

УДК 371.13:54(07)

**Грабовий Андрій Кирилович**

кандидат педагогічних наук, доцент,

доцент кафедри хімії та наноматеріалознавства Навчально-наукового інституту природничих наук Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, м. Черкаси

*graboviy\_ak@ukr.net***ВИВЧЕННЯ ТЕОРІЇ ХІМІЧНОЇ БУДОВИ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК  
У ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ:  
МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ**

**Анотація.** У дослідженні розглядаються теоретико-методичні засади вдосконалення методики вивчення теорії хімічної будови органічних сполук в курсі хімії загальноосвітніх навчальних закладів, рівень стандарту. Теоретичний аналіз літератури з проблеми дослідження показав, що дана проблема є актуальною і потребує подальших досліджень. Розглядаються основні положення теорії хімічної будови органічних сполук О. М. Бутлерова, її дидактичні функції, методичні аспекти вивчення. Показано, що провідним засобом вивчення основних положень теорії хімічної будови органічних сполук є хімічний експеримент в поєднанні із знаковими моделями.

**Ключові слова:** загальноосвітні навчальні заклади; хімія; теорія хімічної будови органічних сполук; методичні аспекти вивчення теорії; дедуктивний підхід; навчальний хімічний експеримент; знакові моделі.

**Постановка проблеми.** Хімія – експериментально-теоретична наука, тому вивчення її у загальноосвітніх навчальних закладах сприяє формуванню в учнів науково-теоретичного мислення. Теорія може слугувати підґрунтям для проведення досліджень або використовуватись для пояснення експериментів. Саме тому для успішного вивчення шкільного курсу хімії досить важлива фундаментальна, теоретична підготовка учнів. Глибокі теоретичні знання учнів дадуть їм можливість не тільки пояснити спостережувальні явища, навчальні факти, але й, спираючись на теоретичну підготовку, прогнозувати їх. З огляду на це актуальності набуває проблема вдосконалення методики вивчення теорій в шкільному курсі хімії, зокрема теорії будови органічних сполук.

**Аналіз актуальних досліджень.** Аналіз літературних джерел засвідчує, що теорія хімічної будови органічних сполук була і є об'єктом наукових досліджень вітчизняних та зарубіжних вчених-методистів, вчителів хімії як В. М. Алексинський, Н. М. Буринська, Л. П. Величко, А. В. Владикіна, І. М. Гапоненко, В. П. Гаркунов,

С. М. Дроздов, Р. П. Лапіна, Л. О. Цветков, І. Н. Чертков та інші. Дослідники вивчали дидактичні функції теорії хімічної будови, використання опорних знань під час вивчення теорії, методу розкриття залежності властивостей речовин від будови, поліпшення методики вивчення гомологів та ізомерів, посилення дедуктивного підходу щодо вивчення класів органічних сполук, вдосконалення хімічного експерименту, що ілюструє будову і властивості органічних сполук. Водночас проблема використання хімічного експерименту щодо вивчення основних положень теорії хімічної будови органічних сполук потребує подальших досліджень. Актуальність дослідження мотивується тим, як зазначав О. М. Бутлеров, що тільки «експериментальні дослідження дадуть нам основи для істинної хімічної теорії...» [3, 37].

**Мета дослідження** полягає у висвітленні теоретико-методичних засад вдосконалення методики вивчення основних положень теорії хімічної будови органічних сполук в курсі хімії загальноосвітніх навчальних закладів за програмами рівня стандарту.

**Виклад основного матеріалу.** Виняткова роль у створенні, обґрунтуванні й підтвердженні теорії хімічної будови органічних сполук належить російському вченому О. М. Бутлерову. Суть теорії полягає в тому, що властивості речовин визначаються не тільки їхнім складом (якісним і кількісним), а й порядком з'єднання атомів один з одним, що входять до складу молекули, їхнім взаємним впливом один на одного. Цей порядок сполучення атомів і є хімічною будовою молекули.

Як відомо О. М. Бутлеров, – автор теорії хімічної будови, значну увагу приділяв методичним проблемам викладання органічної хімії з позиції цієї теорії. Він був переконаний, що «тільки ... теорії закладають міцну основу для справжнього знання, при якому факти, що пов'язані спільними ідеями, легко вкладаються в пам'яті, кожний на своє місце і стають справжніми ланками наукової системи» [2,11]. Ця думка вченого свідчить про те, що він вважав теорію засобом систематизації знань.

О. М. Бутлеров висловлював думку про те, що учнів слід спочатку знайомити з

фактами, хімічними дослідженнями і на цій основі переходити до узагальнень, законів. «За допомогою дослідів, – писав О. М. Бутлеров, – слухачі ознайомлюються спочатку із зовнішньою стороною хімічних явищ, а потім, – з фактами, що дали дослідів, – виводяться загальні висновки про закони, вироблені наукою, і які пояснюють ці факти» [4, 74].

Аналіз літературних джерел доводить, що вивчення органічної хімії в середній школі відбувалось за єдиним цілісним блоком [5; 9]. Вивчення теорії хімічної будови органічних сполук О. М. Бутлерова за принципом максимального наближення до початку курсу. Вивчення основних положень теорії хімічної будови проводилось в дедуктивному плані – формувались основні положення, які конкретизувались методом моделювання: доводилась чотиривалентність атома Карбону, давались поняття про структурні формули сполук, ізомерію, взаємний вплив атомів у молекулах сполук, але без достатньої фактологічної бази. Основні положення теорії розкривались в процесі вивчення систематичного курсу органічної хімії та систематизувались під час заключного узагальнення знань.

Ми ж зосередимо увагу на методичних аспектах вивчення основних положень теорії хімічної будови органічних сполук в курсі хімії загальноосвітніх навчальних закладів за програмами рівня стандарту [6].

Вивчення органічних сполук проводиться на протязі двох періодів – основна школа, 9 клас та старша школа, 11 клас. У основній школі вивчаються найважливіші органічні сполуки в напрямку ускладнення їхнього складу, будови і властивостей. Вивчення носить описовий характер, без детальних теоретичних пояснень. Ознайомлення з основними біологічно важливими речовинами має підготувати учнів до вивчення молекулярних основ життя в курсі біології. Вивчення органічних сполук у основній школі слугує підґрунтям щодо вивчення хімії у старшій, профільній школі.

Зміст курсу хімії 11 класу розроблено з урахуванням відомостей про органічні сполуки, одержані учнями в основній школі. У ньому посилено дедуктивний підхід і практичне спрямування навчального матеріалу: спочатку вивчаються основні положення теорії хімічної будови О. М. Бутлерова, а потім – природні та синтетичні

органічні сполуки.

За такого підходу не висувається теза про наближення теорії до самого початку вивчення органічних сполук, а передбачається спочатку ретельна підготовка учнів щодо вивчення необхідного числа фактів, прикладів, а потім – доказове засвоєння теорії.

З огляду на це нами виокремлено етапи вивчення теорії хімічної будови органічних сполук у загальноосвітніх навчальних закладах за програмами рівня стандарту: 1) перший етап – накопичення фактів, понять; 2) другий етап – доказове засвоєння теорії будови органічних сполук; 3) третій етап – застосування теорії під час вивчення природніх та синтетичних органічних сполук.

У результаті наукового пошуку нами з'ясовано особливості методів і засобів вивчення теорії хімічної будови органічних сполук. Певну специфіку має навчальний хімічний експеримент. Головна його мета – допомогти учням виявити залежність властивостей органічних сполук від будови. Він більш тривалий, менш ефективний і яскравий. Під час його проведення доводиться більш ретельно дотримувати необхідні умови, вони більш складніші за обладнанням та техніці виконання. Форма використання – ілюстративна та дослідницька.

Окрім експерименту важливим засобом наочності є моделі молекул органічних сполук – знакові та матеріальні моделі.

Важливим засобом вивчення та одночасно і об'єктом вивчення є систематична хімічна номенклатура, яка допомагає орієнтуватись в багатоманітності органічних сполук.

Зосередимо увагу на методичних аспектах етапів вивчення теорії хімічної будови органічних сполук.

На першому етапі учні набувають базових знань для вивчення основних положень теорії хімічної будови органічних сполук: 1) структурні (розгорнута, скорочена форми), електронні формули; 2) ізомери; 3) гомологи; 4) функціональна група (гідроксильна, карбоксильна, альдегідна, аміно-групи); 5) органічні сполуки – вуглеводні, спирти, карбонові кислоти, вуглеводи, амінокислоти, білки, нуклеїнові кислоти. Отже базових знань достатньо для вивчення основних положень теорії

хімічної будови органічних сполук О. М. Бутлєрова.

Спочатку розглядається *перше положення теорії хімічної будови* – послідовність сполучення атомів у молекулі на основі їх валентності. Учні складають структурні формули (розгорнута, скорочена форма) етану, етену, етанолу, етанової кислоти. Робиться висновок, що кожна органічна сполука має певну хімічну будову, що виражається однією структурною формулою, яку можна записати у розгорнутому або скороченому вигляді. За структурною формулою речовини можна встановити її властивості. Так, етанова (оцтова) кислота виявляє загальні властивості кислот (зміна забарвлення індикаторів, взаємодія з металами, основними оксидами, основами, солями) та вступає в реакції естерифікації (зі спиртами).

Звертається увага учнів на те, що властивості речовин визначаються не тільки якісним і кількісним складом речовин, а й характером угруповань атомів, що входять до складу молекули – функціональні групи. Учні дають визначення поняттю функціональна група, записують їх формули та формули сполук, що містять відповідні групи, називають характерні хімічні властивості сполук, складають відповідні рівняння хімічних реакцій.

Для підтвердження залежності властивостей органічних сполук від кількісного складу можна продемонструвати досліди зі спиртами. При цьому поглиблюються знання учнів про гомологи, спільність і відмінність властивостей гомологів.

*Дослід 1.* Розчинність спиртів у воді та відношення їх до індикаторів.

*Реактиви та обладнання:* етиловий спирт (етанол) (w=96%), бутиловий спирт (бутанол), ізоаміловий спирт (2-метилбут-1-ол), фенолфталеїн (водно-спиртовий розчин, w=1%), лакмус (водно-спиртовий розчин, w=1%), штатив з пробірками, промивалка з водою.

#### *Техніка виконання*

У три пробірки наливають воду об'ємом по 1-2 см<sup>3</sup>. У першу пробірку доливають такий саме об'єм етилового спирту, у другу – бутилового, у третю – ізоамілового. Вміст пробірок енергійно збовтують. Рідинам дають відстоятися. Спостерігають повне розчинення етилового спирту, часткове – бутилового;

ізоаміловий спирт не розчиняється. Добуті розчини досліджують індикаторами – фенолфталеїном та лакмусом. Колір індикаторів не змінюється.

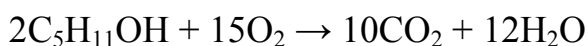
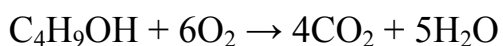
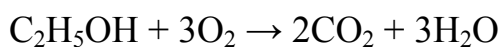
Роблять висновок про те, що кислотно-основні властивості у спиртів виражені дуже слабо, тому їх розчини у воді нейтральні і не змінюють забарвлення індикаторів.

*Дослід 2. Горіння одноатомних спиртів.*

*Реактиви та обладнання:* етиловий спирт (w=96%) (етанол), бутиловий спирт (бутанол), ізоаміловий спирт (2-метил-бут-1-ол), порцелянові чашки (3 шт.), дерев'яна скіпка, сірники, порцелянові пластинки (3 шт.).

*Техніка виконання*

Порцелянові чашки ставлять на три порцелянові плитки. У чашки наливають спирти об'ємом по 0,5-1 см<sup>3</sup>: у першу – етиловий, у другу – бутиловий у третю – ізоаміловий. Спирти підпалюють за допомогою скіпки. Спостерігають різне світіння полум'я. Із збільшенням відносної молекулярної маси спирту яскравість полум'я зростає.



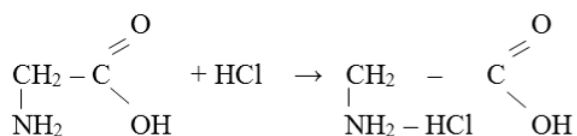
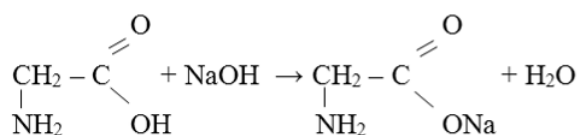
Щоб підтвердити висновок про те, що за структурною формулою речовини можна встановити її властивості, про вплив функціональних груп на властивості речовин можна використати досліди з амінооцтовою кислотою. Учні записують її структурну формулу, визначають функціональні групи – карбоксильна група, аміногрупа. Робиться висновок, що амінооцтова кислота виявляє кислотні та основні властивості (амфотерні властивості).

*Дослід 3. Амфотерні властивості амінооцтової кислоти.*

*Реактиви та обладнання:* амінооцтова кислота (порошок), натрій гідроксид (водний розчин, c=0,1 моль/л), хлоридна кислота (водний розчин, c=0,1 моль/л), фенолфталеїн (водноспиртовий розчин, w=1%), метилоранж (водноспиртовий розчин, w=1%), хімічний стакан місткістю 500 см<sup>3</sup>, хімічні стакани місткістю 150 см<sup>3</sup> (2 шт.), скляні палички (3 шт.), шпатель.

*Техніка виконання*

У хімічний стакан місткістю 500 см<sup>3</sup> всипають 3 шпателі порошка амінооцтової кислоти і доливають близько 300 см<sup>3</sup> води. Розмішують розчин скляною паличкою. Потім беруть два стакани місткістю 150 см<sup>3</sup>, в один з них наливають 50-100 см<sup>3</sup> хлоридної кислоти (0,1 М), а в другий – стільки саме розчину натрій гідроксиду (0,1 М). В кожний із стаканів додають відповідний індикатор: до хлоридної кислоти – метилоранж, а до розчину лугу – фенолфталеїн – до появи інтенсивного забарвлення розчинів. Потім половину забарвленого індикатором розчину лугу додають в стакан з амінооцтовою кислотою. Спостерігають знебарвлення забарвлення індикатора. Далі в цей же стакан додають таку ж порцію забарвленого індикатором розчину хлоридної кислоти. За зміною забарвлення індикатора роблять висновок про зміну середовища з кислого на нейтральне.



Щоб дослід вдавався, амінокислоту треба брати в надлишку, оскільки при еквівалентній взаємодії амінокислоти з лугом та кислотою індикатори не змінюють забарвлення.

Далі розглядається *друге положення* теорії хімічної будови. Вивчення будується в дедуктивному плані. Із сформульованого положення про залежність властивостей речовин від будови робиться висновок, що можливий різний порядок сполучення атомів у молекулах і у зв'язку з цим у речовин з'являються нові властивості.

Учні складають формули ізомерів бутану, пентану, дають їм назви.

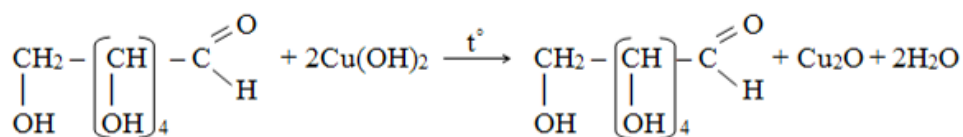
Далі вчитель демонструє досліди, що ілюструють ізомерію органічних сполук.

*Дослід 4.* Глюкоза та фруктоза – ізомери.

*Реактиви та обладнання:* глюкоза (водний розчин, w=10%), фруктоза (водний розчин, w=10%), натрій гідроксид (водний розчин, c=1 моль/л), купрум(II) сульфат

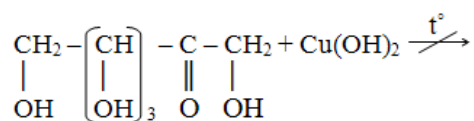






Глюкоза

Глюконова кислота



Фруктоза

Учні підводять до висновку, що глюкоза – альдегідоспирт, проявляє властивості багатоатомних спиртів, має відновні властивості. Фруктоза – ізомер глюкози, кетоноспирт. Проявляє властивості багатоатомних спиртів, не має відновних властивостей.

Далі вивчають *третьє положення* теорії хімічної будови. Вивчення будується в дедуктивному плані. На основі сформульованого положення учнів підводять до висновку, що властивості речовин визначаються не тільки якісним, кількісним складом сполук, їх будовою, але й взаємним впливом атомів у молекулах сполук.

Дане положення можна конкретизувати, використовуючи відомості про спирти – етанол, гліцерол. Учні записують формулу етанолу і розглядають вплив атома Оксигену на сполучений з ними атом Гідрогену. Взаємний вплив пов'язують із полярністю зв'язку у гідроксильній групі. Спільні електрони ближче містяться до атома Оксигену, ніж, до атома Гідрогену, тому останній менш зв'язаний ними з молекулою і легко витісняється. Це зумовлює кислотні властивості етанолу і спиртів, як класу сполук.

Використовуючи знання учнів про якісну реакцію на гліцерол (взаємодія з купрум(II) гідроксидом), розглядають взаємний вплив гідроксильних груп.

Для конкретизації висновків вчитель демонструє досліди із етанолом, гліцеролом.

*Дослід 5.* Взаємодія етанолу з натрієм.

*Реактиви та обладнання:* етанол (w=96%), натрій, штатив з пробірками, пінцет, скальпель, фільтрувальний папір, штатив з пробірками, сірники.

*Техніка виконання*

У суху пробірку наливають етанол (w=96%) об'ємом 1-2 см<sup>3</sup>. Очищають від



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Боечко Ф. Ф. Лабораторно-практичні заняття з органічної хімії : Посібник для вчителів / Боечко Ф. Ф., Найдан В. М., Грабовий А. К. – К. : Рад. шк., 1984. – 160 с.
2. Бутлеров А. М. Сочинения : В 2-х т. Т.2 / А. М. Бутлеров. – М. : Изд-во АН СССР, 1953. – 624 с.
3. Бутлеров А. М. Сочинения. В 2-х т. Т.1 / А. М. Бутлеров. – М. : Изд-во АН СССР, 1953. – 640 с.
4. Бутлеров А. М. Научная и педагогическая деятельность : сб. док. / А. М. Бутлеров – М. : Изд-во АН СССР, 1961. – 285 с.
5. Величко Л. П. Теорія будови органічних сполук у шкільному курсі хімії : посібник для вчителів / Л. П. Величко. – К. : Рад. шк., 1986. – 88 с.
6. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів : Хімія. 7-11 класи / [Л. П. Величко, О. Г. Ярошенко]. – К. : ВТФ «Перун», 2006. – 32 с.
7. Серокурова Ю. Л. Эксперимент при изучении теории Бутлерова / Ю. Л. Серокурова // Химия в шк. – 2014. – №9. – С.49-52.
8. Сурин Ю. В. Роль проблемного эксперимента в совершенствовании теоретических знаний учащихся / Ю. В. Сурин // Химия в шк. – 2014. – №7. – С.66-71.
9. Цветков Л. А. Преподавание органической химии в средней школе : пособие для учителя. – 4-е изд. перероб. / Л. А. Цветков. – М. : Просвещение, 1988. – 240 с.

*Рецензент*

*Боечко Ф. Ф. - д. б. н., проф.*

*Чобітько М.Г. – д. пед. н., проф.*

*Стаття надійшла до редакції 20.01.2016*

## ИЗУЧЕНИЕ ТЕОРИИ ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ: МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

**Грабовый Андрей Кириллович**

кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры химии и наноматериаловедения

Учебно-научного института естественных наук

Черкасский национальный университет имени Богдана Хмельницкого, г. Черкассы

*graboviy\_ak@ukr.net*

**Аннотация.** В исследовании рассматриваются теоретико-методические основы совершенствования методики изучения теории химического строения органических веществ в курсе химии общеобразовательных учебных заведениях, уровень стандарта. Теоретический анализ литературы по проблеме исследования показал, что данная проблема является актуальной и требует дальнейших исследований. Рассматриваются основные положения теории химического строения органических соединений А. М. Бутлерова, ее дидактические функции, методические аспекты изучения. Показано, что ведущим средством изучения основных положений теории химического строения органических соединений является химический эксперимент в сочетании со знаковыми моделями.

**Ключевые слова:** общеобразовательные учебные заведения; химия; теория химического строения органических соединений; методические аспекты изучения теории; дедуктивный подход; учебный химический эксперимент; знаковые модели.

## STUDING OF THE THEORY OF CHEMICAL STRUCTURE OF ORGANIC COMPOUNDS IN SECONDARY SCHOOLS: METHODOLOGICAL ASPECTS

**Andrii K. Grabovyy**

PhD in pedagogics, Assistant Professor of department of chemistry and nanomaterials science Teaching and Research Institute of Natural Sciences,  
Bohdan Khmelnytskyi Nationale University of Cherkasy, Cherkasy  
*graboviy\_ak@ukr.net*

**Annotation.** The study examined the theoretical and methodological foundations for improving methods of studying the theory of chemical structure of organic compounds in secondary schools, the level of standart. Theoretical analysis of the literature on the study showed that the problem is urgent and requires further research. The basic of the theory of chemical structure of organic compounds A. Butlerova and methodological aspects of the study. It is shown that the leading means of learnig the basic assumptions of the theory of chemical structure of organic compounds are chemical experiment in conjunction with iconic model.

**Keywords:** general education; chemistry; theory of chemical structure of organic compounds; methodological aspects of studying theory; deductive approach; educational chemical experiment; iconic model.

### REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Boiechko F. F. Laboratory and practical classes in organic chemisrty : a handbook for teachers / Boiechko F. F., Naidan V. M., Hrabovyi A. K. – K. : Rad. shk.б 1984. – 160 p. (in Ukrainian)
2. Butlerov A. M. Composition : In 2 t. T.2 / A. M. Butlerov. – M. : Izd-vo AN SSSR, 1953. – 624 p. (in Russian)
3. Butlerov A. M. Composition : In 2 t. T.1 / A. M. Butlerov. – M. : Izd-vo AN SSSR, 1953. – 640 p. (in Russian)
4. Butlerov A. M. Research and teaching activities : sat.doc. / A. M. Butlerov – M. : Izd-vo AN SSSR, 1961. – 285 p. (in Russian)
5. Velychko L. P. Teory of structure of organic compounds in high-school chemistry : a guide for teachers / L. P. Velychko. – K. : Rad. shk., 1986. – 88 p. (in Ukrainian)
6. Programm for zagalnoosvitnih zakladiv. Himiya. 7-11 class / [L. P. Velychko, O. H. Yaroshenko]. – K. : VTF «Perun», 2006. – 32 p. (in Ukrainian)
7. Serokurova Ju. L. The experiment in the stody of the theory of Butlerov / Ju. L. Serokurova // Himija v shk. – 2014. – №9. – P.49-52. (in Russian)
8. Surin Ju. V. The role of the experiment to improve the problem of theoretical knowledge of students / Ju. V. Surin // Himija v shk. – 2014. – №7. – P.66-71. (in Russian)
9. Cvetkov L. A. Teaching the organic chemistry in high school : a manual for teachers. – 4-th edition., revised. / L. A. Cvetkov. – M. : Prosveshhenie, 1988. – 240 p. (in Russian)