D., Szönyi, E. Research for CULT Committee – Science and Scientific Literacy as an Educational Challenge, European Parliament, Policy Department for Structural and Cohesion Policies. 2019. 61 p. URL: [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/IPOL_STU\(2019\)629188](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/IPOL_STU(2019)629188).

REFERENCES:

1. Holovko, M.V. & Naumenko, S.O. (2017). PISA-2018 yak indyikator stanu zahalnoi serednoi osvity v Ukraini. [PISA-2018 as an indicator of the state of general secondary education in Ukraine]. *Ukrainskyi pedahohichnyi zhurnal*, 2, 8–20. <https://core.ac.uk/download/pdf/84274617.pdf> [in Ukrainian].
2. Drobina, A.A., Haida, V.Ia., & Bevez, A.V. (2020). Formuvannia pryrodnycho-naukovoї tasamoosvitnoi kompetentnosti na prykladi predmetnoi kompetentnosti z fizyky ta astronomii. [Formation of scientific and self-educational competency on the example of subject competency in physics and astronomy]. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*, VIII (94), Iss. 236, 22–25. <https://doi.org/10.31174/SEND-PP2020-236VIII94-05> [in Ukrainian].
3. Kozlenko, O. (2020). Uroky PISA-2018: pryrodnycho-naukova hramotnist i yak yii rozvyvaty. [Lessons of PISA-2018: science literacy and how to develop it]. *Biolohiia i khimiia v ridnii shkoli*, 1, 2–11. <https://lib.iitta.gov.ua/718967/1/pisa.pdf> [in Ukrainian].
4. Makieiev, S.Y., Hranovska, T.Y., & Sydorenko, O.V. (2021). Formuvannia pryrodnycho-naukovoї kompetentnosti zasobamy IKT na urokakh khimii u starshii shkoli. [Formation of science competence by ICT means during chemistry lessons in high school]. *Naukovi zapysky Vinnytskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Mykhaila Kotsiubynskoho. Seria: Teoriia ta metodyka navchannia pryrodnychykh nauk*, 1, 63–77. <https://doi.org/10.31652/2786-5754-2021-1-60-73> [in Ukrainian].

5. Makieiev, S.Y. (2022). Mizhnarodni systemy monitorynhu yakosti kompetentnisno oriietovanoi zahalnoi serednoi osvity. [International quality monitoring systems of competency-oriented general secondary education]. *Zasoby navchalnoi ta naukovo-doslidnoi roboty*, 58, 150–168. <https://doi.org/10.34142/2312-1548.2022.58.14> [in Ukrainian].
6. Makieiev, S.Y. (2023). Formuvannia poniattia pro pryrodnycho-naukovu kompetentnist na osnovi mizhnarodnoho doslidzhennia PISA. [Formation of the concept of scientific competency based on the international study PISA]. *Visnyk Luhanskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Pedahohichni nauky*, 1(355), 9–19. [https://doi.org/10.12958/2227-2844-2023-1\(355\)-9-19](https://doi.org/10.12958/2227-2844-2023-1(355)-9-19) [in Ukrainian].
7. Neporozhnia, L.V. (2016). Metodychni osoblyvosti formuvannia pryrodnycho-naukovoї kompetentnosti starshoklasnykiv na urokakh fizyky. [Methodological features of the formation of scientific competency of high school students in physics lessons]. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohiiienka. Serii pedahohichna*, 22, 96–99. <http://ped-series.kpnu.edu.ua/article/view/94601/90244> [in Ukrainian].
8. Neporozhnia, L.V. (2018). *Formuvannia pryrodnycho-naukovoї kompetentnosti starshoklasnykiv u protsesi navchannia fizyky*. [Formation of scientific competency of high school students in the process of teaching physics]. KONVI PRINT. https://undip.org.ua/wp-content/uploads/2021/07/form_pr_2018.pdf [in Ukrainian].
9. MON Ukraina. (2016, October 27). *Nova ukrainska shkola. Kontseptualni zasady reformuvannia serednoi shkoly*. [New Ukrainian school. Conceptual principles of secondary school reform]. <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf> [in Ukrainian].
10. Zakon Ukrainy. (2017, September 5). *Pro osvitu*. [About education]. <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19> [in Ukrainian].
11. Baartman, L.K.J., & de Bruijn, E. (2011). Integrating knowledge, skills and attitudes: Conceptualising learning processes towards vocational competence. *Educational Research Review*. Vol. 6, Iss. 2, 125–134. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2011.03.001>.
12. Dolin, J. (2015). Competence in Science. In: Gunstone, R. (eds) *Encyclopedia of Science Education*. Springer. 185–188. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2150-0_430.
13. OECD. (2017). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving*. PISA, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264281820-en>.
14. OECD. (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. PISA, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>.
15. Siarova, H., Sternadel, D. & Szónyi, E. (2019). *Research for CULT Committee – Science and Scientific Literacy as an Educational Challenge*. European Parliament, Policy Department for Structural and Cohesion Policies. [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/IPOL_STU\(2019\)629188](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/IPOL_STU(2019)629188).