

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кафедра аналітичної і біонеорганічної хімії та якості води

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Декан факультету
Проф., д.с.-г. н. Коломієць Ю.В.
« 23 » 05 2024 р.

«СХВАЛЕНО»
на засіданні кафедри аналітичної і
біонеорганічної хімії та якості води
Протокол № 11 від 23.05.2024 р.
Завідувач кафедри
Проф., д.х.н. Копілевич В.А.

«РОЗГЛЯНУТО»
Гарант ОП
Доц., д.с.-г. н. Піковський М.Й.

РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

НЕОРГАНІЧНА ТА АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань Аграрні науки та продовольство
Спеціальність 202 – «Захист і карантин рослин»
(шифр і назва спеціальності)
Освітня програма Захист і карантин рослин
Факультет Захисту рослин, біотехнологій та екології
(назва факультету)
Розробник: доц., к.х.н. Панчук Т.К.

Київ – 2024 р.

Київ – 2024 р.

Опис навчальної дисципліни НЕОРГАНІЧНА ТА АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Галузь знань - Аграрні науки та продовольство		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	202 – «Захист і карантин рослин»	
Освітня програма	Захист і карантин рослин	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	120 год	
Кількість кредитів ECTS	4,0	
Кількість змістових модулів	4,0	
Курсовий проект (робота) <small>(якщо є в робочому навчальному плані)</small>	немає	
Форма контролю	Екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Курс (рік підготовки)	1	<u>1</u>
Семестр	1	<u>1</u>
Лекційні заняття	30 год.	<u>2</u> год.
Практичні, семінарські заняття	_____ год.	_____ год.
Лабораторні заняття	75 год.	_____ год.
Самостійна робота	15 год.	<u>156</u> год.
Індивідуальні завдання	<u>2</u> год.	_____ год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	7 год.	

1. Мета, завдання, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Дисципліна «Неорганічна та аналітична хімія» належить до базових загальноосвітніх предметів і забезпечує формування фундаменту знань та практичних навичок спеціаліста в агрономічній галузі, необхідних для вивчення професійно орієнтованих та спеціальних дисциплін.

Мета: вивчення курсу неорганічної та аналітичної хімії є оволодіння знаннями про хімічні закони і закономірності хімічних перетворень (хімічна форма руху матерії) з орієнтацією на процеси, що відбуваються у навколишньому середовищі та формування навичок виконання хімічного експерименту, формуванні теоретичного та практичного рівня студентів, необхідного для освоєння спеціальних предметів, де використовується хімічний аналіз природних та штучних об'єктів.

Завдання:

- вивчення основ дисципліни як складової фундаментальної підготовки спеціалістів у галузі наук;
- створення наукової бази для вивчення ряду професійно орієнтованих та спеціальних дисциплін (біотехнологія, екологія, агрохімії, ґрунтознавства, хімічний захист рослин тощо);
 - формування теоретичних та лабораторних уявлень для організації та проведення лабораторного хімічного експерименту;
 - в лабораторному практикумі студент повинен набути навички виконання головних аналітичних операцій;
 - контроль знань та умінь проводиться у формі здачі студентами результатів виконання лабораторних робіт, теоретичних колоквиумів та контрольних робіт, складання іспиту;
 - викладання дисципліни організовано за модульно-рейтинговим принципом, що робить більш об'єктивними та впорядкованими критерії оцінки знань студентів.

Набуття компетентностей:

інтегральна компетентність (ІК): Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми професійної діяльності з захисту і карантину рослин і застосовувати теоретичні знання та методи фітосанітарного моніторингу, огляду, аналізу, експертизи, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

• **загальні компетентності (ЗК):**

- **ЗК 1:** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- **ЗК 2:** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Програмні результати навчання (ПРН 4):

4. Володіти знаннями з фундаментальних розділів вищої математики, біофізики, хімії (аналітична, органічна, неорганічна, фізична і колоїдна), ботаніки і агрозоології в обсязі, необхідному для розуміння процесів зі спеціальності захист і карантин рослин.

2. Програма та структура навчальної дисципліни для:

- повного терміну денної (заочної) форми здобуття вищої освіти;
- скороченого терміну денної (заочної) форми здобуття вищої освіти.

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							Заочна форма						
	тижні	усього	у тому числі					усьог	у тому числі					
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.	
Змістовий модуль 1. Основні поняття і закони хімії														
Тема 1. Вступ. Предмет і задачі неорганічної хімії. Основні стехіометричні	1-2	11	2		8		1	2	2					60

закони. Класифікація неорганічних сполук.													
Тема 2. Будова атомів хімічних елементів. Електронні формули	3	4	2		2								
Тема 3. Періодичний закон та періодична система Д.І. Менделєєва. Періодичність зміни будови і властивостей елементів та їх сполук	3	5	2		2		1						
Тема 4. Хімічний зв'язок і будова молекул	4	4	2		2								
Разом за змістовим мод. 1	1-4	24	8		14		2	62	2				60
Змістовий модуль 2. Розчини. Властивості розчинів. Елементи хімічної кінетики. Рівновага в розчинах електролітів													
Тема 1. Хімічна кінетика і рівновага	5	2	2										18
Тема 2. Розчини та їх властивості	5-6	18	2		12		4						
Разом за змістовим мод. 2	5-6	20	4		12		4	18					18
Змістовий модуль 3. Основні типи хімічних реакцій, в тому числі зі зміною ступеня окислення основних біогенних елементів головних і побічних підгруп.													
Тема 1. Окисно-відновні реакції (ОВР). Елементи головних підгруп VII, VI, V груп.	7-8	14	2		10		2						30
Тема 2. Хімія сполук найважливіших біогенних металів.	8	6	2		4								
Тема 3. Комплексні (координаційні) сполуки	9	8	2		4		2						
Разом за змістовим мод. 3	7-9	28	6		18		4	30					30
Змістовий модуль 4. Аналітична хімія. Якісний і кількісний аналіз													
Тема 1. Предмет, завдання і методи якісного аналізу. Класифікація катіонів. Якісні реакції відкриття та методи розділення катіонів.	10	11	2		8		1						46

Тема 2 Класифікація аніонів. Систематичний аналіз солі невідомого складу.	11	13	2	10	1							
Тема 3. Основні поняття кількісного аналізу. Метод нейтралізації.	12	8	2	5	1							
Тема 4. Методи окисно- відновного титрування (редоксиметрія).	13	7	2	4	1							
Тема 5. Методи комплексометрії.	14	7	2	4	1							
Тема 6. Аналітична хімія в захисті рослин.	15	2	2									
Разом за змістовим мод. 5	10-15	48	12	31	5	46						46
Усього годин		120	30	75	15	156						156

3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Змістовий модуль 1. Загальні правила роботи в хімічній лабораторії. Техніка безпеки. Техніка виконання хімічного експерименту напівмікрометодом. Контрольна робота на рівень залишкових знань. Принципи номенклатури та класифікації неорганічних сполук. Рейтинг-контроль «Класи неорганічних сполук».	8
2	Будова атомів хімічних елементів. Електронні формули. Правила складання електронних формул елементів, визначення їх можливої валентності та ступенів окиснення. Періодичний закон та періодична система Д.І. Менделєєва. Хімічний зв'язок та будова молекул. Рейтинг-контроль «Будова атомів. Хімічний зв'язок та будова молекул».	6
3	Змістовий модуль 2. Кількісний вміст речовини в розчині. Приклади рішення задач.	2
4	Електролітична дисоціація. Вивчення правил складання рівнянь у розчинах електролітів	4
5	Гідроліз солей. Вивчення правил складання рівнянь реакцій гідролізу та визначення рН. Рейтинг-контроль «Рівняння дисоціації електролітів та гідролізу солей. Задачі на способи вираження концентрацій».	6
6	Змістовий модуль 3	14

	<p>Правила складання рівнянь окисно-відновних реакцій Вивчення правил складання рівнянь окисно-відновних реакцій.</p> <p>Вивчення типів окисно-відновних реакцій.</p> <p>Хімія елементів. Галогени та їх сполуки</p> <p>Оксиген, сульфур та їх сполуки.</p> <p>Нітроген, фосфор та їх сполуки. Хімічні властивості представників металів (макро- і мікроелементів) головних та побічних підгруп</p> <p>Біогенні метали. Макро- і мікроелементи у складі мінеральних добрив та в засобах хімічного захисту рослин.</p> <p>Рейтинг-контроль «Рішення ОВР з продуктами і без продуктів реакцій».</p>	
7	<p>Комплексні (координаційні) сполуки. Правила складання формул координаційних сполук та рівнянь з їх участю. Вивчення їх властивостей.</p> <p>Рейтинг-контроль «Комплексні сполуки».</p>	4
8	<p>Змістовий модуль 4. Основні теоретичні положення аналітичної хімії. Якісний аналіз_1. Техніка виконання якісних аналітичних реакцій. Класифікація катіонів. Якісні реакції катіонів I, II, III і IV груп.</p> <p>Рейтинг-контроль «Якісні реакції катіонів I, II, III і IV груп.».</p>	8
9	<p>3. Аніони. Їх класифікація. Якісні реакції визначення аніонів I,II і III груп.</p> <p>4. Аналіз невідомої речовини. Дві експериментальні контрольні задачі на аналіз хімічних сполук (розчинні у воді солі).</p> <p>Рейтинг контроль «Аналіз невідомої речовини».</p>	10
10	<p>Кількісний аналіз_1. Основні методи кількісного визначення вмісту компонентів у речовинах. Техніка роботи у кількісному аналізі: зважування, мірний посуд, фільтрування Експериментальна контрольна задача на визначення вмісту гігроскопічної води в солі гравіметричним методом.</p> <p>2. Об'ємний (титриметричний) аналіз. Розрахунки в об'ємному аналізі. Метод нейтралізації. Приготування робочих розчинів. Експериментальні контрольні задачі по визначенню:</p> <ul style="list-style-type: none"> - концентрації розчину лугу; - тимчасової твердості води. <p>Рейтинг контроль «Способи виразу концентрацій вмісту речовини в розчині».</p>	5
11	<p>3. Метод перманганатометрії. Приготування робочих розчинів. Контрольна задача по визначенню нормальності солі Мора.</p> <p>Метод йодометрії. Визначення вмісту міді в розчині сульфату міді.</p> <p>Рейтинг контроль «Використання редокс-потенціалів для визначення напрямку ОВР.»</p>	4
12	<p>4. Метод комплексонометрії. Контрольні задачі по визначенню: - загальної твердості води; - вмісту кальцію у розчині.</p>	4
13	<p>5. Аналітична хімія в захисті рослин</p>	
	Разом	75

4. Теми самостійної роботи.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Змістовий модуль 1. Основні поняття і закони хімії.	
	Застосування законів хімічної стехіометрії. Атомістична теорія. Будова речовини в конденсованому стані.	2
2	Змістовий модуль 2. Розчини. Властивості розчинів. Елементи хімічної кінетики. Рівновага в розчинах електrolітів.	
	Швидкість хімічних реакцій і хімічна рівновага. Розчини, якісні і кількісні характеристики розчинів. Способи вираження концентрацій, рішення задач.	4
3	Змістовий модуль 3. Основні типи хімічних реакцій, в тому числі зі зміною ступеня окислення елементів головних та побічних підгруп на прикладі основних біогенних елементів.	
	Окисно-відновні потенціали. Стандартні електродні потенціали металів. Гальванічні елементи. Напрямок окисно-відновних реакцій. Способи утворення і руйнування координаційних сполук. Хімічні властивості простих речовин та сполук галогенів на прикладі Хлору. Сульфатна кислота, одержання і хімічні властивості. Особливості взаємодії сульфатної кислоти з металами. Хімічні властивості нітратної кислоти (концентрованої і розведеної), нітратні та фосфатні добрива, способи одержання мінеральних добрив, що містять Нітроген та Фосфор. Хімічні властивості простих речовин та сполук галогенів на прикладі Хлору. Сульфатна кислота, одержання і хімічні властивості. Особливості взаємодії сульфатної кислоти з металами. Хімічні властивості нітратної кислоти (концентрованої і розведеної), нітратні та фосфатні добрива, способи одержання мінеральних добрив, що містять Нітроген та Фосфор.	4
4	Змістовий модуль 4. Аналітична хімія. Якісний і кількісний аналіз. Основні методи кількісного визначення вмісту компонентів у речовинах	
	Хімічні, фізико-хімічні та фізичні методи аналізу. Макро-, мікро-, напівмікро-, ультрамікроаналіз. Аналіз мокрим і сухим методами. Краплинний та мікрокристало-скопічний аналіз. Підготовка об'єкту до аналізу: пробовідбір і пробопідготовка. Систематичний аналіз солі невідомого складу. Хімічна рівновага. Закон діючих мас як теоретична основа аналітичної хімії. Значення хімічної рівноваги в аналізі. Хімічна рівновага в гетерогенних системах. Розчинність та добуток розчинності і їх зв'язок. Вплив різних факторів на розчинення осадів. Розрахунки розчинності осадів. Хімічна рівновага в гомогенних системах. Закон розведення Оствальда. Водневий та гідроксильний показники. Буферні системи і їх використання в аналізі. Основні теоретичні положення титриметрії	5
	Разом	15

5. Засоби діагностики результатів навчання:

- екзамен.
- модульні тести;
- реферати;
- розрахункові роботи;
- захист лабораторних робіт.

6. Методи навчання

– взаємопов'язана діяльність викладача та студентів, спрямована на засвоєння студентами системи знань, набуття умінь і навичок, їх виховання і загальний розвиток.

Виділяють три групи методів навчання: словесні, наочні, практичні (рис.).

Словесні методи навчання:

- **лекція** – це метод навчання, який передбачає розкриття у словесній формі сутності явищ, наукових понять, процесів, які знаходяться між собою в логічному зв'язку, об'єднані загальною темою. Лекція використовується, як правило, в старших класах і вищих навчальних закладах. Окрім навчальних (академічних) лекцій є публічні. До кожного з видів названих лекцій висуваються певні вимоги щодо їх підготовки і проведення.

Чільне місце в групі словесних методів посідає метод роботи з книгою. Належність його до цієї групи дещо умовна. Студенти мають усвідомлювати, що основним джерелом отримання наукової інформації є книга. Тому так важливо навчити студентів методам і прийомам самостійної роботи з нею: читання, переказ, виписування, складання плану, таблиць, схем та ін.

Наочні методи передбачають, передусім, використання демонстрації та ілюстрації:

- **демонстрація** – це метод навчання, який передбачає показ предметів і процесів у їхньому натуральному вигляді, в динаміці.

ілюстрація – метод навчання, який передбачає показ предметів і процесів у їх символічному зображенні (фотографії, малюнки, схеми, графіки та ін.).

Практичні методи навчання спрямовані на досягнення завершального етапу процесу пізнання. Вони сприяють формуванню умінь і навичок, логічному завершенню ланки пізнавального процесу стосовно конкретного розділу, теми.

Лабораторна робота передбачає організацію навчальної роботи з використанням спеціального обладнання та за визначеною технологією для отримання нових знань або перевірки певних наукових гіпотез на рівні досліджень.

Специфіка і характер змісту навчального матеріалу дає можливість розглянути декілька методів навчання хімії:

1) **пояснювально-ілюстративний метод** – найбільш економний спосіб передачі узагальненого і систематизованого досвіду людства, реалізується за допомогою усного слова (в першу чергу лекція, пояснення, бесіда), друкованого слова (посібник, довідники, додаткові джерела інформації, інтернет-ресурси), наочні приладдя (, презентація, демонстрація дослідів, використання таблиць,

графіків, схем), практичний показ способів діяльності (наведення прикладів складання формул, рівнянь реакцій, алгоритми рішення задач, виконання завдань, оформлення робіт);

2) **репродуктивний метод** – включає виконання завдань за зразком (рішення задач, складання формул речовин і реакцій за алгоритмом, виконання лабораторних робіт за інструкцією - хімічних експериментів, робота з підручником і іншими джерелами інформації).

Відтворення і повторення способу діяльності за завданням викладача є головною ознакою репродуктивного методу.

3) **метод проблемного навчання** (викладання) має ціллю засвоєння не тільки результатів наукової системи знань, але і самого шляху, процесу одержання результатів, формування пізнавальної самостійності і розвитку творчих здібностей у студента. Цей метод включає систематичну самостійну пошукову діяльності студентів з засвоєнням ними готових висновків науки (метод побудований з врахування поставленої цілі і принципами проблемності).

В основі проблемного навчання – проблемна ситуація, така, при якій студенту необхідно вирішити важкі для себе задачі, але йому не вистачає даних і він повинен сам їх шукати (використання раніше засвоєних знань у нових практичних умовах; якщо є протиріччя між теоретичним можливим шляхом рішення задачі і нездійсненністю на практиці; якщо є протиріччя між практично досягнутим результатом і відсутністю знань для його теоретичного обґрунтування).

4) **частково-пошуковий, або евристичний метод** – метод, в якому викладач організовує студентів до виконання окремих етапів рішення проблеми; пропонується взаємопов'язана серія питань, більша або менша частина яких є невеликими проблемами, які у сукупності ведуть до рішення поставленої проблеми.

5) **дослідницький метод**: хімічний експеримент включає демонстраційний експеримент (викладацький) і лабораторні експериментальні роботи (студентський експеримент).

Лабораторні роботи – це метод навчання, при якому студенти під керівництвом викладача і лаборанта за раніше наміченим планом виконують досліди, певні практичні завдання, використовують прилади та інструменти, в ході чого відбувається засвоєння знань і досвіду діяльності;

проект (практикум) – творча (дослідницька) підсумкова робота включає розвиток інтелектуальних здібностей через засвоєння алгоритму наукового дослідження і формування досвіду виконання дослідницької роботи (проекту, практикуму)

7. Методи оцінювання.

- екзамен;
- усне або письмове опитування;
- модульне тестування;
- реферати, есе;
- захист лабораторних робіт;
- презентації та виступи на наукових заходах.

Основними формами контролю знань студентів є контроль на лекції, на семінарських і практичних, лабораторних заняттях, у поза навчальний час, на консультаціях, заліках і екзаменах.

I. Контроль на лекції може проводитись як вибіркове усне опитування студентів або з застосуванням тестів за раніше викладеним матеріалом, особливо за розділами курсу, які необхідні для розуміння теми лекції, що читається, або ж для встановлення ступеня засвоєння матеріалу прочитаної лекції (проводиться за звичай у кінці першої або на початку другої години лекції).

Поточний контроль на лекції покликаний привчити студентів до систематичної проробки пройденого матеріалу і підготовки до майбутньої лекції, встановити ступінь засвоєння теорії, виявити найбільш важкі для сприйняття студентів розділи з наступним роз'ясненням їх. Контроль на лекції не має віднімати багато часу.

За витратами часу на контроль усне опитування поступається контролю, програмованому за карточками.

II. Поточний контроль на лабораторних заняттях проводиться з метою виявлення готовності студентів до занять у таких формах:

1. Письмова (до 45 хв.) контрольна робота.
2. Колоквіум по самостійних розділах теоретичного курсу (темах або модулях).

3 Екзамени. Екзамен є підсумковим етапом вивчення усієї дисципліни або її частини і мають за мету перевірку знань студентів по теорії і виявлення навичок застосування отриманих знань при вирішенні практичних завдань, а також навиків самостійної роботи з навчальною і науковою літературою.

8. **Розподіл балів**, які отримують здобувачі вищої освіти. Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна та результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

Для визначення рейтингу здобувача вищої освіти із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу здобувача вищої освіти з навчальної роботи $R_{\text{НР}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{ат}}$.

9. Навчально-методичне забезпечення

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=1140>);
- конспекти лекцій та їх презентації (в електронному вигляді);
- підручники, навчальні посібники, практикуми;
- методичні матеріали щодо вивчення навчальної дисципліни для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти.

10. Рекомендовані джерела інформації.

1. Карнаухов О.І., Мельничук Д.О., Чеботько К.О., Копілевич В.А. Загальна та біонеорганічна хімія: Підручник для студентів вищих навчальних закладів.– К.: Фенікс, 2001. – 678 с.
2. Конспект лекцій з неорганічної та аналітичної хімії для студентів факультету захисту рослин, біотехнологій та екології ОС Бакалавр спеціальності 202 – Захист і карантин рослин. Част. 1 – неорганічна хімія. Панчук Т.К., Лаврик Р.В., Галімова В.М. – К.: «Експо-друк», 2022 – 160 с.
3. Методична розробка до виконання лабораторного практикуму з дисципліни «Неорганічна та аналітична хімія», частина 1 «Неорганічна хімія» для студентів спеціальності 202 - Захист і карантин рослин. Копілевич В.А., Панчук Т.К., Лаврик Р.В., Кравченко О.О. - К.: «Експо-друк», 2023 – 146 с.
4. Методична розробка до виконання лабораторного практикуму з дисципліни «Неорганічна та аналітична хімія», частина 2 «Аналітична хімія» для студентів спеціальності 202 - Захист і карантин рослин. Копілевич В.А., Панчук Т.К., Лаврик Р.В., Кравченко О.О. - К.: «Експо-друк», 2023 – 163 с.
5. Навчальний посібник до виконання лабораторного практикуму з дисципліни «Неорганічна та аналітична хімія» для студентів спеціальності 202 «Захист і карантин рослин». Панчук Т.К., Копілевич В.А., Лаврик Р.В., Ущипівська Т.І., Кравченко О.О., Прокопчук Н.М. – К: «Експо –друк», 2024 – 363 с.

Інтернет-джерела

1. <https://www.scienceinschool.org/>
2. Швидка хімія: Калькулятор
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.map.michael.chemistry&hl=uk&pli=1>
3. Періодична таблиця елементів (Тести, дані елементів).
<https://www.thatquiz.org/uk-m/science/periodic-table/>

4. Цікава хімія http://cikavahimiya.blogspot.com/2018/02/blog-post_14.html
5. Періодична система елементів (відео по кожному елементу)
<https://ed.ted.com/periodic-videos>
6. Презентації х хімії <https://gdz4you.com/prezentaciyi/himiya/>
7. Молекулярна маса (хімічний калькулятор)
<https://techemy.com/%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%BA/%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%96-%D1%82%D0%B0%D0%B1%D0%BB%D0%B8%D1%86%D1%96/%D0%BC%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D0%B0-%D0%BC%D0%B0%D1%81%D0%B0-%D1%85%D1%96%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%82/>
8. Динамічна таблиця Менделєєва
<http://ptable.com>
9. Портал «Хімія»
<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%B0%D0%BB:%D0%A5%D1%96%D0%BC%D1%96%D1%8F>
10. Хімікус-цікавікус <http://lnzchem.blogspot.com/>