

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
Факультет природничих наук
Кафедра хімії середовища та хімічної освіти

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття освітнього рівня бакалавра
на тему: «Вивчення біологічної ролі води на уроках хімії»

Виконала: студентка IV курсу, групи СОХ-41
спеціальності 014.06 Середня освіта (Хімія)

Кухаренко Ілона Олександрівна

Керівник к.т.н., доцент Матківський М.П.

Рецензент к.х.н., доцент Тарас Т.М.

м. Івано-Франківськ – 2025 р.

Анотація

Робота виконана у Прикарпатському національному університеті імені Василя Стефаника.

Актуальність теми. Сучасна освіта вимагає переосмислення змісту та використання сучасних ефективних методів викладання шкільних дисциплін, зокрема хімічних наук.

З-поміж фундаментальних понять хімії особливе місце посідає тема «Вода» — унікальна за своїми фізико-хімічними властивостями та винятково важлива в життєдіяльності організмів і глобальних процесах біосфери.

Вивчення біологічної ролі води на інтегрованих уроках хімії сприяє не лише формуванню наукових уявлень, а й розвитку цілісного світогляду, екологічного мислення та життєво важливих компетентностей.

Враховуючи міждисциплінарний потенціал цієї теми, вона здатна інтегрувати знання з хімії, біології, географії, медицини, екології та основ здоров'я, формуючи сучасного, обізнаного й відповідального громадянина.

Метою дипломної роботи є дослідити ефективні методичні підходи до вивчення біологічної ролі води на уроках хімії в 7 – 11 класах, а також визначити освітній потенціал цієї теми для формування ключових компетентностей учнів.

Основними завданнями роботи є:

- 1) Провести аналіз навчально-методичної літератури з хімії та суміжних дисциплін щодо висвітлення біологічної ролі води;
- 2) Визначити психолого-педагогічні умови, що сприяють ефективному засвоєнню міждисциплінарних понять;
- 3) Розробити й апробувати фрагменти уроків з теми «Вода», з акцентом на її біологічну функціональність;
- 4) Оцінити вплив використаних методів на пізнавальну активність та рівень засвоєння матеріалу учнями.

Об'єкт дослідження: навчальний процес з хімії в 7-11 класах.

Предмет дослідження: методичні аспекти викладання теми «Біологічна роль води» в курсі хімії в 7-11 класах.

Методи дослідження. У процесі роботи використано теоретичні методи (аналіз та узагальнення наукових джерел, порівняння, класифікація), емпіричні (теоретичний педагогічний експеримент), а також методи наукового моделювання та розробки навчально-методичних матеріалів.

Наукова новизна. Робота розкриває освітній потенціал теми «Вода» як засобу формування цілісної природничо-наукової картини світу та інтегрування хімічних знань у життєвий і біологічний контекст.

Практичне значення. Одержані результати можуть бути використані вчителями хімії при розробці уроків, факультативів, позакласних заходів, а також у процесі впровадження інтегрованих курсів природничого напрямку. Запропоновані методичні матеріали спрямовані на активізацію пізнавальної діяльності, формування екологічної свідомості та навичок критичного мислення.

Особистий внесок здобувача. Здобувачем було самостійно опрацьовано навчальні програми, розроблено фрагмент інтегрованого уроку на тему «Біологічна роль води», дидактичні матеріали, презентації, інтерактивні завдання, проведено теоретичну оцінку ефективності застосування запропонованих інноваційних методик викладання.

Структура та обсяг роботи. Дипломна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків та списку використаних джерел. Повний обсяг роботи — 48 сторінок, у тому числі 15 рисунків, список використаних джерел налічує 27 позицій.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ЗМІСТУ ШКІЛЬНИХ ПІДРУЧНИКІВ ХІМІЇ ЩОДО ВИСВІТЛЕННЯ БІОЛОГІЧНОЇ РОЛІ ВОДИ.....	6
1.1. Місце теми «Біологічна роль води» у навчальних програмах та підручниках для 7–11 класів	6
1.2. Приклади опису біологічної ролі води у шкільному курсі хімії та міжпредметні зв'язки з біологією	10
1.3. Формування наукового уявлення про роль води на різних етапах навчання	15
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИКЛАДАННЯ ТЕМИ «БІОЛОГІЧНА РОЛЬ ВОДИ»	20
2.1. Аналіз методичної літератури щодо викладання теми для учнів різного віку	20
2.2. Інтерактивні методи та сучасні освітні технології у подачі матеріалу.....	23
2.3. Методичні рекомендації для вчителів щодо ефективного подання теми .	26
РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ВИКЛАДАННЯ ТЕМИ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ХІМІЇ.....	30
3.1. Розробка бінарного уроку хімії з теми «Біологічна роль води».....	30
3.2. Оцінювання ефективності обраних методик викладання	41
ВИСНОВКИ	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	46

ВСТУП

Хімія як навчальна дисципліна посідає особливе місце в системі шкільної освіти, оскільки дає змогу учням осмислити фундаментальні явища природи та набути знань, необхідних для розуміння світу речовин і процесів. Одним із пріоритетів сучасного хімічного навчання є не лише засвоєння абстрактних теоретичних понять, а й формування здатності бачити зв'язки між вивченим матеріалом і реальним життям.

Одним з таких ключових об'єктів вивчення, який має як природниче, так і практичне значення, є вода. Вона є унікальною речовиною з винятковими фізико-хімічними властивостями, що дозволяють їй відігравати незамінну роль у біосфері. Саме вода забезпечує існування життя в усіх його проявах: є середовищем для хімічних реакцій, бере участь у терморегуляції, транспорті речовин, обміні речовин і енергії.

Попри очевидну важливість цієї теми, шкільна програма з хімії часто зводить її до опису загальних властивостей, не розкриваючи біологічного та екологічного контексту. Як наслідок — учні сприймають воду як звичайну, буденну речовину, не замислюючись над глибиною її впливу на організм людини та природу в цілому. Такий підхід знижує пізнавальний інтерес і віддаляє хімію від життєвих реалій.

Врахування біологічного аспекту при вивченні теми «Вода» дозволяє не лише активізувати мислення учнів, а й створити простір для інтегрованого навчання, що в свою чергу сприяє формуванню цілісного світогляду, розвитку навичок критичного аналізу, екологічної свідомості та вміння застосовувати знання у практичних ситуаціях. Вивчення біологічної ролі води відкриває широкі можливості для впровадження міжпредметних зв'язків, творчих завдань, міні-досліджень та проектної діяльності.

Тому вивчення даної теми в межах уроків хімії є важливим кроком до оновлення змісту природничої освіти та є важливою темою для дослідження.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ЗМІСТУ ШКІЛЬНИХ ПІДРУЧНИКІВ ХІМІЇ ЩОДО ВИСВІТЛЕННЯ БІОЛОГІЧНОЇ РОЛІ ВОДИ

1.1. Місце теми «Біологічна роль води» у навчальних програмах та підручниках для 7–11 класів

На сучасному етапі розвитку суспільства дедалі виразніше усвідомлюється виняткова важливість природничих наук як засобу реалізації концепції сталого розвитку.

Хімія, як одна з ключових природничих дисциплін, відіграє особливу роль у формуванні наукового світогляду молодого покоління. Саме тому в усьому світі зростає увага до вдосконалення змісту й структури природничої освіти, зокрема в частині хімічної підготовки учнів.

Поточні освітні реформи в Україні передбачають забезпечення відкритості освітньої системи, її адаптивності та різноманіття форм організації навчального процесу. Цей підхід передбачає диференціацію навчання та використання методів, які дозволяють урахувати індивідуальні особливості, потреби й запити учнів [1, 2].

Хімія як навчальний предмет охоплює значну частину змісту освітньої галузі «Природознавство» і має важливе значення для формування цілісної наукової картини світу. Ця дисципліна дає змогу глибше зрозуміти явища, що відбуваються у навколишньому середовищі, пояснити будову та властивості речовин, хімічні процеси, що лежать в основі життєдіяльності організмів, промисловості, екологічних змін тощо [2].



Рисунок 1.1 – Значення хімії як навчального предмету

Завдяки цьому хімія сприяє не лише засвоєнню наукових знань, а й розвитку екологічної свідомості, технологічної грамотності та відповідального ставлення до природи і ресурсів.

Вивчення хімії в українській школі організовано на основі Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти, що визначає загальні цілі, принципи, вимоги та очікувані результати навчання.

Згідно з чинними навчальними програмами, хімія входить до навчального плану з 7 класу і вивчається до 11 класу, охоплюючи таким чином як базовий, так і старший рівень загальної середньої освіти [2].

Структура навчання з хімії вибудовується за концентричним принципом: кожен наступний етап доповнює, поглиблює та систематизує попередній.

У 7–9 класах реалізується базовий курс хімії, який має на меті ввести учнів у світ хімічної науки, сформуванню в них первинні уявлення про будову речовини, хімічні елементи, закони хімічних реакцій, класи неорганічних сполук. Особлива увага приділяється формуванню базових понять: атом, молекула, хімічний елемент, маса, об'єм, валентність, ступінь окиснення, формула, рівняння реакції тощо. Крім того, учні набувають навичок роботи з хімічними формулами, розрахунків за рівняннями реакцій, а також виконання простих хімічних експериментів із дотриманням правил безпеки.

Цей рівень навчання має виразно прикладний характер: акцент робиться на зв'язку хімічних знань з повсякденним життям, побутом, екологією та здоров'ям людини. Навчальні програми передбачають інтеграцію міжпредметних зв'язків з біологією, фізикою, географією, що сприяє формуванню цілісного природничо-наукового мислення. Завданням учителя в цей період є не тільки ознайомлення учнів із фактами, а й розвиток у них навичок логічного міркування, аналізу, порівняння, аргументації та критичної оцінки інформації.

Починаючи з 10 класу, хімія переходить у фазу поглибленого вивчення — залежно від обраного профілю навчання. Програма на рівні стандарту, що

призначена для класів, де хімія не є профільною дисципліною, забезпечує повторення та систематизацію базових знань, а також поглиблює розуміння складніших понять і процесів.

Тут вивчаються питання загальної хімії, органічної хімії, хімії елементів, основні закони та концепції сучасної хімічної науки. Учні знайомляться з механізмами хімічних реакцій, із впливом умов на їх перебіг, з класифікацією органічних сполук, їх будовою, властивостями та біологічною роллю.

Вивчення хімії у 10–11 класах має не лише теоретичну, а й важливу практичну складову. Значна увага приділяється хімії у побуті, медицині, харчуванні, екології та технологічних процесах. Програма акцентує увагу на формуванні хімічної культури учнів, розумінні ними важливості науки в сучасному світі, здатності орієнтуватися у потоці наукової інформації, приймати відповідальні рішення щодо власного здоров'я, поведінки в навколишньому середовищі та споживання.

Також упродовж 7–11 класів реалізується принцип поступового розвитку понять: ті самі хімічні явища розглядаються на різних рівнях глибини, залежно від вікових особливостей і когнітивного рівня учнів. Наприклад, поняття «окиснення» у 7–8 класах розглядається в спрощеній формі як приєднання кисню, а у 10–11 класах — уже як складна електронна взаємодія між відновником і окисником. Така стратегія сприяє формуванню глибокого розуміння змісту навчального матеріалу.

У результаті повного курсу хімії випускники шкіл повинні мати не лише систему знань, але й чітке уявлення про те, як хімічна наука функціонує в реальному житті. Учні оволодівають базовими експериментальними вміннями, здатністю розв'язувати практичні завдання, аналізувати результати, робити висновки. Вони повинні бути підготовленими до використання хімічних знань у побуті, в прийнятті відповідальних екологічних рішень, а також — у подальшому навчанні в закладах вищої освіти, якщо виберуть хімію як професійний напрям.

Таким чином, хімія як навчальний предмет у 7–11 класах виконує багатофункціональну роль: пізнавальну, розвивальну, практичну, світоглядну, соціально-орієнтуючу. Її цілісне вивчення сприяє підготовці освіченої, свідомої особистості, здатної мислити науково, діяти відповідально та адаптуватися до викликів сучасного світу.

1.2. Приклади опису біологічної ролі води у шкільному курсі хімії та міжпредметні зв'язки з біологією

Показовим прикладом послідовного розгортання навчального змісту в рамках курсу хімії 7–11 класів є тема «Біологічна роль води», яка реалізується не як окрема тема, а як наскрізний змістовий компонент у низці тем, пов'язаних із властивостями речовин, їх реакційною здатністю та значенням у живій природі.

У 7 класі, згідно з програмою і змістом підручників (рис.1.2), учні знайомляться з фізичними та хімічними властивостями води як речовини. У підручнику розкрито агрегатні стани води, її розчинні властивості, питома теплоємність, здатність до випаровування та конденсації. Окремо підкреслюється, що вода є універсальним розчинником у природі й житті людини, зокрема в організмах, де слугує середовищем для біохімічних процесів. Проте акцент ще не робиться на глибокому аналізі біологічних функцій — це лише формує початкові уявлення про значення води для життя.

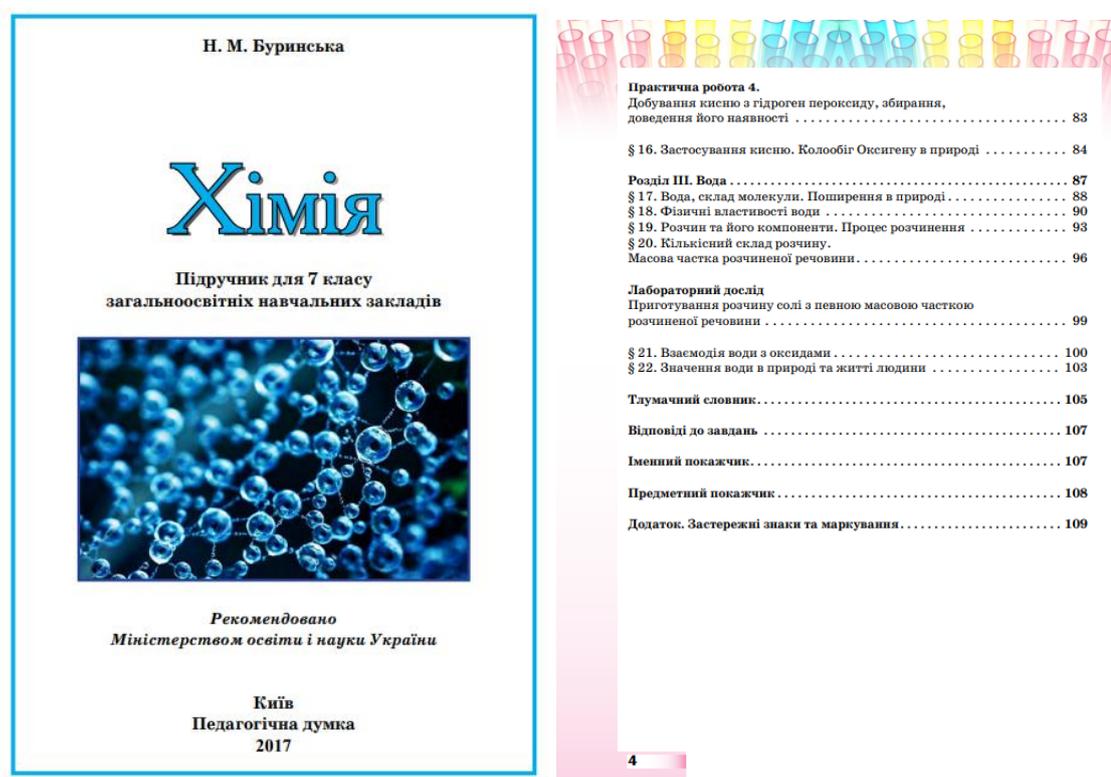


Рисунок 1.2 – Примірник підручника та розділу щодо висвітлення теми води,

Буринська Н.М. Підручник 7 класу

У 8 класі, при вивченні розділу «Розчини. Розчинність речовин», учні дізнаються про гідратацію іонів, йонно-молекулярні взаємодії у водних розчинах, поняття про розчин як однорідну систему. У підручнику (рис 1.3) прямо зазначено, що більшість хімічних реакцій у клітинах відбуваються саме у водному середовищі, а вода забезпечує транспортування речовин в організмі. Тут також формується розуміння того, як вода впливає на здатність речовин вступати у взаємодію, що є підґрунтям для вивчення біохімічних процесів у старших класах.

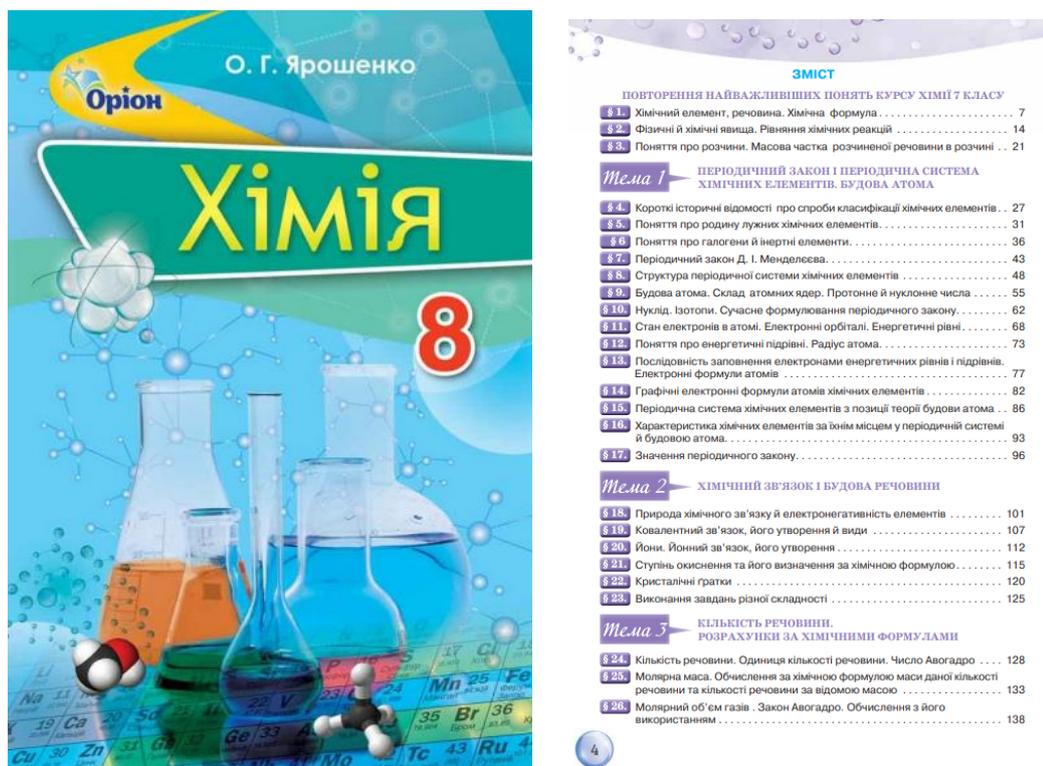


Рисунок 1.3 – Примірник підручника та розділу щодо висвітлення теми води, Ярошенко О.Г. Підручник 8 класу

У 9 класі, в контексті вивчення електролітів і кислотно-основної взаємодії, поняття біологічної ролі води набуває практичної значущості.

У підручниках (рис 1.4) йдеться про роль води як джерела гідроксид-іонів у кислотно-лужній рівновазі — основі гомеостазу в біологічних системах.

У межах цієї теми наводяться приклади функціонування буферних систем крові, шлункового соку, слини, що дозволяє учням усвідомити життєво

важливу функцію води у підтриманні сталості внутрішнього середовища організму.

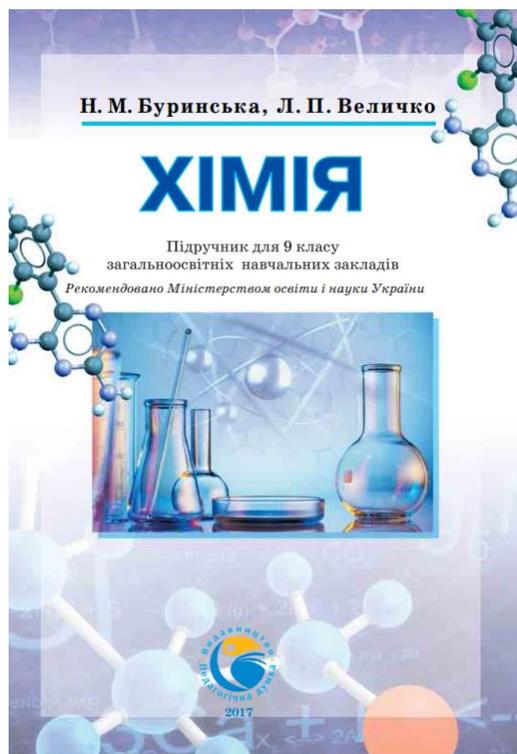


Рисунок 1.4 - Примірник підручника та розділу щодо висвітлення теми води, Буринська Н.В., Підручник 9 класу

ЗМІСТ		3
Як користуватися підручником хімії		5
Правила поведінки учнів у кабінеті хімії		6
Розділ I. ПОВТОРЕННЯ НАЙВАЖЛИВІШИХ ПИТАНЬ		
КУРСУ ХІМІЇ 8 КЛАСУ		
§ 1. Основні класи неорганічних сполук		7
§ 2. Періодичний закон і Періодична система хімічних елементів		9
§ 3. Хімічний зв'язок і будова речовини		11
Розділ II. РОЗЧИНИ		
§ 4. Поняття про дисперсні системи та їх значення		15
§ 5. Поняття про колоїдні розчини		17
§ 6. Поняття про істинні розчини		21
§ 7. Розв'язування задач на приготування розчинів із кристалогідратів		25
§ 8. Будова молекули води. Поняття про водневий зв'язок та його значення		27
§ 9. Розчинність речовин у воді		29
§ 10. Електролітична дисоціація		32
§ 11. Дисоціація електролітів у водних розчинах		35
§ 12. Реакції обміну між розчинами електролітів. Іонні рівняння		41
<i>Практична робота 1. Реакції йонного обміну між електролітами у водних розчинах</i>		<i>44</i>
§ 13. Поняття про pH розчину		45
§ 14. Якісні реакції на окремі йони		47
<i>Практична робота 2. Розв'язування експериментальних задач</i>		<i>48</i>
Розділ III. ХІМІЧНІ РЕАКЦІЇ		
§ 15. Класифікація хімічних реакцій		49
§ 16. Окисно-відновні реакції		52
§ 17. Енергетичний ефект хімічних реакцій. Термохімічні рівняння		56
§ 18. Швидкість хімічних реакцій		61
§ 19. Каталітичні реакції		63
§ 20. Оборотні та необоротні реакції		66
Розділ IV. ПОЧАТКОВІ ПОНЯТТЯ ПРО ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ		
§ 21. Що таке органічні сполуки		69
§ 22. Метан		73
§ 23. Гомологи метану		78
§ 24. Етен і етин		82
§ 25. Поліетилен		87

У 10 класі (рис 1.5) біологічна роль води згадується у темах, присвячених білкам, амінокислотам, ферментам та вітамінам. У темі «Амінокислоти, білки» зазначено, що вода є учасником гідролізу білків — процесу, внаслідок якого білки розщеплюються на амінокислоти. Уточнюється, що цей процес є критично важливим для перетравлення їжі та засвоєння поживних речовин.

Також згадується роль води в стабілізації третинної структури білків, хоча сам процес денатурації подано поверхово — без аналізу участі води у підтриманні просторової структури білкових молекул.

У темі про ферменти йдеться про необхідність водного середовища для їхньої активності, хоча можна було б більше акцентувати увагу на ролі гідратації білкових структур.

При цьому роль води у транспортуванні водорозчинних вітамінів (групи В і С) лише згадується, але не розкривається через біохімічні приклади.

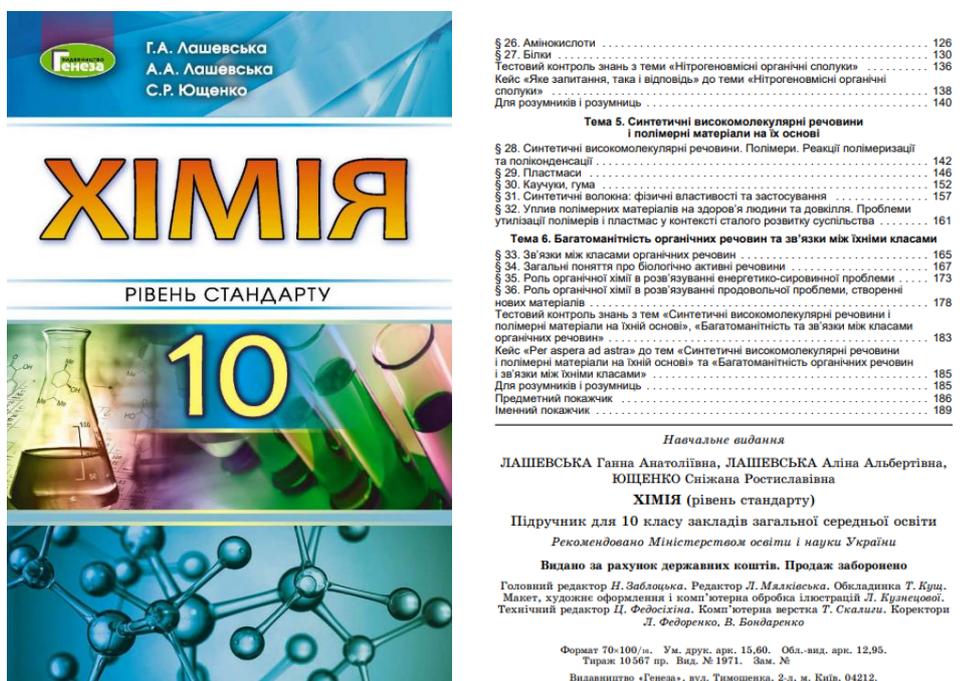


Рисунок 1.5 - Примірник підручника та розділу щодо висвітлення теми води, Лашевська Г.А., Підручник 10 класу

У 11 класі (рис 1.6) пропонує ширше охоплення біологічного значення води. У розділі «Гідроліз солей» розглядається вода як учасник реакцій іонного обміну, й наголошується на її ролі у зміні рН середовища, що має безпосереднє значення для росту рослин, ферментативних процесів, кислотно-лужного балансу організмів.



Підручник для 11 класу
загальноосвітніх навчальних закладів

Рекомендовано Міністерством освіти і
науки України

Київ
«Школяр»
2013

§ 11. Відносний вихід продукту реакції.....	60
§ 12. Гідроліз солей	65
<i>Для допитливих. Про винятки із правила.....</i>	
§ 13. Гальванічний елемент — хімічне джерело електричного струму.....	73
<i>Для допитливих. Білки-катализатори — один із пріоритетів сучасної хімічної науки</i>	
	79

4 розділ Неорганічні речовини та їхні властивості

§ 14. Неметалічні елементи	80
§ 15. Неметали	84
§ 16. Фізичні властивості неметалів. Адсорбція	90
§ 17. Хімічні властивості та застосування неметалів.....	95
§ 18. Сполуки неметалічних елементів з Гідрогеном	99
§ 19. Хімічні властивості та застосування гідроген хлориду, гідроген сульфід і амоніак	104
§ 20. Оксиди неметалічних елементів.....	112
§ 21. Кислоти	120
§ 22. Розрахунки за хімічними рівняннями в разі надлишку реагенту.....	128
§ 23. Металічні елементи. Метали	132
<i>Для допитливих. Кристалічні ґратки металів</i>	
§ 24. Алюміній. Сполуки Алюмінію.....	140
§ 25. Ферум. Залізо. Сполуки Феруму.....	148
<i>Для допитливих. Виведення плями від іржі на тканині.....</i>	
§ 26. Основи. Гідроксиди Натрію і Кальцію	158
§ 27. Солі	163
§ 28. Жорсткість води	171
§ 29. Силікати. Силікатні матеріали	175
§ 30. Мінеральні добрива. Кислотність ґрунтів.....	180
<i>Для допитливих. Нітрати в харчових продуктах.....</i>	
	187

Рисунок 1.6 - Примірник підручника та розділу щодо висвітлення теми
води, Буринська Н.М, Величко Л.П. Підручник 11 класу

Особливу увагу автор приділяє питанню жорсткості води: учні знайомляться з хімічними реакціями, спрямованими на її усунення, вивчають вплив солей кальцію і магнію на здоров'я людини, зокрема їхню роль в утворенні каменів у нирках. Водночас потенціал розгляду біологічного значення води міг би бути ще повніше реалізований через детальні приклади впливу води на клітинні процеси, терморегуляцію чи водно-сольовий баланс.

Таким чином, проведений аналіз підручників з хімії для 7–11 класів показує, що тема «Біологічна роль води» поступово розкривається на різних рівнях глибини й складності, відповідно до вікових можливостей учнів і логіки розвитку курсу.

Водночас, спостерігається певна фрагментарність у викладі цієї теми, особливо в контексті сучасних біохімічних уявлень. Більш систематичне й міждисциплінарне включення цієї теми у зміст навчання дозволило б не лише підвищити рівень розуміння учнями ролі води в організмі людини та природних екосистемах, але й сприяло б глибшому усвідомленню неocenного значення води як основи життя на планеті.

1.3. Формування наукового уявлення про роль води на різних етапах навчання

Формування цілісного наукового уявлення про біологічну, хімічну та екологічну роль води є важливою складовою процесу навчання хімії у 7–11 класах. Цей процес відбувається поетапно, відповідно до вікових особливостей учнів, принципу наступності та концентричної побудови змісту освіти.

Поняття про воду розвивається від простого до складного: від спостереження за її фізичними властивостями — до розуміння її ключової ролі в біохімічних процесах, екосистемах, здоров'ї людини та функціонуванні технологічних систем.

На етапі 7 класу учні лише починають знайомитися з хімією як наукою, тому акцент у вивченні води робиться на її фізичних властивостях (агрегатні стани, густина, кипіння і замерзання, розчинність речовин у воді). Вони вперше дізнаються про воду як універсальний розчинник, про її природне поширення, значення для живих організмів.

На цьому рівні формуються базові уявлення, які мають життєвий контекст: вода — необхідна для пиття, гігієни, існування живих істот. Це закладає основи екологічного мислення та готує учнів до розуміння складніших процесів.

§ 17. ВОДА. СКЛАД МОЛЕКУЛИ. ПОШИРЕННЯ У ПРИРОДІ

Опрацювавши текст параграфа, ти будеш
знати: формулу води, склад її молекули;
уміти: описувати поширеність води та її колообіг у природі.

З курсу природознавства ти вже знаєш формулу води. На підставі її формули поясни: а) якісний і б) кількісний склад молекули води.

Вода H_2O — найбільш розповсюджена в природі складна речовина. Молекули води виявлені у міжзоряному просторі. Вода входить до складу багатьох планет Сонячної системи та їх супутників. Вода — єдина речовина в природі, яка в земних умовах існує в усіх трьох агрегатних станах (мал. 68).



Мал. 68.
Три агрегатні стани води в природі: лід (сніг) у горах; річка вода в озері; водяна пара повітря

На Землі вода — одна з найроповсюдженіших сполук. Майже 3/4 поверхні Землі вкрита водою — це океани, моря, річки й озера. У морях і океанах зосереджені основні запаси води — майже 1,4 млрд. км³. Прісна вода міститься, головним чином, у льодовиках — понад 30 млн км³, а також у річках і озерах — майже 2 млн. км³. В атмосфері є 14 тис. км³ водяної пари. Крім того, вода входить до складу багатьох мінералів (гіпсу, глин тощо).

88

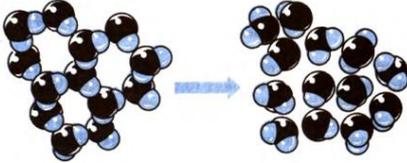
§ 18. ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВОДИ

Опрацювавши текст параграфа, ти будеш
знати: фізичні властивості води й **уміти** їх описувати.

Ти вже знаєш, що вода — єдина речовина в природі, яка в земних умовах існує в усіх трьох агрегатних станах — твердому (лід), рідкому (вода), газоподібному (водяна пара) (мал. 69). Температури, за яких відбувається плавлення і кипіння води, ще в середині XVIII ст. були обрані за *опорні точки температурної шкали*, якою ми й досі користуємося, — шкали Цельсія. Їм надали значення 0°C (плавлення льоду) і 100°C (кипіння води) при тиску 1 атмосфера 101,3 кПа відповідно і нормальному атмосферному тиску, а градус — це одна сота частина цього інтервалу температур.

У XVIII ст. вода послужила також *еталоном для виміру одиниці маси*. Масі 1 см³ води надали значення 1 г. Отже, густина води ($\rho_{\text{в}} = 1 \text{ г/см}^3$ при 4°C). На відміну від багатьох інших речовин *густина води в твердому стані — льоду (0,92 г/см³) менша, ніж у рідкому*. Особому лід плаває. Це має величезне значення для мешканців водойм зимою.

Менша густина льоду порівняно з водою зумовлена його кристалічною структурою, що містить порожнечу (мал. 70), які руйнуються під час плавлення.



Лід

Мал. 70.
Структура льоду руйнується під час його плавлення

Вода

90

Рисунок 1.7 – Приклад подачі матеріалу про воду в підручнику для 7 класу автора Буринська Н.В.

У 8 класі знання розширюються через вивчення розчинів, концентрацій, гідратації й електролітної дисоціації, що дає змогу більш усвідомлено говорити про роль води в живих системах.

Вивчається механізм розчинення речовин у воді, відмінність між розчинністю й електролітними властивостями — це вже торкається понять, що мають безпосереднє відношення до внутрішньоклітинного середовища, функціонування біологічних рідин, таких як кров, плазма, сеча. Роль води в терморегуляції, транспорті речовин, перенесенні іонів починає аналізуватися не лише побутово, а й науково.

Складні речовини — це речовини, утворені з атомів двох і більше хімічних елементів. Вода H_2O , чадний газ CO , вуглекислий газ CO_2 — приклади складних речовин (сполук).

У наведених складних речовин поєднують валентність не взаємно, наприклад: CaO — кальцій оксид. Зміну валентності зазначають у круглих дужках після символу хімічного елемента, не роблячи відступу, наприклад: CaO — калцій(II)оксид.

Означення масової частки елемента в складній речовині. Масову частку елемента в складній речовині позначають ω (вимірюють «омега») і виражають десятковим дробом або у відсотках.

Масова частка елемента в складній речовині — це відношення маси елемента до маси речовини. Масову частку елемента обчислюють за формулою:

$$\omega = \frac{n \cdot A_r}{M_r}$$

де ω — масова частка елемента;
 A_r — відносна атомна маса елемента;
 n — кількість атомів елемента у формулі (позначено індексом);
 M_r — відносна молекулярна маса речовини.



Мал. 11
Взаємодія алюмінію з йодом

$$2Al + 3I_2 = 2AlI_3$$

алюміній йодид

У рівнянні воду серед реагентів не зазначено. Ця реакція каталітична, і вода в ній є каталізатором.

Отже, елементи, віднесені до родини галогенів, а також їхні сполуки мають багато спільного, а фізичні та хімічні властивості речовин, які містять атоми галогенів, змінюються зі зміною порядкового номера (протонного числа) хімічних елементів у періодичній системі.

Пригадайте, які речовини називають каталізаторами.

Вивчення параграфа допоможе вам:

- називати типи кристалічних ґраток;
- обґрунтовувати фізичні властивості речовин залежно від типу будови;
- прогнозувати фізичні властивості речовин, знаючи типи кристалічних ґраток.

Пригадайте, які є агрегатні стани речовин, наведіть приклади. Яка відмінність у розміщенні структурних частинок речовини в різних агрегатних станах?

РІЗНОМАНІТНІСТЬ РЕЧОВИН ЗА АГРЕГАТИВНИМ СТАНОМ. З вивченого на уроках природознавства, хімії, фізики вам відомо, що речовини можуть перебувати в різних агрегатних станах.

За звичайних умов більшість речовин мають твердий агрегатний стан. Знижуючи температуру, можна перевести у твердий стан будь-яку рідину чи газоподібну речовину. Наприклад, за температури 0°C рідка вода перетворюється на твердий лід. За температури -183°C газоподібний безбарвний кисень перетворюється на рідину. За ще нижчої температури (-223°C) кисень стає твердим.

Більшість речовин, що перебувають у твердому агрегатному стані, мають чіткий порядок розміщення структурних частинок на певних відстанях. Розташовуючись за певним порядком, їхні структурні частинки утворюють **кристали**.

Рисунок 1.8 - Приклад подачі матеріалу про воду в підручнику для 8 класу автора Ярошенко О.Г.

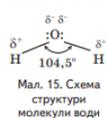
На рівні 9 класу, коли розглядаються електроліти, реакції нейтралізації, буферні розчини, учні вперше зі школи знайомляться з концепцією кислотно-лужного балансу, зокрема в біологічних середовищах.

Приклади з буферними системами організму — це перший серйозний крок до розуміння фізіолого-біохімічного значення води. Крім того, у темі про воду часто порушується питання якості питної води, її очищення, що пов'язує хімію з реальними проблемами здоров'я та екології.

§ 8. БУДОВА МОЛЕКУЛИ ВОДИ. ПОНЯТТЯ ПРО ВОДНЕВИЙ ЗВ'ЯЗОК ТА ЙОГО ЗНАЧЕННЯ

Опанувавши зміст параграфа, ви будете розуміти будову молекули води; мати уявлення про суть водневого зв'язку; уміти пояснювати структуру води і структуру льоду.

Ви вже знаєте, що вода — речовина молекулярної будови. Молекулу води можна уявити у вигляді рівнобічного трикутника, у верхній його розташований атом Оксигену, а в основі — два атоми Гідрогену (мал. 15). Дві пари електронів усупільнені між атомами Гідрогену й атомом Оксигену, а дві пари неподілених електронів орієнтовані по іншій бік Оксигену. В молекулі води є два полярні ковалентні зв'язки Н—О.



Мал. 15. Схема структури молекули води

- Поясніть, чому ці зв'язки полярні. Внаслідок перекривання яких орбіталей вони утворилися?
- Пригадайте розміщення електронів у атомі Оксигену й атомі Гідрогену, покажіть їхнє розміщення за енергетичними комітками.

Отже, в молекулі води атом Оксигену має чотири електронні пари. Дві з них беруть участь в утворенні ковалентних зв'язків з атомами Гідрогену. В молекулі виникає чотири полюси зарядів: два — позитивні й два — негативні. Позитивні заряди скупчені біля атомів Гідрогену, оскільки Оксиген має більшу електронегативність, ніж Гідроген. Два негативні полюси припадають на дві електронні пари Оксигену.

Отже, молекули води полярні, вони являють собою диполь. Молекули води мають кутову будову. Кут між двома зв'язками Н—О становить 104,5°.

Таке уявлення про будову молекули води дає змогу пояснити структуру льоду. У кристалічних ґратках льоду кожна молекула води оточена чотирма такими самими молекулами (мал. 16).

- Спробуйте самостійно пояснити механізм утворення хімічного зв'язку.

На схемі видно, що позитивно заряджений атом Гідрогену однієї молекули води притягується до негативно зарядженого атома Оксигену іншої молекули води. Утворюється водневий зв'язок (позначається трьома крапками) (мал. 17).

§ 9. РОЗЧИННІСТЬ РЕЧОВИН У ВОДІ

Опанувавши зміст параграфа, ви будете знати класифікацію речовин за розчинністю; чинники, від яких залежить розчинність речовин; уміти пояснювати суть понять «насичений» і «ненасичений», «концентрований» і «розбавлений розчин».

Ви вже знаєте, що у воді розчиняються різні речовини — тверді, рідкі й газуваті.

Здатність речовин переходити у розчин називається *розчинністю*.

За розчинністю у воді та інших розчинниках усі речовини поділяють на три групи: а) добре розчинні; б) малорозчинні; в) практично нерозчинні, останні часто називають просто нерозчинними (див. *додаток*). Однак пам'ятайте, що абсолютно нерозчинних речовин у природі немає. Якщо занурити у воду скляну паличку або кусочок срібла, то вони в мізерно малих кількостях розчинятимуться у воді. Саме тому вода, що була у контакті зі сріблом, майже не містить мікробів.

Скло, срібло, золото, олія, гас, чадий газ — приклади практично нерозчинних у воді речовин. До малорозчинних у воді речовин належать гіпс, кисень, азот. Багато речовин розчиняється у воді дуже добре, наприклад цукор, спирт, натрій гідроксид, сульфатна і нітратна кислоти. Отже, *розчинність насамперед залежить від природи речовини*.

Відомо, що добре розчиняються одна в одній подібні за властивостями речовини (емпіричне правило «подібне розчиняється в подібному»). Речовини, що складаються з полярних молекул, і речовини з йонним видом хімічного зв'язку добре розчиняються в полярних розчинниках

Рисунок 1.9 - Приклад подачі матеріалу про воду в підручнику для 9 класу автора Буринська Н.М., Величко Л.П.

У 10 класі на рівні стандарту поняття про роль води поглиблюється через вивчення органічної хімії. Під час опрацювання тем про білки, амінокислоти, ферменти та вітаміни вода виступає учасником реакцій гідролізу, стабілізатором просторової структури білків, середовищем для ферментативних процесів.

Тут учні починають розуміти, що вода — не просто фізичне середовище, а активний компонент, що безпосередньо впливає на швидкість і результат біохімічних перетворень. Формується уявлення про роль води як медіума для

обміну речовин, як чинника, що впливає на життєдіяльність клітин, тканин і органів.

На етапі 11 класу тема ролі води отримує нову глибину завдяки розгляду гідролізу солей, адсорбції, жорсткості води. Важливо, що у підручниках наводяться приклади впливу складу води на ріст рослин, плодючість ґрунтів, стан організму людини.

Роль води як реагенту, індикатора стану довкілля, фактора здоров'я — усе це вже осмислюється з позицій хімічного аналізу, практичної хімії та її зв'язку з медициною, сільським господарством, екологією. Учні знайомляться з поняттями твердості води, очищення, іонного обміну, що є основою водопідготовки в побуті й промисловості. Це завершує формування наукового погляду на воду як системоутворюючий компонент життя.



На нашій планеті неметалічні елементи більш поширені, ніж металічні. Атмосфера складається переважно з азоту і кисню — простих речовин Нітрогену й Оксигену. У повітрі є домішки інертних газів, водяної пари, вуглекислого газу і деяких інших сполук неметалічних елементів. Головний компонент гідросфери — вода. У ній розчинені гази, які входять до складу повітря, а також солі хлоридної, карбонатної, сульфатної та інших кислот. У літосфері міститься майже 90 хімічних елементів, однак і в ній більш поширені неметалічні елементи. Вони разом із металічними елементами утворюють велику кількість мінералів (мал. 24).

Мал. 24. Мінерали

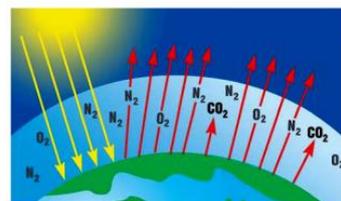


¹ Елемент № 1 Гідроген розміщують у першій і сьомій групах.

Оксиди неметалічних елементів і довкілля. Особливе значення серед оксидів для навколишнього середовища має вода. Ця речовина бере участь у геологічних процесах, змінює рельєф планети, впливає на клімат і погоду. Усі процеси в живих організмах відбуваються у водних розчинах.

Роль карбон(IV) оксиду, або вуглекислого газу, не менш важлива. Сполука разом із водою бере участь у фотосинтезі, регулює тепловий баланс на Землі.

Парниковий ефект. Нагріта Сонцем поверхня нашої планети віддає в космічний простір частину отриманої теплової енергії у вигляді інфрачервоних променів. Вуглекислий газ здатний поглинати ці промені¹ і, незважаючи на малий вміст в атмосфері ($\varphi(\text{CO}_2) \approx 0,04\%$), затримує частину теплоти на Землі (мал. 51). Таке явище називають *парниковим ефектом*. Нині рослини не встигають поглинати у процесі фотосинтезу вуглекислий газ, який виділяють промислові й теплоенергетичні підприємства, автотранспорт. Учені вважають, що потепління на планеті призведе до танення значної кількості льоду в Арктиці й Антарктиді (мал. 52).



Мал. 51. Схема парникового ефекту

¹ Таку властивість мають метан і деякі інші гази (вони є серед домішок у повітрі).

Рисунок 1.10 - Приклад подачі матеріалу про воду в підручнику для 11 класу автора Попель П.П., Крикля Л.

У цілому, процес формування уявлень про роль води в шкільному курсі хімії є логічно вибудованим і дидактично виправданим. Він починається з

елементарних властивостей, доступних для спостереження, і поступово переходить до складних хімічних і біохімічних концепцій. Водночас аналіз чинних підручників дає підстави стверджувати, що існує певна потреба у більш міждисциплінарному підході: включення прикладів з біології, фізіології людини, екології дозволило б краще сформувати цілісне наукове уявлення про воду як фундаментальну речовину, без якої неможливе існування життя.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИКЛАДАННЯ ТЕМИ «БІОЛОГІЧНА РОЛЬ ВОДИ»

2.1. Аналіз методичної літератури щодо викладання теми для учнів різного віку

Сучасна ситуація у шкільній хімічній освіті свідчить про наявність серйозних проблем. Попри скорочення обсягу теоретичного матеріалу до мінімально необхідного рівня, учні все одно демонструють низьке засвоєння знань з хімії. У більшості випадків навички практичної діяльності залишаються не сформованими — через брак обладнання або використання цього як формального виправдання. Водночас інтерес школярів до предмета невпинно згасає, що, в свою чергу, є відображенням загального падіння мотивації до навчання [3].

Заняття з хімії, які раніше зводилися до роботи з дошкою та крейдою, а тепер — до використання комп'ютера, здебільшого залишаються відірваними від реального життя. Вони обмежуються лише виконанням типових завдань у навчальному контексті. Методика викладання, як правило, базується на традиційному підході — стандартний комбінований урок, фронтальне опитування за схемою «питання — відповідь», оцінювання, що зосереджене переважно на механічному відтворенні знань.

Незважаючи на проголошення нових освітніх стратегій — таких як гуманізація, диференціація, інтеграція — на практиці вони часто не приносять очікуваних результатів. Хімічні знання, що не інтегруються в цілісну природничо-наукову картину світу та відірвані від життєвого контексту, перевантажені зайвими деталями замість акценту на ключових принципах, з часом втрачають свою цінність і не використовуються у подальшому житті людини.

Тема «Біологічна роль води» є наскрізною для природничих дисциплін та посідає ключове місце у формуванні в учнів цілісного уявлення про життя як біохімічний і фізіологічний процес. У методичній літературі та нормативних

документах МОН України вона визначається як базова тема, що має вивчатися з поступовим ускладненням — від загальних уявлень про воду до розуміння її ролі у функціонуванні клітин, організмів і екосистем.

Згідно з методичними рекомендаціями, актуалізованими Міністерством освіти і науки (зокрема, інструктивно-методичним листом «Про викладання навчальних предметів у 2023–2024 навчальному році»), викладання теми має здійснюватися із врахуванням міжпредметних зв'язків з хімією, фізикою, географією та екологією. Методика має ґрунтуватися на компетентнісному підході, тобто знання про воду повинні бути не лише фактологічними, а й прикладними, здатними пояснити реальні явища та процеси [6].

У більшості сучасних посібників і методичних матеріалів зазначається, що виклад теми має опиратися на діяльнісний підхід. Зокрема, рекомендується широко застосовувати лабораторні дослідження та спостереження — наприклад, демонстрацію розчинення речовин, випаровування води, спостереження за зразками тканин до і після зневоднення. Через практику учні засвоюють, що вода є універсальним розчинником, середовищем хімічних реакцій, учасником біохімічних процесів, таким як гідроліз, фотосинтез, транспортування речовин. Саме така форма подачі відповідає вимогам природничої грамотності, яка вважається однією з ключових компетентностей.

Також в методичних джерелах наголошується на важливості використання візуальних матеріалів: таблиць, схем, анімацій, презентацій. Для пояснення молекулярної будови води та її полярності рекомендується інтегрувати елементи хімії, демонструючи ковалентний полярний зв'язок, електронну будову, гідрофільність та гідрофобність речовин. При цьому акцент робиться не на глибокому зануренні в хімічні формули, а на тому, як ці хімічні властивості визначають біологічну функціональність води.

Серед рекомендованих методичних підходів важливе місце посідають інтерактивні технології. Згідно з сучасними рекомендаціями (напр., Всеосвіта, EdEra, методичні матеріали Полтавської ОДА), вчителю варто використовувати [8]:

- інтерактивні вправи (LearningApps, Padlet, Quizlet),
- цифрові тести та вікторини (Kahoot, Google Forms),
- проєктну діяльність (дослідження особистого водного балансу, аналіз джерел питної води у громаді),
 - кейс-методи (наприклад, проблемне запитання: «Що буде з клітиною при втраті 20% вологи?»).

Методисти радять включати в уроки також елементи STEM-освіти, зокрема через проведення інтегрованих уроків біології та хімії. Така подача матеріалу стимулює міжпредметне мислення, сприяє розвитку логічного аналізу та критичного мислення [9].

У старшій школі (10–11 класи), де тема виходить на системний та екологічний рівень, особливо рекомендується впровадження проєктно-дослідницької діяльності, участь у науково-практичних конференціях, еко-форумах, створення екологічних інформаційних продуктів (буклетів, презентацій, відеороликів про захист води).

У старшій школі також підкреслюється значення розгляду води в контексті глобальних викликів: зміни клімату, забруднення, доступу до питної води. Таким чином, учень не лише вивчає структуру молекули, а й формує громадянську позицію та усвідомлює свою роль у збереженні природного ресурсу [10].

Важливо зазначити, що всі сучасні методичні матеріали погоджуються щодо необхідності індивідуалізації навчання. Зокрема, тема води подається в різних формах — від інфографіки і лабораторної роботи до створення есе, постерів, коротких мультимедійних проєктів.

Викладання теми «Біологічна роль води» в 7–11 класах, згідно з аналізованими методичними джерелами, має бути поетапним, інтегрованим і орієнтованим на формування глибокого наукового мислення та екологічної відповідальності. Такий підхід відповідає вимогам сучасної української школи, де учень не просто засвоює факти, а навчається їх застосовувати в реальному житті.

2.2. Інтерактивні методи та сучасні освітні технології у подачі матеріалу

Поняття «інтерактивний» походить від англійського слова *interactive*, що означає «той, що взаємодіє». Це визначення стосується такої форми навчального процесу, в якій основна увага приділяється активній взаємодії учасників — як між собою, так і з навчальним матеріалом [10].

У шкільній освіті, зокрема при вивченні хімії в 7–11 класах, інтерактивне навчання виступає як сучасний підхід, який забезпечує живий діалог, спільний пошук рішень, взаємну підтримку в засвоєнні знань.

Інтерактивне навчання передбачає кілька принципів аспектів. По-перше, це діалогічна взаємодія між учнями, коли навчання відбувається не в односторонньому порядку — від учителя до класу, а через обговорення, полілог, взаємне навчання.

Такий підхід сприяє розвитку критичного мислення, вміння формулювати та обґрунтовувати власну позицію, чути інші думки й співпрацювати [11].

По-друге, це практична діяльність, коли учні разом виконують завдання, моделюють ситуації, обговорюють альтернативи й досягають колективного результату. У цьому контексті особлива роль належить досвіді учнів: знання не лише подаються, а й осмислюються через аналіз власного або змодельованого досвіду, що є надзвичайно важливим для формування життєвих компетентностей [12].

Окрім того, в інтерактивному середовищі роль учителя змінюється: він уже не лише джерело інформації, а й організатор, фасилітатор процесу, який створює умови для активного пізнання, стимулює ініціативу учнів, підтримує їхню допитливість та спрямовує пізнавальну діяльність у продуктивне русло.

Це особливо актуально при вивченні таких комплексних тем, як «Біологічна роль води», яка вимагає не лише засвоєння фактів, а й формування цілісного наукового світогляду.

Інтерактивні форми навчання передбачають організацію спільної діяльності, під час якої кожен учень стає активним учасником процесу: обмінюється думками, шукає рішення, висловлює пропозиції, аналізує наслідки.

У навчанні хімії це можуть бути як дискусії, робота в малих групах, проєкти, так і експериментальні завдання, міні-дослідження, навчальні ігри. Завдяки такому підходу в учнів формуються не лише предметні знання, а й важливі загальнонавчальні навички: вміння критично мислити, ефективно спілкуватися, працювати в команді, використовувати цифрові ресурси та самостійно здобувати й перевіряти інформацію [12].

У контексті теми «Біологічна роль води» застосування інтерактивних методів є надзвичайно ефективним. Зокрема:

- Обговорення в парах дозволяє учням у 7–9 класах обмінюватися думками про фізичні властивості води та їхнє значення для природи, а в 10–11 класах — глибше осмислювати функціонування води в обміні речовин, терморегуляції, біохімічних реакціях.

- Метод «Кластер», актуальний для всіх вікових груп, допомагає графічно структурувати знання: у центрі може бути поняття «вода», а навколо — властивості, функції, приклади участі води в життєвих процесах. Наприклад, у 8 класі кластер може відображати «властивості води як розчинника», а в 11 — «вода в буферних системах крові».

- Ділові ігри дозволяють моделювати ситуації, наприклад, розподілення води між клітинами тіла або регуляція водного балансу в організмах. У 9–11 класах це дає змогу краще зрозуміти наслідки зневоднення або вплив хімічного складу води на здоров'я.

- Метод «Перекличка» допомагає актуалізувати знання: учні швидко класифікують властивості води (фізичні, хімічні, біологічні) й формують зв'язки між ними.

- Публічна презентація проєкту дає змогу учням продемонструвати глибоке розуміння теми через створення мультимедійного матеріалу.

Наприклад, у 10 класі — презентація про роль води у гідролізі білків, а в 11 — про вплив жорсткої води на організм.

- Метод «Карусель» передбачає активну взаємодію: учні обмінюються картками з властивостями води та прикладами їх реалізації. Це сприяє запам'ятовуванню інформації й створює умови для співпраці.

- Метод «Займи позицію» спонукає до критичного мислення: учні мають обґрунтувати, чому вода є незамінною для живих організмів, і які наслідки її нестачі.

- «Хімічне доміно» дозволяє повторити хімічні реакції за участі води, зокрема реакції гідролізу або взаємодії з кислотами, що добре підходить для 9–11 класів.

- Кейс-методи дають змогу учням аналізувати конкретні ситуації, пов'язані з водним обміном або якістю води. Це можуть бути приклади з медичної практики, проблем екології чи виробництва.

- Використання інтерактивних платформ (Canva, онлайн-дошки, симуляції) дозволяє візуалізувати молекулярні процеси: учні краще розуміють, як вода транспортує речовини в клітинах або бере участь у хімічних реакціях.

Загалом, інтерактивні методи навчання створюють умови для глибшого засвоєння знань про воду як основу життя, сприяють формуванню наукового світогляду, розвитку дослідницьких, комунікативних і інформаційних навичок. Для учнів 7–11 класів це також означає можливість бачити зв'язок між абстрактними поняттями і реальним життям — як у клітині, так і в глобальній екосистемі.

Інтерактивне навчання є не просто сучасною педагогічною модою, а необхідністю, яка відповідає освітнім цілям нового покоління учнів: підготувати їх до життя у складному, інформаційно насиченому світі, де знання мають не лише запам'ятовуватись, а використовуватись, критично осмислюватись і постійно оновлюватись [13].

2.3. Методичні рекомендації для вчителів щодо ефективного подання теми

Хімія — це не лише наука про речовини та їхні перетворення. Вона є однією з найбільш гуманістично зорієнтованих природничих дисциплін, яка традиційно розглядає свої досягнення як засіб служіння людині й суспільству.

Вивчення хімії в школі, особливо у 7–11 класах, сприяє не лише засвоєнню знань про навколишній світ, а й формуванню наукового світогляду, розвитку екологічного мислення, відповідального ставлення до природи та розуміння важливості хімічної грамотності для щоденного життя [15].

Тому особливо важливо організовувати освітній процес так, щоб учні сприймали хімію не як абстрактну або суто теоретичну дисципліну, а як життєво необхідну науку, тісно пов'язану з їхнім повсякденням і майбутнім. Хімія повинна постати перед учнем як частина культурного і технологічного простору людства, як інструмент, що дозволяє розв'язувати практичні проблеми, приймати зважені рішення, зберігати здоров'я й довкілля.

Проте використання лише традиційних методик — зосереджених на репродуктивному засвоєнні знань, виконанні обчислень і вивченні формул — не забезпечує високої ефективності навчання. Сучасний учень потребує не лише фактологічних знань, а передусім — розвитку мислення, умінь аналізувати й осмислювати, ставити запитання і шукати відповіді, застосовувати здобуту інформацію в нових, реальних контекстах [14].

1. Розвиток критичного мислення як основа сучасного уроку хімії

Одним із найважливіших методичних напрямів сьогодення є впровадження елементів критичного мислення в навчання. Критичне мислення — це не просто здатність сумніватися чи ставити запитання.

Це форма наукового мислення, яка ґрунтується на усвідомленому підході до аналізу, логіки, самокорекції та прийняття обґрунтованих рішень. Воно формує внутрішню автономію учня, вміння розрізняти факти та судження, логічно вибудовувати причинно-наслідкові зв'язки.

Ознаками сформованого критичного мислення у школярів можна вважати такі вміння:

- самостійно формулювати і відстоювати власну думку;
- поважати інші погляди та конструктивно дискутувати;
- здійснювати свідомий вибір між альтернативними судженнями;
- аналізувати джерела інформації, перевіряти їх достовірність;
- висловлювати аргументи логічно та послідовно;
- демонструвати зацікавленість у дослідницькій роботі та пошуку нових ідей [14].

Застосування технологій розвитку критичного мислення у навчанні хімії дозволяє перейти від зазубрювання до усвідомленого вивчення. Учитель при цьому виступає не передавачем готових знань, а мотиватором і координатором пізнавального процесу. Окрім того, робота з відкритими запитаннями, аналітичними завданнями, суперечливими ситуаціями сприяє формуванню в учнів навичок XXI століття — самостійності, відповідальності, логічного мислення, медіаграмотності.

Приклади методів критичного мислення на уроках хімії:

«Асоціативний куш» — дієвий прийом для актуалізації знань та рефлексії. В центрі дошки розміщується ключове слово (наприклад, «кислота», «вода», «реакція»), навколо якого учні генерують асоціації. Це розкриває їхні попередні уявлення та формує основу для поглиблення теми.

«Кошик ідей» — дає змогу зібрати думки учнів щодо теми уроку або знайти шляхи розв'язання проблеми. Активізує мовленнєву діяльність, вчить працювати в групі, переконувати аргументовано.

«Карусель» — підходить для закріплення матеріалу. Наприклад, при вивченні властивостей кислот: кожна група виконує експеримент, а потім ділиться набутими знаннями, передаючи їх наступним учасникам. Таким чином, формується повна картина понять, через командну роботу та пояснення своїми словами.

«Мікрофон» (проблемне питання) — дозволяє швидко включити учнів у роботу. Учитель ставить провокативне запитання («Чи може хімія бути небезпечною?»), і кожен учень висловлює свою думку коротко, зосереджуючи увагу на ключових поняттях.

«Кластер» — метод для структурування інформації, коли знання з теми оформлюються графічно. Це полегшує аналіз понять та виявлення міжпредметних зв'язків.

2. Використання інтерактивних технологій

Інтерактивне навчання передбачає діалогову взаємодію між учнями та вчителем, створення умов для співпраці, взаємної підтримки, кооперативного розв'язання завдань. У цьому форматі учень і вчитель постають як партнери, що дозволяє підвищити мотивацію до навчання та активізувати мислення [17].



Рисунок 2.1 Критерії поділу інтерактивних технологій

Ефективне використання інтерактивних методів вимагає від учителя:

- уміння формулювати завдання, які потребують пошуку, осмислення й оцінки;
- добору вправ, які відповідають темі, меті уроку й рівню підготовки класу;
- створення умов для роздумів, а не тільки для швидких відповідей;
- проведення опитувань, аналітичних вправ, мінідосліджень і практичних завдань;
- інтеграції таких методів у загальну логіку уроку, з переходами до інших форм діяльності.

Інтерактивні методи особливо ефективні під час вивчення комплексних тем, таких як: «Будова води», «Окисно-відновні реакції», «Біохімічна роль макро- і мікроелементів», «Забруднення води і очищення».

3. Інноваційні засоби навчання

Використання мультимедійних матеріалів, відео-експериментів, 3D-моделей, віртуальних лабораторій значно підвищує ефективність засвоєння складних тем, зокрема для 7–9 класів, де образне мислення ще превалює. Для старших учнів (10–11 класи) доцільно додавати онлайн-платформи, симуляції, інтерактивні тести, що дозволяє індивідуалізувати навчання та реалізовувати принцип «навчання через дію» [18].

Використання цифрових ресурсів допомагає:

- зробити абстрактні теми наочними;
- пояснити складні молекулярні процеси;
- стимулювати візуальне й аналітичне мислення;
- сприяти самостійному вивченню матеріалу;
- підготувати до НМТ.

РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ВИКЛАДАННЯ ТЕМИ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ХІМІЇ

3.1. Розробка бінарного уроку хімії з теми «Біологічна роль води»

Дата проведення уроку _____

9 клас

Тема уроку: Біологічна роль води.

Тип уроку: Інтегрований, комбінований (вивчення нового + закріплення знань)

Форма проведення: інтерактивний урок-дослідження з елементами STEM

Мета уроку

Навчальна:

- 1) Ознайомити учнів із будовою, фізичними та хімічними властивостями води.
- 2) Розкрити біологічну роль води в живих організмах.
- 3) Пояснити, чому вода – універсальний розчинник.

Розвивальна:

- 1) Формувати вміння логічно мислити, порівнювати, робити висновки.
- 2) Розвивати навички групової роботи, дослідницької діяльності.

Виховна:

- 1) Виховувати екологічне мислення, відповідальне ставлення до водних ресурсів.

На початку уроку вчитель вітає учнів, створює доброзичливу атмосферу, пропонуючи їм уявити світ без води.

Запитання: *«Уявіть, що вода зникла. Що зникло б першим? Які процеси в природі та в людині перестали б працювати?»* — питання спонукає учнів замислитися над значенням води в житті.

Після короткого обговорення, вчитель підкреслює важливість теми і повідомляє, що сьогоднішній урок буде незвичайним: інтегрованим, тобто об'єднає хімію та біологію, а ще буде з елементами досліджень та гри.

Щоб актуалізувати знання учнів та активізувати їхню уяву, вчитель проводить вправу “Асоціації”.

Учні по черзі висловлюють слова або фрази, які першими спадають на думку при слові «вода».

Вчитель на основі відповідей учнів створює асоціативну карту у сервісі Padlet (<https://padlet.com/>).

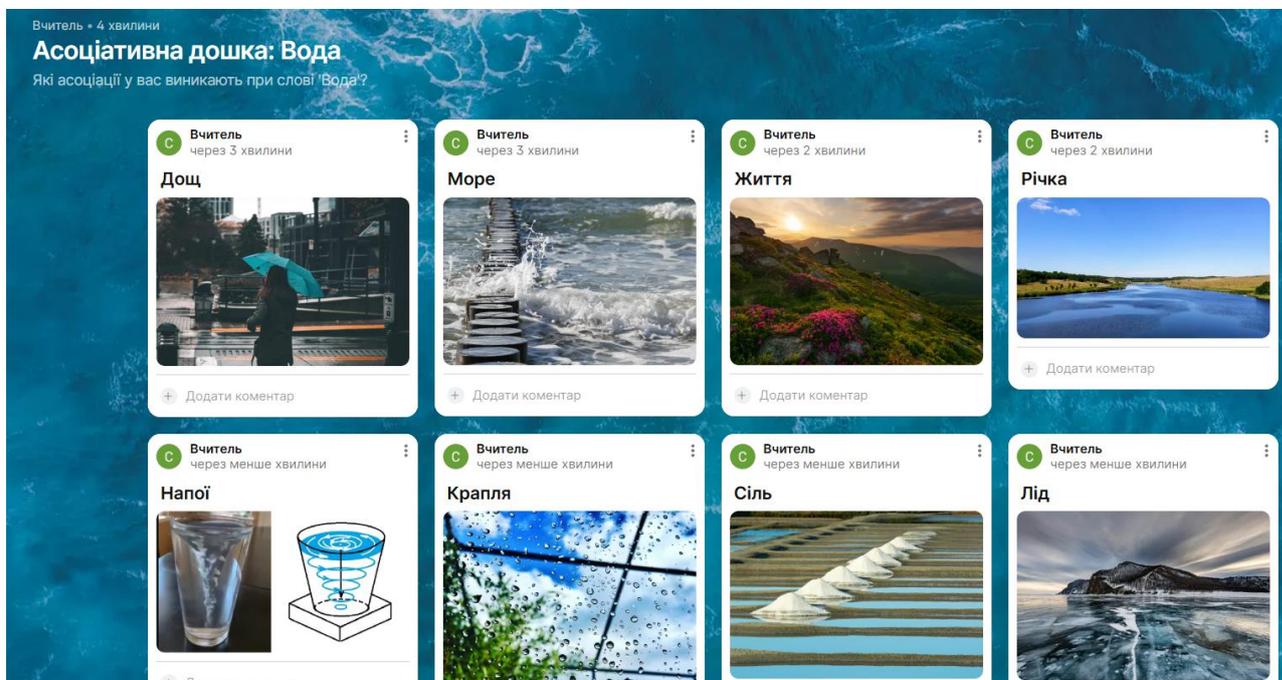


Рисунок 3.1 – Дошка асоціації створена на сервісі Padlet (<https://padlet.com/>)

Після побудови дошки вчитель звертає увагу на різноманіття понять — від побутових до наукових — і переходить до мотивації.

Щоб захопити учнів, вчитель демонструє коротке відео (1–2 хв) з цікавими фактами про воду. Наприклад, згадується, що вода — єдина речовина, яка існує у природі в трьох агрегатних станах. Відео супроводжується динамічною музикою та ілюстраціями, що допомагає краще засвоїти матеріал.



Вода та її властивості

Рисунок 3.2 – Приклад відео для перегляду

(<https://www.youtube.com/watch?v=BHpJtnpmWV4>)

Одразу після перегляду вчитель ставить питання класу: «Чому саме вода стала основою життя на Землі?» — і після коротких відповідей оголошує тему уроку.

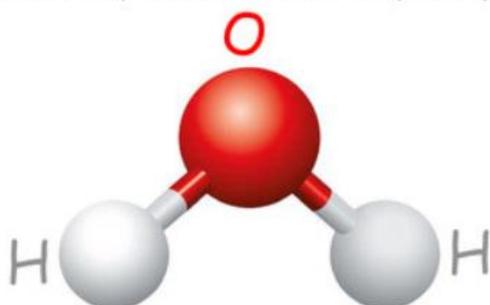
Після оголошення теми і мети уроку починається основна частина, що поділена на два блоки — хімічний і біологічний.

Вчитель пояснює, що спочатку з'ясуємо, чим вода цікава як речовина, а потім — яке її значення для живих організмів.

У хімічному блоці вчитель пояснює, що молекула води має формулу H_2O , складається з двох атомів Гідрогену та одного атома Оксигену, між якими утворюються ковалентні полярні зв'язки.

Склад молекули води:

Молекула води складається з атомів неметалів: одного атома Оксигену і двох атомів Гідрогену



Молекула води має кутову будову

Інші сполуки неметалів із Гідрогеном:

- HCl
 - HBr
 - H₂S
 - NH₃
 - CH₄
- є газоподібними речовинами за звичайних умов

Тільки вода є рідиною за нормальних умов!

Утворення водневого зв'язку

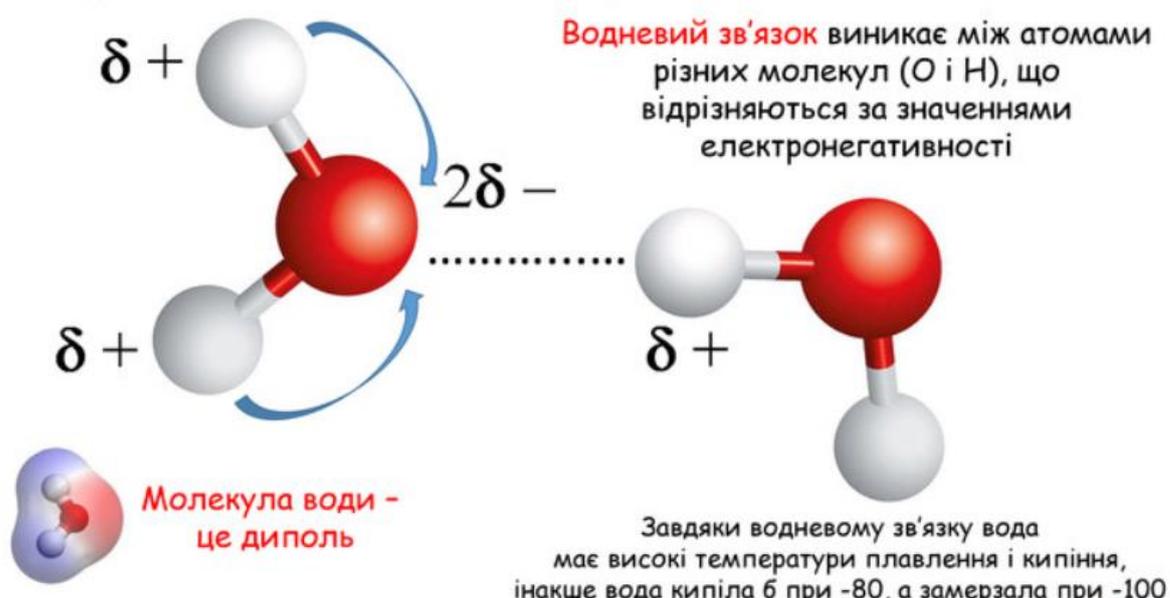


Рисунок 3.3 – Візуалізація хімічного блоку вивчення води як хімічної речовини

Через електронегативність атома Оксигену молекула води полярна, а тому здатна розчиняти інші полярні речовини. Учні записують це в зошити.

Далі розглядаються **фізичні властивості води**: безбарвна, без запаху, прозора, має високу теплоємність. Учитель пояснює явища поверхневого натягу і капілярності, супроводжуючи словами демонстрацією: учні крапають піпеткою воду на монету — спостерігають, як крапля зберігає форму.

Обговорюється температура плавлення (0°C) і кипіння (100°C), з прикладами з життя.

Переходячи до **хімічних властивостей**, учитель зазначає, що вода бере участь у багатьох хімічних реакціях: гідроліз, фотосинтез, гідратація. Тут учні коротко знайомляться з рівнянням фотосинтезу та роллю води в ньому.

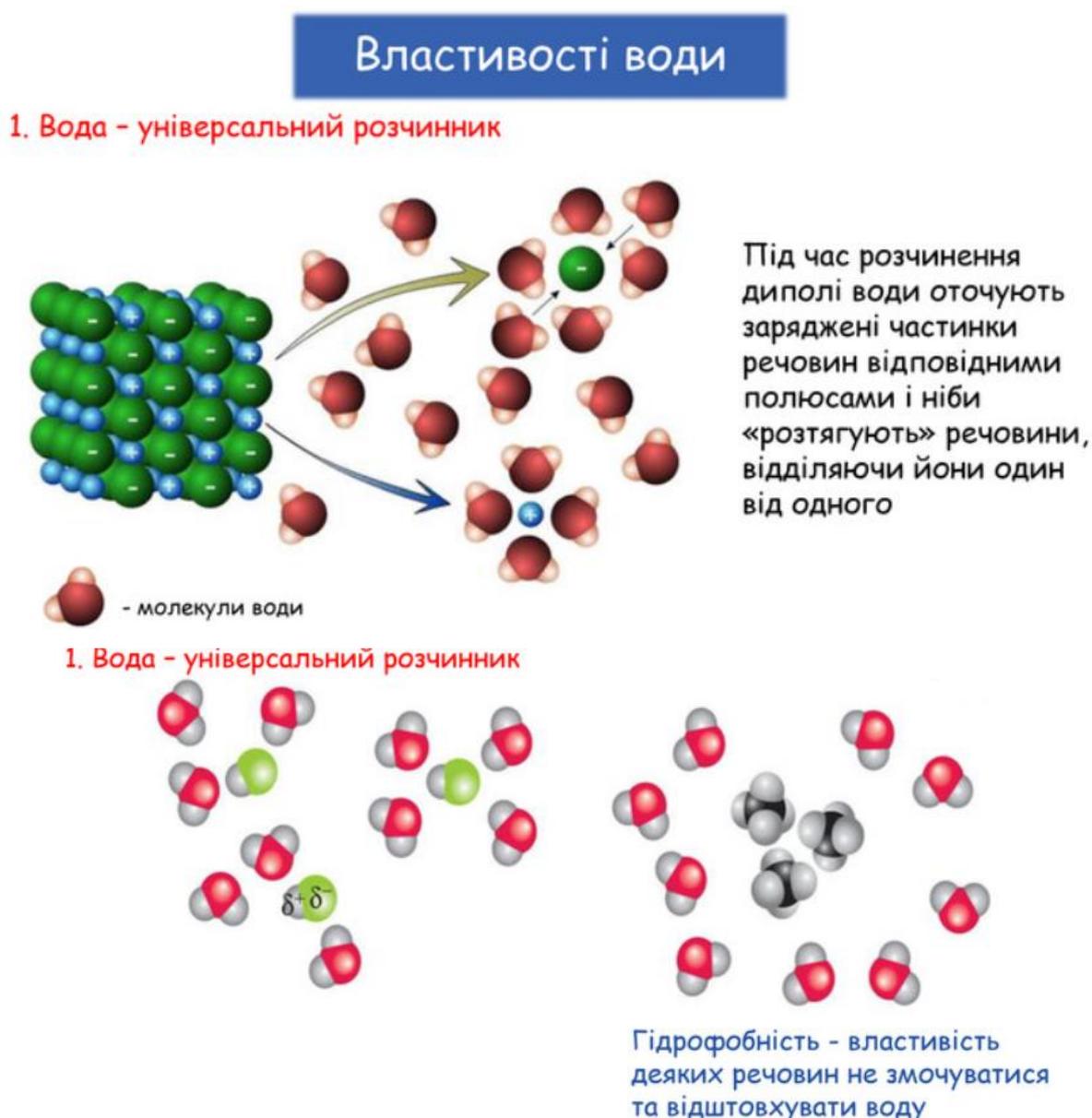


Рисунок 3.4 – Візуалізація хімічного блоку вивчення води як хімічної речовини

Після цього проводиться **міні-дослід**: у три пробірки додається вода, далі — сіль у першу, цукор у другу, олія у третю. Учні самостійно або в парах

спостерігають, що сіль і цукор добре розчиняються, а олія — ні. Вчитель пояснює різницю між гідрофільними та гідрофобними речовинами, звертаючи увагу на те, що розчинення залежить від хімічної природи речовини (рис 3.5).



Рисунок 3.5 – Візуалізація досліду «Вода – розчинник»

Учитель пояснює, що клітини живих організмів складаються на 80–90% з води. Вона є середовищем, де протікають усі метаболічні реакції.

Біологічна роль води для рослин

- Забезпечує осмос і тургор
- Участь у фотосинтезі
- Поширення гамет, пилку і насіння
- Проростання насіння



Рисунок 3.6 – Візуалізація хімічного блоку вивчення води як біологічної речовини

Учні розглядають функції води в організмі: транспортну (наприклад, плазма крові переносить поживні речовини), терморегуляторну (піт охолоджує тіло), захисну (сльози, слиз), будівельну (структурний компонент клітини), та функцію розчинника.



Рисунок 3.4 – Візуалізація транспортної ролі води



Рисунок 3.7 – Візуалізація вмісту води в живих організмах

Після цього вчитель проводить **інтерактивну гру «Знайди функцію»**: на екрані з'являється зображення органу (нирки, легені, мозок), а учні мають визначити, яку саме функцію виконує вода у його роботі. Наприклад, нирки — виділення, легені — зволоження повітря, мозок — середовище для передачі імпульсів.

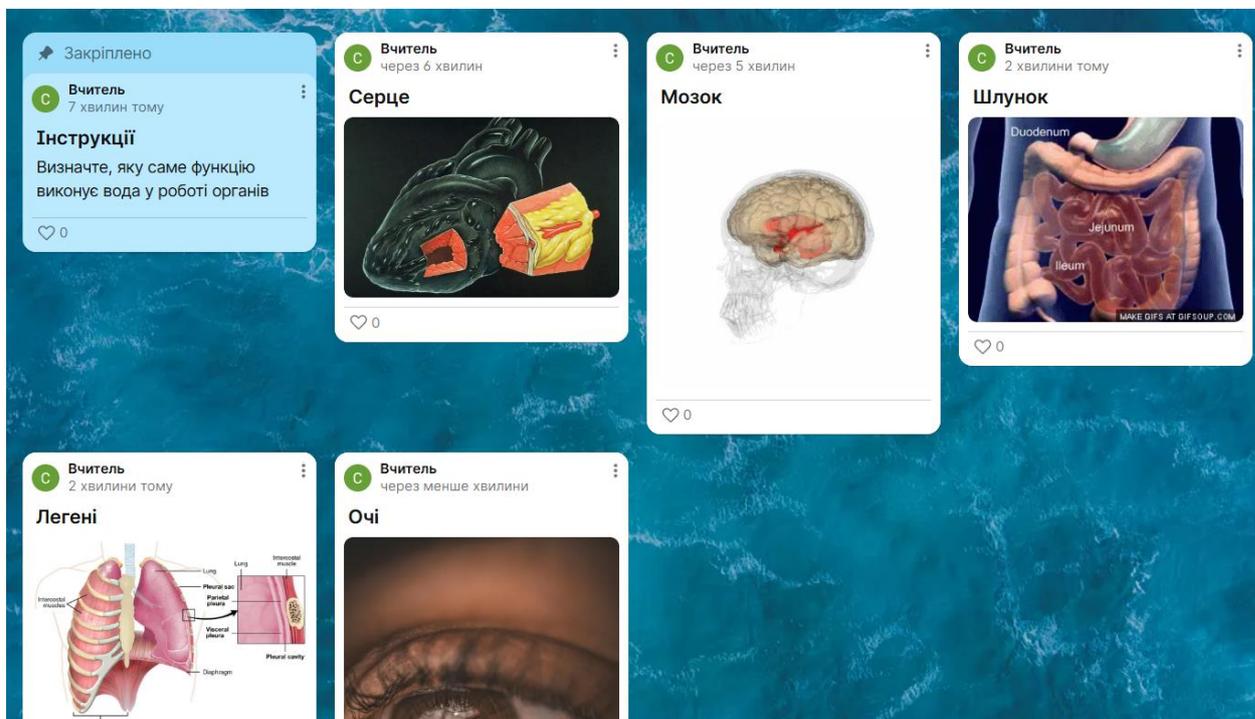


Рисунок 3.8 – Візуалізація гри «Знайди функцію»

Наступним етапом є **групова робота**. Клас поділяється на три групи. Кожна отримує одне з тверджень:

1. Вода — найпоширеніша сполука на планеті.
2. Вода — універсальний розчинник.
3. Без води неможливе життя.

Групи мають кілька хвилин, щоб підготувати обґрунтовану відповідь із прикладами з хімії та біології. Потім представник кожної групи озвучує результати, клас може поставити уточнювальні запитання або доповнити.

Після цього вчитель переходить до **узагальнення та закріплення знань**. Проводиться короткий тест “Так чи ні?”, який можна провести як усно, так і в Google Forms. Після кожного твердження учні піднімають відповідну

картку або відповідають в онлайн-режимі. Наприклад: “Вода — органічна речовина?” — учні відповідають “ні”.

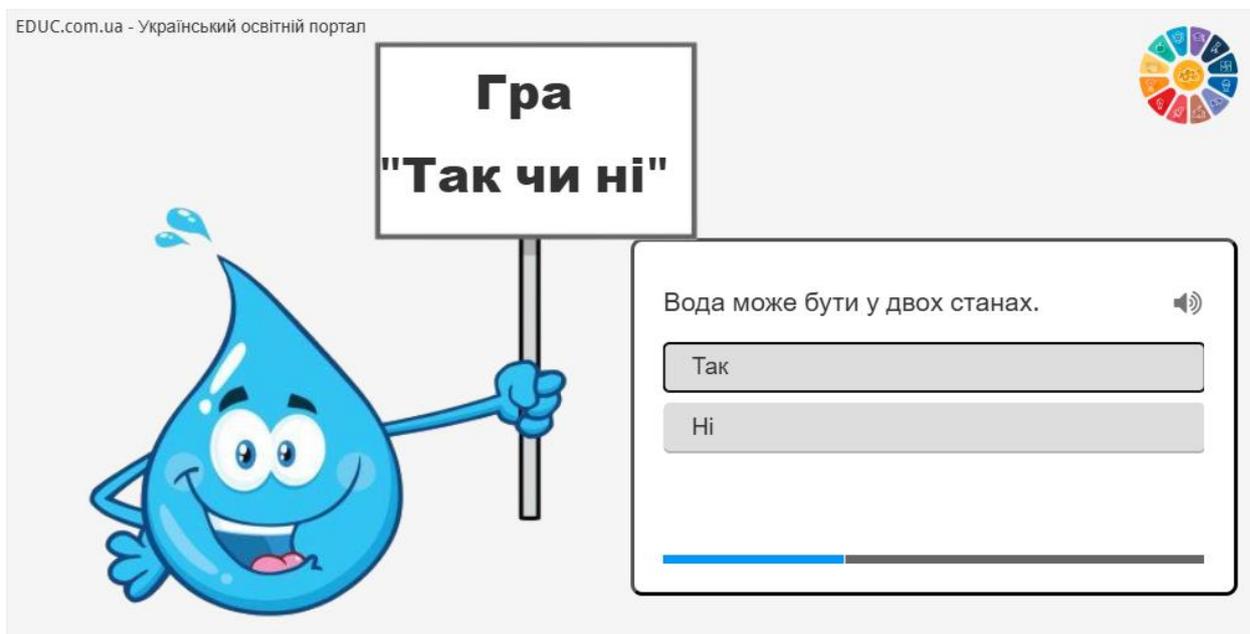


Рисунок 3.9 – Візуалізація гри- тестування для закріплення знань з вивченої теми

Для кращого освоєння теми та перевірки знань вчитель роздає картки для тестування.

Частина 1. Тестові запитання (одна правильна відповідь)

Яка з наведених функцій НЕ характерна для води в організмі?

- а) Транспортна
- б) Розчинна
- в) Джерело енергії
- г) Захисна

Який тип хімічного зв'язку утворюється між атомами у молекулі води (H₂O)?

- а) Іонний
- б) Металічний
- в) Ковалентний полярний
- г) Водневий

Вода є добрим розчинником тому, що:

- а) Має низьку густину
- б) Має полярну молекулу
- в) Має нейтральне рН
- г) Швидко випаровується

У яких реакціях бере участь вода в живих організмах?

- а) Окиснення металів
- б) Гідроліз, фотосинтез
- в) Горіння органіки
- г) Електроліз водню

Який агрегатний стан води є найбільш поширеним у живих організмах?

- а) Газоподібний
- б) Твердий
- в) Рідкий
- г) Плазмовий

Частина 2. Завдання на встановлення відповідностей

Установіть відповідність між поняттями та прикладами.

Поняття	Приклад
1. Гідрофільна речовина	а) Олія в воді
2. Гідрофобна речовина	б) Кухонна сіль
3. Поверхневий натяг	в) Крапля води на листку
4. Ковалентний полярний зв'язок	г) Структура молекули води

Правильна послідовність: ____, ____, ____, ____

Частина 3. Запитання з короткою відповіддю

- 1) Назви дві функції води в організмі людини:
- 2) Чому вода добре розчиняє солі, але не розчиняє жири?
- 3) Вкажи приклад біохімічної реакції, у якій бере участь вода.

Частина 4. Питання на роздум (рефлексія)

- 1) Що тебе здивувало або стало відкриттям у темі про воду?

2) Як ти вважаєш, чому саме вода — основа всіх живих форм, а не інша рідина?

Після тесту проводиться **рефлексія “Світлофор”**. Учні обирають колір:

- Зелений — якщо все зрозуміло
- Жовтий — якщо є питання
- Червоний — якщо щось залишилося незрозумілим

Учитель реагує на відповіді, коротко повторює окремі моменти за потреби.

Домашнє завдання пропонується у форматі обов’язкового й творчого компонентів. **Обов’язково:** опрацювати параграф у підручнику, скласти ментальну карту “Властивості води”.

У самому кінці уроку проводиться короткий підсумок: учні відповідають, що нового дізналися, яка властивість води їх здивувала найбільше, чи розуміють тепер, чому саме вода є основою життя.

3.2. Оцінювання ефективності обраних методик викладання

Застосування інтегрованих уроків та інтерактивних технологій у навчанні учнів мають високу ефективність у реалізації ключових освітніх цілей сучасної школи. Такі підходи дозволяють відійти від фрагментарного подання знань і натомість формувати в учнів цілісне бачення світу, де між предметами існують логічні, природні зв'язки.

Інтегровані уроки, які поєднують біологію, хімію, а часто і фізику, географію, медицину, дають змогу учням краще зрозуміти складні природні явища.

Ефективність інтеграції проявляється також у розвитку когнітивної гнучкості, здатності мислити системно та критично. Учні вчаться не просто запам'ятовувати інформацію, а порівнювати, аналізувати, синтезувати знання, переносити їх у нові ситуації. Крім того, така форма роботи сприяє реалізації компетентнісного підходу, який лежить в основі Нової української школи.

Важливою складовою успіху стала свідомо інтеграція інтерактивних методик. Вправи на асоціації, рефлексивні техніки («Світлофор», «Що здивувало?»), робота в групах і парах, міні-досліди, ігрові завдання — усе це сприяло збереженню високого рівня залучення учнів протягом усього уроку. Використання цифрових платформ (Padlet, Google Forms, відеофрагментів) дозволило зробити навчання більш динамічним, адаптованим до сучасного інформаційного середовища учнів.

Інтерактивні методи активізували не лише інтелектуальну, а й емоційну сферу навчання. Більшість учнів проявили зацікавленість, охоче брали участь у спільній діяльності, виявляли ініціативу у творчих завданнях. Такі підходи мають безпосередній вплив на розвиток ключових компетентностей, зокрема:

- уміння вчитися протягом життя;
- комунікативної;
- природничої;
- соціальної та громадянської;

- інформаційно-цифрової.

Також варто відзначити диференціацію й індивідуалізацію навчання, яку забезпечує інтерактивність: учні з різними стилями сприйняття інформації (візуали, аудіали, кінестетики) змогли реалізувати себе завдяки багатому інструментарію — від візуального контенту до практичних дослідів і творчих завдань.

Оцінювання ефективності також підтвердили рефлексивні відповіді учнів і результати підсумкових завдань: тестові й відкриті відповіді продемонстрували не лише запам'ятовування фактів, а й розуміння суті природних явищ, уміння робити логічні висновки. Самооцінка учнів свідчить про високий рівень задоволення від процесу навчання та відчуття власної успішності.

Отже, можна зробити висновок, що інтегровані уроки з використанням інтерактивних технологій є високоефективною методикою викладання, яка:

- формує цілісне світобачення;
- підвищує мотивацію до навчання;
- сприяє глибшому засвоєнню матеріалу;
- розвиває навички 21 століття;
- забезпечує інклюзивність та доступність.

Доцільно буде проаналізувати ефективність застосування методик викладання таких уроків для учнів на основі розробленого уроку у п.3.1.

Урок побудований на основі інтеграції хімії та біології з використанням діяльнісного, дослідницького та інтерактивного підходів, що відповідає принципам сучасної освіти та концепції НУШ. Основна мета — сформувати в учнів цілісне уявлення про воду як природну речовину та біологічну необхідність для життя.

Використана на початку уроку вправа «Асоціації» дозволила активізувати пізнавальну діяльність та створити позитивну емоційну атмосферу. Вона сприяла розвитку критичного мислення, мовлення та логічних зв'язків із повсякденним досвідом учнів.

Мотиваційне відео мало високий рівень ефективності завдяки яскравій візуалізації, динамічності подачі матеріалу та формуванню внутрішньої зацікавленості у темі. Поставлене після перегляду проблемне запитання сприяло активному включенню учнів у подальшу роботу.

Міні-досліди, що були проведені під час хімічного блоку, забезпечили глибоке засвоєння знань шляхом практичного досвіду. Вони розвивали дослідницькі вміння, формували навички спостереження, аналізу та формування висновків. Завдяки поєднанню демонстрації та самостійної роботи учнів, ці досліди мали високу навчальну та мотиваційну цінність.

Інтерактивна гра «Знайди функцію», що супроводжувала біологічний блок, сприяла розвитку логічного мислення, закріпленню знань про роль води в організмі та дозволила ефективно інтегрувати біологічну інформацію в ігровий формат.

Групова робота, де учні аналізували твердження з використанням міжпредметних знань, сприяла розвитку навичок аргументації, командної роботи та комунікації. Вона допомогла учням закріпити теоретичний матеріал у дискусійному форматі.

Підсумковий тест «Так чи ні» дозволив швидко оцінити рівень засвоєння знань, а рефлексія «Світлофор» дала можливість здійснити самооцінку, виявити труднощі та сприяла розвитку емоційного інтелекту учнів.

Домашнє завдання, подане в диференційованій формі, було спрямоване на розвиток творчих здібностей, навичок самоаналізу та застосування знань у повсякденному житті. Такий підхід забезпечує індивідуалізацію навчання та підвищує його ефективність.

Загалом, обрані методики сприяють всебічному розвитку учня, формуванню ключових компетентностей (наукової, комунікативної, екологічної, громадянської) та досягають навчальної мети через активне, усвідомлене й ціннісно орієнтоване навчання.

ВИСНОВКИ

У результаті проведеного аналізування програми викладання хімії у 7-11 класах було встановлено, що тема «Біологічна роль води» є надзвичайно важливою складовою шкільного курсу хімії, оскільки вона має міждисциплінарний характер і тісно пов'язана з біологією, екологією, географією та фізикою.

Аналіз навчальних програм та підручників для 7–11 класів показав, що тема води розкривається фрагментарно, переважно в контексті фізико-хімічних властивостей, а її біологічна функція часто залишається поза належною увагою.

Аналіз методичних рекомендацій викладання хімії у школі підтвердив високу актуальність теми «Вода» у сучасному контексті екологічного виховання учнів.

У процесі виконання дипломної роботи було досягнуто поставленої мети, а саме цілісно та повно досліджено особливості вивчення теми «Біологічна роль води» на уроках хімії в 7–11 класах із використанням інтегрованих підходів викладання матеріалу, інноваційних технологій.

Під час написання роботи для досягнення поставленої мети було реалізовано наступні завдання:

- 1) Проведено ґрунтовний аналіз навчально-методичної літератури з хімії, що дозволило виявити наявні підходи до висвітлення теми «Біологічна роль води» у шкільному курсі.

- 2) Визначено основні умови, що забезпечують ефективне засвоєння міждисциплінарних понять учнями, зокрема через зв'язки хімії з біологією, екологією та фізикою.

- 3) Розроблено інтегрований урок з елементами інноваційних технологій із теми «Біологічна роль води» для учнів 9 класу, у яких особливу увагу приділено біологічним аспектам функціонування води в живих організмах, її структурі, властивостям і значенню.

4) Оцінено ефективність застосованих методів навчання шляхом теоретичного аналізу учнівської діяльності та визначено, що обраний метод викладання спонукатиме зростанню пізнавальної активності учнів, підвищення їх зацікавленості в предметі та глибшого розуміння змісту.

Отже, визначено, що інтегроване викладання хімії, впровадження інноваційних технологій (візуалізації, проектної діяльності, дослідницьких методів), а також правильне використання наявних сучасних методичних рекомендацій з викладання хімії у 7-11 класах забезпечують якісніше засвоєння знань учнів про воду - як життєво важливу речовину.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Григорович О. В. Хімія (рівень стандарту): підруч. для 10 класу закл. загал. серед. освіти. Харків: «Ранок», 2018. 240 с.
2. Савчин М. Хімія (рівень стандарту): підруч. для 11 кл. закл. заг. серед. освіти. Київ: Грамота, 2019. 240 с.
3. Самойленко П. В. Методика навчання хімії: навчально-методичний комплект. Чернігів: «Десна Поліграф», 2020. 320 с.
4. Пасічник М. В., Ющишина Г. М. та ін. Методика навчання хімії: навчальний посібник. Миколаїв: МНУ імені В.О. Сухомлинського, 2018. 260 с.
5. Буринська Н. В. Концепція підручника хімії для основної школи: стаття. Київ: Інститут педагогіки НАПН України «Біологія і хімія в сучасній школі», 2013. 2 с.
6. Пометун О. І. Інтерактивні методики та система навчання. Київ: Шкільний світ, 2007. 112 с.
7. Міністерство освіти і науки України Навчальна програма для закладів загальної середньої освіти «Хімія 10-11 класи (рівень стандарту)»: наказ № 1407 від 23.10.2017 р.
8. Чичковська Т. Г. Біологічна роль води, 2020. URL: <https://naurok.com.ua/prezentaciya-do-uroku-voda-ta-osnovni-fiziko-himichni-vlastivosti-193372.html> (Дата звернення: 30.05.2025)
9. Баранчук К. А. Використання інтерактивних методів навчання на уроках хімії в закладах загальної середньої освіти: стаття. Житомир: ЖДУ ім. Івана Франка, 2019. URL: <http://surl.li/riwjla> (Дата звернення: 29.05.2025)
10. Шпортко В. В. Використання інтерактивних методів навчання на уроках хімії: методична розробка, 2019. URL: <https://naurok.com.ua/metodichna-rozrobka-na-temu-vikoristannya-interaktivnih-metodiv-navchannya-na-urokah-himi-135958.html> (Дата звернення: 02.05.2025)
11. Додаток до листа МОН від 30.08.2024 1.1/15776-24 Методичні рекомендації щодо викладання у 2024/2025 навчальному році хімії. URL:

<https://www.schoollife.org.ua/metodychni-rekomendatsiyi-shhodo-vykladannya-u-2024-2025-navchalnomu-rotsi-himiyi/> (Дата звернення: 01.12.2024)

12. Biological Roles of Water: Why is water necessary for life?, 2024. URL: <https://sitn.hms.harvard.edu/uncategorized/2019/biological-roles-of-water-why-is-water-necessary-for-life/> (Дата звернення: 02.12.2024)

13. The role of water in the structure and function of biological macromolecules, 2023. URL: <https://exobiologie.fr/the-role-of-water-in-the-structure-and-function-of-biological-macromolecules/> (Дата звернення: 02.05.2025)

14. Жмурко О. О. Вода, біологічна роль, 2023. URL: <https://vseosvita.ua/blogs/voda-biologichna-rol-86037.html> (Дата звернення: 03.05.2025)

15. Савицька Т. Хімічний експеримент, його завдання та роль для розвитку логічного мислення, 2020. URL: <https://naurok.com.ua/himichniy-eksperiment-yogo-zavdannya-ta-rol-dlya-rozvitku-logichnogo-mislennya-203050.html> (Дата звернення: 04.05.2025)

16. Антошенко М. Виготовлення лепбуків на уроках хімії, як засіб підвищення інтересу учнів до предмету, 2020. URL: <https://naurok.com.ua/vigotovlennya-lepbukiv-na-urokah-himi-yak-zasib-pidvischennya-interesu-uchniv-do-predmetu-multimediyna-prezentaciya-146198.html> (Дата звернення: 04.05.2025)

17. Бождан І. В. Новітні підходи та ідеї навчання хімії в школі: розробка-конспект, 2021. URL: <https://naurok.com.ua/novitni-pidhodi-ta-ide-navchannya-himi-v-shkoli-92187.html> (Дата звернення: 04.05.2025)

18. Горбач О. В. Використання методів розвитку критичного мислення на уроках хімії, та природознавства: методичні матеріали, 2023. URL: <https://naurok.com.ua/metodichni-rekomendaci-vikoristannya-metodiv-rozvitku-kritichnogo-mislennya-na-urokah-himi-385719.html> (Дата звернення: 04.05.2025)

19. Матіїва Н. В. Формування мотиваційного компоненту на уроках хімії, 2019. URL: <https://naurok.com.ua/prezentaciya-formuvannya-motivaciynogo-komponentu-na-urokah-himi-100770.html> (Дата звернення: 04.05.2025)
20. Мелехіна Н. Основні класи неорганічних сполук, 2022. URL: https://chemistri6school.blogspot.com/p/8_12.html (Дата звернення: 04.05.2025)
21. Shepelyuk Olga L. Methodology in chemistry teaching: towards practical class organization, 2021. URL: <https://www.redalyc.org/journal/5702/570272348080/570272348080.pdf> (Дата звернення: 03.05.2025)
22. Gulinska H., Bartoszewicz M. Modern active methods of teaching chemistry and science, 2014. URL: https://www.researchgate.net/publication/317027004_Modern_active_methods_of_teaching_chemistry_and_science (Дата звернення: 03.05.2025)
23. Ginelle Testa 9 Creative Ways to Teach Chemistry Without Lecturing, 2023. URL: <https://www.labster.com/blog/9-creative-ways-teach-chemistry-without-lecturing> (Дата звернення: 04.05.2025)
24. Nguyen Thi Kim Hanh Applying Some Modern Methods and Techniques in Teaching Chemistry to Develop Students, 2018. URL: <https://pubs.sciepub.com/wjce/6/4/5/index.html> (Дата звернення: 04.05.2025)
25. МОН України. Методичні рекомендації щодо викладання біології у 2023–2024 н.р. <https://mon.gov.ua/.../IMR.2023-2024.Pryrodn.osv.haluz.12.09.2023-1.pdf> (дата звернення: 20.05.2025).
26. Методичні рекомендації щодо навчання біології (платформа «Всеосвіта»). <https://vseosvita.ua/library/metodychni-rekomendatsii-shchodo-navchannia-biologhii-u-202324-navchalnomu-rotsi-719204.html> (дата звернення: 20.05.2025).
27. Методичні рекомендації Полтавської обласної адміністрації (2024/2025 н.р.). <https://pano.pl.ua/wp-content/uploads/2024/08/MR-2024-2025-n.r.-onovleno.pdf> (дата звернення: 20.05.2025).