

Fediv V. I., Olar O. I., Biriukova T. V. The concept of natural science teaching as a stem-component in pharmaceutical education.

Today, interdisciplinary integrated knowledge from various scientific fields which possess applied nature, as well as their relationship with information and computer technologies, which are permanently developing, are relevant and important. The labor market is in demand for specialists with versatile training and knowledge in various fields of natural sciences, technologies and engineering. This approach in the training of future specialists stimulates students to technical literacy and the ability to apply modern technologies.

Today, there is a lot of debate about the importance of STEM competencies of medical (pharmacy) students, if we take into account the wide range of disciplines that provide STEM competencies for future pharmacists.

The purpose of the research is the demonstration of the importance of the discipline "Biological physics with physical methods of analysis" as STEM components of pharmaceutical education for the formation of cause-and-effect relationships, as the base of professional competences of specialists in the field of industrial pharmacy.

The article presents the physico-mathematical component and its orientation in the integral STEM-components of the training of professional competencies presented in educational programs is considered on the basis of speciality "Pharmacy, industrial pharmacy". The standards for the training of specialists in the relevant field are associated with the ability to develop and evaluate methods of quality control of medicinal products of natural and synthetic origin, including active pharmaceutical ingredients, medicinal plants raw materials and auxiliary substances using physical, chemical, physico-chemical, biological, microbiological and pharmaco-technological methods; carry out the standardization of medicinal products in accordance with current requirements and the role and task of the discipline "Biological physics with physical methods of analysis", as a STEM component, is to acquire such competencies. For the implementation of the above, the formation of cause-and-effect relationships is required, that is, certain actions are a response to the understanding of the reason that prompts the performance of this action. The analysis was carried out on the example of the topic "Photocolorimetric and spectrophotometric methods of analysis".

Prospect for further scientific research is the development of measures that will contribute to the understanding of the necessity to study the complex of natural sciences.

Key words: pharmacy, medical and biological physics, STEM, cause-and-effect relationships, professional orientation, education, student, competence.

УДК 377.016: 54

DOI 10.5281/zenodo.12190693

Ю. В. Харченко

ORCID ID 0000-0002-8960-2440

О. М. Бабенко

ORCID ID 0000-0002-1416-2700

Сумський державний педагогічний
університет імені А. С. Макаренка

ВИКОРИСТАННЯ АЛГОРИТМІЧНИХ БЛОК-СХЕМ ПРИ ВИВЧЕННІ ХІМІЇ

У статті розглянуто результати дослідження, метою якого було проаналізувати ефективність використання алгоритмічного підходу, зокрема алгоритмічних блок-схем, у процесі навчання хімії для покращення навчальних результатів учнів старших класів. Авторами запропоновано використання алгоритмічних блок-схем, які дають змогу перетворити складні послідовності дій у візуально зрозумілий та зручний формат для учнів. Показано, що їх використання є доцільним як під час очного, так і в умовах

дистанційного навчання, на різних етапах процесу засвоєння знань як в урочний, так і позаурочний час, і є зручним як для учнів, так і для учителя. Розроблено ряд алгоритмічних блок-схем для вивчення хімії у десятому класі, зокрема для характеристики речовин, складання назв органічних речовин згідно із науковою номенклатурою, а також для розв'язання розрахункових задач різних типів. Авторами наведено та проаналізовано результати педагогічного дослідження, які свідчать про те, що використання алгоритмічних блок-схем під час вивчення хімії у експериментальному класі дозволило покращити навчальні результати для учнів, що мали початковий рівень навчальних досягнень. Водночас, їх використання дозволило суттєво зменшити кількість учнів, які мали середній рівень навчальних досягнень і підняти їх на достатній і, таким чином значно підвищити кількість учнів із достатнім рівнем навчальних досягнень; а також збільшити відсоток учнів, що навчалися на високому рівні. Загалом, отримані результати дослідження та їх аналіз підтвердили, що робота з алгоритмічними блок-схемами сприяє позитивній динаміці у навчанні хімії серед учнів старших класів, оскільки незалежно від вихідного рівня навчальних досягнень, учні, які працювали з алгоритмічними блок-схемами, досягали кращих результатів у вивченні хімії. Це свідчить про високу ефективність цього інструменту у формуванні предметних компетентностей з хімії, особливо у контексті дистанційного навчання.

Ключові слова: алгоритмічний підхід, алгоритмічні блок-схеми, навчання хімії, дистанційне навчання, навчальні досягнення.

Постановка проблеми. Дистанційне навчання стало необхідністю під час COVID-19 пандемії, коли заклади різних рівнів освіти по всьому світу були змушені переходити на онлайн формат, щоб забезпечити безпеку учнів, студентів та педагогічного персоналу. Україна, як і багато інших країн, зіткнулася з цим викликом як для учнів і студентів, так і для вчителів та викладачів [1, 2, 3, 13, 19, 20, 22], переходячи до віддаленої освіти в умовах пандемії. Проте тепер ситуація в українській системі освіти ускладнилася ще й через військові дії, які відбуваються в країні. Це створює додаткову нестабільність та обмежує доступ до звичайних освітніх ресурсів для багатьох здобувачів освіти та освітян.

У зв'язку з цим, пошук ефективних методів та форм навчання стає надзвичайно важливим завданням. І використання алгоритмічного підходу під час вивчення хімії, хоча і не є новиною в освітньому процесі, проте може стати потужним інструментом для полегшення процесу навчання, зокрема, при вивченні хімії, зважаючи на особливості її як науки. Можливість і необхідність застосування алгоритмів у навчанні зумовлені не тільки тим, що алгоритмічним шляхом матеріал засвоюється швидше, а також і тим, що учням під час вивчення хімії доводиться розв'язувати багато розрахункових задач.

Методисти та педагоги-практики постійно шукають шляхи оптимізації процесу навчання розв'язуванню задач. Одним із таких шляхів можна розглядати алгоритмізацію, оскільки оволодіння чіткою послідовністю у підході до розв'язування конкретного типу задач допомагає швидше опанувати цей метод навчання. Алгоритмічні інструкції або як їх ще називають – алгоритмічні приписи, мають достатньо широке використання під час вивчення хімії [4, 21], зокрема в таких випадках: а) при складанні реакцій різних типів на основі аналогії; б) при розв'язуванні різних типів розрахункових завдань; в) при складанні хімічних формул на основі валентності атомів елементів; г) для характеристики хімічних елементів на основі їхнього розташування в періодичній системі; г) для опису властивостей речовин; д) під час порівняння фізичних та хімічних властивостей речовин; е) для встановлення причинно-наслідкових зв'язків між зарядом ядра атома та його будовою, а також між будовою речовини та її властивостями; е) під час проведення лабораторних та практичних робіт; ж) при виконанні домашніх експериментів; з) при складанні структурних формул речовин.

Використання алгоритмів у навчанні учнів для вирішення завдань є необхідним не лише через наявність значної кількості задач різних типів, які більш ефективно

розв'язувати за їхньою допомогою, але й через те, що такий підхід до вирішення завдань сприяє розвитку мислення та інтуїції учнів.

Метою статті є аналіз ефективності використання алгоритмічного підходу, зокрема алгоритмічних блок-схем, у процесі навчання хімії для покращення навчальних результатів учнів старших класів.

Аналіз актуальних досліджень. Сам термін «алгоритм» виник у математичній науці, звідки і був запозичений в хімію. Під цим терміном зазвичай розуміють «...деяку систему операцій (дій) для розв'язування задач певного класу», «...систему правил для розв'язування певного класу задач», «...сукупність дій, які необхідно виконати в зазначеній послідовності для реалізації поставленого завдання», «...гарантовану програму дій, яка неминуче приводить до розв'язування тієї чи іншої задачі; тобто, це заздалегідь успішна програма дій» [5, с. 91]. У математиці використовують чітко визначене математичне поняття «алгоритм», у той час як у хімічній науці було сформульовано новий концепт – «алгоритмічна інструкція», «алгоритмічний припис» або «припис алгоритмічного типу». Хімічний алгоритмічний припис, на відміну від математичного алгоритму, є менш формалізованим, тому що його використання допускає операції не тільки зі знаками (символами, цифрами), але і вимагає реалізації конкретних способів діяльності та певних розумових операцій.

Використання алгоритмічного підходу досліджували у своїх роботах різні вчені, як вітчизняні: Блажко О. А. [5, 6], Вівюрський В. Я. [7], Душечкіна Н. Ю. [8], Козак О.П. [9], Савчин М. М. [12], Ярошенко О. Г. [14]; так і науковці інших країн: Akben, N. [16], Davidowitz, B., Chittleborough, G., Murray, E. [17], Laura J. Juszcak [18], Nyachwaya J. M., Warfa A.R. M., Roehrig G. H., Schneider J. L. [21], Surif, J., Ibrahim, N. H., Dalim, S. F. [23] та інші.

Виклад основного матеріалу. У навчальній програмі з хімії, складеній для 10 класу рівня стандарту, чітко зазначені усі аспекти компетентісного підходу при вивченні хімії, а саме ключові та предметні компетентності. Предметна компетентність складається із знаннєвого, діяльнісного та ціннісного компонентів. Ми передбачали, що використання алгоритмічного підходу дозволить посилити знаннєву і діяльнісну складову хімічної компетентності.

Згідно із поставленою метою дослідження навчання хімії в експериментальному класі мало здійснюватися із використанням алгоритмічного підходу. Тому було розроблено методичне забезпечення формульованого експерименту, до складу якого увійшли: тематичне планування, поурочні плани-конспекти, розроблено алгоритмічні блок-схеми та завдання для перевірки рівня навчальних досягнень.

Під час реалізації формульованого експерименту нашого дослідження алгоритми ми розглядали як один із експериментальних чинників організації навчальної діяльності учнів.

Так, на початку експерименту під час вивчення теми «Вуглеводні» для опису основних представників гомологічних рядів відповідних класів ми пропонували учням використовувати наступний алгоритм: клас сполук, назва, якісний і кількісний склад, тип зв'язків, види ізомерії, фізичні властивості, способи отримання, хімічні властивості, використання та біологічне значення. Зазначений алгоритм ми відобразили у вигляді схеми [11], яка включала окремі блоки для кращої її візуалізації та легшого сприйняття учнями.

При вивченні хімічних сполук, зокрема органічних, дуже важливо вміти правильно давати їм назви, використовуючи правила систематичної номенклатури (IUPAC). У підручнику О. Г. Ярошенко [15 с.31] пропонується алгоритм для формування назви алканів (рис. 1). Зважаючи, що теперішнє покоління дітей – це діти-візуали [10], які бажають отримувати інформацію у сконцентрованому вигляді, вважаємо, що більш зручним буде подача такого алгоритму у вигляді зображення – алгоритмічної блок-схеми (рис. 2). При цьому, на наш погляд буде доречним апелювати до знань учнів з української мови і провести аналогію між частинами слова: префіксом, коренем та суфіксом, з якими вони дуже добре знайомі, і назвою органічної сполуки.

Алгоритм складання назви алкану			
№	Дія зі складання назви алкану	Результат дії	Запис
1	У формулі обирають головний ланцюг, з'ясовують, які замісники є в ньому	Найдовшим (із трьома замісниками) є ланцюг з п'яти томів Карбону; три однакові замісники —CH ₃	
2	Нумерують ланцюг	Нумерацію здійснюємо зліва направо (хоча замісники розташовані і ліворуч, і праворуч біля другого атома Карбону, ліворуч їх більше)	
3	Записують частину назви алкану, що стосується замісників	Головний ланцюг має три замісники —CH ₃ (два розташовані біля другого атома Карбону й один біля четвертого), тож цифр має бути три: 2, 2, 4. Префікс теж «три». Назва кожного із трьох замісників — метил	2,2,4-триметил...
4	Складають повну назву речовини	Головним ланцюгом у цій сполуці є алкан з п'ятьма атомами Карбону в	2,2,4-триметилпентан

Рис 1. Алгоритмічна блок-схема назви алканів (за підручником О. Г. Ярошенко).



Рис 2. Алгоритмічна блок-схема складання назви алканів

Зауважимо, що запропонований прийом можна використовувати і при вивченні інших класів органічних сполук: алкенів, алкінів, децю змінивши в ньому (рис. 3).

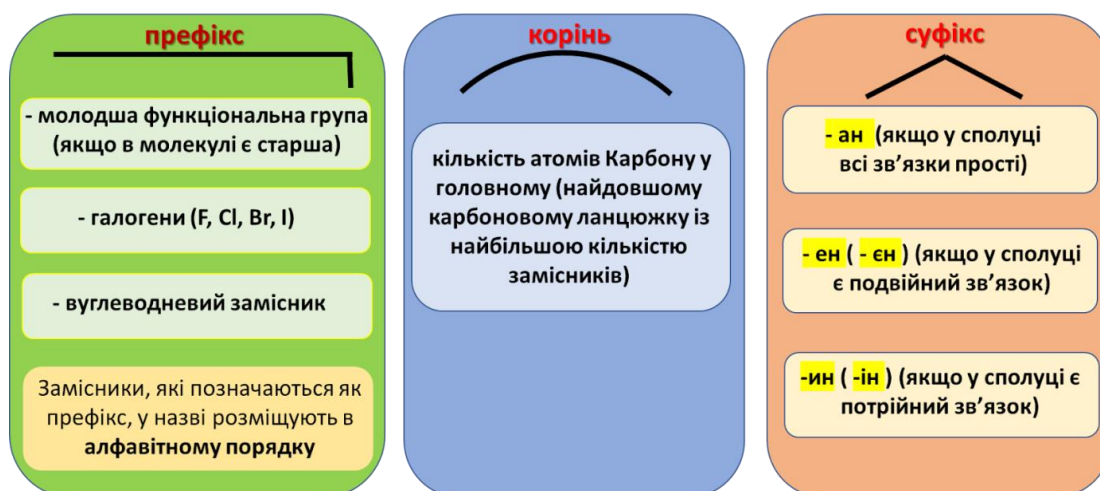


Рис 3. Алгоритмічна блок-схема складання назви вуглеводнів.

Для зворотної дії – складання структурної формули сполуки за її назвою, також можна використовувати алгоритмічний підхід. Ми розробили алгоритмічну схему, яку наведено на рис. 4.

Послідовність дій	Приклади
Проаналізувати корінь назви і визначити кількість атомів Карбону	3-етил-2,2-диметилгексан корінь <u>гекс</u> – 6 атомів Карбону
Проаналізувати суфікс і визначити тип зв'язку	-ан в молекулі одинарні зв'язки $C - C - C - C - C - C$
Записати ланцюжок із атомів Карбону і пронумерувати його	$C - C - C - C - C - C$ 1 2 3 4 5 6
Проаналізувати префікс (замісники) і записати їх біля атомів Карбону згідно із <u>локантами</u> (цифрами)	$\begin{array}{cccccc} & CH_3 & & & & \\ & & & & & \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ C - C - C - C - C - C \\ & & & & & \\ & CH_3 & CH_2-CH_3 & & & \end{array}$
Позначити рисочками усі валентності у атомів Карбону	$\begin{array}{cccccc} & CH_3 & & & & \\ & & & & & \\ -C - C - C - C - C - C- \\ & & & & & \\ & CH_3 & C_2H_5 & & & \end{array}$
Вписати усі атоми Гідрогену	$\begin{array}{cccccc} H & CH_3 & H & H & H & H \\ & & & & & \\ H-C - C - C - C - C - C-H \\ & & & & & \\ H & CH_3 & C_2H_5 & H & H & H \end{array}$
Записати скорочену структурну формулу	$\begin{array}{ccccccc} & CH_3 & & & & & \\ & & & & & & \\ CH_3 - C - CH - CH_2 - CH_2 - CH_3 \\ & & & & & & \\ & CH_3 & CH_2-CH_3 & & & & \end{array}$

Рис 4. Алгоритмічна схема побудови структурної формули

Дуже зручним є використання алгоритмічного підходу під час розв'язування розрахункових задач.

При проведенні розрахунків, пов'язаних із визначенням молекулярної формули речовини за масовими частками елементів, що входять до її складу, можна запропонувати учням використати наступний алгоритм.

1. Проаналізуйте умову задачі і запишіть скорочену умову.
2. Запишіть формулу розрахунку молекулярної маси речовини за масовою часткою елемента

$$W(E) = \frac{n(E) \cdot Ar(E)}{Mr(\text{речовини})} \cdot 100\%, \quad (1)$$

де $W(E)$ – масова частка елемента в сполуці, $n(E)$ – кількість атомів елемента (індекс), $Ar(E)$ – відносна атомна маса хімічного елемента; $Mr(\text{речовини})$ – відносна молекулярна маса речовини.

3. Запишіть формулу розрахунку кількості атомів елемента $n(E)$, користуючись формулою (1) і розрахуйте кількості атомів елементів у сполуці.
4. Знайдіть кількісне співвідношення атомів у сполуці.
5. Складіть найпростішу формулу речовини.
6. Перевірте Mr за найпростішою формулою речовини.
7. Запишіть істинну формулу речовини та відповідь.

Проте подавши цей алгоритм як лаконічну яскраву блок-схему (рис. 5), нам вдалося привернути увагу учнів та підвищити їх зацікавленість.

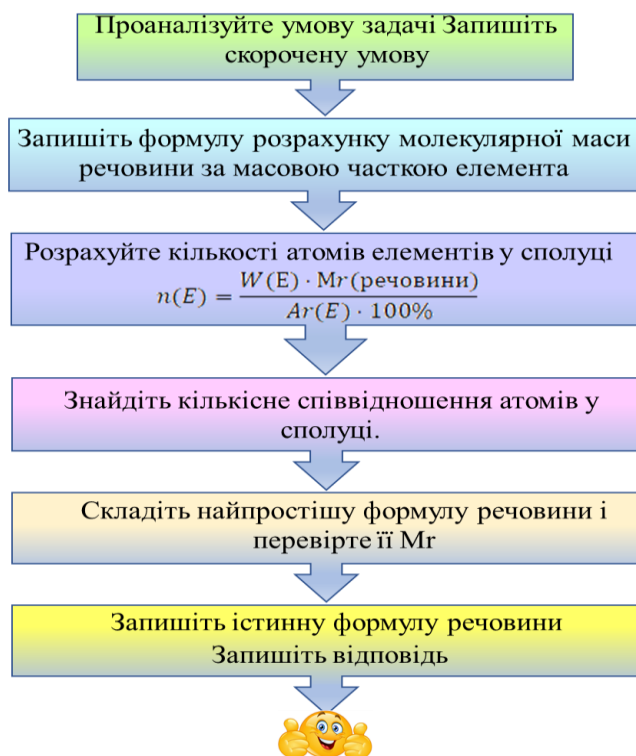


Рис. 5. Алгоритмічна блок-схема розв'язування задачі

Цей самий алгоритм можна подати, проілюструвавши прикладом розв'язування задачі для наочності (рис. 6).

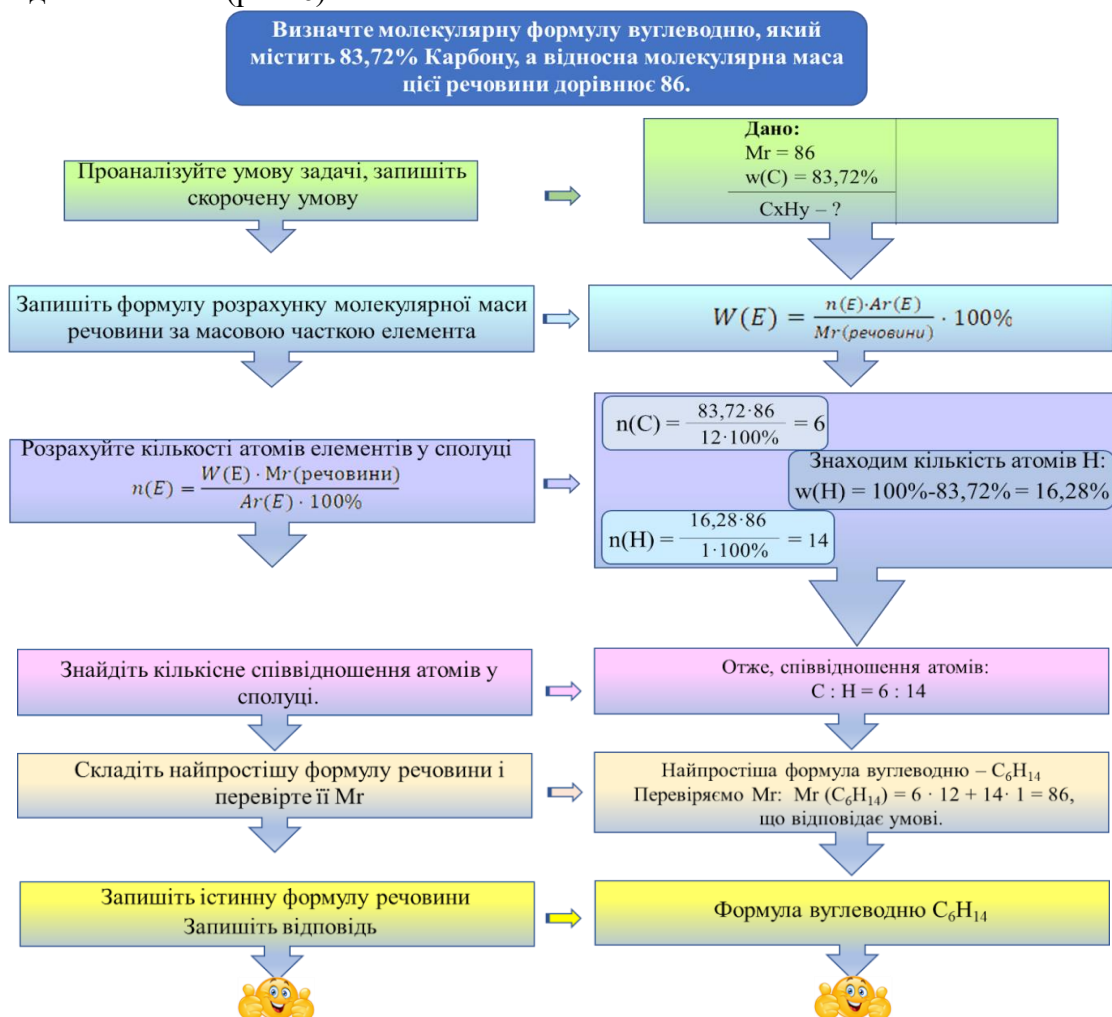


Рис. 6. Алгоритмічна блок-схема розв'язування задачі

Також для задач, спрямованих на виведення формули органічної речовини, наприклад, вуглеводню, виходячи із масових часток елементів та відносної густини речовини за іншою, учням можна пропонувати використовувати алгоритм розв'язування задачі у 6 етапів:

1. Прочитати і визначити умову задачі та що потрібно знайти чи обчислити та записати скорочену умову.
2. Визначити молекулярну масу речовини за відотною густиною.
3. Знайти кількісне співвідношення атомів Карбону у речовині.
4. Знайти кількісне співвідношення атомів Гідрогену у речовині.
5. Записати формулу речовини.
6. Записати відповідь до задачі.

Ми запропонували учням алгоритм та приклад розв'язання такого типу задач у вигляді блок-схеми (рис. 7).

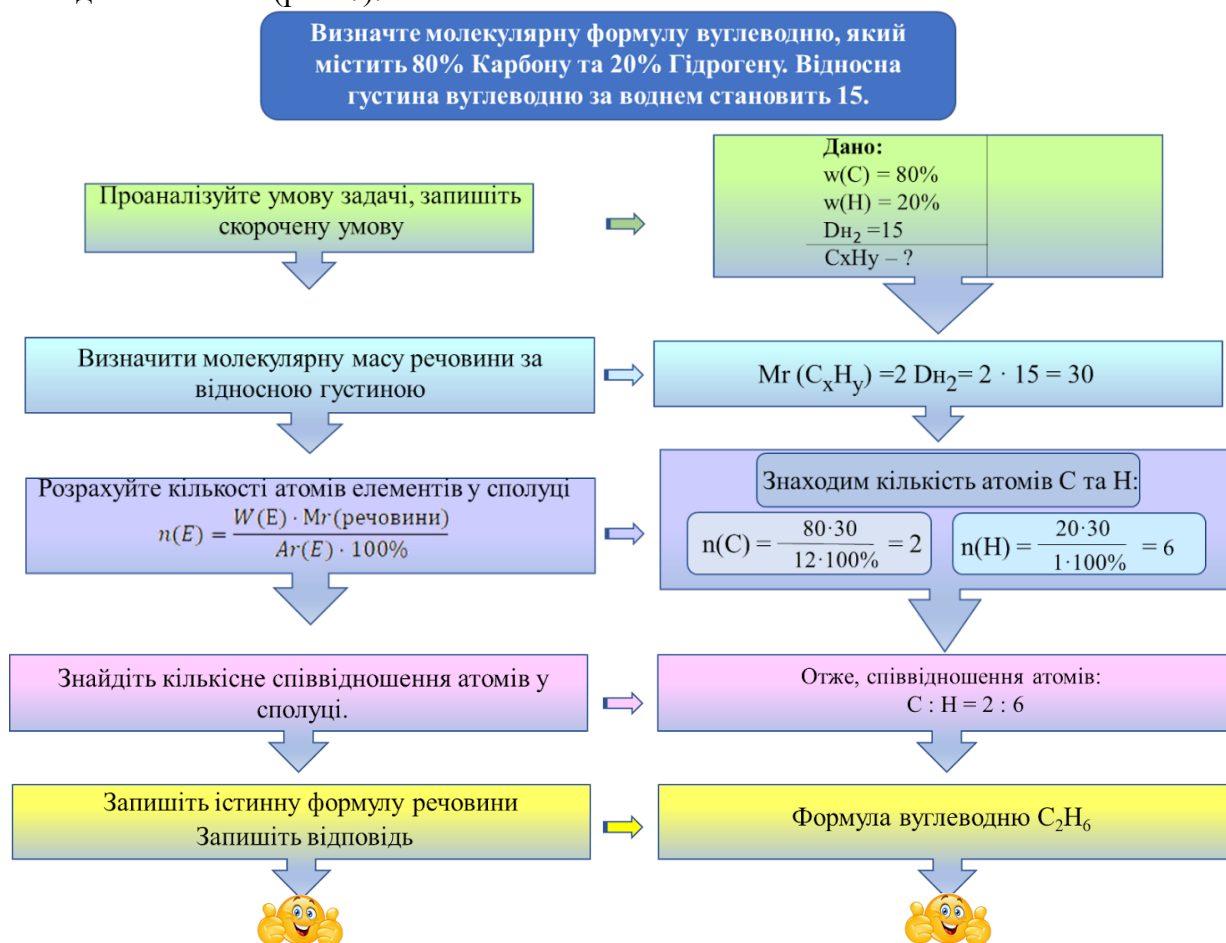


Рис 7. Алгоритмічна блок-схема розв'язування задачі на знаходження формули речовини

Зауважимо, що лаконічність, схематичність та яскравість таких алгоритмічних блок-схем за нашим спостереженням і згідно із опитуванням учнів значно полегшує їх розуміння, особливо для учнів із початковими та середніми навчальними досягненнями. Вони є дуже зручними і під час онлайн-навчання. Вчитель може демонструвати їх на екрані під час пояснення. Дуже гарною практикою є розміщення таких алгоритмічних схем у відкритому доступі, у той спосіб, який буде зручним і для учителя і для учнів. Можна створити папку на Google Диску, де розмістити такі алгоритми і відкрити доступ учням. Можна розмістити їх у Google Classroom або розіслати дітям на пошту чи у месенджери. Також вони будуть зручними для використання і під час очного навчання, адже можуть бути роздруковані, відсортовані за відповідними темами для зручності.

Подібні алгоритмічні блок-схеми можна використовувати на різних етапах процесу засвоєння знань як в урочний, так і позаурочний час. Тому варто, щоб кожен учень 10 класу мав дидактичну папку, наповнену алгоритмічними приписами, що використовуються при вивченні хімії в старших класах.

Як наслідок і результат формувального експерименту ми очікували, що використання алгоритмічних блок-схем у процесі навчання хімії в 10 класі має вплинути на сприйняття і розуміння учнів, у результаті чого має зміниться їх ставлення до навчання у статистично значущих межах, і що в кінцевому результаті має вплинути на рівень навчальних досягнень учнів..

На початку експерименту з метою визначення рівня навчальних досягнень учнів з хімії було проведено перевірку засвоєння залишкових хімічних знань, що були вивчені на час проведення початкового зрізу з теми «Повторення початкових понять про органічні речовини». Ми ставили за мету з'ясувати фактичний рівень засвоєння окремих теоретичних положень, рівень сформованості практичних умінь та оперування ними при виконанні вправ, розв'язування розрахункових задач.

За результатами початкового зрізу було встановлено (рис. 8), що із 27 учнів експериментального класу: 3 учні або 11,1 % мали початковий рівень навчальних досягнень, 10 учнів або 37 % – середній рівень навчальних досягнень, 10 учнів або 37 % – достатній рівень навчальних досягнень та 4 учнів або 14,8 % – високий рівень навчальних досягнень. Серед 28 учнів контрольного класу: 3 учнів або 10,7 % показали початковий рівень навчальних досягнень, 9 учнів або 32,1 % – середній рівень навчальних досягнень, 11 учнів або 39,3 % – достатній рівень навчальних досягнень та 5 учнів або 17,9 % – високий рівень навчальних досягнень. Результати початкового зрізу показали, що обрані класи не сильно відрізняються за рівнем навчальних досягнень учнів.

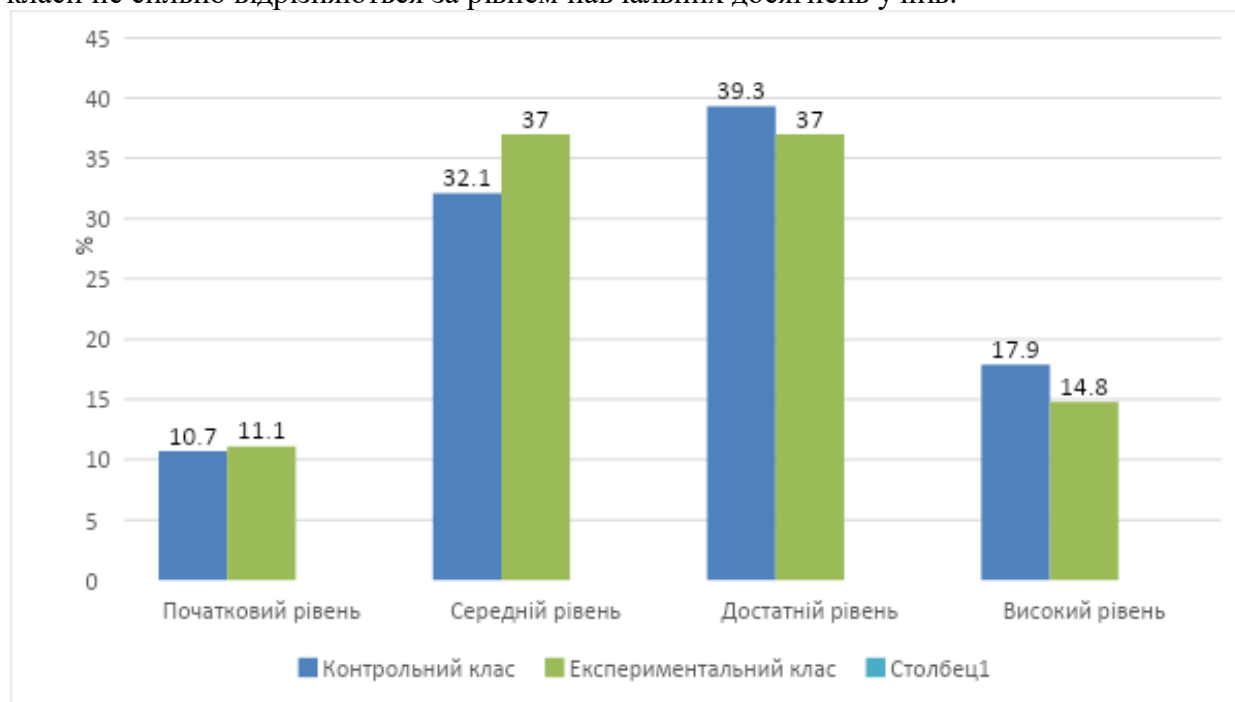


Рис. 8. Рівень навчальних досягнень учнів на початку експерименту

Через безпекову ситуацію навчальний процес у 33СО відбувався у дистанційному форматі із використанням платформи Google Class та Zoom. Під час вивчення тем «Класифікація вуглеводнів. Алкани. Загальна формула алканів, структурна ізомерія, систематична номенклатура», «Алкени і алкіни. Загальні молекулярні формули алкенів і алкінів, структурна ізомерія, систематична номенклатура» на етапі вивчення нового матеріалу під час розгляду номенклатури цих класів органічних сполук у контрольному класі використовували текстові пояснення, як правильно складати назви сполук. А в

експериментальному класі на екран виводили розроблений алгоритм, наведений на рисунках 2 і 3. Цей же алгоритм було прикріплено на сторінці предмету у Google Class, щоб учні могли скористатися ним вдома при виконанні домашньої роботи. Як показала бесіда із учнями, більшість із них завантажили цей алгоритм собі, а його використання значно полегшило виконання домашнього завдання. На уроці «Склад, властивості, застосування окремих представників вуглеводнів (метан, етан, етен, етин), оксигеновмісних (метанол, етанол, гліцерол, етанова кислота) і нітрогеновмісних (аміноетанова кислота) органічних речовин)» для характеристики органічних речовин учням було запропоновано скористатись розробленим нами алгоритмом, наведеним у [11]. На уроках за темами «Розрахункові задачі 1. Виведення молекулярної формули речовини за масовими частками елементів» та «Розрахункові задачі 2. Виведення молекулярної формули речовини за загальною формулою гомологічного ряду та густиною або відносною густиною», «Розв'язування задач і вправ» у експериментальному класі учням було запропоновано під час розв'язування задач використовувати алгоритмічний припис, наведений на рисунках 5, 6, 7. Для закріплення діти могли користуватись ним, розв'язуючи домашнє завдання вдома. Зауважимо, що усі розроблені нами алгоритмічні приписи було прикріплено у Google Class а також роздруковано для використання їх при очному навчанні та під час консультацій із учнями.

Наприкінці нашого дослідження під час тематичного оцінювання з теми «Вуглеводні» було проведено заключний зріз. Результати заключного зрізу показали, що із 27 учнів експериментального класу: початковий рівень навчальних досягнень мав лише 1 учень, що відповідає 3,7 %, 4 учнів або 14,8 % мали середній рівень навчальних досягнень, 17 учнів або 63 % – достатній рівень навчальних досягнень і 5 учнів або 18,5 % – високий рівень навчальних досягнень. Одержані результати узагальнені та наведені на рисунках 9 та 10.

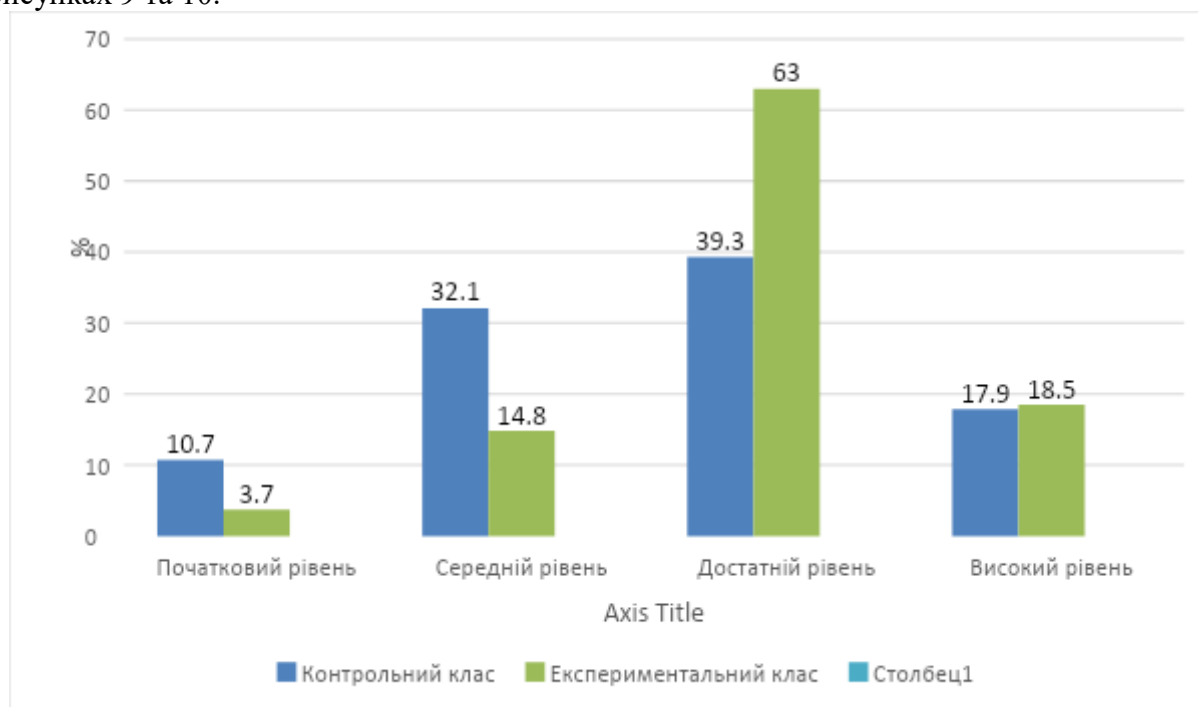


Рис. 9. Рівень навчальних досягнень учнів експериментального та контрольного класів наприкінці експерименту

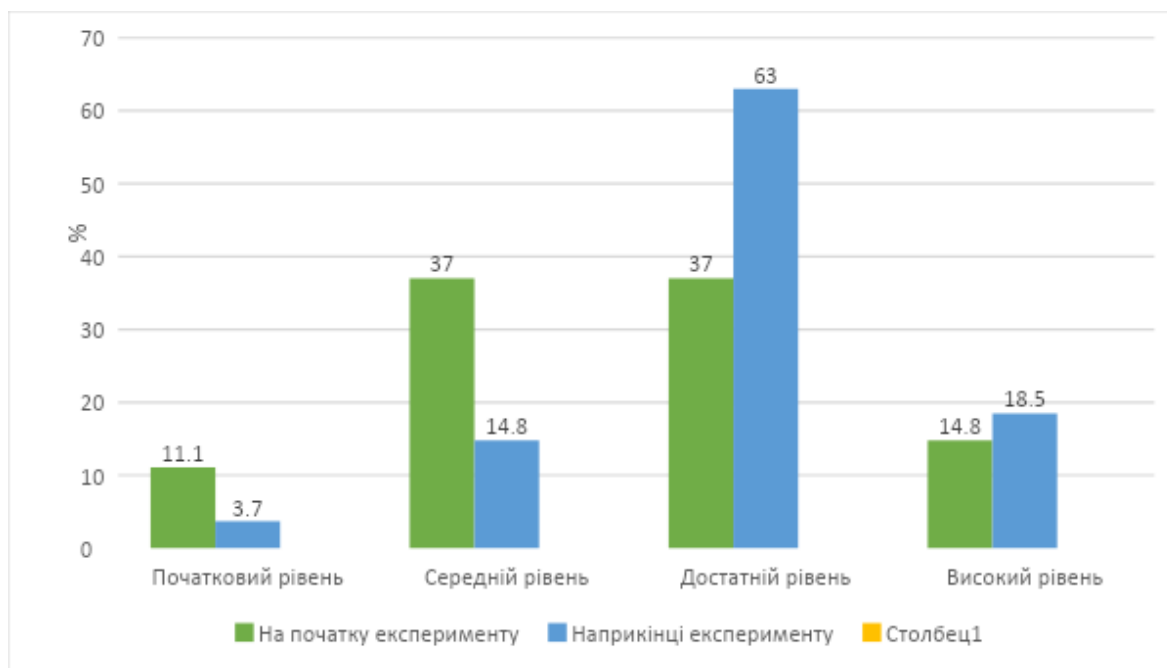


Рис. 10. Рівень навчальних досягнень учнів експериментального класу на початку та наприкінці експерименту

Як видно із результатів дослідження, представлених на рис. 9 та 10, кількість учнів із початковим рівнем навчальних досягнень у експериментальному класі знизився на 7,4%, середнім рівнем навчальних досягнень – на 22,2%, достатнім і високим рівнем – збільшився на 26% і 3,7% відповідно. Для контрольного класу зміни показників рівня навчальних досягнень практично не змінилися.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Проведене нами дослідження показало, що використання алгоритмічного підходу під час навчання хімії дозволяє покращити навчальні результати для учнів, особливо для учнів, які навчаються на достатньому рівні. Водночас, це дозволяє значно зменшити кількість учнів, які мають середній рівень навчальних досягнень і підняти їх на достатній. Порівняно зі звичайними алгоритмами, використання алгоритмічних блок-схем дає змогу перетворити складні послідовності дій у візуально зрозумілий формат, що особливо важливо для сучасних дітей, які у своїй більшості є візуалами, тому краще асимілюють інформацію саме через візуальні засоби. Це дозволяє їм краще засвоювати матеріал та заохочує до більш активної участі у навчальному процесі. Отже, отримані нами результати дослідження, їх кількісний та якісний аналіз показали, що систематична і цілеспрямована робота учнів, не залежно від рівня їх навчальних досягнень, із алгоритмічними блок-схемами загалом сприяє формуванню позитивної мотивації навчання і ефективно впливає на засвоєння ними хімічних знань, що є, на нашу думку, свідченням того, що цей інструмент є досить ефективним засобом формування предметних компетентностей з хімії у процесі навчання учнів старших класів, зокрема для дистанційної форми навчання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бабенко, О. М., Харченко, Ю. В. (2022). Хімічний експеримент в умовах дистанційної освіти. Актуальні питання природничо-математичної освіти. Суми : Сумський державний. педагогічний університет імені А. С. Макаренка, 1(19), 123–131. DOI 10.5281/zenodo.6630501. (Babenko, O. M., Kharchenko, Y. V. (2022). Chemistry Experiment in the Distance Learning. Current issues of natural and mathematical education. Sumy: Sumy state Pedagogical University named after A. S. Makarenko, 1(19), 123–131).
2. Бабенко, О. М., Харченко, Ю. В., Касьяненко, Г. Я. (2020). Аналіз готовності вчителів міста Суми та Сумської області до дистанційного навчання. Актуальні питання природничо-математичної освіти. Суми : Сумський державний. педагогічний університет

- імені А. С. Макаренка, 1(15), 5–12. (Babenko, O. M., Kharchenko, Y. V., Kasianenko, H. Ya. (2020). Analysis of the teachers readiness for distance learning in Sumy and Sumy region. Current issues of natural and mathematical education. Sumy: Sumy state Pedagogical University named after A. S. Makarenko, 1(15), 5–12).
3. Бабенко, О. М., Харченко, Ю. В., Ліцман, Ю. В. (2020). Проблеми та виклики дистанційного навчання хімії у закладах загальної середньої освіти. Актуальні питання природничо-математичної освіти. Суми : Сумський державний. педагогічний університет імені А. С. Макаренка, 2(16), 20–28. (Babenko, O. M., Kharchenko, Y. V., Litsman Yu. V. The challenges and opportunities of distance learning chemistry in institutions of general secondary education. Current issues of natural and mathematical education. Sumy: Sumy state Pedagogical University named after A. S. Makarenko, 2(16), 20–28).
 4. Блажко, О. А. (2006). Організація пізнавальної діяльності учнів основної школи із початковим рівнем досягнень у навчанні хімії: Автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. Київ. (Blazhko, O. A. (2006). Organization of cognitive activity of elementary school students with initial level of achievements in chemistry education: Author's abstract. thesis ... candidate ped. Sciences: 13.00.02. Kyiv).
 5. Блажко, О. А. (2006). Використання алгоритмічних приписів у навчанні хімії в основній школі. Біологія і хімія в школі, 2, 44–46. (Blazhko, O. A. The use of algorithmic prescriptions in the teaching of chemistry in primary school. Biology and chemistry at school, 2, 44–46.).
 6. Блажко, О. А., Ярош, В. (2015). Використання алгоритмічних приписів у навчанні учнів розв'язувати розрахункові задачі з хімії. Хімічна та екологічна освіта: стан і перспективи розвитку: збірник наукових праць Міжнародної науково-практичної конференції. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД». (Blazhko, O. A., Yarosh, V. (2015). The use of algorithmic prescriptions in teaching students to solve calculation problems in chemistry. Chemical and environmental education: state and prospects of development: collection of scientific works of the International scientific and practical conference. Vinnytsia: «Nilan-LTD»; LLC).
 7. Вівюрський, В. Я. (1980). Використання алгоритмічних приписів при складанні хімічних рівнянь. Хімія в школі, 36, 30–32. (Vyvursky, V. Ya. (1980). The use of algorithmic prescriptions when composing chemical equations. Chemistry at school, 36, 30–32.).
 8. Душечкіна, Н. Ю. (2021). Сучасні підходи до викладання хімічних дисциплін в умовах дистанційного навчання. Теорія та методика професійної освіти, 38, 131–138. (Dushechkina, N. Yu. (2021). Modern approaches to teaching chemical disciplines in distance learning conditions. Theory and methodology of professional education, 38, 131–138.).
 9. Козак, О. П. (2018). Алгоритмізація процесу навчання хімії в контексті формування предметних компетентностей. Теоретичні та методологічні проблеми сучасної педагогіки та психології : Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Миколаїв, 09–10 листопада 2018 р.). ГО «Інститут інноваційної освіти»; Науково-навчальний центр прикладної інформатики НАН України. Миколаїв : ГО «Інститут інноваційної освіти». (с. 71–77). (Kozak, O. P. (2018). Algorithmization of the process of teaching chemistry in the context of the formation of subject competencies. Theoretical and methodological problems of modern pedagogy and psychology: Materials of the International Scientific and Practical Conference (Mykolaiv, November 09–10, 2018) / NGO «Institute of Innovative Education»; Scientific and educational center of applied informatics of the National Academy of Sciences of Ukraine. Mykolaiv: NGO «Institute of Innovative Education». (pp. 71–77.).
 10. Коростіль, Л. А. (2018). Покоління Z: пошук способів педагогічної взаємодії. Народна освіта, 1, 82–88. Режим доступу: https://www.narodnaosvita.kiev.ua/?page_id=5229. (Korostil, L. A. (2018). Generation Z: searching for ways of pedagogical interaction. Public education, 1, 82–88. Retrieved from: https://www.narodnaosvita.kiev.ua/?page_id=5229).
 11. Котляревська, Л., Харченко, Ю. (2023). Алгоритмічний підхід при вивченні хімії. Grail of Science, 33, 331–334. DOI:10.36074/grail-of-science.10.11.2023.52. (Kotliarevskaya, L., Kharchenko, Yu. (2023). Algorithmic approach to studying chemistry. Grail of science, 33, 331–334).

12. Савчин, М. М. (2015). Використання алгоритмів у курсі хімії як засіб та метод формування предметних компетентностей учнів. Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Педагогіка і психологія, 44, 324–328. (Savchyn, M. M. (2015). The use of algorithms in the course of chemistry as a means and method of forming students' subject competences. Scientific notes of Vinnytsia State Pedagogical University named after Mykhailo Kotsyubynskyi. Series: Pedagogy and psychology, 44, 324–328.).
13. Харченко, Ю., Бабенко, О., Сердюк, В. (2022). Онлайн-вікторини з хімії як елемент гейміфікації, спрямований на активізацію пізнавального інтересу учнів. Актуальні питання природничо-математичної освіти. Суми : Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка, 2(20), 144–154. (Kharchenko, Yu. V., Babenko, O. M., Serdiuk, V. O. (2022). Online quizzes in chemistry as an element of gamification aimed at activating the cognitive interest of students. Current issues of natural and mathematical education. Sumy: Sumy state Pedagogical University named after A. S. Makarenko, 2(20), 144–154).
14. Ярошенко, О. Г. (2020). Проблеми групової навчальної діяльності школярів: дидактико-методичний аспект. Віхи становлення наукової школи: наукове видання. Вінниця: Видавець ФОП Кушнір Ю. В. (сс. 10–208). (Yaroshenko, O. G. (2020). Problems of group educational activity of schoolchildren: didactic-methodical aspect. Milestones of the establishment of a scientific school: scientific edition. Vinnytsia: Publisher of FOP Kushnir Yu.V., P. (pp. 10–208).).
15. Ярошенко, О. Г. (2018). Хімія (рівень стандарту): підручник для 10 класів закладів загальної середньої освіти. Київ : УОВЦ «Оріон». (Yaroshenko, O. G. (2018). Chemistry (standard level): tutorial. for 10th grade institutions of general secondary education. Kyiv : UOC «Orion»).
16. Akben, N. (2020). Effects of the problem-posing approach on students' problem solving skills and metacognitive awareness in science education. Research in Science Education, 50(3), 1143–1165.
17. Davidowitz, B., Chittleborough, G., Murray, E. (2010). Student-generated submicro diagrams: A useful tool for teaching and learning chemical equations and stoichiometry. Chemistry Education Research and Practice, 11(3), 154–164.
18. Juszczak, L. J. (2021). Clock It: Solving the 3-D Chirality Problem with a 2-D Method – A Simple Algorithm for Teaching and Determining Enantiomers in General Chemistry Journal of Chemical Education, 98(10), 3384–3389. DOI: 10.1021/acs.jchemed.1c00633.
19. Lassoued, Z., Alhendawi, M., Bashitialshaaer, R. (2020). An Exploratory Study of the Obstacles for Achieving Quality in Distance Learning during the COVID-19 Pandemic. Education sciences, 10, 232. DOI:10.3390/educsci10090232. www.mdpi.com/journal/education.
20. Molloy, E. (2020). How to teach practical chemistry remotely. Retrieved from: <https://edu.rsc.org/ideas/how-to-teach-practical-chemistry-remotely/4011361.article>.
21. Nyachwaya, J. M., Warfa, A. R. M., Roehrig, G. H., Schneider, J. L. (2014). College chemistry students' use of memorized algorithms in chemical reactions. Chemistry Education Research and Practice, 15(1), 81–93. <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2014/RP/c3rp00114h>.
22. Sofi-Karim, M., Bali, A.O., Rached, K. (2023). Online education via media platforms and applications as an innovative teaching method. Education and Information Technologies, 28, 507–523. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11188-0>
23. Surif, J., Ibrahim, N. H., Dalim, S. F. (2014). Problem solving: Algorithms and conceptual and open-ended problems in chemistry. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 116, 4955–4963 <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.1055>.

Kharchenko Yu. V., Babenko O. M. The use of algorithmic flowcharts in chemistry education.

This article presents the results of a study that aimed to analyze the effectiveness of using an algorithmic approach, particularly algorithmic flowcharts, in chemistry education to improve the learning outcomes of high school students. The authors propose the use of algorithmic flowcharts, which allow complex sequences of actions to be transformed into a visually understandable and

convenient format for students. It is shown that their use is appropriate both during face-to-face and distance learning, at different stages of the knowledge acquisition process, both during and after school hours, and is convenient for both students and teachers. A number of algorithmic flowcharts have been developed for the study of chemistry in the tenth grade, in particular, for characterizing substances, composing names of organic substances in accordance with scientific nomenclature, and solving computational problems of different types. The authors present and analyze the results of a pedagogical study, which show that the use of algorithmic flowcharts in the study of chemistry in the experimental class allowed to improve the learning outcomes for students who had an initial level of academic achievement. At the same time, the use of these algorithms made it possible to significantly reduce the number of students who had an average level of academic achievement and raise them to a sufficient level, and thus significantly increase the number of students with a sufficient level of academic achievement; as well as to increase the percentage of students at a high level. In general, the results of the study and their analysis confirmed that working with algorithmic flowcharts contributes to the formation of positive dynamics in the teaching of chemistry among high school students, since regardless of the initial level of academic achievement, students who used algorithmic flowcharts achieved better results in the study of chemistry. This testifies to the high efficiency of this tool in the formation of subject competencies in chemistry, especially in the context of distance learning.

Key words: algorithmic approach, algorithmic flowcharts, chemistry education, distance learning, learning outcomes.

УДК 372.851.2 +37.01+37.02+37.04+514
DOI 10.5281/zenodo.12191303

О. С. Чашечникова
ORCID ID 0000-0003-1101-5534

Т. Г. Безлюдна
Сумський державний педагогічний
університет імені А.С.Макаренка

СПЕЦИФІКА ОЗНАЙОМЛЕННЯ СУЧАСНИХ СТАРШОКЛАСНИКІВ ІЗ ЛОГІЧНОЮ ПОБУДОВОЮ ГЕОМЕТРІЇ НА АКСІОМАТИЧНІЙ ОСНОВІ

У статті розглянуто специфіку ознайомлення сучасних старшокласників із логічною побудовою геометрії на аксіоматичній основі. Зазначено, що аксіоматичний метод широко застосовується у математиці, його розуміння позитивно впливає на розвиток мислення школярів. Засвоєння учнями систематичних курсів планіметрії та стереометрії викликає труднощі у школярів, і одна з причин те, що геометрія – єдина шкільна дисципліна, яка будується на дедуктивно-аксіоматичній основі, а тому висуваються достатньо високі вимоги до рівня розвитку логічного мислення учнів, абстрактного мислення та просторового мислення. Характерною рисою аксіоматичного методу є його абстрактність, і, на жаль, це вступає у протиріччя із психолого-педагогічними особливостями сучасних школярів, мислення яких називають мозаїчним, точковим, а розвитку у них здатності міркувати, ґрунтуючись на уявних моделях, заважає «залежність» від візуалізації.

Проаналізовано різні підходи до побудови та змісту аксіом стереометрії у шкільних підручниках. На основі аналізу пропонується авторське бачення представлення системи аксіом групи С. Зазначена важливість того, щоб у підручниках було достатньо завдань як на застосування аксіом, так і на усвідомлення їх сутності. Доцільно доповнювати завдання з основного підручника завданнями з інших, враховуючи відмінності у системах аксіом. Обґрунтовано, що ознайомлюючи школярів із аксіомами стереометрії, необхідно використовувати різноманітні наочність для конкретизації нових відомостей (моделі