

Міністерство освіти і науки України  
Прикарпатський національний університет  
імені Василя Стефаника

# ВІСНИК

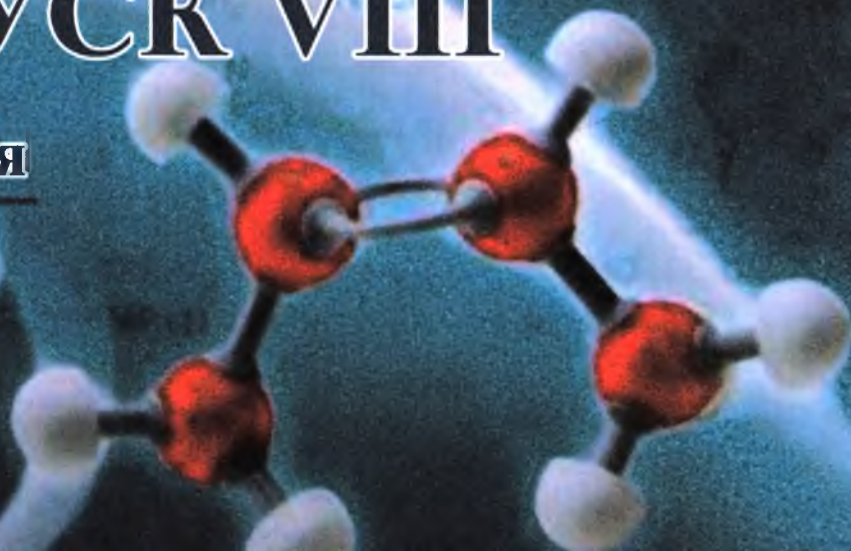


*Прикарпатського  
національного  
університету  
імені Василя Стефаника*

ВИПУСК VIII

Серія Хімія

2009



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ВІСНИК**  
**ПРИКАРПАТСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО**  
**УНІВЕРСИТЕТУ**  
імені Василя Стефаника

**СЕРІЯ ХІМІЯ**

**ВИПУСК VIII**



Івано-Франківськ  
2009



*Друкується за ухвалою Вченої Ради Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.*

*Протокол № 3 від 24.11.2009.*

**Редакційна рада:** д.філол.н., проф. В.В. ГРЕЩУК (*голова ради*), д.філос.н., проф. С.М. ВОЗНЯК, д.філол.н., проф. В.І. КОНОНЕНКО, д.іст.н., проф. М.В. КУГУТЯК, д.пед.н., проф. Н.В. ЛИСЕНКО, д.юрид.н., проф. В.В. ЛУЦЬ, д.філол.н., проф. В.І. МАТВІШИН, д.х.н. І.Ф. МИРОНЮК, д.ф.-м.н., проф. Б.К. ОСТАФІЙЧУК, д.мистецтв, проф. М.Є. СТАНКЕВИЧ, д.х.н., проф. Д.М. ФРЕЙК.

**Редакційна колегія:** д.х.н. І.Ф. МИРОНЮК (*головний редактор*), д.х.н., проф. Б.М. ГУЦУЛЯК, д.х.н., проф. В.О. ЛАВРЕНКО, д.т.н., проф. П.І. МЕЛЬНИК, д.ф.-м.н., проф. Б.К. ОСТАФІЙЧУК, д.х.н., проф. З.Г. ПІХ, д.т.н., проф. Г.О. СІРЕНКО (*заступник головного редактора*), д.х.н., проф. Д.М. ФРЕЙК, д.х.н., проф. О.В. ШИЙЧУК, к.т.н., доц. В.П. БЕЖЕНАР к.х.н., доц. О.М. ВЕРСТА, к.т.н., доц. І.Ю. КОСТИВ, к.т.н., доц. С.А. КУРТА, к.х.н., доц. Б.Л. ЛИТВИН, к.х.н. А.В. ЛУЦАСЬ, к.х.н., доц. Є.Р. ЛУЧКЕВИЧ, к.т.н., доц. М.П. МАТКІВСЬКИЙ, к.х.н. Л.Я. МІДАК, к.х.н., доц. Т.М. ТАРАС, к.х.н. Т.Р. ТАТАРЧУК (*відповідальний секретар*), к.т.н., доц. М.І. ХОМА.

*Адреса редакційної колегії:*

76000, м. Івано-Франківськ, вул. Галицька, 201, авд. 718.

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

**Вісник Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. Серія Хімія. – Івано-Франківськ: 2009. – Випуск VIII. – 116 с.**

Тематична спрямованість Вісника: за результатами досліджень і наукові оглядові статті та рецензії за розділами: неорганічна хемія, органічна хемія, аналітична хемія, фізична і колоїдна хемія, хемія високомолекулярних сполук, пластичні маси, радіохемія, трибохемія, хемія і технологія мастильних матеріалів, композиційні матеріали, хемічна технологія, біоорганічна хемія (хемічні науки), хемія твердого тіла (хемічні науки), фізика твердого тіла (фізико-математичні науки), математичні методи в хемії і хемічній технології, українська хемічна термінологія та номенклатура тощо.

Сфера розповсюдження – загальнодержавна. Вісник адресується викладачам, студентам, науковим співробітникам вищих навчальних закладів, науковим співробітникам науково-дослідних інститутів Національної Академії Наук України та Академій галузевих Міністерств України.

**Newsletter Precarpathian National University named after Vasyl Stefanyk. Herald. Chemistry. – Ivano-Frankivsk: 2009. – Part VIII. – 116 p.**

The subject of Newsletter: the results of research and scientific review articles and reviews by section: Inorganic Chemistry, Organic Chemistry, Analytical Chemistry, Physical and Colloidal Chemistry, Chemistry of Highly Molecular Compounds, plastic material, Radiochemistry, Tribochemistry, Chemistry and Engineering of Lubrication Oil, Composite Materials, Chemical Technology, Bioorganic Chemistry (chemical sciences), Chemistry of Solid State (chemical sciences), Physics of Solid State (physical and mathematical sciences), mathematical methods in chemistry and chemical technology, Ukrainian chemical terminology and nomenclature etc.

Scope of dissemination is a national. Journal addressed teachers, students, researchers of higher education institutions, researchers of scientific and research institutes of the National Academy of Sciences of Ukraine and the Academy of sectoral Ministries of Ukraine.

**Наукове видання** зареєстроване Міністерством юстиції України. Свідоцтво про державну реєстрацію: Серія КВ № 13140-2024 від 25.07.2007 р.

**Засновник:** Державний вищий навчальний заклад «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника».

«Вісник Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. Серія Хімія» затверджений Постановою Президії ВАК України № 1-05/2 від 27.05.2009 р. як фахове видання.

© Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2009

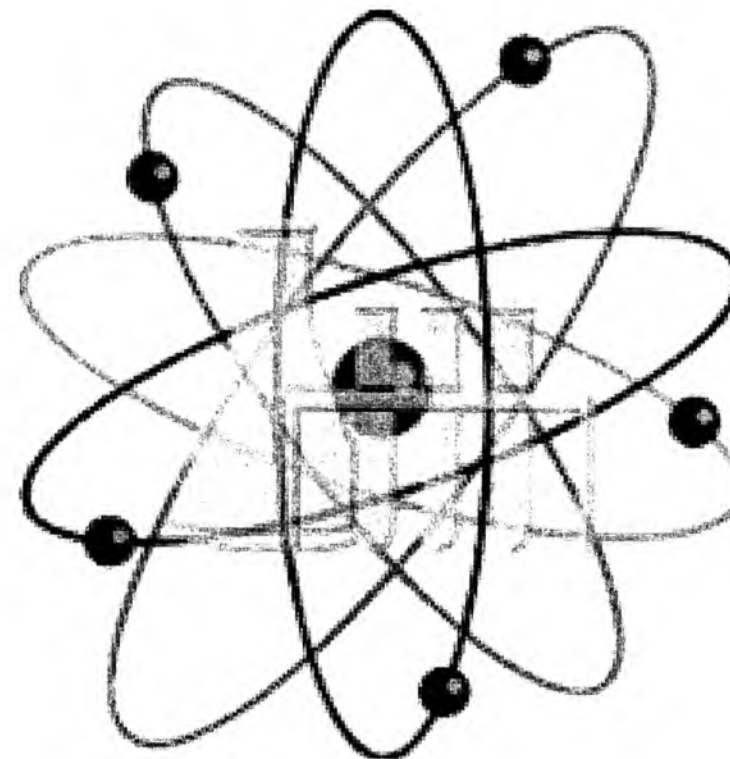
© Автори статей, 2009

КОД 02125266  
НАУКОВА БІБЛІОТЕКА

765173

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Прикарпатський національний університет  
імені Василя Стефаника**

**ВІСНИК  
Прикарпатського національного університету  
імені Василя Стефаника  
Серія ХІМІЯ  
ВИПУСК VIII**



**ФІЗИЧНА І КОЛОЇДНА ХЕМІЯ  
ХЕМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ  
ХЕМІЯ ТВЕРДОГО ТІЛА  
СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ В ХЕМІЧНІЙ  
ПРОМИСЛОВОСТІ  
НАВЧАЛЬНІ ПРОГРАМИ З ХЕМІЇ  
НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ РОЗРОБКИ  
МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ ХЕМІЇ  
УКРАЇНЬСЬКА ХЕМІЧНА ТЕРМІНОЛОГІЯ ТА НОМЕНКЛАТУРА  
ТРИБОПОВЕРХНЕВІ ЯВИЩА  
ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ**

А.О. Шийчук, Г.О. Сіренко

## Спектральні зміни барвника катйонний синій 41 під час взаємодії із карбоксиметилцелюлозою

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,  
вул. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ, 76025, Україна

За допомогою спектрофотометричних методів аналізу та із застосуванням математичної обробки спектрів досліджено взаємодію барвника катйонний синій 41 і карбоксиметилцелюлози. Виявлено помітні зміни в спектрі системи згаданих речовин порівняно із спектром чистого барвника. Виявлено можливість застосування даного явища із аналітичною метою.

**Ключові слова:** катйонний синій 41, карбоксиметилцелюлоза, спектральні зміни, міжмолекулярні комплекси, катйонні барвники, диференціювання.

A.O. Shyichuk, H.O. Sirenko

## Alternations in Spectra of Basic Blue 41 Dye Due to Interactions between the Dye and Carboxymethyl Cellulose

Vasyl Stefanyk Precarpathian National University,  
57, Shevchenko Str., Ivano-Frankivsk, 76025, Ukraine

Interactions between cationic dye Basic Blue 41 and carboxymethyl cellulose have been studied via spectrophotometry. The mathematical refinement of spectras has been used. Relating to the spectra of pure dye noticeable changes in spectras of Basic Blue 41-carboxymethyl cellulose system have been found. A possibility of analytical use of the phenomenon has been found.

**Key words:** Basic Blue 41, carboxymethyl cellulose, Spectral Changes, intermolecular complexes, cationic dyes, differentiation.

Стаття поступила до редакції 01.10.2009; прийнята до друку 01.11.2009.

### Вступ

Взаємодії між барвниками і полііонами вивчають протягом тривалого часу, особливо завдяки інтересу барвникової промисловости до цього явища. Такі взаємодії також важливі для біологічних досліджень [1, 2].

Взаємодія катйонних барвників з полііонами відбивається на спектрі поглинання (метахромізм). Такий ефект пояснюють утворенням агрегатів барвника внаслідок його підвищеної локальної концентрації. Це явище також спостерігається в концентрованих водних розчинах барвника. Присутність молекул полііону в розчині веде до скупчення молекул

барвника біля полімерних молекул, яке спричиняє метахромізм. Явище спостерігається уже при концентраціях барвника, менших від  $10^{-5}$  М, хоча в тих же умовах метахромізм не виявлений для чистого розчину барвника. Підвищена схильність катйонних барвників до метахромізму під час взаємодії з полііонами пояснюється зменшенням електростатичного відштовхування між молекулами барвника внаслідок частинної нейтралізації з протийонами, носіями яких є полімер, внаслідок чого молекули барвника опиняються в умовах, сприятливих для  $\pi$ -електронних взаємодій [3].

Для більшості катйонних барвників у присутності поліаніонів максимум в спектрі

поглинання зсувається в ділянку коротких хвиль, у той же час поглинання на характерних для чистого барвника довжинах хвиль спадає. Нові смуги поглинання відносять до димерів, тримерів і вищих агрегатів, які утворюються при збільшенні локальної концентрації барвника. З іншого боку, при перевищенні певної концентрації полімеру, максимум зміщується в довгохвильову ділянку спектру. Іноді такий комплекс може поглинати в ділянці хвиль, до 10 нм довших відносно максимуму «чистого» водного розчину барвника. Такий ефект пояснюється розподіленням молекул барвника вздовж надлишкових ланцюгів полімеру, внаслідок чого ці молекули опиняються на значній відстані одна від одної. На основі цього ефекту був розроблений спектроскопічний метод визначення кількості аніонних місць у полістиренсульфонаті натрію шляхом титрування з катйонними барвниками (акридиновий оранжевий (Acridine Orange) і Піронін G (Pyronine G)) [4, 5]. Схожий метод був застосований для оцінки кількості аніонних місць в ДНК [6, 7], поліакрилової [8] і поліметакрилової [9] кислотах.

Використання барвників у біологічній практиці відносять до кінця XIX ст. У той же час катйонні та аніонні барвники (метиленовий синій (Methylene Blue), метиловий зелений (Methyl Green), еозин (Eosine)), були застосовані для ідентифікації різних ділянок тканин тваринних організмів [10]. Тест датського лікаря Грама (H.Ch. Gram), впроваджений в 1884 році, ґрунтується на тому, що барвник кристалічний фіолетовий (Crystal Violet) незворотно фарбує певні бактерії, залишаючи незабарвленими інші. За цією ознакою мікроорганізми класифікують на грам-позитивні і грам-негативні [11].

Катйонні барвники на сучасну пору застосовуються у різних галузях біології. Забарвлення мікроорганізмів, у поєднанні з флюоресцентною мікроскопією, утворює потужний метод для дослідження будови клітин і тканин, а також для діагностики таких хвороб як сухоти (tuberculosis), обкладниці (diphtheria), болотна пропасниця (malaria) та ін. [12].

Нуклеїнові кислоти мають сильний кислотний характер завдяки фосфатним складовим ( $pK \sim 2$ ), в той час як білки є менш кислотними ( $pK \sim 5$ ) завдяки карбоксильним групам. Таким чином, в межах  $pH$  2-5 тільки нуклеїнові кислоти будуть йонізуватись і поводити себе як полііони, тому катйонні барвники, наприклад, профлавін (Proflavine), акридиновий оранжевий (Acridine Orange), і метиленовий синій (Methylene Blue), часто застосовують для забарвлення нуклеїнових кислот у таких умовах з метою відрізнення їх від білків.

Акридиновий оранжевий (Acridine Orange) також може бути використаний для дослідження змін конфігурації ДНК під час гелевого

електрофорезу [13]. Піронін (Pyronine) і метиловий зелений (Methyl Green) використовуються для розрізнення ДНК і РНК. Перший селективно фарбує РНК, а другий – ДНК [14]. Етидіум бромід (Ethidium Bromide) і пропідіум йодид (Propidium Iodide) – ще два барвники, які можуть бути використані для ідентифікації різних ДНК [15], а також для виявлення її в гелях [16]. Акридиновий оранжевий (Acridine Orange) [17] і барвники групи «родаміни» (Rhodamines) [18] використовуються для дослідження органел клітин.

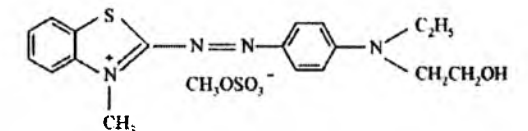
Барвник катйонний синій 41 використовується для фарбування акрилових, деяких поліамідних і поліестерових матеріалів, віскози, вати і вовни, а також в біології для забарвлення і подальшої ідентифікації пташиних лейкоцитів [19], а також крові і клітин кісткового мозку [20].

Дана робота присвячена дослідженню взаємодії азобарвника катйонного синього 41 та карбоксиметилцелюлози, яка є поліаніоном.

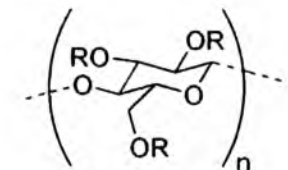
### I. Експериментальна частина

У якості об'єктів дослідження використані:

- азобарвник катйонний синій 41 (С.І. Basic Blue 41, BB41):



- карбоксиметилцелюлоза (КМЦ):



Для дослідження взаємодії барвника BB41 із КМЦ готували серію розчинів у мірних колбах на 100 мл, у які піпеткою вносили 50 мл  $10^{-4}$  М розчину барвника і різні кількості розчину КМЦ ( $4,5 \cdot 10^{-4}$  моль-мономера/л) з бюретки. У табл. наведені ці кількості розчину КМЦ і відповідні їм співвідношення КМЦ:BB41 (молярна концентрація мономера КМЦ, що віднесена до молярної концентрації BB41). Після додавання необхідних кількостей реагентів колби доводили до мітки дистильованою водою і витримували один день для досягнення рівноважного стану.

Квантово-механічне моделювання, яке полягало в оптимізації геометрії молекули барвника, здійснювали за допомогою програми Gaussian 03 E.01 [21] методом B3LYP [22, 23] із базовими параметрами 6-31+g(d,p). Моделювана молекула розміщувалась в уявному розчиннику, створеному методом РСМ [24].

Таблиця

Склад досліджуваних розчинів (система КМЦ-BB41) і відповідне їм співвідношення компонентів

Об'єм розчину КМЦ, мл	Співвідношення КМЦ:BB41
0	0,0
1	0,1
2	0,2
5	0,5
7	0,7
10	1,0
15	1,5
17	1,7
20	2,0
22	2,2
25	2,5
30	3,0
32	3,2
35	3,5

Спектри поглинання досліджуваних розчинів записувались на спектрофотометрі Hitachi у координатах  $D = f(\lambda)$ , де  $D$  – оптична густина розчину і  $\lambda$  – довжина хвилі, в кварцевій кюветі товщиною 1,00 см, діапазон довжин хвиль 200-800 нм, крок довжини хвилі 1 нм. Математична обробка спектру, яка полягала в вирівнюванні даних методом Савіцького-Голая [25] за тринадцятьма точками і згладжуванні-диференціюванні (похідна другого порядку) за тринадцятьма точками, проводилась за допомогою програми Origin 5 [26].

Експериментальні та розрахункові дані піддавали апроксимації аналітичними функціями, частіше поліномами  $k$ -го порядку:

$$y = b_0 + b_1x + b_2x^2 + \dots + b_i x^i + \dots + b_k x^k \quad (1)$$

Адекватність рівняння доводили:

• за коефіцієнтом апроксимації:

$$R^2 = 1 - \frac{SS_{ad}}{SS_{aid}}, (0 \leq R^2 \leq 1) \quad (2)$$

де  $SS_{ad}$  – сума (численик) в дисперсії адекватності:

$$S_{ad}^2 = \frac{SS_{ad}}{f_{ad}} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2}{n - m} \quad (3)$$

де  $f_{ad} = (n - m)$  – число ступенів вільності при розрахунку дисперсії адекватності;  $m$  – число коефіцієнтів, включаючи  $b_0$ , рівняння, що перевіряється на адекватність;  $n$  – число експериментальних точок;  $\bar{y}_i$  – значення  $y_i$ , розраховане за рівнянням (1) для  $i$ -точки;  $y_i$  – експериментальні дані в  $i$ -точці;  $SS_{aid}$  – сума (численик) в дисперсії відновлення:

$$S_{aid}^2 = \frac{SS_{aid}}{f_{aid}} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2}{n - 1} \quad (4)$$

де  $\bar{y}_i$  – середнє арифметичне значення  $n$  результатів;

$f_{aid} = (n - 1)$  – число ступенів вільності при розрахунку дисперсії відновлення;

• за кореляційним співвідношенням:

$$R = \sqrt{1 - \frac{S_{ad}^2}{S_{aid}^2}}, (0 \leq R \leq 1) \quad (5)$$

Для визначення на кривих залежностей  $y = f(x)$  лінійних ділянок, вибирали для апроксимації поліноми першого порядку:

$$y = b_0 + b_1x \quad (6)$$

При  $n \geq 5$  точок, адекватність (6) перевіряли за коефіцієнтом кореляції ( $0 \leq |r_{x,y}| \leq 1$ ), його значущість визначали за  $z$ -функцією перетворення Фішера.

## II. Результати та обговорення

За [10-17] більшість барвників, які використовують у дослідженнях на сьогодні часто є представниками тіазинових барвників, які належать до гомологічного ряду барвника Methylene Blue. Барвник катйонний синій 41 є представником іншого класу, ніж метиленовий синій та його часто згадувані в літературі гомологи, а саме – азобарвником. Крім того, як показали результати квантово-механічних досліджень, на відміну від багатьох барвників, структура катйонного синього 41 не є плоскою. Даний барвник поглинає у ділянці 550-650 нм і має синє забарвлення. Концентровані розчини BB41 мають синьо-фіолетове забарвлення. Такий метахромізм означає, що цей барвник змінює колір залежно від концентрації, а отже, може змінювати колір при взаємодії з поліаніонами.

Спектр чистого барвника, а також спектри системи КМЦ-BB41 (співвідношення компонентів згідно табл.) подані на рис. 1. Стрілками вказано напрямок зміни максимумів у міру зростання співвідношення КМЦ:BB41, тобто із збільшенням кількості КМЦ у системі. Згадане співвідношення визначається як частка молярної концентрації мономера КМЦ і молярної концентрації барвника, тобто є мольним співвідношенням мономер КМЦ: барвник.

Як видно з рис. 1, широкий максимум у ділянці 570-640 нм, який належить чистому барвнику, спадає, натомість з'являється новий максимум при довжині хвилі 517 нм, який зростає із збільшенням співвідношення КМЦ:BB41.

Так як у згаданому широкому максимумі важко визначити точне положення складових максимумів та їх кількість, було застосовано математичну обробку, яку буде описано нижче. За її результатами знайдено, що максимумів є два і їх довжини хвиль складають 575 та 620 нм.

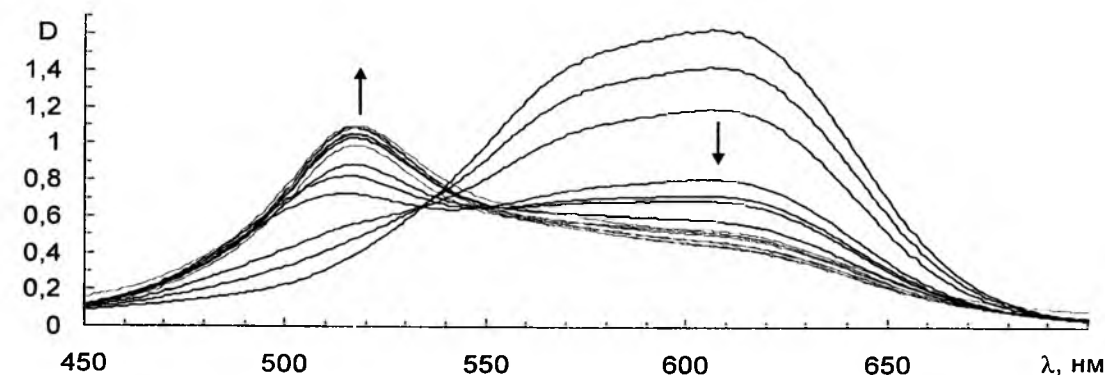


Рис. 1. Спектри поглинання системи BB41-КМЦ.

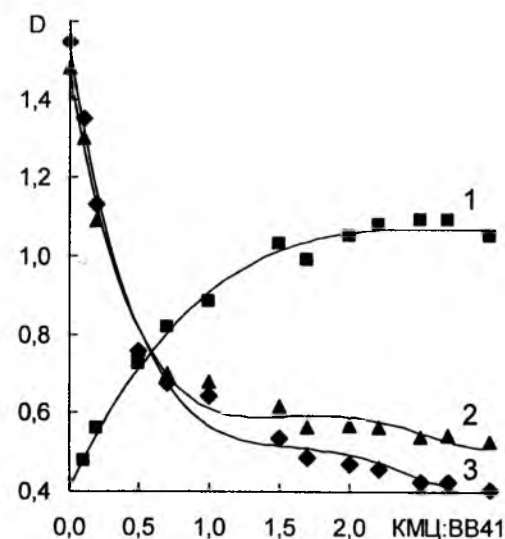


Рис. 2. Залежність оптичної густини  $D$  від співвідношення КМЦ:BB41 за довжинами хвиль 517 (1), 575 (2) і 620 (3) нм.

У спектрах системи КМЦ-BB41 є ізобестична точка (isosbestic point\*) та насичення в залежностях  $D(\lambda_i) = \varphi(\text{КМЦ:BB41})$  при довжинах хвиль 517, 575 і 620 нм від кількості КМЦ. За [3-5] можна зробити висновок, що BB41 утворює із КМЦ певний комплекс, котрий перебуває у рівновазі із вільним барвником і поглинає при 517 нм.

Для отримання конкретних кількісних даних щодо характеру змін максимумів у спектрах (рис. 1) були побудовані залежності оптичних густин від співвідношення КМЦ:BB41 для довжин хвиль 517, 575 та 620 нм (рис. 2). На рис. 2 апроксимаційні поліноми мають вигляд:

$$\bullet \text{ для } D(\lambda_1 = 517 \text{ нм}): y = 0,0333x^3 - 0,2728x^2 + 0,7391x + 0,4076, R^2 = 0,9926 \text{ (крива 1);} \quad (7)$$

$$\bullet \text{ для } D(\lambda_2 = 575 \text{ нм}): y = 0,0665x^4 - 0,5473x^3 + 1,5906x^2 - 1,9596x + 1,461, R^2 = 0,9902 \text{ (крива 2);} \quad (8)$$

$$\bullet \text{ для } D(\lambda_3 = 620 \text{ нм}): y = 0,0689x^4 - 0,566x^3 + 1,657x^2 - 2,117x + 1,5244, R^2 = 0,993 \text{ (крива 3);} \quad (9)$$

де  $y \equiv D(\lambda_i)$ ,  $x \equiv \text{КМЦ:BB41}$ .

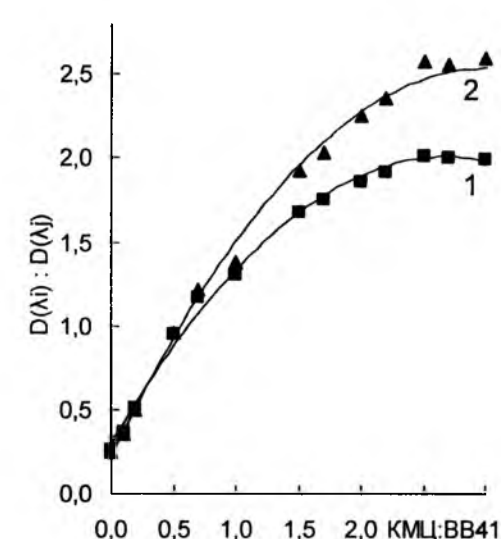


Рис. 3. Залежність співвідношення значень оптичних густин максимумів:  $D(\lambda_1 = 517 \text{ нм}) : D(\lambda_2 = 575 \text{ нм})$  (1) та  $D(\lambda_1 = 517 \text{ нм}) : D(\lambda_3 = 620 \text{ нм})$  (2) від співвідношення КМЦ:BB41.

Як видно з рис. 2, поглинання при 517 нм рівномірно зростає, а поглинання при 575 і 620 нм рівномірно спадає в діапазоні співвідношення КМЦ:BB41 від 0 до 0,5. При співвідношенні (КМЦ:BB41) > 0,5 криві змінюють тренд, і виходять на певне насичення.

Для отримання додаткових даних за результатами спектральної аналізи будують залежності співвідношень оптичних густин на певних довжинах хвиль від необхідного кількісного параметру. На рис. 3 зображені графіки залежності часток  $D(\lambda_1 = 517 \text{ нм}) : D(\lambda_2 = 575 \text{ нм})$  та  $D(\lambda_1 = 517 \text{ нм}) : D(\lambda_3 = 620 \text{ нм})$  від співвідношення КМЦ:BB41. На рис. 3 апроксимаційні поліноми мають вигляд:

$$\bullet \text{ для } D(\lambda_1 = 517 \text{ нм}) : D(\lambda_2 = 575 \text{ нм}): y = -0,2389x^2 + 1,2826x + 0,2895, R^2 = 0,9952 \text{ (крива 1)} \quad (10)$$

$$\bullet \text{ для } D(\lambda_1 = 517 \text{ нм}) : D(\lambda_3 = 620 \text{ нм}): y = -0,2586x^2 + 1,5523x + 0,2089, R^2 = 0,9927 \text{ (крива 2)} \quad (11)$$

де  $y \equiv D(\lambda_i) : D(\lambda_j)$ ,  $x \equiv \text{КМЦ:BB41}$ .

\*In spectroscopy, an isosbestic point is a specific wavelength at which two chemical species have the same molar absorptivity ( $\epsilon$ ) or (more generally) are linearly related [27]. (Ізобестична точка – у спектроскопії так називають певну довжину хвилі, при якій дві хемічні речовини мають однакову молярну адсорбцію).

Як і в залежностях значень оптичних густин максимумів від кількості КМЦ (рис. 2), тут спостерігається лінійна ділянка в межах співвідношення КМЦ:ВВ41 від 0 до 0,5. Є також певний злам в околі (КМЦ:ВВ41) = 0,5, але у цій залежності він досить незначний, тому можна вважати, що в цьому випадку лінійна ділянка простягається приблизно до точки КМЦ:ВВ41 = 2,5, що якісно відрізняє цю залежність від залежності оптичної густини відносно співвідношення КМЦ:ВВ41.

На рис. 4 зображені залежності співвідношень  $D(\lambda_2 = 575 \text{ нм}) : D(\lambda_3 = 620 \text{ нм})$  та  $D(\lambda_3 = 620 \text{ нм}) : D(\lambda_2 = 575 \text{ нм})$  від співвідношення КМЦ:ВВ41, тобто співвідношень оптичних густин максимумів самого барвника. Ці залежності є лінійними майже у всьому діапазоні співвідношення КМЦ:ВВ41. Коефіцієнт апроксимації  $R^2$  для даних кривих при апроксимації методом найменших квадратів складає 0,98-0,99. Це якісно відрізняє їх від всіх попередніх залежностей.

На рис. 4 апроксимаційні поліноми мають вигляд:

- для  $D(\lambda_2 = 575 \text{ нм}) : D(\lambda_3 = 620 \text{ нм})$ :  $y = 0,1211x + 0,9528$ ,  $R^2 = 0,9895$  (крива 1); (12)

- для  $D(\lambda_3 = 620 \text{ нм}) : D(\lambda_2 = 575 \text{ нм})$ :  $y = -0,096x + 1,0376$ ,  $R^2 = 0,9783$  (крива 2), (13)  
де  $y \equiv D(\lambda_i) : D(\lambda_j)$ ,  $x \equiv \text{КМЦ:ВВ41}$ .

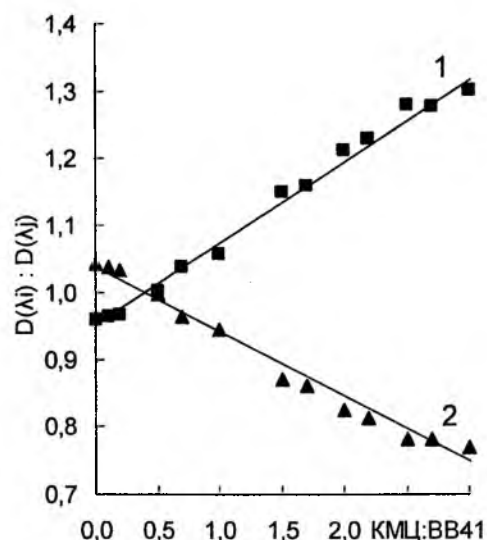


Рис. 4. Залежність співвідношення значень оптичних густин максимумів:  $D(\lambda_2 = 575 \text{ нм}) : D(\lambda_3 = 620 \text{ нм})$  (1) та  $D(\lambda_3 = 620 \text{ нм}) : D(\lambda_2 = 575 \text{ нм})$  (2) від співвідношення КМЦ:ВВ41.

Таким чином, із математично необробленого спектру системи КМЦ-ВВ41 можна отримати ряд кількісних показників, які залежать від концентрації КМЦ в системі. Тому, барвник катйонний синій 41 також можливо використати для кількісної аналізи КМЦ.

Якщо застосовувати катйонний синій 41 з аналітичною метою, то можна використати як звичайне вимірювання оптичної густини при відомих довжинах хвиль (517, 575 або 620 нм), або використовувати співвідношення оптичних густин  $D(\lambda_2 = 575 \text{ нм}) : D(\lambda_3 = 620 \text{ нм})$ . В обох випадках потрібно застосовувати метод калібрувального графіка. Перший спосіб є простішим, так як достатньо виміряти оптичну густину, а другий спосіб є кращим у зв'язку з помітно широкими межами співвідношень КМЦ:ВВ41, у яких можливо застосувати такий метод аналітичного визначення. У даному випадку співвідношення оптичних густин, в які входить  $D(\lambda_1 = 517 \text{ нм})$  не розглядаються, так як в їхніх залежностях від кількості КМЦ лінійна ділянка є такою ж за протяжністю, як і в звичайних залежностях оптичних густин максимумів.

Повернемось до згаданої вище математичної обробки спектрів. На початковому етапі досліджень було помічено, що в спектрі барвника катйонний синій 41 є один максимум, який є розширеним. Було припущено, що він складається з кількох максимумів, які є близькими за довжиною хвилі і накладаються один на одного. Тому, перш за все, необхідно визначити положення та кількості максимумів, для чого було застосовано метод диференціювання.

Всі математичні обробки виконувались у програмі Origin 5. Від спектрів були взяті другі похідні численими методами. Виявилось, що пряме диференціювання спектрів не є ефективним: замість бажаного диференційованого спектру утворювався спектр із суцільних спектральних «шумів». Слід зазначити, що після того, як попередні досліди показали наявність «шумності» спектрів, дані спектри було отримано в наступний спосіб. Знімали 10 спектрів з кожного зразка, при цьому щоразу оновлювали розчин у кюветі (10 різних проб з кожного з робочих розчинів), а потім з отриманих спектрів визначали середнє арифметичне оптичних густин у кожній точці. Такий спосіб теж виявився малоефективним, тому довелося застосувати ще й математичне вирівнювання спектрів методом Савіцького-Голая. Із доступних у програмі методів він виявився найкращим, так як, в утвореному після вирівнювання спектрі, висоти максимумів чітко збігались із висотами максимумів у вихідному спектрі (при застосуванні інших методів максимуми виявлялись значно нижчими). Після вирівнювання, до спектрів застосовували процедуру згладжування-диференціювання за похідною другого порядку. У результаті утворювались диференційовані спектри, частина з яких представлена на рис. 5, де звичайні спектри показані рискованою лінією, а відповідні їм диференційовані – суцільною.

За диференційованими спектрами було визначено положення максимумів. Як видно з рис. 5, диференційовані спектри дозволяють визначити положення максимумів з високою точністю та надійністю.

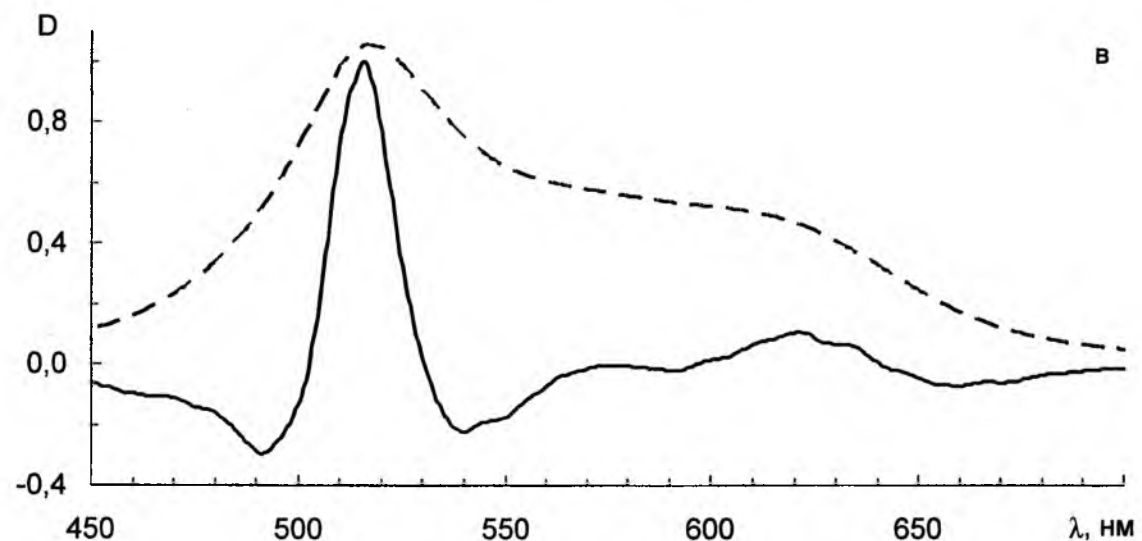
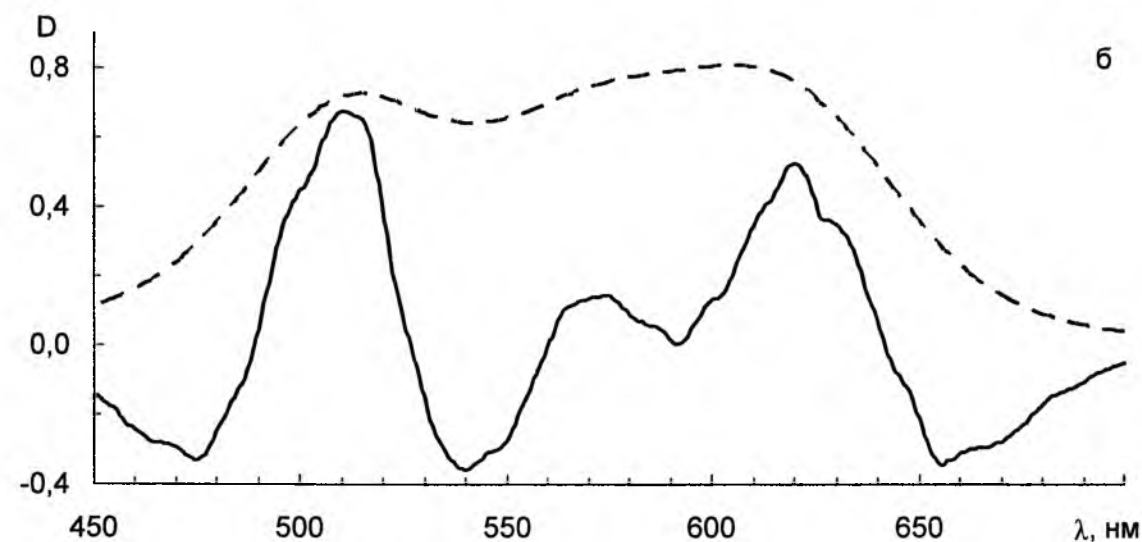
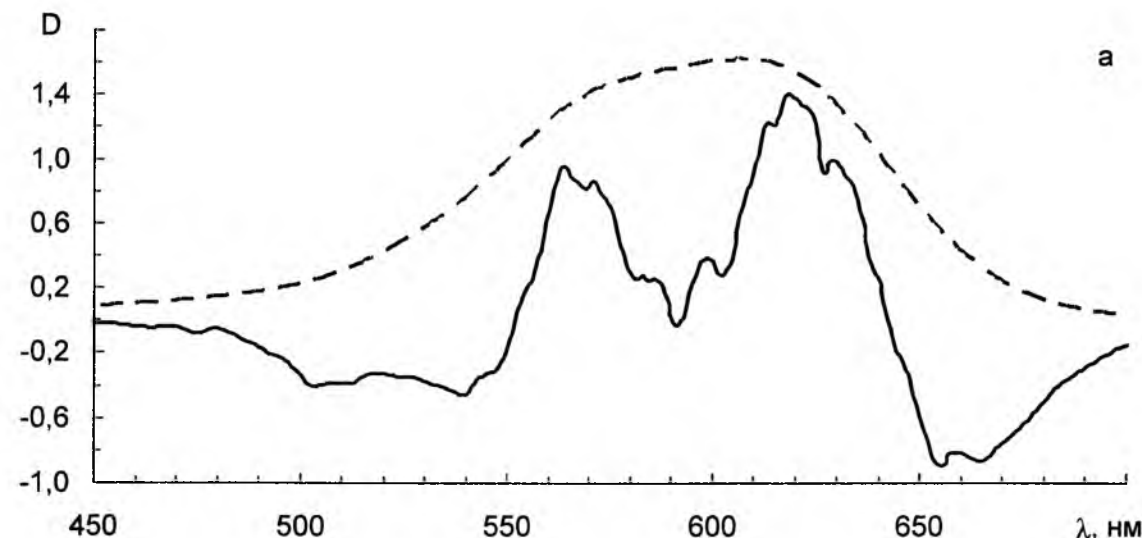


Рис. 5. Звичайні (---) і диференційовані (—) спектри систем із співвідношенням КМЦ:ВВ41, рівним 0,0 (а); 0,5 (б); 2,0 (в).

Значимо, що поняття оптичної густини ( $D$ ) у диференційованих спектрах не застосовується, так як диференційований спектр є побудовою значень другої або більш високого порядку похідної від початкового спектру відносно довжини хвилі. Тому назвемо висоту максимуму у диференційованому спектрі сигналом ( $S$ ).

Визначення висоти максимуму являє собою певне окреме завдання. Якщо у звичайному спектрі оптична густина – це висота максимуму від нуля, то у диференційованих спектрах вона визначається від нижніх точок кривої, яка являє собою максимум. Таких точок є дві, зліва і справа, і їх численні значення часто відрізняються. У випадку з сигналом  $S(\lambda_1 = 517 \text{ нм})$  простіше, бо можна отримати значення з обох нижніх точок і взяти їх середнє арифметичне. Натомість із сигналами  $S(\lambda_2 = 575 \text{ нм})$  та  $S(\lambda_3 = 620 \text{ нм})$  нижня точка, яка знаходиться між ними, не може бути використана, так як знаходиться явно зависоко, вочевидь, внаслідок накладання максимумів. Тут можна було би піти далі і застосувати більш високе розділення за допомогою похідних вищих парних порядків – четвертого, шостого тощо, так як вони, на відміну від похідних непарних порядків, мають вигляд, подібний до недиференційованого спектру. Похідні непарних порядків не є придатними для аналізу спектрів. Практика показала, що «шумність» спектру все ж дається взяти, і диференціювання, починаючи з похідної четвертого порядку, утворює спектр, який складається практично із «шумів». Тому, значення сигналу  $S(\lambda_2 = 575 \text{ нм})$  визначалось за лівою нижньою точкою, а сигналу  $S(\lambda_3 = 620 \text{ нм})$  – за правою.

Залежності значень сигналів  $S$  при довжинах хвиль 517, 575 і 620 нм від співвідношення КМЦ:ВВ41 приведені на рис. 6. Апроксимаційні поліноми мають вигляд:

$$\bullet \text{ для } S(\lambda_1 = 517 \text{ нм}): y = 9 \cdot 10^{-6} x^3 - 0,0007 x^2 + 0,0031 x - 7E-05, R^2 = 0,9968 \text{ (крива 1);} \quad (14)$$

$$\bullet \text{ для } S(\lambda_2 = 575 \text{ нм}): y = -7 \cdot 10^{-5} x^5 + 0,0007 x^4 - 0,0024 x^3 + 0,0041 x^2 - 0,003 x + 0,0014, R^2 = 0,9839 \text{ (крива 2);} \quad (15)$$

$$\bullet \text{ для } S(\lambda_3 = 620 \text{ нм}): y = -3 \cdot 10^{-5} x^5 + 0,0004 x^4 - 0,0017 x^3 + 0,0035 x^2 - 0,0038 x + 0,0023, R^2 = 0,9959 \text{ (крива 3),} \quad (16)$$

де  $y = S(\lambda_i)$ ,  $x \equiv \text{КМЦ:ВВ41}$ .

Закономірності загалом такі, як й на рис. 2, але є певні відмінності. Принциповою відмінністю є те, що сигнал  $S(\lambda_1 = 517 \text{ нм})$  зростає лінійно до значення співвідношення (КМЦ:ВВ41)=1,5 і спадає в діапазоні, коли згадане співвідношення є більшим, ніж 2,5. Ймовірно, тут має місце описане в літературі явище, коли, при збільшенні кількості полімеру, молекули барвника розподіляються вздовж його ланцюгів, а локальне зростання концентрації стає меншим і комплекс частково руйнується.

На рис. 7 зображено залежності співвідношень сигналів  $S(\lambda_1 = 517 \text{ нм}) : D(\lambda_2 = 575 \text{ нм})$  та  $S(\lambda_1 = 517 \text{ нм}) : D(\lambda_3 = 620 \text{ нм})$  (аналогічно до співвідношень оптичних густин) від співвідношення КМЦ:ВВ41. Апроксимаційні поліноми мають вигляд:

$$\bullet \text{ для } S(\lambda_1 = 517 \text{ нм}) : S(\lambda_2 = 575 \text{ нм}): y = 0,09 x^3 - 1,3778 x^2 + 5,5252 x - 0,3946, R^2 = 0,9918 \text{ (крива 1);} \quad (17)$$

$$\bullet \text{ для } S(\lambda_1 = 517 \text{ нм}) : S(\lambda_3 = 620 \text{ нм}): y = -0,8374 x^3 + 3,3837 x^2 + 0,4249 x + 0,0299, R^2 = 0,987 \text{ (крива 2),} \quad (18)$$

де  $y = S(\lambda_i) : S(\lambda_j)$ ,  $x \equiv \text{КМЦ:ВВ41}$ .

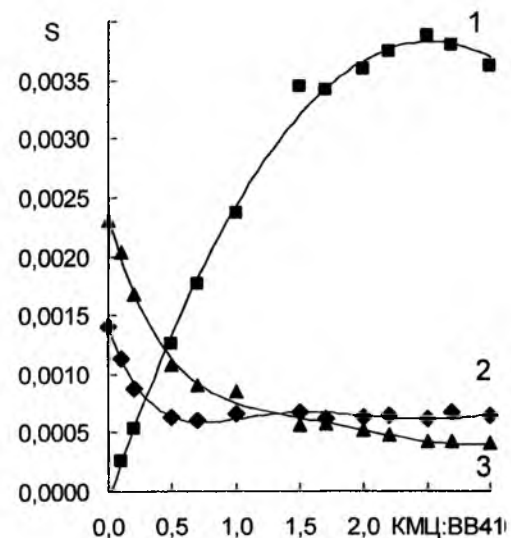


Рис. 6. Залежність значення сигналу  $S$  від співвідношення КМЦ:ВВ41 для довжин хвиль 517 (1), 575 (2) і 620 (3) нм.

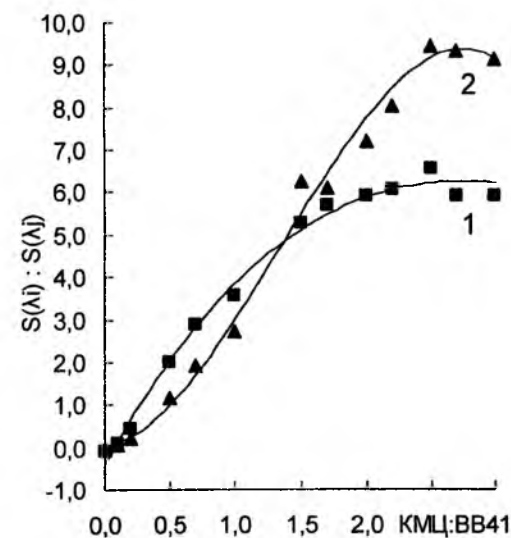


Рис. 7. Залежність співвідношення сигналів  $S(\lambda_1 = 517 \text{ нм}) : D(\lambda_2 = 575 \text{ нм})$  (1) та  $S(\lambda_1 = 517 \text{ нм}) : D(\lambda_3 = 620 \text{ нм})$  (2) від співвідношення КМЦ:ВВ41.

З точки зору застосування цих даних з аналітичною метою, диференціювання спектрів не є зручним. Як видно із рис. 6 і 7, протяжність лінійних ділянок кривих  $S(\lambda_i) = f(\text{КМЦ:ВВ41})$  та  $[S(\lambda_i) : S(\lambda_j)] = \psi(\text{КМЦ:ВВ41})$  не є радикально більшою від протяжності лінійних ділянок у схожих графіках, побудованих на основі звичайних спектрів. Більше того, співвідношення  $D(\lambda_2 = 575 \text{ нм}) : D(\lambda_3 = 620 \text{ нм})$  та  $D(\lambda_3 = 620 \text{ нм}) : D(\lambda_2 = 575 \text{ нм})$  є навіть зручнішими. Натомість, диференціювання дає цінну інформацію щодо положення максимумів.

Таким чином, можна зробити висновки щодо застосування барвника ВВ41 з аналітичною

метою. З того, що КМЦ не є сильноокислим полімером, а також з літературних даних, витікає, що барвник ВВ41 можна застосовувати для аналізу КМЦ та інших поліаніонів. У такому разі вигідно застосувати запис спектрів один раз і дослідити їх за допомогою диференціювання, що дає вихідну інформацію про кількість максимумів та їх положення. Надалі можна застосовувати простіші прилади, тобто отримувати значення оптичної густини лише для кількох довжин хвиль і, залежно від ситуації, використовувати або безпосередньо оптичну густина, або співвідношення оптичних густин.

## Висновки

1. Виникнення нового максимуму під час взаємодії КМЦ з барвником ВВ41 можна пояснити утворенням тримерів і вищих агрегатів барвника, так як димери вже присутні в розчині, що підтверджено наявністю максимуму  $D(\lambda_2 = 575 \text{ нм})$ . Утворенню тримерів сприяє збільшення локальної концентрації барвника в околі полімерного ланцюга КМЦ або всередині статистичних клубків.

2. Ймовірно, агрегація барвника, часткова компенсація зарядів з аніонними групами КМЦ, чи якісь інші взаємодії викликають зміни у спектрі системи КМЦ:ВВ41. На користь утворення агрегатів говорить наступне: найпротяжнішою лінійною ділянкою характеризується залежність не оптичної густини від кількості КМЦ і не співвідношення максимумів барвника і його комплексу з КМЦ, а залежність співвідношення максимумів самого барвника (коефіцієнт апроксимації  $R^2$  дорівнює 0,98-0,99).

3. Залежність співвідношення  $D(\lambda_2 = 575 \text{ нм}) : D(\lambda_3 = 620 \text{ нм})$  від співвідношення

КМЦ:ВВ41 є лінійною майже на всій числовій вісі довжин хвиль, при чому на цій кривій не спостерігається насичення, яке було присутнє на інших залежностях.

4. Співвідношення  $D(\lambda_2 = 575 \text{ нм}) : D(\lambda_3 = 620 \text{ нм})$  зростає в міру збільшення співвідношення КМЦ:ВВ41, при цьому, при малому останньому, перше співвідношення було меншим від одиниці, а потім зростає і перевищує одиницю. Тобто, при малому співвідношенні КМЦ:ВВ41, ймовірно, було більше мономера, тому максимум при 620 нм був вищим від максимуму при 575 нм,  $[D(\lambda_2 = 575 \text{ нм}) : D(\lambda_3 = 620 \text{ нм})] < 1$ , а в міру зростання співвідношення КМЦ:ВВ41 димерів стало більше, ніж мономерів.

5. При перевищенні співвідношенням КМЦ:ВВ41 певного значення, максимум при 517 нм припиняє зростати, а максимуми при 575 і 620 нм знижуються значно повільніше в ділянці співвідношення КМЦ:ВВ41 від 2 до 3, ніж в ділянці співвідношення КМЦ:ВВ41 від 0 до 1. Якщо припустити, що комплекс КМЦ з барвником є, фактично, тримером барвника, то виходить, що при перевищенні кількості КМЦ певного значення відносно кількості барвника, кількість тримерів зростає дуже повільно, а кількість мономерів зменшується швидше на користь димерів і тримерів, відповідно співвідношення димер : мономер  $D(\lambda_2 = 575 \text{ нм}) : D(\lambda_3 = 620 \text{ нм})$  зростатиме, хоча абсолютні значення поглинання змінюються малопомітно. У міру подальшого зростання кількості КМЦ спостерігається явище зворотнього метакромізму: молекули барвника будуть розподілятися між молекулами полімеру, локальна концентрація барвника падатиме, внаслідок чого будуть утворюватися його мономери, поглинання на 517 нм падатиме.

## Література

1. Miguel G. Neumann, Marcio J. Tiera, The Use of Basic Dyes as Photochemical Probes // Química Nova, 16 (4), 1993, 280-287.
2. Lerman L.S. // J. Mol. Biol., 1961, 3, 18.
3. Lerman L. // Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 1963, 49, 94.
4. Vitagliano V., Constantino L. // J. Phys. Chem., 1970, 74, 197.
5. Vitagliano V., Constantino L., Zagar A. // J. Phys. Chem., 1973, 77, 204.
6. Bradley D.F., Falsenfeld G. // Nature, 1959, 184, 1920.
7. Constantino L., Liquori A.M., Vitagliano V. // Biopolymers, 1964, 2, 1.
8. Vitagliano V. // Chemical and Biological Applications of Relaxation Spectrometry, E. Wyn Jones (Ed.), D. Riedel, Dordrecht, 1975, 437-466.
9. Barone G., Crescenzi V., Quadrifoglio F., Vitagliano V. // Ric. Sci., 1966, 36, 503.
10. Gurr E., Anaud N., Unni M.K., Aynagar N.R., Applications of Synthetic Dyes to Biological Problems // The Chemistry of Synthetic Dyes, K. Venkataraman (Ed.), Vol. VII, Academic Press, New York, 1974, 277-351.
11. Hugo W.B., Russel A.D. // Pharmaceutical Microbiology, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1977, 5.
12. Kawamoto F. // Lancet, 1991, 337, 200.
13. Bustamante C. // Ann. Rev. Biophys., Biophys. Chem., 1991, 20, 415.

14. Rosenkrans H.S., Bendich A. // Biophys. Biochim. Cytol., 1958, 4, 663.
15. Paoletti C., Le Pecq J.-B. // Methods Enzymol., 1971, 21-D, 255.
16. Guttman A., Cooke N., Anal. Chem., 1991, 63, 2028.
17. Lynch R.M., Fogarty K.E., Fay F.S. // J. Cell. Biol., 1991, 112, 385.
18. Ratinaud M.H., Leprat P., Julien R. // Cytometry, 1988, 9, 206.
19. L. Kass, G.L. Harrison, C. Lindheimer // Biotech. Histochem. 77 (2002) 201.
20. L. Kass // Histotechnology 11 (1988) 10.
21. <http://www.gaussian.com>.
22. A. D. Becke "Density-functional exchange-energy approximation with correct asymptotic behavior". Phys. Rev. A 38: 3098–3100. doi:10.1103 // PhysRevA.38.3098.
23. Chengteh Lee, Weitao Yang, Robert G. Parr. "Development of the Colle-Salvetti correlation-energy formula into a functional of the electron density". Phys. Rev. B 37: 785. doi:10.1103/PhysRevB.37.785.
24. Tomasi, J.; Mennucci, B.; Cancès, E. The IEF version of the PCM solvation method: an overview of a new method addressed to study molecular solutes at the QM ab initio level // Journal of Molecular Structure: THEOCHEM Volume: 464, Issue: 1-3, May 18, 1999, pp. 211-226
25. A. Savitzky, Marcel J.E. Golay, Smoothing and Differentiation of Data by Simplified Least Squares Procedures // Analytical Chemistry 1964, 36, 1627–1639.
26. [www.originlab.com](http://www.originlab.com).
27. John W. Moore, Ralph G. Pearson, Arthur Atwater Frost, "Kinetics and Mechanism". Contributor John W. Moore, Ralph G. Pearson. Edition: 3, illustrated, revised // John Wiley and Sons, 1981, ISBN 0471035580, 9780471035589

*Шийчук А.О.* – магістрант кафедри теоретичної та прикладної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

*Сіренко Г.О.* – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри теоретичної та прикладної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

#### Рецензент

*Мідак Л.Я.* – кандидат хімічних наук, доцент кафедри теоретичної та прикладної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

## ХЕМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ

УДК 547.914:678.652

С.В. Федорченко<sup>1</sup>, С.А. Курта<sup>1</sup>, М.Я. Горланова<sup>1</sup>, М.С. Курта<sup>2</sup>

### Дослідження синтезу форконденсату для карбамідоформальдегідних смол

<sup>1</sup>Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,  
вул. Шевченка 57, м. Івано-Франківськ, 76025, Україна

<sup>2</sup>Фірма «VAVIN», м. Калуш Івано-Франківської обл., Україна

Досліджено технологічний процес одержання форконденсату – продукту приєднання формальдегіду до карбаміду, який використовується для другої стадії поліконденсації у промислового виробництві карбамідоформальдегідних смол. На основі отриманих результатів запропоновано оптимальні технологічні параметри проведення синтезу форконденсату.

**Ключові слова:** карбамідоформальдегідні смоли, форконденсат, оптимальні технологічні параметри, температура реакції, мольне співвідношення реагентів, в'язкість, рН, вільний формальдегід.

S.V. Fedorchenko<sup>1</sup>, S.A. Kurta<sup>1</sup>, M.Ya. Horlanova<sup>1</sup>, M.S. Kurta<sup>2</sup>

### The investigation of synthesis of forcondensate for urea-formaldehyde resins

<sup>1</sup>Vasyl Stefanyk' Precarpathian National University,  
57, Shevchenko Str., Ivano-Frankivsk, 76025, Ukraine

<sup>2</sup>«VAVIN», Kalush, Ivano-Frankivsk region, Ukraine

The technological process of synthesis of forcondensate – a product of the joining of the formaldehyde to carbamide, which is used for the second stage of the polycondensation in industrial production of urea-formaldehyde resins has been investigated. On the base of obtained results there were suggested the optimal technology parameters of the forcondensate synthesis.

**Key words:** urea-formaldehyde resins, forcondensate, optimal technology parameters, reaction temperature, mole correlation of the reagents, viscosity, pH, free formaldehyde.

Стаття поступила до редакції 20.10.2009; прийнята до друку 20.11.2009.

#### Вступ

Виробництво карбамідоформальдегідних смол (КФС) має важливе практичне значення завдяки їх низькій вартості, багатій сировинній базі та виключно цінним технічним і фізико-хімічним властивостям. Найважливішу галузь застосування КФС складають клеї на їх основі, які в значних кількостях використовуються в деревообробній промисловості у виробництві деревинно-стружкових і деревинноволокнистих плит, фанери і меблів. Основними технологічними перевагами карбамідо-формальдегідних смол є низька

собівартість, висока адгезійна здатність, велика швидкість твердіння, низька в'язкість при високій концентрації і температурі, стабільність при зберіганні, що забезпечує можливість регулювання в'язкості, безбарвність, світлостійкість, твердість, високий дуговий опір [1]. Приріст світового виробництва карбамідо-формальдегідних смол в останні роки складає приблизно 3,6% на рік у залежності від загального стану економіки регіону [2].

Для багатьох вітчизняних підприємств деревообробної промисловості залишається надзвичайно актуальною проблема одержання



низькотоксичних стабільних карбамідоформальдегідних смол для випуску якісних і конкурентоспроможних виробів. Постійним і першочерговим завданням у дослідженні синтезу карбамідоформальдегідних смол залишається розроблення і уточнення механізмів основних стадій їх отримання, виявлення властивостей сировини, карбамідоформальдегідних сполук і технології їх виробництва. Тільки такий підхід до справи допоможе отримувати продукт високої якості при найменших витратах сировини, праці і засобів виробництва.

Як показує досвід, необхідний індивідуальний вибір способу покращення властивостей смол, зокрема зменшення їх токсичності і підвищення стабільності при зберіганні. Перспективним напрямком для покращення характеристик смоли є синтез КФС із наперед заданими властивостями, що значно економічніше і технологічніше для виробництва деревинних плит [3-9].

На виробництві КФС ВАТ «Оріана» смоли отримують неперервним гетерофазним способом, за яким в реакційній колоні розчин карбаміду взаємодіє з формальдегідовмісними газами, одержаними окисненням метанолу. Утворений форконденсат конденсується на стадії поліконденсації у макромолекули смоли. В гетерофазному способі об'єднуються дві стадії: адсорбція формальдегіду із контактних газів і його приєднання до карбаміду. Тепло, що виділяється при екзотермічній реакції взаємодії формальдегіду і карбаміду, та виноситься з контактними газами, дозволяє проводити одночасне випарювання конденсаційного розчину і отримувати на виході з реакційної колони розчин з високою концентрацією моно- і диметилполкарбаміду. Спосіб має декілька стадій:

- одержання формальдегідвмісних газів з метанолу на срібному каталізаторі;
- процес приєднання формальдегіду до карбаміду з утворенням моно- і диметилполкарбамідів;
- процес кислотної конденсації метилполкарбамідів до карбамідоформальдегідних смол;
- доконденсація карбамідоформальдегідних смол додаванням карбаміду і їх стабілізація;
- сорбція шкідливих речовин і відхідних газів та ректифікація надсмольних вод.

Повнота взаємодії газового формальдегіду з розчином карбаміду, а також склад утворених при цьому продуктів при неперервному проведенні процесу залежить від таких факторів: склад контактних газів і концентрація в них формальдегіду, метанолу і води; температури, з якою контактні гази подаються в колону синтезу; концентрація розчину карбаміду, який поступає в колону; тривалості контакту карбаміду і формальдегіду в колоні; температури процесу; мольного співвідношення карбаміду і формальдегіду, які подаються в колону.

Метою даної роботи є оптимізація і вдосконалення існуючої технології отримання КФС неперервним гетерофазним способом із метою поліпшення якісних характеристик смол.

## I. Експериментальна частина

Для оптимізації і вдосконалення існуючого технологічного процесу синтезу карбамідоформальдегідних смол неперервним способом проводили детальне вивчення стадії приєднання формальдегіду до карбаміду, на якій утворюється форконденсат, в цеху КФС ВАТ «Оріана». Технологічна схема конденсації являє собою каскад реакторів. Дослідження діючого виробництва показало, що в реакторі взаємодії розчину карбаміду з формальдегідовмісними газами, де утворюється основний технологічний розчин – форконденсат, за висотою реактора не забезпечується підтримання оптимальних параметрів технологічного режиму й співвідношення реагентів [10].

Причинами виникнення труднощів є:

1. Апаратне оформлення процесу (реакційна колона) дещо невдало: діаметр колони занадто великий, внаслідок чого ефективність контакту газового формальдегіду з карбамідом недостатня. Це веде до «проскоку» газового формальдегіду і супроводжується його значними втратами (15-20% в перерахунку на метанол).

2. Нестабільний технологічний режим (t, рН, співвідношення К:Ф) встановлений так, що колона може працювати лише 10-12 днів, впродовж яких вона забивається і стає непрохідною.

3. Значна тривалість перебування смоляної основи форконденсату в кубі колони та зоні впливу газів з великим вмістом формальдегіду разом з іншими факторами призводить до утворення нерозчинних продуктів, які забивають насадку і перетоки.

4. Вихід смоли за метанолом складає 80-85%, замість запланованих 96-98% внаслідок того, що:

- кількість надсмольних вод виявилась значно більшою, ніж передбачалось;
- надсмольні води, які містять 3-5% формальдегіду, не можна використовувати для розчинення карбаміду через утворення нерозчинних продуктів передчасної взаємодії надлишку карбаміду з формальдегідом – поліметилполкарбамідів, які забивають трубопроводи, ротометри і т.п., та сприяють швидкій зупинці реакційної колони.

5. Зменшення енергозатрат виявилось незначним внаслідок того, що реакційні колони і апарати каскаду реакторів після 10-12 днів роботи потребують 3-7-денного пропарювання.

6. Форконденсат низької якості, а саме: у вигляді паст (неповна конденсація), не витримує необхідного терміну зберігання, клеючі властивості КФС на його основі недостатні,

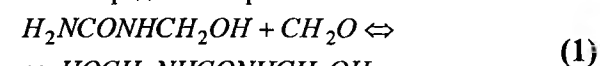
внаслідок чого при застосуванні часто отримують брак.

Наведені недоліки відносяться лише до даної технології та апаратури, не заперечуючи перспективність самого способу. Тому, для встановлення оптимальних умов проведення реакції взаємодії розчину карбаміду з газовим формальдегідом у реакційній колоні досліджувався вплив мольного співвідношення карбаміду і формальдегіду, температури й рН реакційного середовища на фізико-хімічні характеристики одержуваних форконденсатів. Для вивчення роботи реактора технологічної лінії цеху КФС з нього впродовж тривалого часу відбирались проби форконденсаційного розчину за зонами (царгами) реактора та проводився аналіз згідно ГОСТу 14231-88.

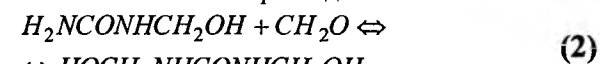
## II. Результати та обговорення

Реакції взаємодії карбаміду з формальдегідом характеризуються такими закономірностями: вони проходять в декілька стадій, напрям яких залежить від температури, значення рН, концентрації реагентів. Залежно від умов проведення реакції в результаті поліконденсації карбаміду і формальдегіду можливе утворення індивідуальних кристалічних речовин, розчинних олігомерних продуктів, а також неплавких, нерозчинних у воді та органічних розчинниках аморфних полімерів.

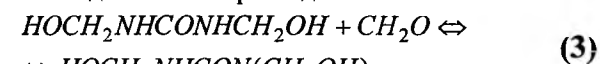
Первинними продуктами реакції взаємодії карбаміду з формальдегідом є метилольні похідні карбаміду. Реакції утворення метилполкарбамідів можна представити рівняннями:



монометилполкарбамід



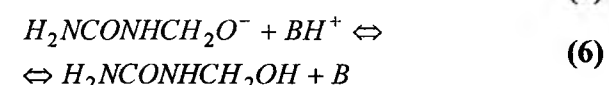
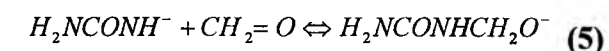
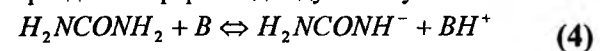
диметилполкарбамід



триметилполкарбамід

Формальдегід у водному розчині існує головним чином у вигляді метилполгліколей або поліметилполгліколей. Проте в реакцію з карбамідом формальдегід вступає тільки в безводній альдегідній або в її резонансній формі. Це пояснюється тим, що швидкості реакцій деполімеризації полігліколей і дегідратації метилполгліколей такі великі, що не впливають на швидкість взаємодії формальдегіду з карбамідом.

Механізм основного каталізу реакції приєднання формальдегіду є наступним:



Як клеючі, так і фізико-хімічні властивості КФС залежать від цілого ряду факторів, і в першу чергу, від мольного співвідношення карбаміду і формальдегіду, температури і величини рН в реакційній колоні. У зв'язку з цим вивчався вплив цих факторів на перебіг реакції взаємодії карбаміду з формальдегідом і характеристики одержуваних форконденсатів.

Однією з найважливіших умов отримання якісних смол є чітко визначене співвідношення карбаміду і формальдегіду. При інших рівних технологічних параметрах співвідношення карбаміду і формальдегіду К : Ф визначає склад реакційного розчину, в тому числі вміст метилольних груп, від якого залежить якість отримуваних КФС. З реакційної колони виходить не готова смола з вмістом метилольних груп 14-20%, а лиш смоляна основа – форконденсат – із вмістом метилольних груп 25-50% і вільного формальдегіду 3,5-5,5% та рН = 6,5-8,0, яка перетворюється в готову смолу лише через декілька годин, пройшовши кислу конденсацію на каскаді реакторів.

При невдало підбраному співвідношенні реагентів, зокрема занадто низькому мольному співвідношенні Ф:К (Ф:К < 1,6:1), отримуються форконденсати з низьким вмістом метилольних груп. Смола, отримана з такого форконденсату, має низьку розчинність, низькі клеючі властивості через низький ступінь поліконденсації і не витримує необхідного терміну зберігання. Адже, стабільність смоли збільшується із зростанням вмісту формальдегіду, як вільного, так і зв'язаного (метилольні групи). При нестабільному співвідношенні формальдегіду і карбаміду (Ф:К) можливе утворення метилполкарбамідів, яке призводить до дестабілізації режиму синтезу форконденсату і осадження смоли. Причому при поданні розчину карбаміду протипотоком зверху колони, де є надлишок карбаміду і нестача формальдегіду, умови найсприятливіші для утворення метилполкарбамідів, які нерозчинні у воді і є джерелом пастоутворення.

Відомо, що смоли високої якості можна отримувати при вмісті метилольних груп у форконденсаті 42-44% [4]. Дослідження вмісту метилольних груп дозволило встановити, що такий склад в форконденсаті досягається при мольному співвідношенні Ф : К = 1,8-2 : 1 (рис. 1). При даному співвідношенні реагентів частка моно- і диметилполкарбаміду в загальному вмісті метилольних похідних в форконденсаті складає до 90%, решта 10% приходяться на три- і тетраметилполкарбаміди.

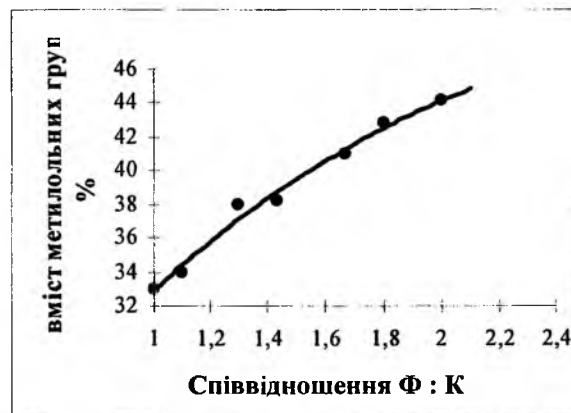


Рис. 1. Залежність вмісту метилольних груп -  $\text{CH}_2\text{OH}$  (%) в форконденсаті від мольного співвідношення формальдегіду і карбаміду (Ф:К) ( $\text{pH}=6,5-7$ ,  $T=359-365$  К).

Із зміною температури змінюється швидкість перебігу реакції синтезу КФС і характеристика отриманого форконденсату. З підвищенням температури значно збільшується в'язкість і зменшується вміст метилольних груп в форконденсаті, тобто висока температура процесу сприяє процесу утворення високомолекулярних олігомерів. Окрім того, слід відмітити, що підвищення температури вище 368 К супроводжується різким зростанням в'язкості смоли і закупоркою колони (рис. 2). Зниження температури нище 358 К веде до зменшення розчинності карбаміду і в'язкості форконденсату. Вплив температури пояснюється різними швидкостями реакцій карбаміду і формальдегіду та побічних реакцій процесу утворення КФС. Отже, нестабільність температурного режиму призводить до розладу процесу синтезу форконденсату.

Дослідження залежності умовної в'язкості форконденсату від температури процесу дозволило визначити, що оптимальне значення в'язкості форконденсату (5-10 с) отримується за температурного інтервалу реактора 358-366 К.

З метою визначення зони максимального утворення метилольних похідних аналіз продуктів реакції формальдегіду з карбамідом проводився за зонами (царгами) колони синтезу, результати якого представлені в табл.

З таблиці видно, що при протипотоковому поданні реагуючих компонентів найбільша кількість метилольних похідних утворюється в нижній (I) зоні реактора. У верхній (III) зоні колони їх утворюється від 3 до 8%. Форконденсат, який містить 8% метилольних груп, мутний, і дуже швидко перетворюється в пастоподібну масу внаслідок надлишку карбаміду і нестачі формальдегіду, що приводить до утворення нерозчинних метилкарбамідів.

Від величини  $\text{pH}$  залежить склад утворених продуктів, ступінь перетворення і втрати формальдегіду. Причиною цього є те, що для

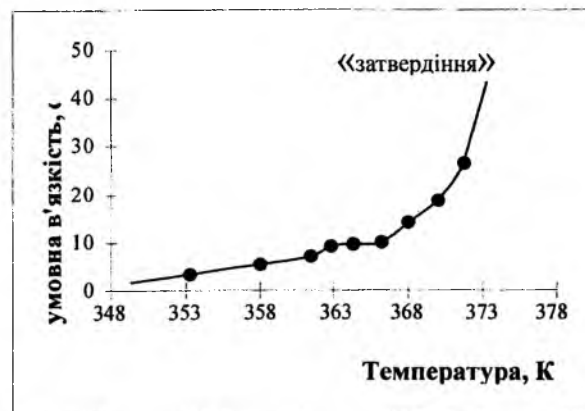


Рис. 2. Залежність умовної в'язкості форконденсату від температури проведення синтезу ( $\text{pH}=6,5-7$ ,  $\Phi:K=2:1$ ).

одержання смол з необхідними характеристиками в реакторі встановлено співвідношення  $\Phi:K=2:1$ , і воно не дозволяє збільшити кількість карбаміду. Збільшити ступінь поглинання формальдегіду розчином карбаміду можна було б зниженням температури процесу до 348-353 К, що не можливо за вище наведеного. Для зменшення втрат формальдегіду було досліджено залежність поглинання формальдегіду карбамідом залежно від  $\text{pH}$  розчину.

Як видно з рис. 3, зменшення  $\text{pH}$  у верхній частині реакційної колони до  $\text{pH}=5,5-6$  дозволило б знизити втрати формальдегіду з 20% до 3-4%. Адже, при  $\text{pH}=10-11$  процес взаємодії карбаміду з формальдегідом йде дуже повільно, а якраз з таким  $\text{pH}$  і подається розчин карбаміду на зрошення колони. Однак зниження  $\text{pH}$  форконденсату до такого рівня приведе до різкого зростання в'язкості реакційної суміші і в кінцевому рахунку до закупорки колони. Тому, запропоновано змінити протипотокову схему подачі реагентів на колону наступним чином: подачу розчину карбаміду слід проводити в нижню частину куба колони, де за рахунок входу контактних газів ( $\text{pH}=4-4,5$ )  $\text{pH}$  розчину буде

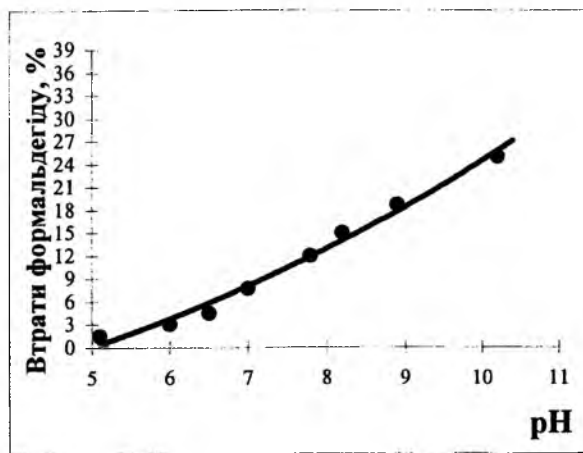


Рис. 3. Залежність втрат формальдегіду (%) від  $\text{pH}$  реакційного середовища в реакторі ( $T=359-365$  К,  $\Phi:K=2:1$ ).

Характеристики продуктів синтезу КФС за зонами реактора

№ синтезу	Зони (царги) реактора	pH	Коефіцієнт рефракції	Сухий залишок, %	Сума груп $-\text{CH}_2\text{OH}$ і вільного $\text{CH}_2\text{O}$ , %	Вільний формальдегід, %
1	I зона	6,8	1,45	52,9	22,8	3,93
	II зона	7,5	1,475	72,0	20,77	2,93
	III зона		1,350		8,28	3,7
	на виході з реактора	6,7	1,465	67,3	29,2	2,55
2	I зона	7,35	1,460	64,8	27,07	3,04
	II зона	7,35	1,458	63,9	25,9	2,05
	III зона	6,4	1,334		5,02	3,6
	на виході з реактора	6,8	1,461	65,2	32,93	2,47
3	I зона	7,2	1,466	67,8	25,48	2,75
	II зона	7,1	1,462	66,0	25,32	1,67
	III зона	6,15	1,342		5,88	4,21
	на виході з реактора	6,75	1,474	71,6	28,36	1,44
4	I зона	6,7	1,440	55,1	29,07	4,35
	II зона	6,93	1,451	60,4	27,68	1,81
	III зона	6,65	1,340		3,21	2,57
	на виході з реактора	6,75	1,464	66,8	30,44	2,76
5	I зона	7,15	1,461	65,2	26,96	3,4
	II зона	6,7	1,453	61,4	25,77	1,21
	III зона	6,85	1,341		3,1	1,95
	на виході з реактора	7,0	1,464	66,8	28,76	2,41
6	I зона	6,65	1,462	66,0	27,1	2,94
	II зона	6,85	1,451	60,4	25,38	2,02
	III зона	6,25	1,334		3,29	2,05
	на виході з реактора	6,85	1,462	66,0	30,35	3,85

підтримуватися на рівні 5,5-6. Для попередження перебігу побічних реакцій в барботажному шарі, а також підтримування необхідного  $\text{pH}$  в форконденсаті, що подається на каскад реакторів, потрібно у другу царгу подавати 2-3 %-й розчин луку в такій кількості, щоби готова смоляна основа мала  $\text{pH}=6,5-7$  [11].

## Висновки

1. Вивчено залежність фізико-хімічних характеристик форконденсату карбамідоформальдегідних смол від співвідношення формальдегіду і карбаміду ( $\Phi:K$ ), температури та

$\text{pH}$  під час взаємодії розчину карбаміду з газовим формальдегідом у реакторі технологічної лінії одержання КФС. Визначено оптимальні технологічні параметри реакції взаємодії реагентів:

- $T=358-362$  К;
- $\Phi:K=1,8-2:1$ ;
- $\text{pH}=5,5-6$ ;
- Вміст вільного формальдегіду – 2,5-3,5 %.

2. Для дотримання оптимальних технологічних умов запропоновано змінити існуючу протипотокову схему подання реагентів в реакційну колону одержання форконденсату.

## Література

1. Вирпша З., Бжезинский Я. Аминопласты. – М.: Химия, 1973. – 342 с.
2. Elvira Greiner, Frederic Dubois, Akihiro Kishi. Market Will Determine Nature of Composites // Wood Technology. – 2000. – Vol.11, N 6. – P. 38.
3. Рибару Д., Джама Р. Влияние технологических факторов на снижение содержания свободного формальдегида в древесноволокнистых плитах // Деревообрабатывающая промышленность. – 1988. – № 2. – С. 64–67.
4. Баженова А.В., Машкен Е.Г., Томилова С.В., Бурындин В.Г. Влияние состава конденсационного раствора на свойства карбамидоформальдегидных олигомеров: материалы IX Междунар. конф. молодых ученых [“Синтез, исследование свойств, модификация и переработка высокомолекулярных соединений”], (Казань, 25-27 окт. 1998 г.) / Казанский госуд. ун-т. – Казань: Казанский госуд. ун-т, 1998. – С.56.

5. Келлер М., Седляк М. Развитие производства мочевиноформальдегидных смол с пониженной токсичностью: материалы Междунар. конф. ["Лесобработывающая промышленность"], (Чехословакия, Зволен, 14-16 сент. 1982 г.). – С. 302–308.
6. Свиткина М.М., Терещук А.С., Шварцман Г.М. Малотоксичные карбамидные смолы в деревообрабатывающей промышленности. – М.: ВНИПИЕСИ Леспром, 1972.–195 с.
7. Анохин А.Е. Карбамидная смола для производства малотоксичных древесностружечных плит // Деревообрабатывающая промышленность. – 1988. - №10. – С.10–12.
8. Задорожная Н.В., Тисленко С.Г., Глазков С.С., Колешня А.Д. Снижение токсичности модифицированных карбамидоформальдегидных смол: материалы научно-практического семинара ["Состояние и перспективы развития производства древесных плит"], (Балабаново, 15-17 сент. 2000 г.). – С. 25.
9. Федорченко С.В., Курта С.А., Хабер М.В. Вивчення особливостей одержання карбамідоформальдегідних смол на основі форконденсату // Вопросы химии и химической технологии. – 2003. – № 6. – С. 106–110.
10. Хабер М.В., Курта С.А. Дослідження технологічного процесу одержання карбамідоформальдегідних смол з метою покращення їх властивостей і зменшення токсичності: проміжний звіт / ВАТ "Оріана". – Калуш, ВАТ "Оріана", 1995. – 35 с.
11. Спосіб одержання низькотоксичної карбамідоформальдегідної смоли: Пат. 37272, Україна. МПК С 08 G 12/12 / С.В. Федорченко, С.А. Курта, О.С. Курта. – Заявл. 19.05.08, Опубл. 25.11.08, Бюл. №22. – 5 с.

*Федорченко С.В.* – кандидат технічних наук, доцент кафедри органічної та аналітичної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

*Курта С.А.* – кандидат технічних наук, доцент кафедри органічної та аналітичної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

*Горланова М.Я.* – студентка IV курсу спеціальності «хемія» Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

*Курта М.С.* – менеджер фірми "Vavin".

**Рецензент**

*Матківський М.П.* – кандидат технічних наук, доцент кафедри теоретичної та прикладної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

УДК 541.123.7

О.М. Хацевич

## Технологія переробки полімінеральної калійної руди з конверсією важкорозчинних мінералів у каїніт. Кристалізація шеніту

*Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,  
вул. Шевченка 57, м. Івано-Франківськ, 76025, Україна*

Досліджено кристалізацію шеніту при переробці полімінеральної калійної руди з попередньою конверсією лангбейніту в присутності карналіту і карналітового розчину в легкорозчинний каїніт. Подано матеріальний баланс стадії кристалізації шеніту. Наведено порівняння складу шеніту, отриманого за новою та відомими технологіями. Показано, що за новою технологією досягається витяг у добриво  $K^+ = 84,7\%$  і  $Mg^{2+} = 73,6\%$ , а вміст  $Cl^-$  в такому калійно-магнієвому добриві становить менше 2%.

**Ключові слова:** полімінеральна калійна руда, конверсія, лангбейніт, карналіт, шеніт, каїніт, безхлоридне калійне добриво.

O.M. Khatsevych

## Technology of processing polymineral potassium ore with conversion of difficult dissolvent minerals into kainite. Crystallization of shenite

*Vasyl Stefanyk' Precarpathian National University,  
57, Shevchenko Str., Ivano-Frankivsk, 76025, Ukraine*

Crystallization of shenite is explored at processing of polymineral potassium ore with previous conversion of langbeinite in the presence to carnalite and solution of Magnesium chloride in easily soluble kainite. Material balance of stage of crystallization of shenite is given. Comparison of the composition of shenite, got on a new technology and after known, is resulted. It is shown, extraction of the  $K^+$  in the fertilizer amounts to 84,7 %, and  $Mg^{2+} = 73,6$  and maintenance  $Cl^-$  in the such potassium-magnesium fertilizer makes less than 2 %.

**Key words:** polymineral potassium ore, conversion, langbeinite, carnalite, kainite, shenite, potassium fertilizer without chlorides.

*Стаття поступила до редакції 20.10.2009; прийнята до друку 20.11.2009.*

### Вступ

Одним із найбільш цінних сульфатних калійно-магнієвих мінералів полімінеральної руди Прикарпаття є лангбейніт, вміст якого в руді становить до 30%. Та за галургійною схемою переробки полімінеральних руд ступінь витягу лангбейніту досягає 18-22%, більша його частина залишається в нерозчиненому галіто-лангбейнітовому залишку і є відходом виробництва. Це веде до значних втрат цінних компонентів з руди, тому витяг калію в добриво не перевищує 50-60%. Відомий спосіб переробки полімінеральної калійної руди з шенітизацією лангбейніту [1]. Витяг  $K^+$  з руди таким способом

становить 80-85%. Для шенітизації використовують близько 14% води від маси руди [1]. При додаванні такої великої кількості води маса стає текучою, тому зволоження проводять у кілька прийомів. Цей процес є довготривалим (20 – 30 діб), утворення кристалогідратів супроводжується зв'язуванням вільної води і кристалізацією солей, маса твердіє, що вимагає додаткових витрат на перемішування. Розчинення шенітизованої руди супроводжується утворенням вторинного леоніту, який втрачається з нерозчинним залишком. Охолодження насиченого розчину призводить до кристалізації шеніту з високим вмістом хлору. Відомий також спосіб конверсії лангбейніту з магнійхлоридним

розчином у каїніт. Реакція не протікає до кінця, а зупиняється при концентрації 16%  $MgCl_2$ . При наступному розчиненні конвертованої руди надлишковий  $MgCl_2$  знижує швидкість розчинення і розчинність калійно-магнієвих мінералів.

Запропоновано [2] нову технологію переробки полімінеральної калійної руди Прикарпаття, яка полягає в конверсії важкорозчинного лангбейніту в легкорозчинний каїніт за участю карналіту. Процес конверсії описується рівнянням реакції:



Реакція (1) проходить в тому випадку, коли склад рідкої фази відповідає полю кристалізації каїніту. Для створення таких умов використовували хлоридмагнієвий розчин. Процес конверсії протікає на поверхні твердих фаз з мінімальною кількістю рідкої фази.  $MgCl_2$  із карналіту переходить у рідку фазу на поверхні лангбейніту і одночасно вступає в реакцію. Обмежена кількість рідкої фази грає роль транспортного середовища для  $MgCl_2$  та джерела молекул води для реакції. До кінця процесу реагуюча маса стає майже сухою, отже непрореагованого  $MgCl_2$  залишається дуже мало. Тому, на стадії розчинення конвертованої руди швидкість розчинення калійно-магнієвих мінералів не зменшується [3]. Для здійснення процесу конверсії хлоридмагнієвий розчин і карналіт беруть із стадії регенерації солей із надлишкових розчинів переробки калійних руд. Переведення важкорозчинного лангбейніту у легкорозчинний каїніт дозволяє збільшити витяг калію з полімінеральної руди в добриво до 85%.

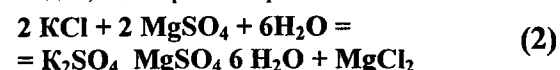
## I. Експериментальна частина. Технологія

Штучна каїнітова руда, що утворюється в процесі конверсії важкорозчинних мінералів (лангбейніту і кізериту), переробляється на калімагнезію через стадію кристалізації шеніту. В промислових умовах процес кристалізації солей складається з наступних стадій: власне кристалізація, відділення кристалів від маточних розчинів, промивання і сушіння кристалів [4]. Шеніт кристалізується із гарячого насиченого розчину, отриманого при розчиненні руди і попередньо очищеного від завислих домішок. Розчин, що поступає на кристалізацію шеніту, являє собою сольову систему  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Mg^{2+}$ || $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ || $H_2O$ , насичену натрій хлоридом за температури 338 – 343 К. Стабільними твердими фазами у реальних насичених розчинах, отриманих у промислових умовах, за вказаного інтервалу температур, є такі мінерали: галіт, вантгофіт, левейт, лангбейніт. Під час дослідження процесу кристалізації шеніту з промислового насиченого розчину, встановлено [4], що

охолодження розчину до 311 – 313 К супроводжується кристалізацією стабільної твердої фази – леоніту. Леоніт є дрібно-кристалічним продуктом, що важко відстоюється і фільтрується, тому охолодження ведуть до нижчої температури 293 – 295 К з метою кристалізації шеніту, що є стабільною твердою фазою за температури нижче 303 К.

Для оцінки ефективності запропонованої технології переробки полімінеральної калійної руди з конверсією важкорозчинних мінералів у каїніт, необхідно визначити якісний склад шеніту і порівняти його з аналогічними продуктами, отриманих за іншими відомими технологіями. Полімінеральну калійну руду, важкорозчинні мінерали якої конвертовані у каїніт за температури 313 К (за 20 діб), розчиняли сольовим розчином (густина 1280  $kg/m^3$ ). Розчинення вели за температури 343 К протягом 60 хв. Співвідношення руда: сольовий розчин брали 1:3. Отриману суспензію відділяли від нерозчиненого залишку. Для осадження глинистого мулу і відділення його від насиченого розчину додавали поліакриламід, з розрахунку 5 мл 0,5% розчину поліакриламід у 500 мл глинисто-сольового розчину. Глинисто-сольовий розчин відстоювали 30 хв. і відділяли освітлений насичений розчин від мулу. До насиченого розчину (густиною 1325  $kg/m^3$ ) додавали 1/3 об'єму (190 мл) сульфатного розчину, йонний склад якого поданий в табл. 1. Шеніт, що викристалізувався відстоювали 60 хв., фільтрували на лійці Бюхнера та аналізували тверду фазу на вміст йонів. Концентрацію йонів  $K^+$ ,  $Na^+$  визначали полуменево-фотометричним методом,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$  – комплексометричним,  $Cl^-$  – меркури-метричним та  $SO_4^{2-}$  – гравіметричним методами.

Сульфатний розчин додають до насиченого розчину для кристалізації шеніту з низьким вмістом йонів  $Cl^-$  [4]. Зняття насичення за  $NaCl$  одночасно дозволяє значно збільшити поле кристалізації шеніту. Сульфатний розчин в промислових умовах утворюється при розкладі шеніту. Вміст йонів  $Cl^-$ , що зв'язані з йонами  $K^+$  в освітленому насиченому розчині, залежить від складу руди, що подається на перероблення та досягає 8%. Отже, для отримання якісного шеніту необхідно, щоб пройшла реакція:



Виробничий сульфатний розчин, що містить незначну кількість натрію хлориду, суттєво знижує загальну концентрацію  $NaCl$  під час кристалізації і перешкоджає співосадженню  $NaCl$  з шенітом. При охолодженні насиченого розчину до температури 308 – 310 К утворюються зародки кристалів шеніту. Сприятливі умови для кристалізації шеніту створюються за зниження температури насиченого розчину до 293 К.

## II. Результати та обговорення

За результатами аналізів розраховано матеріальний баланс стадії кристалізації шеніту (табл. 1).

Як видно з табл. 1, при використанні сульфатного розчину вдалося отримати шеніт

високої чистоти (1,1%  $Cl^-$ ). З 503,5 г насиченого розчину кристалізується 81,09 г шеніту ( $\approx 1/6$  від маси насиченого розчину).

У табл. 2 подані для порівняння йонні склади шеніту, одержані за новим та відомими способами переробки полімінеральної калійної руди.

Таблиця 1

Матеріальний баланс стадії кристалізації шеніту

Стаття балансу	Всього	Йонний склад, мас. %						
		$K^+$	$Mg^{2+}$	$Ca^{2+}$	$Na^+$	$Cl^-$	$SO_4^{2-}$	$H_2O$
<b>1. Прихід :</b>								
Насичений розчин		5,24	3,60		4,12	14,7	8,92	63,42
Сульфатний розчин		4,12	2,84		0,16	0	16,6	76,25
<b>2. Витрата :</b>								
Шеніт		19,01	5,78		0,15	1,08	45,05	28,93
Шенітовий розчин		2,97	3,41		3,03	11,8	7,06	71,71
	$10^{-3}$ , кг	Йонний склад, мас. кг						
<b>1. Прихід :</b>								
Насичений розчин	503,50	26,38	18,13		20,74	74,0	44,91	319,3
Сульфатний розчин	231,99	9,56	6,59		0,37		38,58	176,9
Всього	735,5	35,94	24,72		21,11	74,0	83,49	496,2
<b>2. Витрата :</b>								
Шеніт	81,09	15,41	4,69		0,12	0,88	36,53	23,46
Шенітовий розчин	654,81	18,47	21,67		19,84	75,8	47,28	471,8
Всього	735,9	33,58	26,36		19,96	76,7	83,81	495,3
Баланс:	-0,06	5,73	-6,66		5,46	-3,5	-0,38	0,19

Таблиця 2

Порівняння складу шеніту, отриманого за відомими способами переробки руди та за новою технологією

Шеніт	Йонний склад, мас. %					
	$K^+$	$Mg^{2+}$	$Na^+$	$Cl^-$	$SO_4^{2-}$	$H_2O$
за новою технологією	19,01	5,78	0,15	1,08	45,05	28,93
за даними Регламенту реконструкції калійного заводу (м. Калуш)	17,34	5,47	1,03	3,05	40,93	32,18
за даними Технологічного регламенту виробництва $K_2SO_4$ в дослідно-експлуатаційному цеху	16,83	5,34	0,32	1,36	40,60	35,55
за комбінованим способом переробки (ВО «Хлорвініл» м. Калуш) [1]	7,0-18,0	5,2-5,6	1,0-1,2	5,0-6,0	38,0-39,0	30,5-38,0
за Технологічним регламентом виробництва калімагнезії і очищеного сульфату калію на дослідно-промисловій фабриці	17,11	5,52	1,95	3,76	41,81	29,85
за Постійним технологічним регламентом № К-2-93 виробництва порошкової калімагнезії	16,39	3,95	6,83	17,16	26,89	28,78

Як видно з табл. 2, склад шеніту, одержаного за новою технологією, є найоптимальнішим: вміст йонів  $K^+$  і  $SO_4^{2-}$  в ньому найвищий, а концентрація йонів  $Cl^-$  найменша. Це забезпечує високий витяг  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$  в кінцевий продукт і підтверджує ефективність переробки полімінеральної калійної руди з використанням конверсії лангбейніту та інших важкорозчинних мінералів руди в каїніт. Під час кристалізації шеніту відбувається процес конверсії за рівнянням реакції (1), в результаті шенітовий маточний розчин збагачується магній хлоридом, тому виникає необхідність розвантаження системи від надлишкового  $MgCl_2$ . Це

розвантаження відбувається за рахунок виведення частини шенітового маточного розчину із головного циклу на регенерацію калійних солей, частина з яких потім повертається у цикл на конверсію (карналіт і карналітовий розчин).

## Висновки

Нова технологія переробки полімінеральної калійної руди з конверсією важкорозчинних мінералів у каїніт дає можливість підвищити витяг корисних компонентів у добриво:  $K^+$  – 84,7%,  $Mg^{2+}$  – 73,6%, та отримати якісне калійно-магнієве добриво, вміст  $Cl^-$  в якому не перевищує 1%.

## Література

1. Яремчик Б.М., Гребенюк Д.В. Техніко-економічний аналіз деяких основних технологічних схем переробки полімінеральних калійних руд Прикарпаття // Хімічна промисловість України. – 2001. – № 1. – С. 62-68.
2. Хацевич О.М., Костів І.Ю., Хабер М.В. Полімінеральні калійні руди Прикарпаття. Нова технологія переробки // Хімічна промисловість України. – 2005. – № 4. – С. 3-7.
3. Хацевич О.М., Костів І.Ю. Переробка полімінеральних калійних руд Прикарпаття з конверсією лангбейніту в каїніт // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – 2004. – № 3. – С. 145-148.
4. Лунькова Ю.Н., Хабер Н.В. Производство концентрированных калийных удобрений из полиминеральных руд. – К.: Техника, 1980. – 158 с.

Хацевич О.М. – кандидат технічних наук, викладач кафедри органічної та аналітичної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

### Рецензент

Курта С.А. – кандидат технічних наук, доцент кафедри органічної та аналітичної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

## ХЕМІЯ ТВЕРДОГО ТІЛА

УДК 621.794.4: 546.47'49/24

Г.М. Окрепка, З.Ф. Томашик, В.М. Томашик

## Взаємодія монокристалів $CdTe$ та твердих розчинів $Zn_xCd_{1-x}Te$ з травильними композиціями $HNO_3-HBr$ -розчинник

Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України,  
проспект Науки, 41, м. Київ, 03028, Україна

Дослідження присвячене взаємодії монокристалів  $CdTe$  і твердих розчинів  $Zn_{0,04}Cd_{0,96}Te$ ,  $Zn_{0,1}Cd_{0,9}Te$  і  $Zn_{0,2}Cd_{0,8}Te$  з бромвиділяючими травниками  $HNO_3-HBr$ -розчинник, розробці і оптимізації травильних композицій та методик обробки для формування високоякісної поверхні. Вивчено характер розчинення досліджуваних матеріалів у розчинах систем:  $HNO_3-HBr$ -етиленгліколь,  $HNO_3-HBr$ -лактатна,  $HNO_3-HBr$ -40 %-ва тартратна і  $HNO_3$ -47 %-ва  $HBr$ -тартратна,  $HNO_3-HBr$ -1 М цитратна та  $HNO_3-HBr$ -2 М цитратна кислоти та побудовано 24 діаграми «склад травника – швидкість травлення» з визначенням межі ділянок поліруючих і неполіруючих розчинів. Досліджено залежності швидкостей травлення за температурою та за швидкістю обертання диску і показано, що процес розчинення цих напівпровідників у поліруючих розчинах  $HNO_3-HBr$ -розчинник лімітується змішаною кінетикою. Із аналізу температурних залежностей швидкостей розчинення підтверджено існування компенсаційного ефекту в кінетиці хемічного травлення  $CdTe$  і  $Zn_xCd_{1-x}Te$  у травильних композиціях  $HNO_3-HBr$ -розчинник. Виявлено вплив природи розчинника та концентрації бромидної кислоти на швидкість хемічного розчинення, поліруючі властивості розчинів та якість полірованої поверхні  $CdTe$  і  $Zn_xCd_{1-x}Te$ . Аналізом діаграм показано, що із зростанням вмісту цинку в складі твердого розчину  $Zn_xCd_{1-x}Te$  швидкість травлення зменшується, а межі вмісту поліруючих травників збільшуються. Мікροструктурним, профілографічним аналізами та X-променевою фотоелектронною спектроскопією встановлено вплив кількісного і якісного складу травників, а також способів хемічної обробки на параметри шорсткості поверхонь  $CdTe$  і твердих розчинів  $Zn_xCd_{1-x}Te$ . Оптимізовано склади поліруючих травильних композицій  $HNO_3-HBr$ -розчинник і технологічні режими хеміко-механічного (ХМП) та хеміко-динамічного (ХДП) полірування для видалення порушеного шару, контрольованого стоншування пластин до заданих розмірів, зняття тонких плівок та фінішного полірування монокристалів  $CdTe$  і твердих розчинів  $Zn_xCd_{1-x}Te$ .

**Ключові слова:** травлення, хемічне розчинення, полірування, поверхня, тверді розчини, травильні композиції, бромвиділяючі розчини.

G.M. Okrepka, Z.F. Tomashyk, V.M. Tomashyk

## Interaction of the single crystals of the $CdTe$ and $Zn_xCd_{1-x}Te$ solid solutions with $HNO_3-HBr$ -solvent etching compositions

V.E. Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics, National Academy of Sciences of Ukraine,  
41, pr. Nauky, Kyiv, 03028, Ukraine

The investigation is devoted to the interaction of the  $CdTe$  and  $Zn_{0,04}Cd_{0,96}Te$ ,  $Zn_{0,1}Cd_{0,9}Te$  and  $Zn_{0,2}Cd_{0,8}Te$  solid solutions single crystals with the  $HNO_3-HBr$ -solvent bromine-emerging mixtures and to the development of the etchant compositions and the schedule of the surface treatment of the mentioned above semiconductor materials using the obtained experimental data. The dissolution nature of these semiconductor materials in the aqueous solutions of the  $HNO_3-HBr$ -ethylene glycol,  $HNO_3-HBr$ -lactic,  $HNO_3$ -40 %  $HBr$ -tartaric and  $HNO_3$ -47 %  $HBr$ -tartaric,  $HNO_3-HBr$ -1 M citric and  $HNO_3-HBr$ -2 M citric acid have been investigated and 24 diagrams “etchant composition – etching rate” with determining the regions of polishing and unpolishing solutions have been constructed. The dependences of the etching rates from temperature and disc rotation speed have been determined and it was shown that the dissolution process

of mention above semiconductor materials in the  $\text{HNO}_3\text{-HBr}$ -solvent polishing solutions is determined by the mixed kinetics. Analyzing the temperature dependences of the etching rates it was confirmed the existence of the compensating effect in the kinetics of the  $\text{CdTe}$  and  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$  chemical etching by the  $\text{HNO}_3\text{-HBr}$ -solvent compositions. The influence of the solvent nature and hydrobromic acid concentration on the chemical dissolution rate, polishing properties of the solutions and quality of the polishing surfaces has been determined. It was shown that the increasing of zinc content in the  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$  solid solution leads to the decreasing of the etching rate and to the increasing of the polishing solution region. The influence of the quantitative and qualitative etchant compositions and the chemical treatment procedures on the  $\text{CdTe}$  and  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$  solid solution surface roughness have been established using metallography, profilography and X-ray photoelectron spectroscopy. The polishing etchant compositions  $\text{HNO}_3\text{-HBr}$ -solvent and technological procedures of the chemical-dynamical and chemical-mechanical polishing for the disturbed layer elimination, controlled thinning of the plates up to reference dimension, the thin layers removing and  $\text{CdTe}$  and  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$  solid solution finishing polishing have been optimized.

**Key words:** etching, chemical dissolution, polishing, surface, solid solutions, etchant compositions, bromine emerging solutions.

Стаття постуила до редакції 28.09.2009; прийнята до друку 28.10.2009.

## Вступ

У зв'язку з перспективою використання твердих розчинів  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$  для виготовлення детекторів йонізуючого випромінювання та підкладок для епітаксії велика увага приділяється формуванню якісної поверхні цього матеріалу, що є критичним параметром при виготовленні робочих елементів приладів. До технології формування шарів  $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$  методом молекулярно-променевої епітаксії висуваються високі вимоги до структурної досконалості поверхні підкладок  $\text{Zn}_{0,04}\text{Cd}_{0,96}\text{Te}$ , що визначається, зокрема, її шорсткістю ( $R_z < 50$  нм). У випадку хемічного травлення детекторних матеріалів  $\text{CdTe}$ ,  $\text{Zn}_{0,1}\text{Cd}_{0,9}\text{Te}$  та  $\text{Zn}_{0,2}\text{Cd}_{0,8}\text{Te}$  важливими є електрофізичні властивості поверхні, які обумовлюються її хемічним складом, а структурна досконалість відіграє меншу роль. Отже, залежно від практичного застосування підготовки поверхні  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$  вимагає застосування різних підходів і технологій хемічної обробки. В основному для травлення  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$  використовують травники, розроблені для  $\text{CdTe}$ , проте існують питання, пов'язані з вибором оптимальних поліруючих композицій для хеміко-механічного (ХМП) і хеміко-динамічного полірування (ХДП) та адаптацією цих технологій для різних складів твердих розчинів.

Попередні дослідження вказують на перспективність розробки травників з широким спектром швидкостей полірування цих матеріалів на основі  $\text{HNO}_3$  і  $\text{HBr}$ . Аналіз літературних даних показав, що систематичних досліджень закономірностей ХМП та ХДП монокристалів  $\text{CdTe}$  і  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$  в водних розчинах на основі  $\text{HNO}_3\text{-HBr}$  практично не проводилось, не приділялось належної уваги залежностям характеру хемічного травлення від складу твердих

розчинів, а також впливу складу травильних композицій та умов проведення полірування на шорсткість поверхні та її склад. У зв'язку з цим виникає необхідність вивчення хемічної взаємодії цих напівпровідникових матеріалів із вказаними травильними композиціями.

За літературними даними про фазову діаграму системи  $\text{CdTe-ZnTe}$ , фізико-хемічні основи вирощування, технологію обробки поверхонь та застосування твердих розчинів  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$ , проведено детальний огляд робіт з таких методів обробки поверхні  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$ , як механічне, хеміко-механічне і хеміко-динамічне полірування та селективне травлення, наведено класифікацію травників для реалізації відповідних технологічних операцій. Показано, що для полірування  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$  в основному використовуються травники, розроблені для  $\text{CdTe}$ . Проведений огляд свідчить, що дослідження взаємодії  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$  з бромвіділяючими травильними композиціями  $\text{HNO}_3\text{-HBr}$ -розчинник вивчено ще недостатньо з точки зору наукового обґрунтування, не описано вплив складу твердого розчину  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$  на характер його хемічного травлення, відсутні дані про т. зв. «повільні» травники  $\text{HNO}_3\text{-HBr}$ -розчинник, недостатньо досліджено стан поверхні після хемічної обробки цих матеріалів, що створює затруднення при їх практичному використанні.

Мета дослідження полягала у розкритті механізму взаємодії монокристалів  $\text{CdTe}$  та твердих розчинів  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$  з бромвіділяючими травниками  $\text{HNO}_3\text{-HBr}$ -розчинник та виявлення впливу складу твердих розчинів на швидкість їх розчинення; дослідження морфології та складу поверхонь після травлення; розробка і оптимізація травильних композицій; вибір технологічних режимів та методик ХМП та ХДП для формування високоякісної поверхні.

## I. Експериментальна частина

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

1) дослідити характер взаємодії монокристалів  $\text{CdTe}$  і твердих розчинів  $\text{Zn}_{0,04}\text{Cd}_{0,96}\text{Te}$ ,  $\text{Zn}_{0,1}\text{Cd}_{0,9}\text{Te}$  та  $\text{Zn}_{0,2}\text{Cd}_{0,8}\text{Te}$  з бромвіділяючими водними розчинами  $\text{HNO}_3\text{-HBr}$ -розчинник з використанням методу диску, що обертається;

2) побудувати залежності «склад розчину – швидкість травлення» для  $\text{CdTe}$  і  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$  із застосуванням методу математичного планування експерименту (метод симплексних ґраток Шеффе-Гіббса) та встановити концентраційні межі поліруючих і неполіруючих розчинів в досліджуваних системах;

3) дослідити вплив умов (температура, швидкість обертання диску) на характер взаємодії травника із досліджуваними монокристалами та якість отриманої полірованої поверхні з використанням установки для ХДП, яка забезпечує гідродинамічні умови диску, що обертається;

4) дослідити стан поверхні, що утворюється після хемічної обробки, методами металографічного і профілографічного аналізів та склад поверхневих шарів методом X-променевої фотоелектронної спектроскопії (ХФЕС);

5) оптимізувати склади травильних композицій  $\text{HNO}_3\text{-HBr}$ -розчинник та розробити методики і режими для ХДП та ХМП поверхонь  $\text{CdTe}$  і твердих розчинів  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$ .

Об'єктом дослідження була технологія рідкофазного травлення напівпровідникових сполук типу  $\text{A}^{\text{IV}}\text{B}^{\text{VI}}$  бромвіділяючими травильними композиціями на основі нітратної кислоти.

Предметом дослідження був процес взаємодії поверхні монокристалів  $\text{CdTe}$  і твердих розчинів  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$  з водними розчинами  $\text{HNO}_3\text{-HBr}$ -розчинник.

Для виконання досліджень використовували монокристали  $\text{CdTe}$  та твердих розчинів  $\text{Zn}_{0,04}\text{Cd}_{0,96}\text{Te}$ ,  $\text{Zn}_{0,1}\text{Cd}_{0,9}\text{Te}$  і  $\text{Zn}_{0,2}\text{Cd}_{0,8}\text{Te}$ . Дослідження кінетичних закономірностей, механізму розчинення та впливу умов проведення процесу ХДП на взаємодію травника з напівпровідником проводили із застосуванням методики диску, що обертається. Вивчали залежності швидкості розчинення від швидкості обертання диску і температури розчинів та будували графіки у координатах  $V^{-1} \sim \gamma^{-1/2}$ :

$$V^{-1} = 1/kC_0 + (a/DC_0)\gamma^{-1/2} \quad (1)$$

та  $\ln V \sim 1/T$ :

$$(V = C_e e^{-E_a/RT}) \quad (2)$$

Концентраційні залежності (діаграми «склад травника – швидкість травлення») будували за даними експериментів, використовуючи метод математичного планування експерименту

симплексних ґраток Шеффе-Гіббса. Адекватність моделі доводили шляхом вимірювання швидкості розчинення в деяких контрольних точках, оцінюючи дисперсію експерименту та порівнюючи розраховану величину t-критерію Стьюдента з табличним значенням.

Травники готували з концентрованих розчинів  $\text{HNO}_3$  і  $\text{HBr}$ , дотримуючись визначеного порядку змішування компонентів, та витримували протягом 2 год. Швидкість травлення визначали за стоншуванням кристалу після травлення годинниковим індикатором 1 МИГП з точністю  $\pm 0,5$  мкм. Мікроструктуру поверхні  $\text{CdTe}$  і  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$  фотографували у білому світлі за допомогою мікроскопа Leitz/Laborlux 12HL з вмонтованою відеокамерою Leica DFC 320 при збільшенні від  $50\times$  до  $1500\times$ . Максимальний діаметр поля зору становив від 0,25 до 1 мм. Шорсткість полірованої поверхні характеризували безконтактним оптичним тривимірним поверхневим профілографом-профілометром «New View 5022S», який дозволяє вимірювати висоту мікронерівностей від 1 нм до 5 мм при швидкості сканування 10 мкм/с з роздільною здатністю за висотою 0,1 нм. Компонентний склад отриманої поверхні визначали за методом X-променевої фотоелектронної спектроскопії (ХФЕС).

## II. Результати та обговорення

2.1. Дослідження процесу бромвіділяючими травильними композиціями  $\text{HNO}_3\text{-HBr}$  та  $\text{HNO}_3\text{-HBr}$ -етиленгліколь (ЕГ) привели до таких результатів:

1. Система  $\text{HNO}_3\text{-HBr}$ . Концентраційні залежності швидкості травлення ( $V_{mp}$ ) вказаних матеріалів у водних розчинах  $\text{HNO}_3\text{-HBr}$  представлено на рис. 1. Між вихідними компонентами протікає хемічна взаємодія:



Встановлено, що для всіх досліджуваних матеріалів максимальна швидкість розчинення ( $33\text{--}38$  мкм/хв.) спостерігається у розчині, який містить 12 об.%  $\text{HNO}_3$ . Теоретичні розрахунки показали, що мольне співвідношення 1:3 відповідає об'ємному вмісту 12,6 об.%  $\text{HNO}_3$  (штрихова лінія), тобто максимальному вмісту бром у травильній композиції. При вмісті 10 об.%  $\text{HNO}_3$  в  $\text{HBr}$  спостерігається незначне зниження  $V_{mp}$  для всіх твердих розчинів  $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Te}$ . Травильні композиції з концентрацією 5–12 об.%  $\text{HNO}_3$  в  $\text{HBr}$  мають полірувальні властивості із середніми ( $25\text{--}38$  мкм/хв.)  $V_{mp}$  і є найбільш перспективними для формування на їх основі поліруючих композицій  $\text{HNO}_3\text{-HBr}$ -розчинник. Травники з вмістом  $\text{HNO}_3$  в межах 15–50 об.% не придатні для полірування, а утворений у них вільний бром виділяється в окрему фазу.

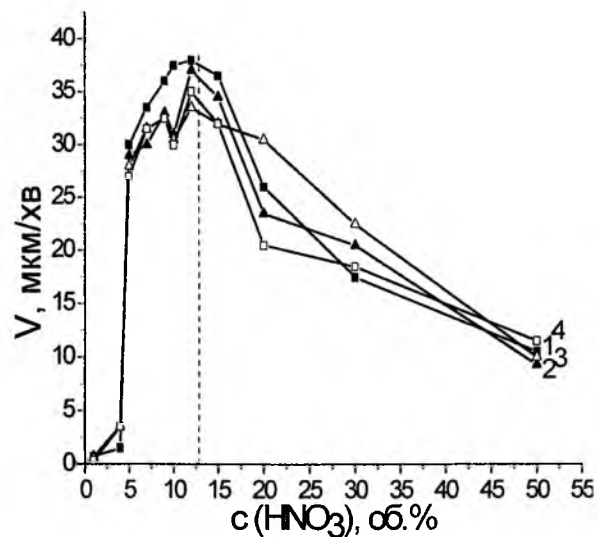


Рис. 1. Концентраційні залежності швидкості розчинення (мкм/хв.) CdTe (1), Cd<sub>0,96</sub>Zn<sub>0,04</sub>Te (2) Zn<sub>0,1</sub>Cd<sub>0,9</sub>Te (3) та Cd<sub>0,8</sub>Zn<sub>0,2</sub>Te (4) в розчинах HNO<sub>3</sub>-HBr (T = 298 K, γ = 86 хв.<sup>-1</sup>).

2. Система HNO<sub>3</sub>-HBr-EG. Для дослідження травників HNO<sub>3</sub>-HBr-органічний компонент було обрано концентраційний інтервал ABC, в якому сторона AC відповідає встановленому вище інтервалу (5-12 об. % HNO<sub>3</sub> в HBr), а координати точки B визначено експериментально. Побудовано поверхні однакових швидкостей травлення, досліджено кінетику розчинення (залежності швидкостей травлення від концентрації, температури, швидкості обертання диску), визначено межі ділянок поліруючих і неpolіруючих розчинів (рис. 2). Встановлено, що в травниках HNO<sub>3</sub>-HBr-EG швидкість полірування для CdTe змінюється від 3,8 до 35,4 мкм/хв., а для Zn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>Te знаходиться в межах 10,0-32,0 мкм/хв. При цьому із зростанням вмісту цинку в складі твердого розчину спостерігається розширення ділянок поліруючих розчинів (до 50% досліджуваного інтервалу) і зменшення швидкостей травлення.

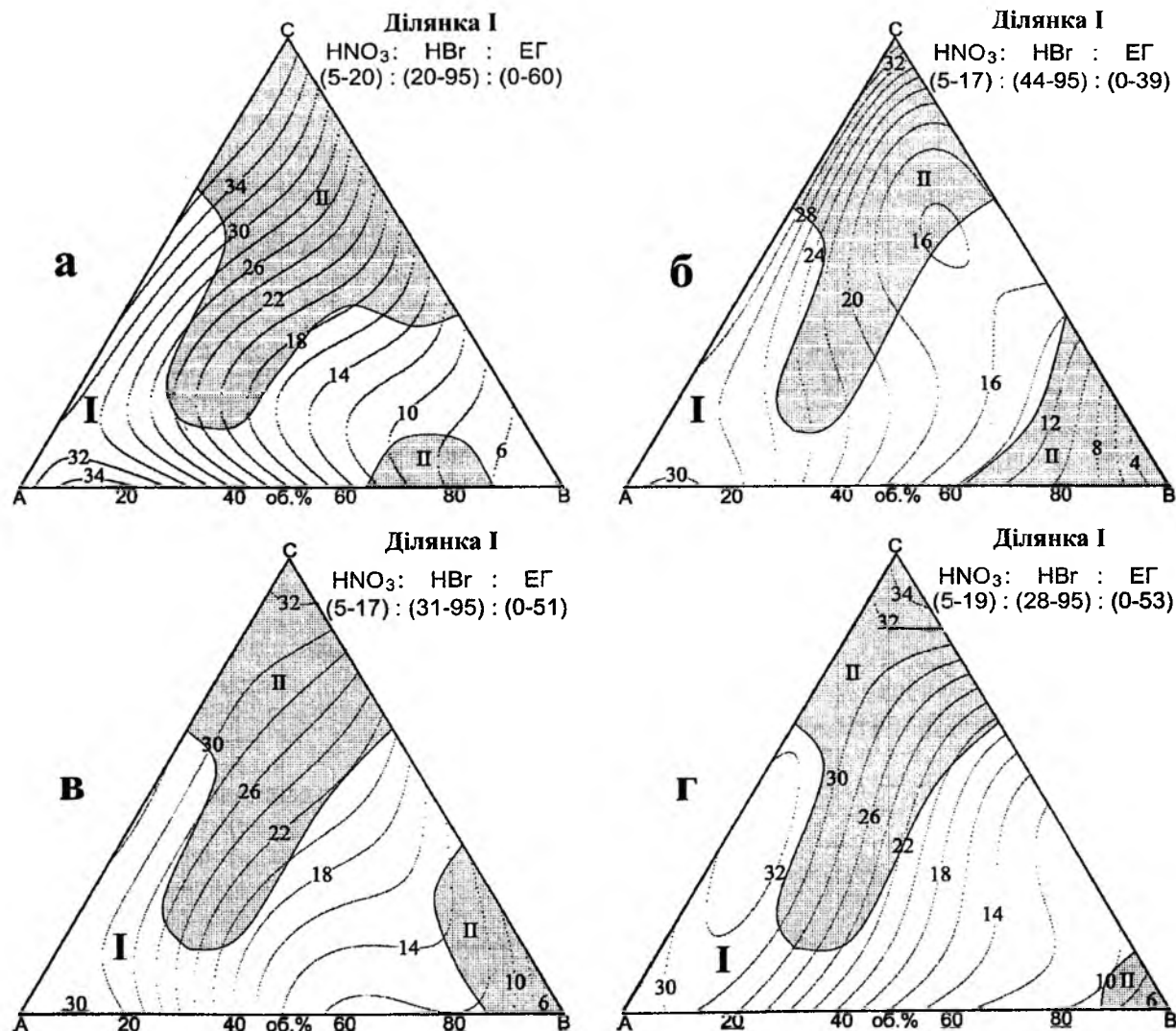


Рис. 2. Концентраційні залежності (T=293 K, γ=86 хв.<sup>-1</sup>) швидкості травлення (мкм/хв.) CdTe (а), Zn<sub>0,04</sub>Cd<sub>0,96</sub>Te (б), Zn<sub>0,1</sub>Cd<sub>0,9</sub>Te (в) і Zn<sub>0,2</sub>Cd<sub>0,8</sub>Te (г) при об'ємному співвідношенні HNO<sub>3</sub> : HBr : EG у вершинах А, В, С: А - 5:95:0, В - 20:20:60, С - 12:88:0 (I - поліруючі; II - неpolіруючі розчини).

2.2. Дослідження хемічної взаємодії CdTe і Zn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>Te з травильними композиціями HNO<sub>3</sub>-HBr-органічна кислота при використанні водних розчинів лактатної (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub>), тартратної (C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub>) та цитратної (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>) кислот та концентраційних і температурних залежностей швидкостей травлення вказаних матеріалів та їх залежності від швидкості обертання диску привело до таких результатів:

1. Система HNO<sub>3</sub>-HBr-C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub>. У порівнянні з етиленгліколем (EG) застосування лактатної кислоти в розчинах HNO<sub>3</sub>-HBr-розчинник призводить до розширення ділянок поліруючих складів, що, ймовірно, пов'язано з її комплексоутворюючою дією. Проте, в обох випадках після ХДП травниками, збагаченими в'язкими компонентами (кут В трикутника ABC), на поверхні спостерігається перепад висот 1-3 мкм за довжиною платівки та хвилястий рельєф. У випадку Zn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>Te складі поліруючих композицій HNO<sub>3</sub>-HBr-C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub> займають ≈ 75% площі трикутника, а V<sub>пол</sub> = 4,0-32,0 мкм/хв. (рис. 3, б, в). Характер розчинення CdTe інший:

ділянка поліруючих розчинів зменшується і займає ≈ 60% площі досліджуваного інтервалу (рис. 3, а), а V<sub>пол</sub> складають 8,0-36,0 мкм/хв.

2. Система HNO<sub>3</sub>-HBr-C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub>. Якщо застосувати водний розчин C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub>, спостерігається покращення стану поверхні CdTe і Zn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>Te порівняно із використанням EG та C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub>. Встановлено, що швидкості розчинення цих матеріалів становлять 10-36 мкм/хв. (рис. 4, а, б), при цьому травники з максимальним вмістом C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub> володіють більшими швидкостями розчинення порівняно з розчинами аналогічного складу в попередніх системах. Якщо у складі HNO<sub>3</sub>-HBr-C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub> замість 40 %-ної HBr, яку застосовували у всіх наших дослідженнях, використати 47 %-ну HBr, то змінюються характер розчинення, форма та розташування ділянок поліруючих і неpolіруючих розчинів. Спостерігається зменшення швидкостей полірування (6-22 мкм/хв.) і розширення меж ділянок поліруючих травників (рис. 4, в, г). Проте в обох випадках найбільша площа поліруючих розчинів формується для Zn<sub>0,2</sub>Cd<sub>0,8</sub>Te.

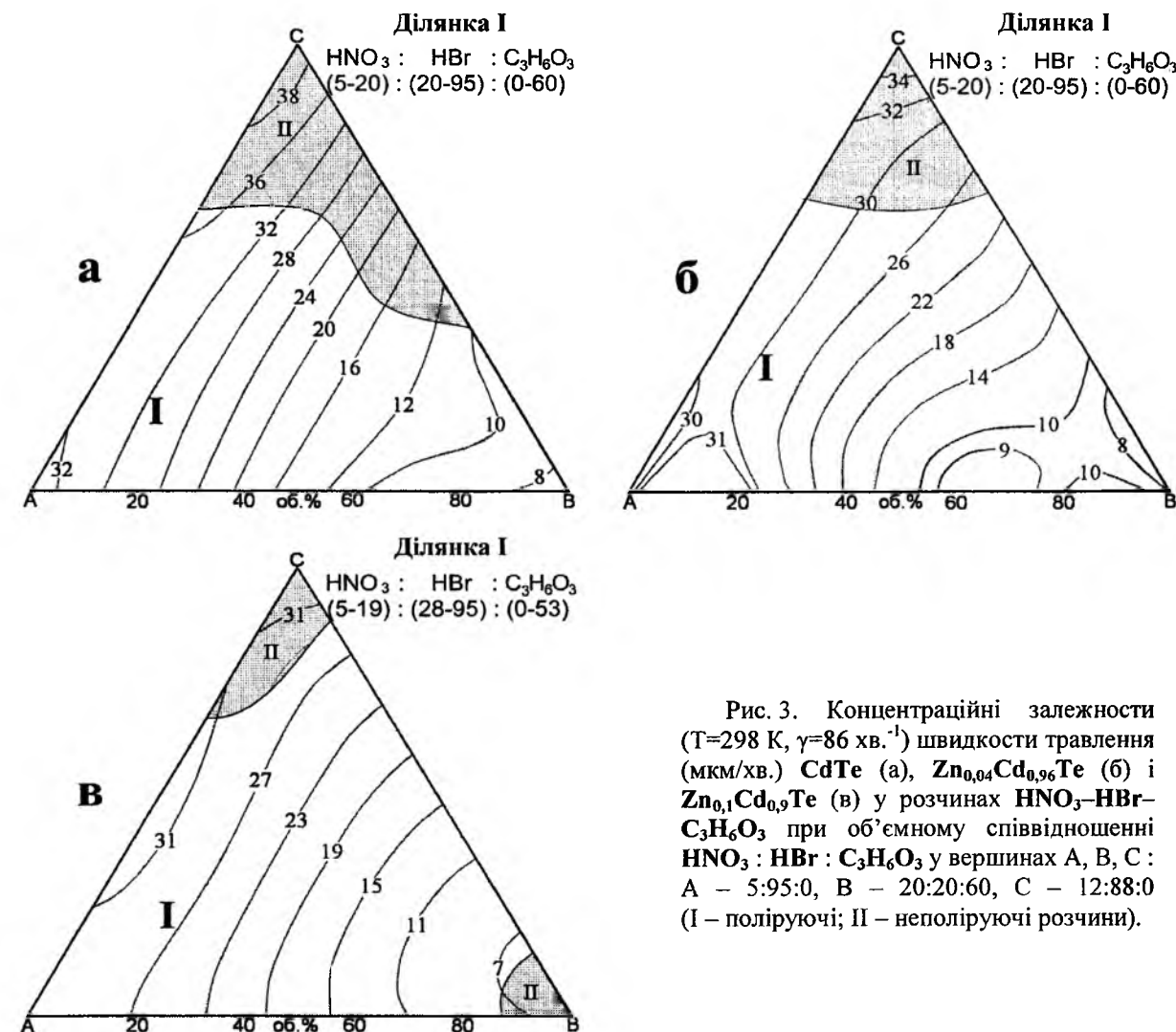


Рис. 3. Концентраційні залежності (T=298 K, γ=86 хв.<sup>-1</sup>) швидкості травлення (мкм/хв.) CdTe (а), Zn<sub>0,04</sub>Cd<sub>0,96</sub>Te (б) і Zn<sub>0,1</sub>Cd<sub>0,9</sub>Te (в) у розчинах HNO<sub>3</sub>-HBr-C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub> при об'ємному співвідношенні HNO<sub>3</sub> : HBr : C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub> у вершинах А, В, С: А - 5:95:0, В - 20:20:60, С - 12:88:0 (I - поліруючі; II - неpolіруючі розчини).

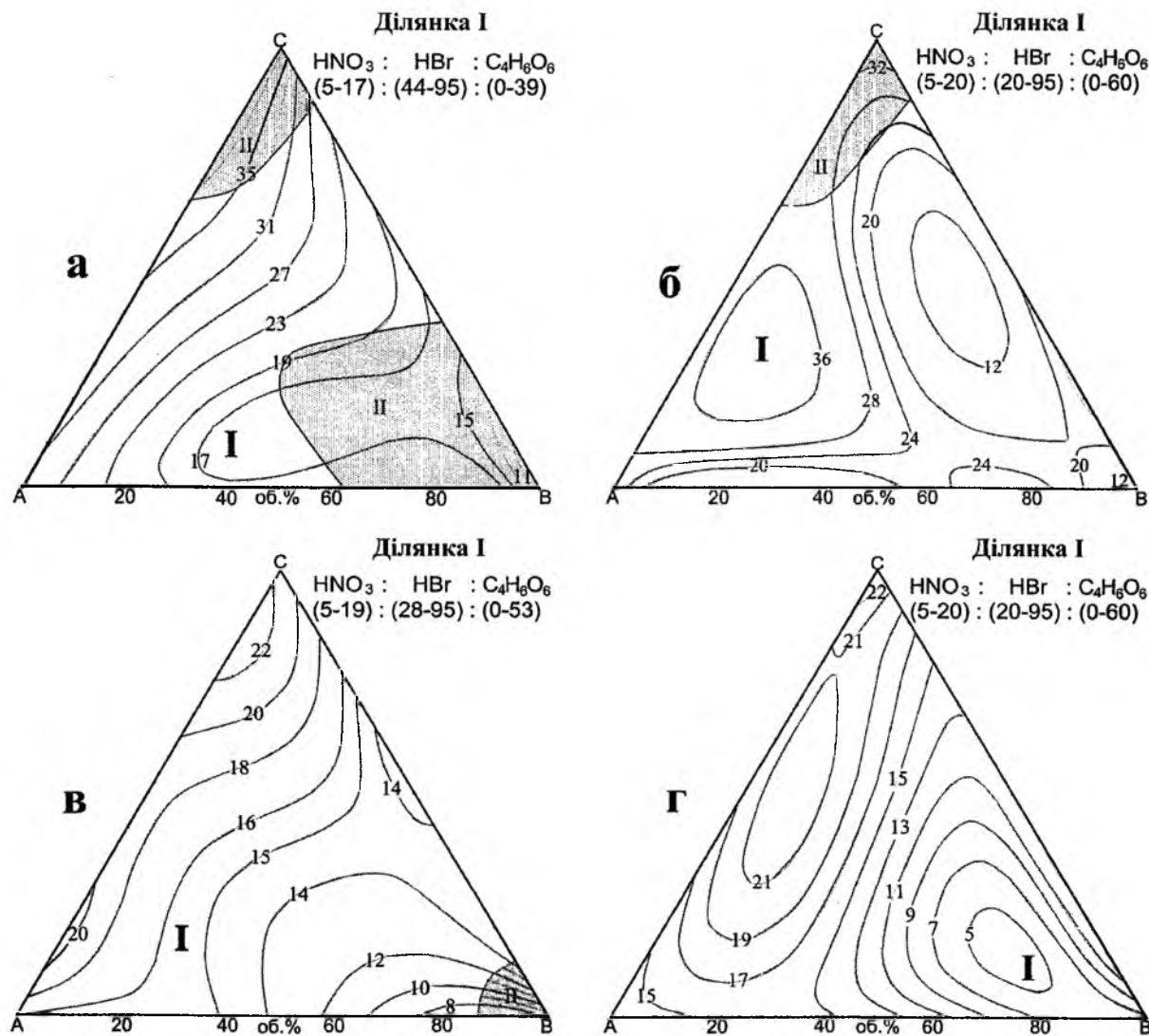


Рис. 4. Концентраційні залежності ( $T = 298 \text{ K}$ ,  $\gamma = 86 \text{ хв.}^{-1}$ ) швидкості травлення (мкм/хв.) CdTe (а, в) і  $\text{Zn}_{0,2}\text{Cd}_{0,8}\text{Te}$  (б, г) в розчинах  $\text{HNO}_3$ –40 %-на  $\text{HBr}$ – $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$  (а, б) та  $\text{HNO}_3$ –47 %-на  $\text{HBr}$ – $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$  (в, г) при об'ємному співвідношенні  $\text{HNO}_3 : \text{HBr} : \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$  у вершинах А, В, С : А – 5:95:0, В – 20:20:60, С – 12:88:0 (I – поліруючі і II – неpoliруючі розчини).

3. Система  $\text{HNO}_3$ – $\text{HBr}$ – $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ . Вивчення закономірностей хемічного травлення CdTe та  $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Te}$  в сумішах  $\text{HNO}_3$ – $\text{HBr}$ – $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$  проводили, використовуючи 1 М і 2 М водні розчини  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ . Виявлено, що у випадку застосування 2 М  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$  (рис. 5, в, г) порівняно з 1 М  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$  (рис. 5, а, б) змінюються характер розчинення і концентраційні межі ділянок поліруючих розчинів. Збільшення вихідної концентрації  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$  не призводить до суттєвих змін швидкостей полірування, які в обох випадках становлять 6–32 мкм/хв., але сприяє помітному розширенню ділянок поліруючих травників і покращенню якості сформованої поверхні. Це підтверджується даними мікроструктурного і профілографічного аналізів.

Аналіза наведених діаграм приводить до

висновків, що для всіх досліджених систем травників  $\text{HNO}_3$ – $\text{HBr}$ –розчинник найвищі швидкості травлення характерні для розчинів, що збагачені  $\text{HNO}_3$ , а найнижчими – травники з максимальним вмістом органічного компоненту. Розташування ізоліній швидкостей травлення на діаграмах свідчить про близькі механізми розчинення CdTe і  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$ , який, вірогідно, лімітується розчиненням телурової підґратки. Кінетичні дослідження вказують на те, що травлення досліджуваних матеріалів лімітується змішаною кінетикою з переважанням дифузійних стадій, оскільки відповідні залежності  $V^{-1} \sim \gamma^{-1/2}$  не прямують до початку координат, а значення уявної енергії активації ( $E_a$ ), обчислені із температурних залежностей  $\ln V \sim 1/T$ , не перевищують 35 кДж/моль.

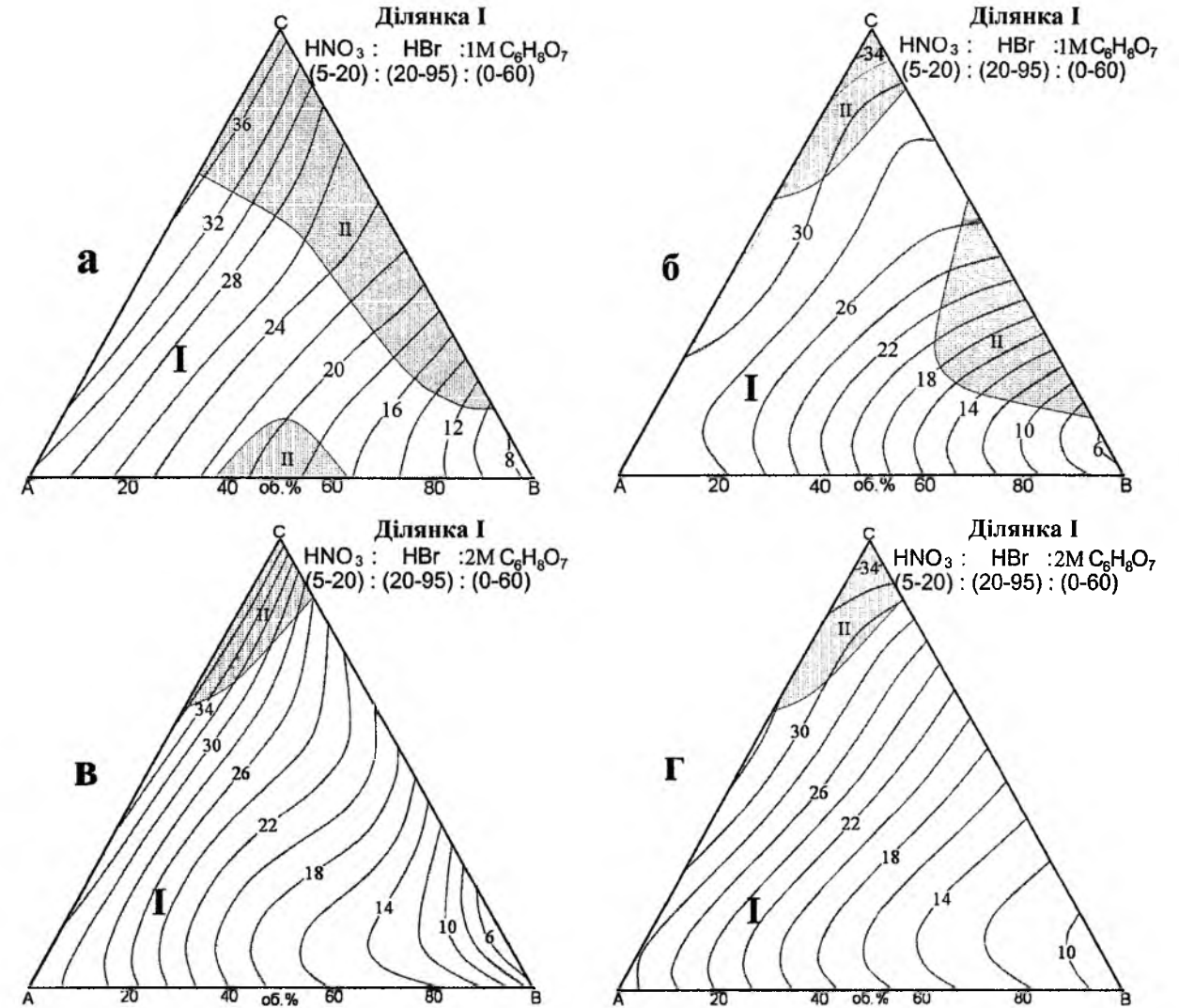


Рис. 5. Концентраційні залежності ( $T = 298 \text{ K}$ ,  $\gamma = 86 \text{ хв.}^{-1}$ ) швидкості травлення (мкм/хв.) CdTe (а, в) і  $\text{Zn}_{0,04}\text{Cd}_{0,96}\text{Te}$  (б, г) в розчинах  $\text{HNO}_3$ – $\text{HBr}$ –1 М  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$  (а, б) та  $\text{HNO}_3$ – $\text{HBr}$ –2 М  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$  (в, г) при об'ємному співвідношенні  $\text{HNO}_3 : \text{HBr} : \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$  у вершинах А, В, С : А – 5:95:0, В – 20:20:60, С – 12:88:0 (I – поліруючі і II – неpoliруючі розчини).

2.3. При узагальненні та практичному використанню отриманих результатів виявлено, що в межах однієї і тієї ж системи  $\text{HNO}_3$ – $\text{HBr}$ –розчинник, різниця між швидкостями травлення поверхні досліджуваних матеріалів незначна, проте спостерігається тенденція зменшення швидкості ХДП у мінорантному ряду:



Встановлено, що області поліруючих травників розширюються із зростанням вмісту цинку в складі ділянки твердого розчину  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$  та при заміні розчинника в  $\text{HNO}_3$ – $\text{HBr}$ –розчинник у мажорантному ряду:



У кінетиці хемічного травлення монокристалів CdTe і  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$  розчинами  $\text{HNO}_3$ – $\text{HBr}$ –розчинник підтверджено існування компенсаційної залежності, що описується рівнянням:

$$\ln C_E = (3,36 \pm 0,17) + (0,37 \pm 0,01) E_a \quad (7)$$

Травильні композиції досліджуваного інтервалу володіють широким спектром швидкостей полірування CdTe і  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$  (5,0–35,0 мкм/хв. – «швидкі» травники), їх можна пропонувати для операцій видалення порушеного шару після шліфування та для швидкого контрольованого зменшення товщини платівок до заданих розмірів. З метою розробки травників для фінішного ХДП та полірування тонких плівок  $\text{Zn}_{0,04}\text{Cd}_{0,96}\text{Te}$  з швидкістю полірування 1–5 мкм/хв. із вивчених концентраційних трикутників  $\text{HNO}_3$ – $\text{HBr}$ –розчинник було обрано по одному базовому поліруючому травнику, кожен із яких поступово розводили однойменним розчинником. При цьому вимірювали  $V_{\text{пол}}$  ХДП та вивчали морфологію поверхні. Отримано залежності швидкостей ХДП  $\text{Zn}_{0,04}\text{Cd}_{0,96}\text{Te}$  від розведення базових травників різними розчинниками (рис. 6), з яких можна вибирати



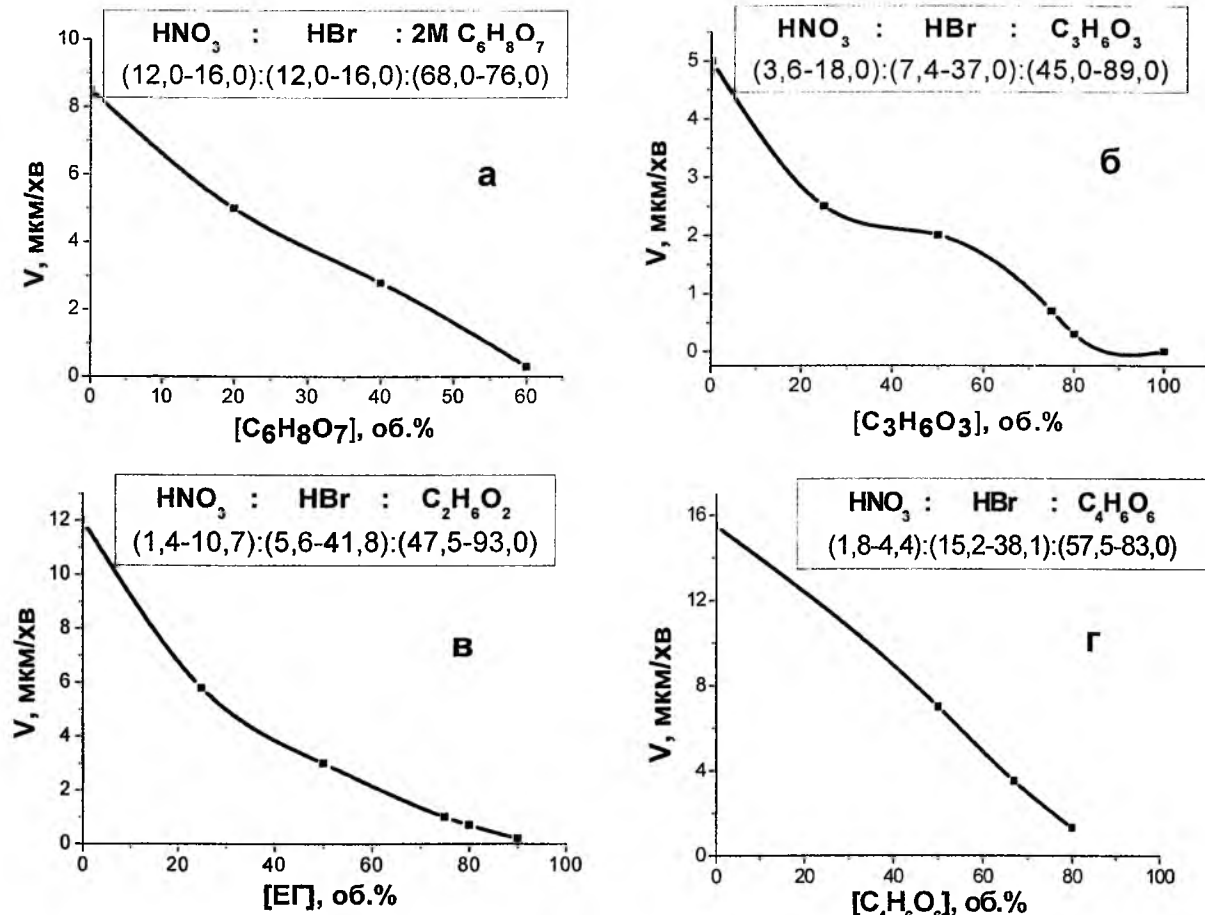


Рис. 6. Залежність швидкості ХДП монокристалів  $Zn_{0,04}Cd_{0,96}Te$  від розведення базових травників розчинником:  $(HNO_3-HBr-2M C_6H_8O_7)/2M C_6H_8O_7$  (а);  $(HNO_3-HBr-C_3H_6O_3)/C_3H_6O_3$  (б);  $(HNO_3-HBr-EG)/EG$  (в);  $(HNO_3-HBr-C_4H_6O_6)/C_4H_6O_6$  (г).

склади розчинів з  $V_{пол}$  0,2–6,0 мкм/хв. для фінішного ХДП. Найменші  $V_{пол}$  досягаються при розведенні в'язкими ЕГ та  $C_3H_6O_3$ , проте найкращими поліруючими властивостями володіють травники  $(HNO_3-HBr-C_4H_6O_6)/C_4H_6O_6$  та  $(HNO_3-HBr-2M C_6H_8O_7)/2M C_6H_8O_7$ .

З метою формування високоякісної полірованої поверхні з ідеальною площинністю детекторного матеріалу  $Zn_{0,1}Cd_{0,9}Te$  розроблено серію травників  $(HNO_3-HBr-C_6H_8O_7)/розчинник$  для ХМП. Для дослідження було обрано базовий поліруючий травник Б1, збагачений  $C_6H_8O_7$ , який характеризується швидкістю ХДП  $Zn_{0,1}Cd_{0,9}Te$  8 мкм/хв. Встановлено, що швидкість ХМП у базовому травнику складає 47 мкм/хв., що приблизно у 6 раз більше швидкості ХДП в тому ж розчині (рис. 7). При розведенні травника Б1 як водним розчином  $C_6H_8O_7$ , так і в'язкими компонентами (ЕГ, гліцерин) швидкість ХМП цього матеріалу зменшується від 47,0 до 0,8 мкм/хв. із збереженням високої якості полірування. Розроблена методика рекомендована для контрольованого зняття тонких плівок. Процес ХМП слід проводити на скляному полірувальнику обтягнутому тканиною, за 293–295 К та при неперервній подачі травника зі швидкістю 2–3 мл/хв.

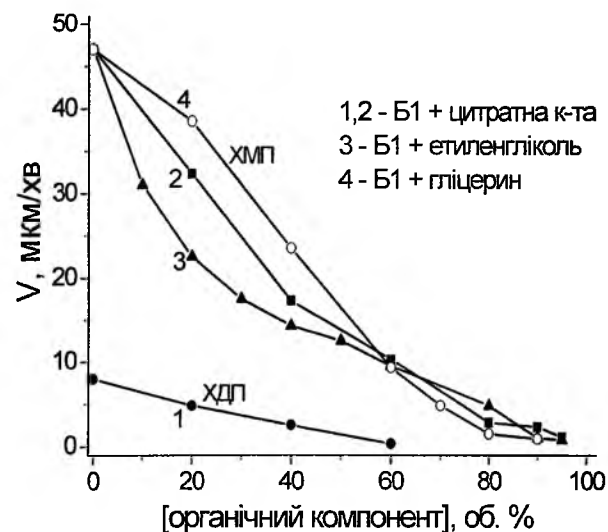


Рис. 7. Залежність швидкості полірування  $Zn_{0,1}Cd_{0,9}Te$  від способу обробки і розведення базового травника  $HNO_3-HBr-2M C_6H_8O_7$  (Б1) органічним компонентом: розчином  $C_6H_8O_7$  (1 – ХДП, 2 – ХМП); етиленгліколем (3 – ХМП); гліцерин (4 – ХМП).

Порівняння мікроструктури поверхні  $Zn_xCd_{1-x}Te$  після операцій ХМП та ХДП, проведених травником однакового складу, показали, що якість полірованої поверхні після ХМП вища, ніж після ХДП. Кращими поліруючими властивостями для ХМП мають травники, що містять в'язкий компонент. Металографічним та профілографічним аналізами поверхні  $Zn_xCd_{1-x}Te$  після ХДП встановлено (табл. 1), що обробка «швидкими» поліруючими травниками (20–30 мкм/хв.)  $HNO_3-HBr$ -розчинник формує на його поверхні рельєф. Дослідження пошарового полірування поверхні напівпровідника «повільними» травниками показало, що при знятті шару товщиною понад 10 мкм з поверхні  $Zn_{0,04}Cd_{0,96}Te$  відбувається погіршення її стану.

Найкращі параметри шорсткості полірованої поверхні  $Zn_{0,04}Cd_{0,96}Te$  одержано після ХДП при  $\gamma = 86$  хв.<sup>-1</sup> травниками: 2) 6,7  $HNO_3$  + 6,7  $HBr$  + 86,6  $C_6H_8O_7$  (4 хв.) або 7) 2,5  $HNO_3$  + 14,5  $HBr$  + 83,0  $C_4H_6O_6$  (2 хв.).

Методом ХФЕС визначено склад поверхні

монокристалів твердих розчинів  $Zn_{0,04}Cd_{0,96}Te$  після полірування бромвіділяючим травником на основі системи  $HNO_3-HBr-C_4H_6O_6$  (рис. 8) та стандартним бромвмісним розчином  $Br_2-CH_3OH$ . Оцінку стехіометричного складу проводили за числовими значеннями співвідношень телуру до металічної компоненти твердого розчину, а наявність на поверхні окисненого шару – за співвідношенням окисненої та елементарної форм телуру. Встановлено (табл. 2), що після полірування  $HNO_3-HBr-C_4H_6O_6$  формується поверхня стехіометричного складу, а наступний відпал в умовах високого вакууму протягом різного часу та при різних температурах не спричиняє суттєвих змін. Методом дифракції електронів з високою енергією на відбиття виявлено, що після полірування  $Zn_{0,04}Cd_{0,96}Te$  в розробленому травнику на основі розчинів  $HNO_3-HBr-C_4H_6O_6$  формується структура з досконалою поверхнею, атомна структура якої відповідає кристалічній структурі об'єму досліджуваного монокристалу.

Таблиця 1

Параметри шорсткості поверхні  $Zn_{0,04}Cd_{0,96}Te$  після ХДП в травильних композиціях  $HNO_3-HBr$ -розчинник

№, п/п	Склад травника	$V_{пол}$ , мкм/хв.	Параметри шорсткості		
			$R_a$ , нм	$SR_z$ , нм	$rms$ , нм
1	12,5 $HNO_3$ + 57,5 $HBr$ + 30,0 $C_6H_8O_7$	16,8	27,8	53,7	35
2	6,7 $HNO_3$ + 6,7 $HBr$ + 86,6 $C_6H_8O_7$	1,0	3,2	18,5	4,4
3	14,3 $HNO_3$ + 55,8 $HBr$ + 30,0 ЕГ	17,0	13,9	31,5	19,9
4	18,0 $HNO_3$ + 37,0 $HBr$ + 45,0 $C_3H_6O_3$	8,3	15,1	152,1	25,6
5	9,0 $HNO_3$ + 18,5 $HBr$ + 72,5 $C_3H_6O_3$	2,5	4,1	28,2	5,7
6	16,0 $HNO_3$ + 54,0 $HBr$ + 30,0 $C_4H_6O_6$	16,0	49,4	149,6	62,9
7	2,5 $HNO_3$ + 14,5 $HBr$ + 83,0 $C_4H_6O_6$	1,5	1,2	8,8	1,8

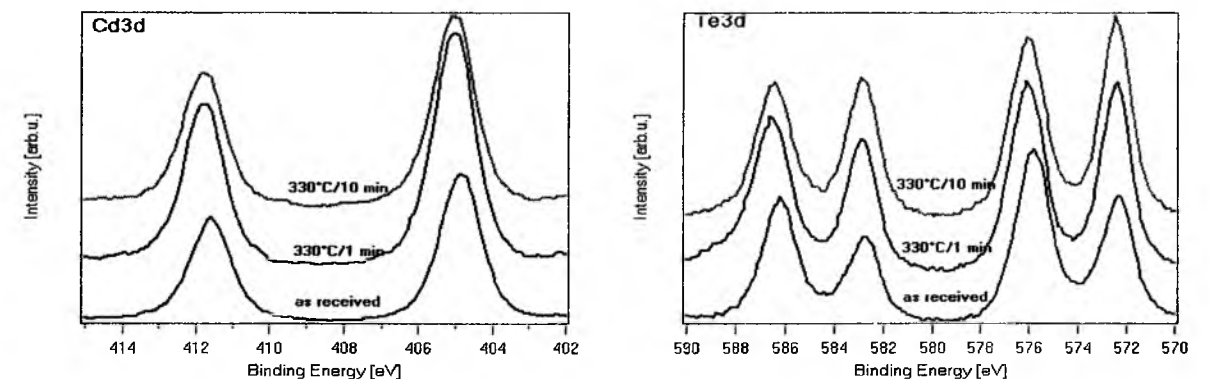


Рис. 8. ХФЕС Cd3d (а) і Te3d (б) спектри поверхні  $Zn_{0,04}Cd_{0,96}Te$ , полірованої бромвіділяючим травником  $HNO_3-HBr-C_4H_6O_6$  та після наступного відпалу в умовах високого вакууму.

Таблиця 2

Результати ХФЕС вимірювань поверхні зразків  $Zn_{0,04}Cd_{0,96}Te$

Обробка поверхні	Te/Cd	TeO <sub>2</sub> /Te
$Br_2$ -метанол	2,34	2,61
Відпал 603 К / 1 хв.	1,43	0,94
$HNO_3-HBr-C_4H_6O_6$	1,09	1,49
Відпал 603 К / 1 хв.	0,80	1,24
Відпал 603 К / 10 хв.	0,95	1,06

За даними діаграм «склад травника – швидкість травлення», результатів металографічного, профілографічного аналізів і ХФЕС проведено оптимізацію складів травників для ХДП і ХМП за швидкістю травлення, складом та шорсткістю поверхні, а з даних кінетичних досліджень оптимізовано режими процесу ХДП.

## Висновки

1. З використанням методу диску, що обертається, досліджено кінетичні закономірності взаємодії монокристалів CdTe і Zn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>Te з водними розчинами HNO<sub>3</sub>-HBr-розчинник. Вперше показано вплив вихідної концентрації бромидної кислоти та природи розчинника на полірувальні властивості розчинів, швидкість травлення та якість полірованої поверхні CdTe і твердих розчинів Zn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>Te. Вперше розкритий механізм фізико-хімічної взаємодії монокристалів CdTe і твердих розчинів Zn<sub>0,04</sub>Cd<sub>0,96</sub>Te, Zn<sub>0,1</sub>Cd<sub>0,9</sub>Te та Zn<sub>0,2</sub>Cd<sub>0,8</sub>Te з бромвиділяючими травильними композиціями HNO<sub>3</sub>-HBr-розчинник (етиленгліколь, тартратна, цитратна та лактатна кислоти) у межах концентрацій (5–12) HNO<sub>3</sub> : (88–95) HBr : (0–60) розчинник та побудовані діаграми «склад травника – швидкість травлення» і визначено концентраційні межі поліруючих і неполіруючих розчинів.

2. Встановлено вплив різних розчинників на процес хімічного травлення монокристалів CdTe та твердих розчинів Zn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>Te і на поліруючі властивості розчинів, при цьому визначено, що при заміні розчинника в травильній суміші HNO<sub>3</sub>-HBr-розчинник, розмір ділянок поліруючих травників збільшується в мажорантному ряду:



3. Вперше виявлено вплив складу твердих розчинів Zn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>Te на швидкість і характер їх розчинення в травниках HNO<sub>3</sub>-HBr-розчинник і показано, що із збільшенням вмісту цинку спостерігається певне зменшення швидкості травлення і розширення концентраційних меж ділянок поліруючих травильних композицій в мінорантному ряду:



4. Підтверджено існування компенсаційної залежності в кінетиці хімічного травлення монокристалів CdTe і твердих розчинів Zn<sub>0,04</sub>Cd<sub>0,96</sub>Te, Zn<sub>0,1</sub>Cd<sub>0,9</sub>Te та Zn<sub>0,2</sub>Cd<sub>0,8</sub>Te водними розчинами систем HNO<sub>3</sub>-HBr-розчинник.

5. Методами мікροструктурного, профілографічного аналізів та Х-променевої фотоелектронної спектроскопії досліджено стан поверхонь Zn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>Te, визначено їх шорсткість і склад після полірування розробленими травильними композиціями. Встановлено вплив складу травників, а також методів хімічної обробки (ХМП або ХДП) поверхні на параметри її шорсткості.

6. Показано, що застосування HNO<sub>3</sub> як окисника в складі бромвиділяючих розчинів сприяє утворенню травників з широким діапазоном швидкостей хіміко-динамічного (0,2–35,5 мкм/хв.) та хіміко-механічного полірування (0,8–47,0 мкм/хв.). Встановлено, що для формування полірованих поверхонь з параметрами шорсткості 1–5 нм доцільно застосувати травильні композиції HNO<sub>3</sub>-HBr-C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub> та HNO<sub>3</sub>-HBr-C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub>.

7. Оптимізовано склади травників HNO<sub>3</sub>-HBr-розчинник і технологічні режими для зняття порушеного шару, контрольованого зменшення товщини платівок до заданих розмірів, полірування тонких плівок та фінішного ХДП поверхні монокристалів CdTe та Zn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>Te.

8. Встановлено концентраційні межі бромвиділяючих розчинів HNO<sub>3</sub>-HBr-розчинник для полірування монокристалів CdTe та твердих розчинів Zn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>Te, показано вплив складу твердого розчину на межі ділянок поліруючих розчинів та швидкість полірування.

9. Оптимізовано склади поліруючих травильних композицій з широким діапазоном швидкостей полірування (для ХДП – 0,2–5,0 та 5,0–35,5 мкм/хв., для ХМП – 0,8–47,0 мкм/хв.), які містять одні й ті ж компоненти при різному співвідношенні в межах однієї системи HNO<sub>3</sub>-HBr-розчинник для проведення цілого циклу операцій хімічної обробки поверхні досліджуваних напівпровідників.

10. Розроблено методики хімічної обробки поверхонь детекторних матеріалів CdTe та Zn<sub>0,1</sub>Cd<sub>0,9</sub>Te для нанесення контактів (Au, In, Pt) і підкладок Zn<sub>0,04</sub>Cd<sub>0,96</sub>Te під епітаксію Cd<sub>x</sub>Hg<sub>1-x</sub>Te.

## Література

1. Застосування водних розчинів HNO<sub>3</sub>-HBr для хімічного полірування монокристалів Cd<sub>1-x</sub>Zn<sub>x</sub>Te / Г.М. Окрепка, З.Ф. Томашик, В.М. Томашик, І.І. Гнатів // Фізика і хімія твердого тіла. – 2008. – Т. 9, № 4. – С. 854–858.
2. Химико-механическое полирование монокристаллов твердых растворов Zn<sub>0,1</sub>Cd<sub>0,9</sub>Te бромвыделяющими композициями / Г.М. Окрепка, З.Ф. Томашик, В.Н. Томашик, П. Моравец, П. Гешл // Вопросы химии и химической технологии. – 2008. – № 5. – С. 100–104.
3. Химическое взаимодействие монокристаллов Zn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>Te с водными растворами HNO<sub>3</sub>-HBr-

молочная кислота / З.Ф. Томашик, Г.М. Окрепка, В.Н. Томашик, П. Моравец, П. Гешл // Конденсир. среды и межфаз. границы. – 2008. – Т. 10, № 2. – С. 166–171.

4. Формирование полированной поверхности монокристаллов твердых растворов Zn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>Te травителями HNO<sub>3</sub>-HBr-этиленгликоль / В.Н. Томашик, Г.М. Окрепка, З.Ф. Томашик, П. Моравец, П. Гешл // Химия, физика и технология поверхности. – 2008. – Вып. 14. – С. 186–192.
5. Chemical-mechanical polishing of CdTe and Zn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>Te single crystals by H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>(HNO<sub>3</sub>)-HBr-organic solvent etchant compositions / Z.F. Tomashik, V.M. Tomashik, I.B. Stratiychuk, G.M. Okrepka, I.I. Hnativ, P. Moravec, P. Höschl and J. Bok // J. Electron. Mater. – 2009. – Vol. 38, No 8. – P. 1637–1644.
6. Chemical-mechanical polishing of CdTe and Zn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>Te single crystals by bromine-emerging etching mixtures H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>(HNO<sub>3</sub>)-HBr-dissolvent / Z.F. Tomashik, V.M. Tomashik, I.B. Stratiichuk, G.M. Okrepka, I.I. Hnativ, P. Moravec, P. Höschl // The 2008 U.S. Workshop on the Physics and Chemistry of II–VI Materials, 11–13 November 2008: abstracts. – Las Vegas, USA, 2008. – P. 5960.
7. Использование смесей минеральных кислот для химической обработки монокристаллов CdTe и Cd<sub>0,22</sub>Hg<sub>0,78</sub>Te / З.Ф. Томашик, Г.М. Окрепка, В.Н. Томашик, Э.М. Лукиячук, В.И. Морозовская // 20-я Междунар. науч.-тех. конф. по фотозлектронике и приборам ночного видения, 27–30 мая 2008 г.: тезисы докладов. – Москва, 2008. – С. 123–124.
8. Оптимізація процесу хіміко-динамічного полірування Zn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>Te травильними композиціями HNO<sub>3</sub>-HBr-лактатна кислота / Г.М. Окрепка, З.Ф. Томашик, В.М. Томашик // 3-я Міжнар. наук.-тех. конф. “Сенсорна електроніка та мікросистемні технології”(СЕМСТ-3), 2–6 черв. 2008 р.: тези доп. – Одеса, 2008. – С. 159.
9. Бромвыделяющие травильные композиции HNO<sub>3</sub>(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)-HBr-растворитель для формирования полированной поверхности монокристаллов CdTe и твердых растворов Zn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>Te / В.Н. Томашик, З.Ф. Томашик, Г.М. Окрепка, И.И. Гнатив, И.Б. Стратийчук, П. Моравец, П. Гешл // IV Всерос. конф. “Физико-химические процессы в конденсированных средах и межфазных границах” (Фагран-2008), 6–9 октяб. 2008 г.: материалы конф. – Воронеж, 2008. – С. 520–523.
10. Окрепка Г.М. Розробка бромвиділяючих травильних композицій та технологічних процесів для формування полірованих поверхонь монокристалів CdTe та твердих розчинів Zn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>Te / Г.М. Окрепка // Конф. молодих вчених з фізики напівпровідників “Лашкарівські читання – 2008”, 21–23 квіт. 2008 р.: тези. – К., 2008. – С. 114.
11. Хімічне полірування поверхні монокристалів Zn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>Te бромвиділяючими травниками / Г.М. Окрепка, З.Ф. Томашик, В.М. Томашик, І.Б. Стратійчук, І.І. Гнатів // III Міжнар. наук.-практ. конф. “Матеріали електронної техніки та сучасні інформаційні технології”, 21–23 трав. 2008 р.: тези доп. – Кременчук, 2008. – С. 138–140.
12. Окрепка Г.М. Хімічна взаємодія монокристалів твердих розчинів Zn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>Te з сумішами HNO<sub>3</sub>-HBr-етиленгліколь / Г.М. Окрепка // VI всеукр. конф. молодих вчених та студентів з актуальних питань хімії, 3–6 черв. 2008 р.: тези доп. – Харків, 2008. – С. 28.
13. Вплив цитратної кислоти на хімічну взаємодію монокристалів Zn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>Te з водними розчинами HNO<sub>3</sub>-HBr / Г.М. Окрепка, З.Ф. Томашик, В.М. Томашик, І.Б. Стратійчук // XVII Українська конф. з неорганічної хімії, 15–19 верес. 2008 р.: тези доп. – Львів, 2008. – С. 233.
14. Химико-динамическое полирование поверхности монокристаллов CdTe и твердых растворов Zn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>Te травителями H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>(HNO<sub>3</sub>)-HBr – молочная кислота / И.Б. Стратийчук, Г.М. Окрепка, И.И. Гнатив, М.В. Серицан // Всеукр. конф. молодых ученых “Сучасне матеріалознавство, матеріали та технології”, 12–14 листоп. 2008 р.: тези конференції. – К., 2008. – С. 279.
15. Взаємодія монокристалів Zn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>Te з травниками HNO<sub>3</sub>-HBr-тартратна кислота / Г.М. Окрепка, З.Ф. Томашик, В.М. Томашик // XII наук. конф. “Львівські хімічні читання – 2009”, 1–4 черв. 2009 р.: зб. наук. праць. – Львів, 2009. – С. Н47.
16. Хімічна обробка поверхні монокристалів CdTe та Zn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>Te бромвиділяючими травниками на основі HNO<sub>3</sub>-HBr / В.М. Томашик, Г.М. Окрепка, З.Ф. Томашик, П. Моравец, П. Гешл // XII Міжнар. конф. “Фізика і технологія тонких плівок і наносистем”, 18–23 трав. 2009 р.: матеріали конф. – Івано-Франківськ, 2009. – С. 264–266.

Окрепка Г.М. – аспірант відділу фізичної хемії напівпровідникових матеріалів.

Томашик З.Ф. – старший науковий співробітник відділу фізичної хемії напівпровідникових матеріалів.

Томашик В.М. – доктор хімічних наук, професор, вчений секретар Інституту.

## Рецензент

Сіренко Г.О. – доктор технічних наук, професор, завідувач катедри теоретичної та прикладної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

# СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ В ХЕМІЧНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

УДК 35:574:32(477):342

М.П. Матківський, В.М. Случик

## Екологічний менеджмент: законодавство Європейського Союзу та українські перспективи

*Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,  
буль. Шевченка 57, м. Івано-Франківськ, 76025, Україна*

Сформована хронологія концепції екологічного менеджменту та проаналізовані вимоги до стандартів серії ISO 14000. Проведена оцінка реалізації системи екологічного менеджменту в розвинутих країнах, частково в країнах ЄС та Україні. Проаналізовані вимоги міжнародного законодавства для впровадження міжнародного досвіду в галузі екологічного менеджменту в нашій країні.

**Ключові слова:** екологічний менеджмент, система стандартів серії ISO 14000, екологічне законодавство, система екологічного управління.

M.P. Matkivsky, V.M. Sluchy

## Ecological management: legislation of European Union and Ukrainian prospects

*Vasyl Stefanyk Precarpathian National University,  
57, Shevchenko Str., Ivano-Frankivsk, 76025, Ukraine*

Chronology of an «ecological management» concept and requirements of the ISO 14000 series standards have been analyzed. An estimation of realization of the ecological management system in the developed countries, countries of European Union, in particular, and in the Ukraine have been created. A requirement in widespread of international experience in an ecological management in our country have been demonstrated.

**Key words:** ecological management, ISO 14000 series standards, ecology legislation, environmental management system.

*Стаття постуила до редакції 23.10.2009; прийнята до друку 23.11.2009.*

Означення «екологічний менеджмент» вперше введено у науковий обіг на Конференції з навколишнього середовища і розвитку «Порядок денний на XXI століття», прийнятому на найвищому рівні в Ріо-де-Жанейро у 1992 році, у якому підкреслено, що «екологічний менеджмент варто віднести до ключової домінанти сталого розвитку й одночасно до вищих пріоритетів промислової діяльності і підприємництва» [1]. Разом з тим, на сьогодні не існує єдиних загальноприйнятих означень екологічного менеджменту.

Для нашої країни означення екологічного

менеджменту є досить новим і дотепер законодавчо практично не закріпленим, а в міжнародних відносинах вже є активні спроби його реалізації в практичних механізмах діяльності зі своєю правовою, нормативною й економіко-регулюючою базою.

Початком хронології розвитку екологічного менеджменту слід вважати розробку в 1992 році стандарту BS 7750 (Specification for Environmental Management Systems), що був підготовлений і випущений Британським Інститутом Стандартизації.

У березні 1992 року Європейським союзом

(ЄС) були випущені «Вимоги до екоаудитування», підготовлені відповідно до висновків і рекомендацій доповіді голови Міжнародної комісії з навколишнього середовища і розвитку, Прем'єр-Міністра Норвегії Гро Харлем Брундтланд, викладених у книзі «Наше спільне майбутнє» (1987), які надають перевагу превентивним заходам і принципам розподілу відповідальності в охороні навколишнього середовища.

У 1993 році були остаточно погоджені й опубліковані вимоги до створення Системи екологічного менеджменту й аудитування (Eco-management and audit scheme or EMAS). Тоді ж у структурі ISO (Міжнародна організація із стандартизації) був створений Технічний комітет 207 (TC 207), відповідальний за підготовку стандартів з управління навколишнім середовищем, які можуть бути використані в усіх сферах бізнесу.

Перші стандарти ISO серії 14000, які встановлюють загальні критерії для оцінки відповідності систем управління навколишнім середовищем, були опубліковані ISO у вересні 1996 року.

Стандарти ISO 14000 регламентують не кількісні параметри (концентрацію шкідливих речовин, обсяг викидів тощо), а скеровують на використання кращих, доступніших технологій. Міжнародні екологічні стандарти побудовані так, що вони не суперечать конкретним національним стандартам і спрямовані на постійне відносне вдосконалення економічних процедур. Згруповані стандарти ISO 14000 за трьома напрямками:

- регламентація загальних принципів;
- формування інструментарію;
- управління екологічною якістю продукції.

Перелік стандартів ISO 14000 має такий вигляд:

### 1. Принципи екологічного менеджменту

ISO 14001: Система екологічного менеджменту (EMS) – специфікації і посібник з використання.

ISO 14004: EMS – загальний посібник із принципів, систем і методів.

ISO 14014: Посібник із визначення «початкового рівня» екологічної ефективності виробництва.

### 2. Інструменти екологічного контролю й оцінки

ISO 14010: Посібник з екоаудиту. Загальні принципи.

ISO 14011: Посібник з екоаудиту – процедури аудиту, аудит систем екологічного менеджменту.

ISO 14012: Посібник з екоаудиту – критерії кваліфікації екологічних аудиторів.

ISO 14031: Посібник з оцінки екологічних показників діяльності організацій.

### 3. Стандарти вимог на продукцію

ISO 14020: Принципи екологічного маркування продукції.

ISO 14040: Методика оцінки «життєвого циклу»

– оцінка (серія) екологічного впливу, пов'язаного з продукцією на всіх стадіях її життєвого циклу.

ISO 14050: Словник термінів (госларій) з екологічного менеджменту.

ISO 14060: Посібник з обліку екологічних аспектів у стандартах на продукцію.

Стандарти ISO серії 14000 є базовими, тобто вони можуть застосовуватись як у виробництві, так і в організаціях, що надають послуги в масовому та індивідуальному виробництві. Вони визначають, що повинна зробити організація для регулювання впливу на навколишнє середовище, але не зобов'язують як це необхідно робити.

Перевага стандартів ISO серії 14000 полягає в тому, що вони створені для всіх сфер діяльності шляхом подання міжнародної системи або методів визначення захищеності навколишнього середовища, контролю інформації та запобіганню торгових бар'єрів.

Не дивлячись на те, що стандарти ISO 14000 – добровільні, вже існує така практика, а саме зі сторони Європейського Союзу, що на свої ринки країни ЄС допускають продукції компаній, які мають ISO-сертифікати. Окрім цього, фірми, які мають згадану сертифікацію, мають і багато переваг у вирішенні екологічних проблем, економії природних ресурсів, зменшенні ризику екологічної відповідальності. Зокрема, основні банки таких держав як Швейцарія та Німеччина не виділяють кредити без екологічного обґрунтування проектів.

Сьогодні можна стверджувати, що із застосуванням різноманітних інструментів екологічної політики, за останню чверть століття досягнуто суттєвих зрушень для забезпечення охорони і збереження довкілля, створюється відповідне міжнародне екологічне законодавство.

На сьогодні екологічне законодавство ЄС – це чітко регламентована за структурою та змістом система, що має значний вплив не тільки на держави-члени ЄС, але і на інші європейські держави. На сучасному етапі сфера захисту довкілля регулюється у ЄС більш, як 300 законодавчими актами, які стосуються управління водними, атмосферними, земельними ресурсами, шумовими забрудненнями, відходами тощо. Найпоширенішими актами ЄС є директиви, які встановлюють основні положення, контрольні цифри, параметри чи нормативи. Директиви обов'язково повинні бути втілені в національні законодавства, але держави – члени можуть обирати найбільш придатні шляхи, форми, процедури їх досягнення. На відміну від директив, регламенти втілюються в національні законодавства повністю, без змін. Як приклад, це може бути прийняття Регламенту з питань екологічного аудиту.

Для країн-кандидатів в ЄС із 300 законодавчих актів обов'язковими є 70 директив і 21 постанова. У цих документах обумовлені

правові питання, що стосуються:

- якості атмосферного повітря та води;
- захисту рослинного та тваринного світу;
- способів утилізації промислових і побутових відходів;
- видів контролю за промисловими забрудненнями;
- рівня шуму машин і механізмів;
- умов виробництва хемічних і генетично змінених речовин;
- радіаційного захисту та ядерної безпеки.

Практичний, переважно іноземний досвід свідчить, що впровадження систем екологічного управління дає підприємству ряд переваг, зокрема, сприяє:

- цілеспрямованому зменшенню обсягів матеріальних та енергетичних ресурсів, що споживаються, відходів виробництва і, відповідно, розмірів платежів за них;
- зменшенню захворювань та впливу на генофонд;
- зменшенню ризику відповідальності за забруднення;
- формуванню довіри населення до підприємства;
- врегулюванню відносин з громадськістю, місцевою владою та підвищенню іміджу підприємства;
- залученню інвестицій;
- отриманню переваг над конкурентами під час участі у конкурсах і тендерах;
- підвищенню авторитету серед кредитних організацій.

З 1 січня 1998 р. у зв'язку з рішенням нашої держави приєднатися до Генеральної Угоди з тарифів і торгівлі (GATT), вступити у Всесвітню організацію торгівлі (WTO) та з метою підготовки українських підприємств до жорстких правил світової торгівлі Держстандарт України першим серед країн СНД підготував для впровадження міжнародні стандарти серії ISO 14000, які в другому півріччі 1997 року надійшли в спеціалізовані магазини і мають статус добровільних.

Завдання полягає в тому, щоб забезпечити міцне підґрунтя України як високорозвиненої, соціальної за своєю сутністю, демократичної правової держави, її інтегрування у світовий економічний процес як країни з конкурентноспроможною економікою, здатною вирішувати найскладніші завдання свого розвитку. Забезпечення цієї нової стратегії і буде Європейським вибором, рухом до стандартів реальної демократії, інформаційного суспільства, соціально орієнтованого ринкового господарства, що базується на забезпеченні прав та свобод людини і громадянина. Частиною таких прав є право на безпечне для життя і здоров'я довкілля, право на екологічну інформацію та її поширення,

що закріплено в Конституції України. За роки незалежності Україна сформувала головні засади державної екологічної політики. Охорона довкілля все більше набуває пріоритетного напрямку і стає невід'ємним складником державного управління. У своїй політиці в галузі екології та природних ресурсів Україна виходить із необхідності забезпечення загальної екологічної безпеки і розвитку міжнародного природо-охоронного співробітництва в інтересах нинішнього і майбутнього покоління.

Велику увагу Держспоживстандарт приділяє підтримці та стимулюванню підприємств, що розробляють і впроваджують системи управління якістю (СУЯ) та системи екологічного управління (СЕУ). Зокрема, Комітет розробив та забезпечує супроводження у Верховній Раді України проект Закону України «Про внесення змін до деяких законів України щодо створення систем управління якістю, систем екологічного управління та інших систем управління». Потужним стимулом запровадження СУЯ та СЕУ може стати практика закупівлі товарів, робіт, послуг підприємств і організацій, які мають сертифіковані в УкрСЕПРО системи управління.

З урахуванням даних Реєстру Системи сертифікації УкрСЕПРО та інформації інших органів з сертифікації (Бюро Верітас, СЖС, ТЮФ та інших) в Україні станом на 01.03.2007 налічується 1873 сертифікованих СУЯ, 77 СЕУ та близько 30 систем управління безпечністю харчових продуктів, при цьому 70% всіх систем сертифіковано в національній системі УкрСЕПРО. На даний час у світі зареєстровано близько 780 тисяч СУЯ та 170 тисяч СЕУ, у тому числі у Європі майже 380 тисяч СУЯ та 56 тисяч СЕУ [9]. Загальні результати кращих країн за сертифікацією СЕУ представлені на рис. [9].

У сфері екологічного управління 68% міжнародних стандартів серії ISO 14000 впроваджено в Україні як національно ідентичні, 6% перебувають на стадії розроблення. Роботу над впровадженням 26% міжнародних стандартів серії ISO 14000 ще не розпочато [5].

Оскільки вимоги ISO 14000 багато в чому перетинаються з ISO 9000 (стандарти у галузі управління та забезпечення якості), можлива полегшена сертифікація підприємств, які мають документ відповідності ISO 9000 стандартний процес отримання якого займає від 12 до 18 місяців. Планується можливість подвійної сертифікації для зменшення загальної вартості, бо сертифікація в рамках ISO 9000 – це 70% роботи з сертифікації в рамках ISO 14000 за твердженням консультаційних фірм.

На жаль, на сьогодні в Україні сертифіковано надто мало СЕУ. Такі скромні результати вимагають створення цільової програми, на засадах підготовленої Міністерством охорони навколишнього природного середовища Концепції

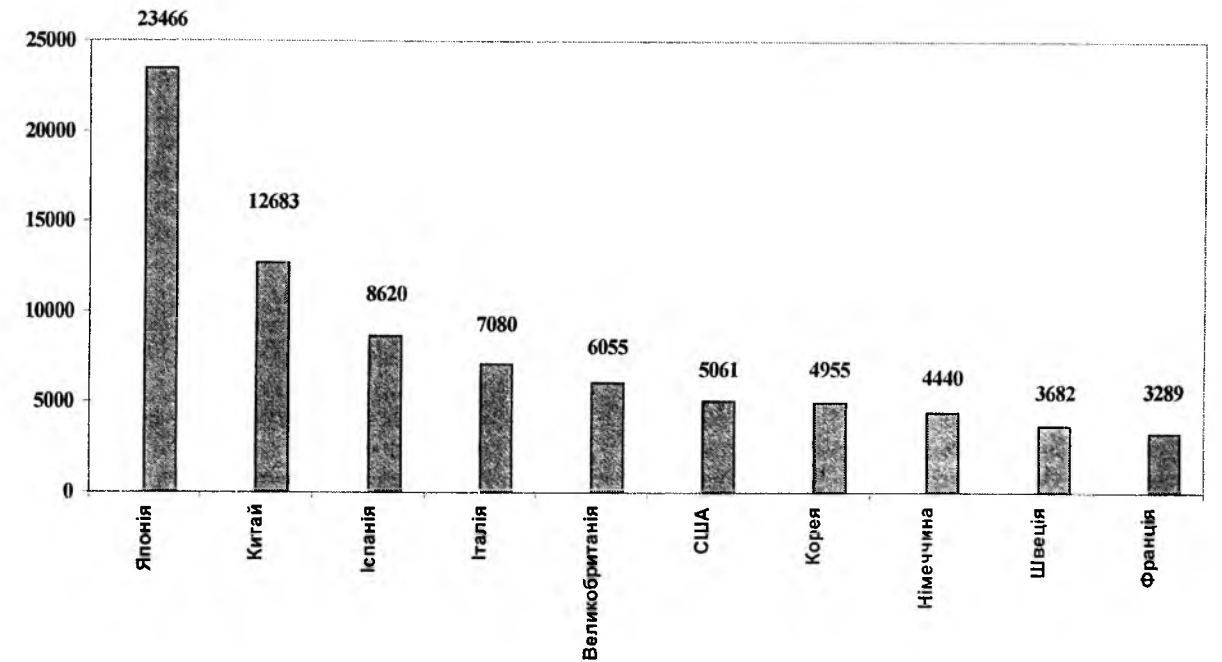


Рис. Країни-лідери за кількістю сертифікованих СЕУ

державної програми підтримки впровадження СЕУ та екологічної сертифікації продукції. Ця програма має на практиці забезпечити конституційні права громадян України на безпечне для життя і здоров'я довкілля та вільний доступ до інформації про його стан.

У грудні 2004 року опубліковано друге видання міжнародних стандартів ISO на системи екологічного керування (СЕК) [2, 3], розроблених на заміну стандартів версії 1996 року. Мета перегляду – зробити зрозумілишими деякі положення та посилити сумісність стандартів на СЕК і на системи керування якістю [4]. Загальна призначення стандартів [2, 3], як і всіх стандартів серії ISO 14000, – сприяти охороні довкілля та запобіганню забрудненню, зважаючи на соціально-економічні потреби.

Стандарт [6] встановлює вимоги до СЕК, що допоможе організаціям формулювати і реалізовувати екологічну політику, встановлювати екологічні цілі та досягти їх з урахуванням правових вимог та інформації про суттєві екологічні аспекти своєї діяльності, продукції чи послуг.

Порівняно з [7] стандарт [6] розширено і конкретизовано вимогами до СЕК організації. Так, у пункті 4.1 «Загальні вимоги...» зазначено: «Організація повинна розробити, задокументувати, запровадити, підтримувати, постійно поліпшувати систему екологічного керування відповідно до вимог цього стандарту та визначити, як виконуватиме ці вимоги. Організація повинна визначити та

задокументувати сферу застосування своєї системи екологічного керування». Стандарт [7] не містить вимог щодо постійного поліпшення, визначення та документування сфери застосування СЕК.

Стандарт [6] на відміну від [7] містить чітко визначений обов'язковий мінімальний перелік документації СЕК, який охоплює:

- а) екологічну політику, екологічні цілі та завдання;
- б) опис сфери застосування СЕК;
- в) опис основних елементів СЕК та їх взаємодій, а також посилання на відповідні документи;
- г) документи, зокрема протоколи, які вимагає стандарт [6];
- д) документи, зокрема протоколи, які визначила організація як необхідні для забезпечення дієвого планування, функціонування та контролювання процесів, пов'язаних з її суттєвими екологічними аспектами.

Крім того, додаток А до стандарту [6] доповнено настановами, яких не було у стандарті [7], щодо:

- операційного контролю;
- готовності до надзвичайних ситуацій і реагування на них;
- моніторингу і вимірювання;
- оцінювання дотримання відповідності.

Додатково до стандарту [4], що містить вимоги, стосовно яких може бути проведений аудит з ціллю сертифікації, реєстрації або самодекларації, стандарт [8] містить приклади,

описи та варіанти вибору, які допомагають організації у запровадженні СЕК і в посиленні її ролі у загальному керуванні організацією.

Важливою складовою частиною стандарту [8] є додаток А, у якому наведено приклади відповідності між елементами СЕК. Ці приклади згруповано у дві таблиці. Перша таблиця містить приклади діяльності (продукції, послуг) і екологічних аспектів організації та пов'язаних з ними фактичних і потенційних впливів на довкілля. У другій таблиці наведено низку прикладів можливих зв'язків між екологічними аспектами, цілями і завданнями, програмами, показниками характеристик, засобами операційного контролю та процесами моніторингу і вимірювання. Зазначені приклади допоможуть користувачам під час визначення екологічних аспектів.

## Висновки

1. Наведені дані переконливо свідчать, що Україні належить ще багато зробити з питань впровадження та сертифікації СУЯ та СЕУ, щоб наблизитись не тільки до високорозвинених країн, а й до своїх найближчих сусідів: Угорщини, Польщі, Чеської республіки та інших. Однак у цій діяльності ще існує цілий ряд недоліків, у

ліквідації яких повинні бути задіяні всі зацікавлені організації – від підприємств до центральних органів виконавчої влади.

2. У сучасних умовах необхідна більш широкомасштабна пропагандистська діяльність та економічна підтримка впровадження СУЯ та СЕУ. Не всі галузі народного господарства України охоплені цими процесами, бо на підприємствах та в організаціях ще недостатня кількість підготовлених спеціалістів з СУЯ та СЕУ, які могли б їх очолити.

3. Необхідне подальше удосконалення законодавчо-нормативної бази, методичного забезпечення та підвищення ролі та відповідальності консалтингових організацій у сфері управління якістю.

4. Порівнюючи світові та українські тенденції у сфері якості та екології, слід відзначити, що Україна значно відстає у кількості впроваджених та сертифікованих СУЯ та СЕУ. Тому існує нагальна потреба у проведенні Держспоживстандартом, за участі інших центральних органів виконавчої влади, широкомасштабної просвітницької кампанії у взаємодії з громадськими організаціями, спілками та об'єднаннями виробників щодо поширення передового досвіду впровадження сучасних систем управління.

## Література

1. <http://www.rainbow.gov.ua>. Національна доповідь України про стан виконання положень "Порядку денного на XXI століття" за десятилітній період (1992-2001 рр.).
2. ISO 14001: 2004. Environmental management systems – Requirements with guidance for use (Системи екологічного керування – Вимоги та настанови щодо застосування).
3. ISO 14004: 2004. Environmental management systems – General guidelines on principles, systems and support techniques (Системи екологічного керування – Загальні настанови щодо принципів, систем та засобів забезпечування).
4. ISO 9001:2000. Quality management systems – Requirements (Системи керування якістю – Вимоги).
5. Віткін Л., Сухенко А., Польшаков В., Миленко М. Системи управління якістю та системи екологічного управління: впровадження в світі та Україні//Стандартизація, сертифікація, якість. - 2006.- №6.- С. 43-52.
6. ДСТУ ISO 14001: 2006. Системи екологічного керування. Вимоги та настанови щодо застосування.
7. ДСТУ ISO 14001-97. Системи управління навколишнім середовищем. Склад та опис елементів і настанови щодо застосування.
8. ДСТУ ISO 14004: 2006. Системи екологічного управління. Загальні настанови щодо принципів, систем та засобів забезпечування.
9. Цициаліно О., Заклецький А., Хмель В., Калита О., Козаченко Л. Моніторинг у сфері управління якістю та екологічного управління // Стандартизація, сертифікація, якість.- 2007.- №2.- С. 52-55.

**Матківський М.П.** – кандидат технічних наук, доцент кафедри теоретичної та прикладної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

**Случик В.М.** – кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології та екології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

## Рецензент

**Курта С.А.** – кандидат технічних наук, доцент кафедри органічної та аналітичної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

## НАВЧАЛЬНІ ПРОГРАМИ З ХЕМІЇ

УДК 544(075.8)

Г.О. Сіренко, Л.Я. Мідак, О.В. Шийчук

### Навчальна програма поглибленого вивчення курсу «Фізична хемія: 4. Хемічна кінетика та каталіз» (для студентів спеціальності «Хемія»)

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,  
вул. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ, 76025, Україна

Сіренко Г.О., Мідак Л.Я., Шийчук О.В. Навчальна програма поглибленого вивчення курсу «Фізична хемія: 4. Хемічна кінетика та каталіз». – Івано-Франківськ: Прикарп. нац. ун-т ім. В.Стефаника, 2009. – 26 с.

Репрезентовано навчальну програму поглибленого вивчення курсу «Фізична хемія: 4. Хемічна кінетика та каталіз». Теоретична частина програми містить розділи: «Основи кінетики хемічних реакцій», «Питання теорії кінетики рідкофазних реакцій», «Механізми реакцій», «Кінетика гетерогенних реакцій», «Ланцюгові реакції», «Каталіз. Каталітичні реакції», «Кінетика хемічних реакцій в термодинаміці нерівновагових процесів. Кінетика електрохемічних реакцій», «Хемічні реакції при дії на речовину світла і частинок», «Кінетика утворення та перетворення макромолекул», «Макрокінетика», «Кінетичні методи дослідження». Затверджено на засіданні кафедри теоретичної і прикладної хемії 17 березня 2009 року (протокол № 7).

Навчальна програма курсу призначена для підготовки спеціалістів зі спеціальності «Хемія» в університетах класичного типу. Літ. джерел 118.

**Ключові слова:** фізична хемія, кінетика, каталіз, гомогенні реакції, гетерогенні реакції, ланцюгові реакції, макрокінетика, макрокінетика, порядок реакції, гомогенний каталіз, гетерогенний каталіз.

Програма постуила до редакції 2.09.2009; прийнята до друку 2.10.2009.

#### 1. Основи кінетики хемічних реакцій.

1. *Хемічна кінетика.* Основні поняття хемічної кінетики. Хемічна кінетика як наука про механізми фізико-хемічних явищ у термінах диференціальних або інтегрально-диференціальних рівнянь. Кінетична класифікація хемічних реакцій. Елементарні стадії реакції. Складні реакції. Швидкість утворення компонента і швидкість хемічних реакцій. Відкриті системи.

2. *Основні закони кінетики хемічних реакцій.* Моделювання хемічних процесів. Вплив концентрації на швидкість реакції. Кінетичні рівняння. Кінетична крива. Закон діючих мас і принцип незалежності протікання реакцій. Формулювання закону діючих мас. Методи визначення порядку реакцій. Експериментальні методи вимірювання швидкостей реакції. Константа швидкості хемічної реакції. Закон Ареніуса.

3. *Формальна кінетика.* Елементарні і формально прості гомогенні односторонні реакції в закритих системах. Застосування основного

закону кінетики до простих односторонніх реакцій. Формальна кінетика елементарних і формально простих гомогенних односторонніх реакцій в закритих системах. Способи визначення порядку реакції і константи швидкості реакції для елементарних і формально простих реакцій в закритих системах.

Формальна кінетика елементарних і формально простих реакцій у відкритих системах. Реакції першого порядку. Реакції другого порядку. Реакції третього порядку. Реакції нульового порядку. Реакції n-го порядку. Обмеження, накладені термодинамікою, на форму кінетичного рівняння. Механізми хемічних реакцій.

4. *Формальна кінетика. Складні реакції.* Застосування основного закону кінетики до складних реакцій. Оборотно-рівновагові реакції. Двосторонні оборотно-рівновагові реакції. Паралельні реакції. Конкуруючі реакції. Послідовні реакції. Складні реакції у відкритих системах n-послідовних реакцій першого порядку. Дві послідовні реакції другого порядку. Послідовно-паралельні реакції.

Принцип детальної рівноваги. Послідовні реакції з рівноваговими стадіями. Стаціонарне і квазістаціонарне протікання реакцій. Метод квазістаціонарних концентрацій і механізм складних газових реакцій. Спряжені реакції. Автокаталітичні реакції. Кінетичні відмінності між простою і складною реакціями. Кінетика реакцій у відкритих системах. Основні поняття і визначення. Кінетика реакцій в реакторі ідеального змішування. Реактори ідеального витіснення і проміжного типу.

5. *Теорії хемічної кінетики.* Елементарна теорія активних зіткнень. Елементарний хемічний акт. Газокінетична теорія зіткнень. Кінетична теорія газів. Обмін енергією при зіткненні частинок. Теорія зіткнень. Нерівновагові хемічні реакції. Бімолекулярні реакції в газах. Мономолекулярні реакції в газах. Інші теорії мономолекулярних реакцій. Тримолекулярні реакції.

Теорія активованого комплексу (перехідного стану). Основні положення теорії. Активованій комплекс. Статистичні суми станів. Неадіабатні реакції. Кінетичний ізотопний ефект. Поверхні потенціальної енергії. Статистичний розрахунок швидкості реакції. Застосування основного рівняння до окремих типів реакцій. Термодинамічний аспект теорії перехідного стану. Передекспоненціальний множник в рівнянні Ареніуса за теорією перехідного стану. Симетрія МО і енергія активації хемічних реакцій. Розрахунок ентальпій і ентропій активації. Мономолекулярні реакції. Тримолекулярні реакції. Реакції вільних радикалів Розгалужені ланцюгові реакції. Реакції в розчинах, швидкість яких визначається швидкістю дифузії. Час релаксації для простої реакції.

## II. Питання теорії кінетики рідкофазних реакцій.

Особливості рідкого стану речовини. Дифузія молекул в рідині. Особливості кінетики реакцій в розчинах. Вплив середовища на константу швидкості реакції. Кінетика йонних реакцій в розчинах. Теорія зіткнень в рідині. Теорія перехідного стану. Клітковий ефект.

Бімолекулярні реакції полярних частинок. Загальні питання. Йонні реакції. Реакції йонів з дипольними молекулами. Реакції частинок-диполів. Кореляційні рівняння.

## III. Механізми реакцій.

Окиснювально-відновні реакції. Класифікація реакцій. Теоретичні моделі реакцій переносу електрону. Механізми окиснювально-відновних реакцій.

Гомолітичні реакції. Мономолекулярний розпад молекул на радикали. Бімолекулярний і тримолекулярний розпад молекул на радикали. Мономолекулярні реакції радикалів. Реакції

атомів і радикалів з молекулами. Реакції між атомами і радикалами. Бірадикали. Складні радикальні реакції.

Гетеролітичні реакції. Дисоціація на йони і реакції йонів. Поділ реакцій на нуклеофільні і електрофільні. Реакції заміщення в органічних сполуках. Реакції присднання і відщеплення. Реакції заміщення лігандів в комплексних сполуках. Вплив замісників. Кореляційні рівняння в хемічній кінетиці.

Молекулярні реакції. Ізомеризація і розпад молекул. Реакція дієнового синтезу. Правило Вудворда-Гофмана.

## IV. Кінетика гетерогенних реакцій.

1. *Гетерогенні реакції.* Загальні закономірності гетерогенних реакцій. Гетерогенні процеси при нестационарній дифузії. Гетерогенні процеси при стаціонарній конвективній дифузії. Кінетика гетерогенних реакцій. Кінетичне дослідження хемічних процесів. Твердий реагент. Загальна характеристика процесів перетворення твердих речовин.

2. *Розвиток процесів на поверхні поділу фаз.* Основні параметри. Утворення реакційної поверхні поділу фаз. Зародкоутворення: зародкоутворення у фізичних процесах та в хемічній реакції. Кінетичний опис процесів зародкоутворення. Утворення зародків в залежності від часу: теоретичний розгляд процесів зародкоутворення в хемічній реакції; період індукції; формальні закони утворення зародків; застосування законів зародкоутворення.

Пересування реакційної поверхні поділу. Швидкість пересування поверхні поділу. Параметри, що визначають швидкість на поверхні поділу. Вплив концентрації та тиску: фазові переходи; розчинення і осадження; хемічні реакції в системах, в яких існує взаємодія між поверхнею поділу і частинками рідини чи газу. Вплив температури: випаровування і конденсація; алотропні перетворення; хемічні реакції. Вплив розмірів зародків.

Розвиток реакційної поверхні поділу: протікання явищ при накладанні процесів утворення і пересування поверхні поділу. Хід процесу на початкових стадіях: ріст зародків; залежність кількості прореагованого реагенту від часу; уявний період індукції. Перекривання зародків і знищення потенціальних центрів зародкоутворення. Кінцевий період реакції.

3. *Принципи визначення кінетичних констант.* Методи кінетичного дослідження. Виділення основних процесів: кінетичне дослідження утворення реакційної поверхні поділу; кінетичне дослідження розвитку реакційної поверхні поділу; виділення шляхом виродження; метод, заснований на порівнянні з вимірюваннями в стандартних умовах, і споріднені методи; природне зародкоутворення в стандартних умовах; штучне

зародкоутворення; порівняння з емпіричними методами дослідження. Можливості методів виділення для дослідження хемічних процесів. Застосування методу приведених координат в кінетиці гетерогенних реакцій.

4. *Одочасний початок реакції на всій поверхні зразка.* Реакція з участю одного зерна (вплив співвідношення розмірів): основи розрахунків; виведення формул; розрахунок графіків, пов'язаних із впливом відносних розмірів зерна. Частинні випадки.

Реакція сукупності зерен, що характеризується різними відносними розмірами.

Реакція зразка, що складається із зерен різних розмірів (вплив гранулометрії): визначення гранулометричного розподілу; виведення формул. Використання в деяких типових випадках: зразки, утворені із зерен, що скорочуються гомотетично; зразки, утворені із зерен, в яких реакція розвивається тільки в одному напрямку.

5. *Зародкоутворення в рідкому та газовому середовищі.* Основні формули: зародкоутворення без розгалуження; зародкоутворення із розгалуженням.

Загальні розв'язки основних рівнянь. Використання перетворення Лапласа: первинне зародкоутворення, що відбувається з постійною швидкістю або за степеневим законом; миттєве первинне зародкоутворення. Застосування розкладу в ряд: загальний розв'язок; ділянка збіжності.

Робочі формули. Зародкоутворення без розгалуження: миттєве зародкоутворення; зародкоутворення з постійною швидкістю ( $q=0$ ); зародкоутворення за степеневим законом ( $q=1$ ) та ( $q=2$ ). Зародкоутворення з розгалуженням.

6. *Зародкоутворення в об'ємі твердого реагенту.* Основи розрахунку: виникнення і ріст зародків; поняття про фіктивний ступінь перетворення; відношення між реальним і фіктивним ступенями перетворення.

Кінетика процесу. Зародкоутворення з рівномірним розподілом ймовірності в об'ємі реагенту: зародкоутворення з постійною швидкістю та за степеневим законом; інші типи зародкоутворення з рівномірним розподілом ймовірності в об'ємі. Зародкоутворення в присутності потенційних зародків: зародкоутворення за законом першого порядку або за степеневим законом; загальна формула; інші типи зародкоутворення за степеневим законом; загальний випадок. Залежність кінетики реакції від дисперсності реагенту.

7. *Зародкоутворення на поверхні твердого реагенту.* Основи розрахунку. Зразки, утворені зі сферичних частинок. Загальні формули: фіктивна швидкість зародкоутворення; ступінь перетворення сферичних шарів; глибина протікання реакції. Миттєве зародкоутворення:

хід процесу, початковий і кінцевий періоди. Зародкоутворення з постійною швидкістю: розвиток процесу; початковий і кінцевий періоди. Інші закони зародкоутворення.

Наближений розгляд: загальні формули; миттєве зародкоутворення; зародкоутворення з постійною швидкістю; зародкоутворення за степеневим законом. Зразки, утворені зі сферичних зерен різних розмірів.

8. *Зразки, утворені з пластинок.* Загальні формули: ступінь перетворення шарів, розташованих на глибині  $x$ ; вираз для загальної глибини протікання реакції. Миттєве зародкоутворення і зародкоутворення з постійною швидкістю. Протікання реакції на плоскій поверхні: загальна формула; миттєве зародкоутворення; зародкоутворення з постійною швидкістю.

9. *Зародкоутворення за розгалуженим ланцюговим механізмом.* Теорії Гарнера і Хайлса; Проута і Томпкінса; Хілла; Хасімото та ін. Загальні риси розглянутих теорій. Теорії ланцюгового зародкоутворення для ниткових зародків. Зародкоутворення: загальний опис; виведення формул, що описують зародкоутворення. Перетворення твердої речовини за рахунок розвитку зародків: розрахунок уявного об'єму перетвореної частинки реагенту; розрахунок дійсного ступеня перетворення. Кінетичні формули: миттєве зародкоутворення; зародкоутворення за реакцією першого порядку за рахунок активації потенційних центрів або зародкоутворення за реакцією нульового порядку, що проходить з однаковою ймовірністю; зародкоутворення за степеневим законом, що проходить з однаковою ймовірністю.

10. *Кінетика топохемічних реакцій.* Загальна характеристика топохемічних реакцій. Механізм топохемічних реакцій. Експериментальні дані з кінетики розкладу твердих речовин.

## V. Ланцюгові реакції.

Загальні закономірності ланцюгових реакцій. Термінологія, поняття та означення ланцюгових реакцій. Принцип стаціонарності.

Ланцюгові нерозгалужені реакції. Елементарна ймовірнісна теорія ланцюгових реакцій. Приклади ланцюгових реакцій в газовій фазі. Ініційоване окиснення органічних сполук в рідкій фазі.

Ланцюгова розгалужена реакція. Два режими протікання ланцюгової розгалуженої реакції. Горіння водню. Реакції за участю фтору.

Ланцюгова реакція з виродженим розгалуженням ланцюгів. Вироджене розгалуження ланцюгів. Кінетика накопичення проміжного продукту. Кінетика автоокиснення вуглеводнів.

## VI. Каталіз. Каталітичні реакції.

*1. Гомогенний каталіз.* Основні поняття та означення. Причини каталітичної дії. Найпростіша схема каталітичної реакції. Каталітична активність та селективність. Взаємодія реагентів з каталізатором і принципи каталітичної дії. Енергія активації в гомогенних каталітичних реакціях. Співвідношення Бренстеда-Поляні. Механізм гетерокаталітичних реакцій. Повільні реакції в розчинах. Особливості каталізу в розчинах. Проміжні продукти в гомогенному каталізі. Теорія Шпитальського.

Кислотно-основний каталіз: поняття; приклади кислотно-основного каталізу; функції кислотности. Інші види гомогенного каталізу: йонні окиснювально-відновні реакції; розпад гідроген пероксиду, каталізований йонами феруму; каталіз йонами металів в реакціях автоокиснення. Гомогенний каталіз в газовій фазі. Автокаталіз; інгібування та періодичні каталітичні реакції. Особливості кінетики автокаталітичних реакцій. Спряжені реакції. Хемічна індукція. Швидкі реакції в розчинах.

Металокомплексний каталіз: кислотно-основні реакції; реакції гомогенного гідрування, карбонілювання, ізомеризації. Ферментативний каталіз: основні поняття; міжнародна класифікація ферментів; кінетичні закономірності ферментативних реакцій; інгібітори і активатори ферментів; складні ферментативні реакції. Кінетика металокомплексного і ферментативного каталізу. Застосування теорії проміжних сполук до ферментативних реакцій.

*2. Гетерогенний каталіз.* Гетерогенні каталізатори. Активація в гетерогенних каталітичних реакціях. Структура поверхні гетерогенних каталізаторів. Адсорбція на поверхні каталізатора. Мікрокінетика гетерогенного каталізу. Зовнішньокінетична ділянка гетерогенного каталізу. Адсорбційна і проміжна ділянки гетерогенного каталізу. Внутрішньодифузійна і проміжна ділянки гетерогенного каталізу. Внутрішньодифузійна і внутрішньокінетична ділянки гетерогенного каталізу. Теорія гетерогенного каталізу. Прогнозування каталітичної активності.

Теорія активних центрів в гетерогенному каталізі. Активні центри гетерогенних каталізаторів. Мультиплетна теорія каталізу. Теорія активних ансамблів. Електронні уявлення в гетерогенному каталізі.

## VII. Кінетика хемічних реакцій в термодинаміці нерівноважних процесів. Кінетика електрохемічних реакцій.

Оборотні електродні процеси. Швидкість електрохемічної реакції. Струм обміну. Електрохемічна реакція як лімітуюча стадія. Теорія сповільненого розряду-йонізації. Електродні процеси з двома контролюючими

стадіями. Електродні процеси, ускладнені додатковими стадіями. Нерівновагові електрохемічні процеси. Електроліз. Поляризація електродів. Дифузійна та електрохемічна перенапруга. Інші види перенапруги. Температурно-кінетичний метод визначення природи поляризації в електрохемічних процесах. Перенапруга при електрохемічному виділенні водню. Полярографія. Електрохемічне виділення металів. Поляризаційні явища в хемічних джерелах електричного струму. Електрохемічне розчинення і пасивність металів. Електрохемічна корозія металів. Пасивність металів. Методи захисту від корозії.

## VIII. Хемічні реакції при дії на речовину світла і частинок.

*1. Елементарні процеси у фотохемії.* Поглинання і випромінювання. Переходи без випромінювання: загальні відомості; вплив температури; електронні матричні елементи; переходи без випромінювання в ізольованих молекулах. Перенос енергії в конденсованій фазі. Синглет-синглетний і триплет-синглетний перенос енергії. Триплет-триплетні переноси енергії. Вплив температури і закон енергетичної щільності.

Перенос енергії і згасання люмінесценції в газах: основні поняття; синглет-синглетний і триплет-синглетний перенос енергії; триплет-триплетний перенос енергії. Співвідношення між константами швидкості і перерізами.

Молекулярний перенос енергії в газах. Ймовірність переходу.

Поведінка релаксуючої системи з часом. Рівняння Ліувілля. Рівняння Паулі. Релаксаційні кінетичні рівняння. Коливальна релаксація в конденсованій фазі. Модель борн-оппенгеймерівської взаємодії. Порівняння двох моделей. Вплив молекулярних обертань на коливальну релаксацію.

*2. Реакції під дією випромінювання.* Взаємодія світла з речовиною. Фотофізичні процеси. Фотохемічні реакції. Основні закони фотохемії. Основні типи фотохемічних процесів. Кінетика фотохемічних реакцій. Хемолломінісценція.

Кінетика фотохемічних реакцій в газах. Поглинання світла однорідним середовищем. Визначення первинного квантового виходу. Деякі кінетичні рівняння фотохемічних реакцій без участі та з участю ланцюгів. Приклади простих фотохемічних газових реакцій.

*3. Радіаційно-хемічні реакції.* Радіаційна хемія: основні означення. Первинні радіаційно-хемічні процеси. Радіаційно-хемічні реакції в газах. Радіоліз у рідкій фазі. Радіаційна полімеризація.

*4. Кінетика і механізм реакцій в електричних розрядах.* Види електричних розрядів. Збудження та йонізація молекул в електророзряді. Хемічні

реакції в електророзряді. Кінетика електрокрекінгу метану. Кінетика і механізм реакцій перетворення вуглеводнів при низьких тисках в тліючому розряді. Синтез нітроген оксидів з повітря і азото-кисневих сумішей. Розклад нітроген (II) оксиду. Основні поняття про механізми активації молекул в електричному розряді.

## IX. Кінетика утворення та перетворення макромолекул.

Радикальна полімеризація: ініціювання, ріст і обрив ланцюга; співполімеризація. Йонна полімеризація: аніонна полімеризація, катіонна полімеризація, координаційно-йонна полімеризація. Поліконденсація і ступенева полімеризація. Процеси деструкції полімерів: деполімеризація полімерів; термічна деструкція (піроліз); радикальні реакції в твердих полімерах; окиснення полімерів; різні типи деструкції полімерів.

## X. Енергетика та кінетика біохемічних процесів.

1. Ефект Гіббса-Доннана та рівняння адсорбції Гіббса при біохемічних процесах. Мембранний гідроліз.

2. Кінетика біохемічних реакцій. Реакції 1-го та 2-го порядків. Вплив концентрації на порядок біохемічних реакцій. Енергія активації. Вплив температури на швидкість біохемічних реакцій.

Послідовні реакції та цикли біохемічних реакцій. Відкриті системи: кожна реакція всередині клітини; кожна клітина всередині організму; кожний цілісний організм.

3. Кінетика ферментативних реакцій. Інтегральне рівняння Міхаеліса-Ментена. Конкурентне інгібування.

## XI. Макрокінетика.

Дифузійна кінетика. Рівняння дифузії. Коефіцієнт дифузії. Хемічні реакції, що

супроводжуються дифузією. Термодифузія.

Хемічна гідродинаміка. Елементи гідродинаміки. Критерії подібності. Конвективна дифузія в рідині. Дифузійна кінетика при турбулентній течії рідини.

Теплопередача. Теплопровідність. Критерії режимів теплопровідності. Конвективний теплообмін. Теплове випромінювання.

Реакції вибухового перетворення. Основні означення. Тепловий спалах. Теорія теплового горіння та вибуху. Поширення полум'я.

## XII. Кінетичні методи дослідження.

Повільні хемічні реакції. Кінетика повільної реакції. Методи вивчення кінетики газофазних реакцій. Методи контролю за протіканням реакції. Застосування ізотопів в хемічній кінетиці.

Вивчення механізму ланцюгових реакцій. Метод акцепторів вільних радикалів (метод інгібіторів). Вивчення розпаду ініціаторів на радикали. Кінетичні методи вивчення інгібіторів окиснення. Метод зміщення меж ланцюгового займання. Методи вивчення гомогенних і гетерогенних реакцій.

Методи вивчення швидких реакцій. Метод конкуруючих реакцій. Метод зупинки реакції. Проведення реакцій за низьких температур. Струменеві методи. Метод фотохемічної переддії і післядії. Секторний метод (метод перервного освітлення). Флуоресцентний метод. Імпульсні методи. Релаксаційні методи з однократним збудженням. Релаксаційні методи з періодичним збудженням. Метод ЯМР. Електронний парамагнітний резонанс (ЕПР). Метод дзеркал. Ударна труба. Молекулярні пучки. Водневий квантовий генератор.

Неізотермічні методи вивчення кінетики. Адіабатне стиснення газу. Тепловий вибух, як метод неізотермічної кінетики. Горіння. Визначення кінетичного рівняння за кінетичними кривими розігріву. Термографічний метод. Інші неізотермічні методи.

## Рекомендована література

1. Браун М., Доллимор Д., Галвей А. Реакции твердых тел / Пер. с англ. В.Б. Охотникова, А.П. Чупахина; под ред. В.В. Болдырева. – М.: Мир, 1983. – 360 с.: ил. (22 рис.). – Табл. 17. – Выводы: с. 313-318. – Библиогр.: с. 319-349 (1294 назв.). – Предмет. указ.: с. 350-354.
2. Даниэльс Ф., Олберти Р. Физическая химия / Пер. с англ. «Physical chemistry» под ред. К.В. Топчиевой. – М.: Мир, 1978. – 647 с.: ил. (168 рис.). Табл. 68. – Библиогр.: в конце гл. – Прилож.: с. 626-630. – Предмет. указ.: с. 631-638.
3. Дельман Б. Кинетика гетерогенных реакций / Пер. с фр. Н.М. Бажина, Э.Г. Малыгина, В.М. Бердникова; под ред. В.В. Болдырева. – М.: Мир, 1972. – 556 с.: ил. (229 рис.). – Табл. 39. – Выводы: после гл. – Библиогр.: после гл. (363 назв.). – Прилож.: с. 459-521. – Список обозн.: с. 534-545.
4. Денисов Э.Т. Кинетика гомогенных химических реакций: Учеб. пособие. – М.: Высш. шк., 1978. – 368 с.: ил. (31 рис.). – Табл. 88. – Приложение: с. 323-345. – Библиогр.: с. 346-357 (310 назв.). – Предмет. указ.: с. 358-362.
5. Еремин Е.Н. Основы химической кинетики: Учеб. пособие. – Изд. 2-е, доп. – М.: Высш. шк., 1976. – 376 с.: ил. (105 рис.). – Табл. 45. – Библиогр.: с. 371 (30 назв.).

6. **Жуховицкий А.А., Шварцман Л.А.** Краткий курс физической химии. – М.: Металлургия, 1979. – 368с.
7. **Зимон А.Д., Лещенко Н.Ф.** Физическая химия: Учебник. – М.: Химия, 2000. – 320с.: ил. (78 рис.). – Табл. 7. – Словарь-указатель основных терминов: с. 307-316. – Библиогр.: с. 317 (11 назв.). – ISBN 5-7245-1090-1.
8. **Краткий курс физической химии / С.М. Кочергин, Г.А. Добренков, В.Н. Никулин и др. / Под ред. С.Н. Кондратьева.** –2-е изд., перераб. и доп. –М.: Высш. шк., 1978. – 312с.: ил (96 рис.). – Табл. 9. – Библиогр.: с. 309 (17 назв.).
9. **Лебідь В.І.** Фізична хімія: Підручник. – Харків: Фоліо, 2005. – 480с.: іл. (125 рис.). – Табл. 18. – Контрол. запит.: після гл. – Предмет. покажч.: с. 470-477. – Бібліогр.: с. 478- (21 назва). – ISBN 966-03-2751-Х.
10. **Стромберг А.Г., Семченко Д.П.** Физическая химия: Учебник / Под ред. А.Г. Стромберга. – 3-е изд., исправ. и доп. – М.: Высш. шк., 1999. – 528 с.: ил. (151 рис.). – Библиогр.: с. 511-515 (176 назв.). – Предмет. указ.: с. 516-522. – Приложение: с. 489-510. – ISBN 5-06-003627-8.
11. **Физическая химия.** В 2-х кн. – Изд. 3-е, испр. / К.С. Краснов, Н.К. Воробьев, И.Н. Годнев и др. / Под ред. К.С. Краснова. – М.: Высш. шк., 2001. –Кн. 1. Строение вещества. Термодинамика. – 512с.: ил. (160 рис.). – Табл. 22. – Прилож.: с. 495-496 (1 табл.). – Предмет. указ.: с. 497-505. – Библиогр.: с. 303-304 (кн. 2); 24 назв. (кн. 1). – ISBN 5-06-004025-9 (кн. 1); ISBN 5-06-004027-5.
12. **Цвєткова Л.Б.** Фізична хімія: Теорія і задачі: Навч. посіб. – Львів: Магнолія-2006, 2008. – 415 с.: іл. (34 рис.). – Табл. 45. – Розв'язання типових задач: після гл. – Задачі для самоконтролю: після гл. – Додатки: с. 396-412 (17 табл.). – Бібліогр.: 413 (20 назв.). – ISBN 978-966-2025-40-8.
13. **Эйринг Г., Лин С.Г., Лин С.М.** Основы химической кинетики / Пер. с англ. Е.Л. Розенберга; под ред. А.М. Бродского. – М.: Мир, 1983. – 528 с.: ил. (111 рис.). – Табл. 50. – Библиогр.: после гл. (543 назв.). – Прилож.: с. 490-521. – Предмет. указ.: 522-524.

#### Використані джерела інформації

1. **Агафонова Е.И., Карпенко П.Г., Рябина Л.В.** Практикум по физической и коллоидной химии. – М.: Высш. шк., 1985. – 167с.
2. **Афонский С.И.** Физическая и коллоидная химия. – М.: Совет. наука, 1954. – 268с.
3. **Ахметов Б.В., Новиченко Ю.П., Чапурин В.И.** Физическая и коллоидная химия. – Л.: Химия, 1986. – 320с.: ил. (101 рис.). – Табл. 5. – Библиогр.: с. 305 (18 назв.). – Упраж. после гл. – Предмет. указ.: с. 307-315.
4. **Балезин С.А., Парфенов Г.С.** Основы физической и коллоидной химии. – М.: Просвещение, 1964. – 456с.
5. **Баталин Г.И.** Сборник примеров и задач по физической химии: Учеб. пособие. – К.: Изд-во КДУ, 1960. – 548 с.: ил. (133 рис.). – Табл. 51. – Прилож.: с. 471-539 (15 табл.). – Ответы: с. 540-546.
6. **Білий О.В., Біла Л.М.** Фізична і колоїдна хімія. – К.: Вища шк., 1981. – 128с.
7. **Біофізична та колоїдна хімія / А.С. Мороз, Л.П. Яворська, Д.Д. Луцевич та ін.** – Вінниця: Нова книга, 2007. – 600с.: іл. (162 рис.). – Табл. 35. – Контр. Запит. і задачі в кінці гл. – Бібліогр.: с. 598-599 (29 назв.). – Предм. Покажчик: с. 590-597. – Авт. покажчик законів. – с. 576-589. – ISBN 978-966-382-024-8.
8. **Болдырев А.И.** Физическая и коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1974. – 504с.: ил. (210 рис.). – Табл. 94. – Библиогр.: с. 495-496 (54 назв.). – Предмет. указ.: с. 497-500.
9. **Болдырев А.И.** Физическая и коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1983. – 408с.
10. **Боресков Г.К.** Гетерогенный катализ. – М., 1986.
11. **Браун М., Доллимор Д., Галвей А.** Реакции твердых тел / Пер. с англ. В.Б. Охотникова, А.П. Чупахина; под ред. В.В. Болдырева. – М.: Мир, 1983. – 360 с.: ил. (22 рис.). – Табл. 17. – Выводы: с. 313-318. – Библиогр.: с. 319-349 (1294 назв.). – Предмет. указ.: с. 350-354.
12. **Булгакова Т.И.** Реакции в твердых фазах. – М.: Изд-во Москов. ун-та, 1972. – 55 с.: ил. (30 рис.). – Табл. 6. – Библиогр.: с. 51 (7 назв.).
13. **Галинкер В.С., Хоцяновский О.И.** Лекционные опыты и демонстрационные материалы по физической и коллоидной химии. – К.: Киев. Ун-т, 1965. – 116 с.: ил. (37 рис.). – Табл. 12. – Библиогр.: с. 112 (29 назв.).
14. **Галинкер И.С., Медведев П.И.** Физическая и коллоидная химия. – М.: Высшая школа, 1972. – 304с.
15. **Галяс В.Л., Колотницький А.Г.** Фізична і колоїдна хімія. – Львів: Стрийська міська друкарня, 2004. – 272 с.
16. **Гамеева О.С.** Физическая и коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1977. – 328с.
17. **Гамеева О.С.** Сборник задач и упражнений по физической и коллоидной химии. – М.: Высш. шк., 1966. – 276 с.: ил.

18. **Гетман Ф., Даниельс Ф.** Основы физической химии: Учеб. пособие / Пер с англ. «Outlines of theoretical chemistry» Б. Веселовского, Л. Ченцовой, Л. Шварцмана, Л. Шамовского; под ред. А. Капустинского. – М.-Л.: Госнаучтеххимиздат, 1941. – 628 с.: ил. (170 рис.). – Табл. 82. – Х. Коллоиды: с. 188-224. – Библиогр.: после гл. (132 назв.). – Задачи: после гл. – Прилож.: с. 593-617 (Физ. и мат. формулы). – Имен. Указ.: с. 616-620. – Предмет указ.: с. 620-627. – Символы, сокрац.: с. 627.
19. **Глазгов В.М.** Основы физической химии. – М.: Высш. шк., 1981. – 456с.
20. **Глінка М.Л.** Загальна хімія / Пер. з рос. М.М. Матійка. – 5-те вид. – К.: Вища шк., 1982. – 608 с.: іл. (173 рис.). – Табл. 40. – Бібліогр.: с. 592 (30 назв.). – Імен. покажчик: с. 593-594. – Предмет покажчик: с. 594-608.
21. **Голиков Г.А.** Руководство по физической химии: Учебное пособие. – М.: Высш. шк., 1988. – 384 с.: ил. 89 рис., 6 табл. – Вопросы для повтор.: в конце гл. – Заключ.: с. 364-365. – Библиогр.: с. 366 (14 назв.). – Прилож.: с. 367- (2 табл.). – Предмет. указ. 368-378. – ISBN 5-06-001332-4.
22. **Гомонай В.І.** Фізична та колоїдна хімія. – Підручник. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 496с.: іл. (93 рис.). – Табл. 26. – Бібліогр.: с. 486 (18 назв.). – Предмет. покажчик: с. 477-485. – Додаток: с. 473-476 (5 табл.). – ISBN 978-966-382-056-9.
23. **Горшков В.И., Кузнецов И.А.** Физическая химия. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986. – 264с.
24. **Горшков В.И., Кузнецов И.А.** Основы физической химии. – М.: Изд-во МГУ, 1993. – 335 с.
25. **Гречанюк В.І.** Фізична хімія і хімія силікатів: Підручник. – К.: Кондор, 2006. – 434 с.: іл. (123 рис.). – Табл. 17. – Бібліогр.: с. 423-424 (37 назв.). – Предмет. покажчик: с. 425-431. – ISBN 966-8251-90-3.
26. **Дамаскин Б.Б., Петрий О.А.** Введение в электрохимическую кинетику. – М., 1983.
27. **Даниельс Ф, Олберти Р.** Физическая химия / Пер с англ. «Physical chemistry» под ред. К.В. Топчиевой. – М.: Мир, 1978. – 647 с.: ил. (168 рис.). Табл. 68. –Библиогр.: в конце гл. – Прилож.: с. 626-630. – Предмет. указ.: с. 631-638.
28. **Дельман Б.** Кинетика гетерогенных реакций / Пер. с фр. Н.М. Бажина, Э.Г. Малыгина, В.М. Бердникова; под ред. В.В. Болдырева. – М.: Мир, 1972. – 556 с.: ил. (229 рис.). – Табл. 39. – Выводы: после гл. – Библиогр.: после гл. (363 назв.). – Прилож.: с. 459-521. – Список обозн.: с. 534-545.
29. **Денисов Э.Т.** Кинетика гомогенных химических реакций: Учеб. пособие. – М.: Высш. шк., 1978. – 368 с.: ил. (31 рис.). – Табл. 88. – Приложение: с. 323-345. – Библиогр.: с. 346-357 (310 назв.). – Предмет. указ.: с. 358-362.
30. **Денисов Э.Т., Саркисов О.М., Лихтенштейн Г.И.** Химическая кинетика. – М., 2000.
31. **Диксон М., Узбб Э.** Ферменты. – В 3-х том./ Пер. с англ. Л.М. Гиномдана, М.И. Левянт, В.К. Антонова, А.Е. Браунштейна. – М.: Мир, 1982. – Т.1. – 390 с. – Т.2. – 807 с.
32. **Долгоплоск Б.А., Тинякова Е.И.** Генерирование свободных радикалов и их реакции. – М.: Наука, 1982. – 252 с.: ил. (137 рис.). – Табл. 73. – Библиогр.: после гл. (484 назв.).
33. **Дулицкая Р.А., Фельдман Р.И.** Практикум по физической и коллоидной химии. – М.: Высш. шк., 1978. – 296с.: ил.
34. **Евстратова К.И., Купина Н.А., Малахова Е.Е.** Физическая и коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1990. – 487с.
35. **Еремин Е.Н.** Основы химической кинетики в газах и растворах. – М.: Изд-во МГУ, 1971. – 384с.
36. **Еремин Е.Н.** Основы химической кинетики: Учеб. пособие. – Изд. 2-е, доп. – М.: Высш. шк., 1976. – 376 с.: ил. (105 рис.). – Табл. 45. – Библиогр.: с. 371 (30 назв.).
37. **Жуховицкий А.А., Шварцман Л.А.** Краткий курс физической химии. – М.: Металлургия, 1979. – 368с.
38. **Жуховицкий А.А., Шварцман Л.А.** Физическая химия. – М.: Металургія, 1976. – 544 с.: ил. (127 рис.). – Табл. 18. –Библиогр.: с. 540-541 (39 назв.). – Указ. Определений: с. 542-543.
39. **Задачи по физической химии: Учеб. пособие / В.В. Яремин, С.И. Каргов, И.А. Успенская, Н.Е. Кузьменко, В.В. Лунин.** – М.: Экзамен, 2003. – 319 с.: ил. (29 рис.). – Табл. 78. – Приложения: с. 260-272 (20 табл.); с. 273-280 (мат. минимум); с. 281-290 (Основные физ.-мат. форм.). – Ответы к задач.: с. 291-315. – Библиогр.: с. 316-318 (49 назв.).–ISBN 5-94692-155-Х.
40. **Зайцев О.С.** Общая химия. Состояние веществ и химические реакции: Учеб. пособие. – М.: Химия, 1990. – 352 с.: ил. (108 рис.). – Табл. 79. – Библиогр.: с.8 (4 назв.). – ISBN 5-7245-0193-7.
41. **Захарченко В.Н.** Сборник задач и упражнений по физической и коллоидной химии: Учеб. пособ. – М.: Просвещение, 1978. – 175 с.: ил. (128 рис.). – Табл. 29. – Библиогр.: с. 173 (17 назв.). – Приложения: с. 168-169 (3 табл.). – Ответы к задач.: с. 170-172. – Кол. химия: с. 146-167.
42. **Зимон А.Д., Лещенко Н.Ф.** Физическая химия: Учебник. – М.: Химия, 2000. – 320с.: ил. (78 рис.). – Табл. 7. – Словарь-указатель основных терминов: с. 307-316. – Библиогр.: с. 317 (11 назв.). – ISBN 5-7245-1090-1.
43. **Каданер Л.І.** Фізична і колоїдна хемія. – 2е вид., перероб і доп. – К.: Вища шк., 1983. – 288 с.: іл.



- (110 рис.). – Табл. 4. – Дополнения: с. 282-283 (2 табл.).
44. Касаточкин В.И., Пасынский А.Г. Физическая и коллоидная химия. – М.: Медгиз, 1960. – 292с.
  45. Киперман С.Л. Основы химической кинетики в гетерогенном катализе. – М., 1979.
  46. Киреев В.А. Краткий курс физической химии. – изд. 5-е. – М.: Химия, 1978. – 624 с.
  47. Киреев В.А. Краткий курс физической химии. – М. – Л.: Химия, 1975. – 630 с.
  48. Киреев В.А. Курс физической химии. – М. – Л.: Госхимиздат, 1951. – 704 с.
  49. Киреев В.А. Курс физической химии. – М.: Госхимиздат, 1955. – 832 с.
  50. Киреев В.А. Курс физической химии. – М.: Химия, 1975. – 776 с.
  51. Киреев В.А. Краткий курс физической химии. – М.: Госхимиздат, 1959. – 596 с.: ил. (195 рис.). – Табл. 70. – Библиогр.: с. 570-574 (150 назв.). – Предмет. указ.: с. 580-595. – Прилож.: с. 575-579.
  52. Киреев В.А. Методы практических расчетов в термодинамике химических реакций. – Изд. 2-е, испр., доп. – М.: Химия, 1975. – 536 с.: ил.: 43 рис., 164 табл. – Библиогр.: после гл. и прилож. (1324 назв.). – Прилож.: с. 509-528 (24 табл.). – Предмет. указ.: с. 529-535.
  53. Кириченко В.І. Загальна хімія: Навч. посіб. – К.: Вища шк., 2005. – 640 с.: іл. (83 рис.). – Табл. 80. – Задачі та вправи: після гл. – Бібліогр.: с. 635 (22 назви). – ISBN 966-642-182-8.
  54. Ключковский Г.И., Мануйлов Л.А., Чичагова Ю.Л. Физическая и коллоидная химия, химия кремния. – М.: Высш. шк., 1979. – 336с.
  55. Ключковский Г.И., Мануйлов Л.А. Физическая химия и химия кремния. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Промстройиздат, 1957. – 264 с.: ил. (102 рис.). – Табл. 26. – Дисперсные системы: с. 160-193.
  56. Кнорре Д.Г., Крылова Л.Ф., Музыкантов В.С. Физическая химия. – М.: Высш. шк., 1981. – 328с.
  57. Кононський О.І. Фізична і колоїдна хімія: Підручник. – 2-е вид., доп. і випр. – К.: Центр учбової л-ри, 2009. – 312 с.: іл. (117 рис.). – Табл. 35. – Бібліогр.: с. 299 (7 назв.). – Дополнения: с. 300-301 (3 табл.). – Предмет. показчик: с. 302-307. – ISBN 978-966-364-921-4; ISBN 978-966-7417-98-5.
  58. Красовский И.В., Вайль Е.И., Безуглый В.Д. Физическая и коллоидная химия. – К.: Вища шк., 1983. – 296с.
  59. Краснов К.С. Физическая химия. – В 2-х ч. – Изд. 2-е, перераб. и доп./ Под ред. К.С. Краснова. – М.: Высш.шк., 1995. – 512 с. (Ч.1); 332 с. (Ч.2).
  60. Краткий курс физической химии / С.М. Кочергин, Г.А. Добренков, В.Н. Никулин и др. / Под ред. С.М. Кочергина, С.Н. Кондратьева. – М.: Высш. шк., 1968. – 280с.: ил. – Табл.
  61. Краткий курс физической химии / С.М. Кочергин, Г.А. Добренков, В.Н. Никулин и др. / Под ред. С.Н. Кондратьева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1978. – 312с.: ил (96 рис.). – Табл. 9. – Библиогр.: с. 309 (17 назв.).
  62. Краткий справочник физико-химических величин / Под ред. К.П. Мищенко, А.А. Равделя, А.М. Пономаревой. – Л.: Химия, 1983.-231с.
  63. Кузнецов В.В. Физическая и коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1964. – 387с.
  64. Кузнецов Н.М. Кинетика мономолекулярных реакций. – М.: Наука, 1982. – 222 с.: ил. (18 рис.). – Табл. 6. – Библиогр.: С. 86-91; С. 203-208 (226 назв.). – Прилож.: С. 209-217.
  65. Кузьман А.Г. Общая химия: Учеб. пособие. – М.: Сельхозлитиздат, 1961. – 568 с.: ил. (144 рис.). – Табл. 74. – Прилож.: С. 551-556 (9 табл.). – Предм. указ.: С.557-567.
  66. Куриленко О.Д. Фізична хімія: Учбовий посібник. – К.: Держтехвидав, 1962. – 400 с.: іл.: (142 рис.). – Табл. 22. – Дополнения: с. 378-385 (5 табл.). – Бібліогр.: с. 386-387 (44 назв.). – Предмет. показ.: с. 388-394.
  67. Курс физической химии. – В 2-х т /Под ред. Я.И. Герасимова. – М.: Химия, 1963. – Т. 1; 1966. – Т. 2.
  68. Курс физической химии: в 2-х т. /Под ред. Я.И. Герасимова. – М.: Химия. – Т.1. – 1970. – 502с.; Т.2. – 1973. – 623с.
  69. Курс физической химии: в 2-х т. /Под ред. Я.И. Герасимова. – М.: Химия, 1973. – Т.1,2.
  70. Лабовиц Л., Аренс Дж. Задачи по физической химии с решениями / Пер. с англ. В.П. Вендило; под ред. Ю.В. Филиппова. – М.: Мир, 1972. – 444 с.: ил. (101 рис.). – Табл. 11. – Библиогр.: с. 440-442 (114 назв.). – Прилож.: с. 438-439.
  71. Лебідь В.І. Фізична хімія: Підручник. – Харків: Фолю, 2005. – 480с.: іл. (125 рис.). – Табл. 18. – Контрол. запит.: після гл. – Предмет. показ.: с. 470-477. – Бібліогр.: с. 478 (21 назв.). – ISBN 966-03-2751-X.
  72. Липатников В.Е., Козаков К.М. Физическая и коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1975. – 200с.
  73. Липатова Т.Э. Каталитическая полимеризация олигомеров и формирование полимерных сеток. – К.: Наук. думка, 1974. – 208 с.: ил. (285 рис.). – Табл. 126. – Библиогр.: С.196-205 (394 назв.).
  74. Ліпатніков В.Є., Козаков К.М. Фізична і колоїдна хімія. – К.: Вища шк., 1983.-198с.
  75. Лукьянов А.Б. Физическая и коллоидная химия. – М.: Химия, 1980. – 224с.
  76. Лукьянов А.Б. Физическая и коллоидная химия. – М.: Химия, 1988. – 288с.
  77. Луцевич Д.Д. Довідник з хімії: Навч. видання. – 2-е вид. / За ред. Б.С. Зіменковського. – Львів: НВФ «Українські технології», 2005. – 420 с.: іл. (221 рис.). – Табл. 199. – Бібліогр.: с. 410-411 (28 назв.). – ISBN 966-666-077-6.
  78. Малахова А.Я. Физическая и коллоидная химия. – Минск: Высшая шк., 1981. – 304 с.
  79. Малюшицький І.П. Фізична і колоїдна хімія: колоїдна хімія. – К.: Радянська школа, 1964. – 184с.
  80. Медицинская химия: Учебник / В.А. Калибачук, Л.И. Грищенко, В.И. Галинская и др. / Под ред. В.А. Калибачук. – К.: Медицина, 2008. – 400 с.: ил. (67 рис.). – Табл. 29. – 6. Физикохимия поверхностных явлений...: с. 217-251; 7. Физикохимия дисперсных систем: с. 252-317; 8. Физикохимия биополимеров и их растворов: с. 318-341. – Библиогр.: с. 393 (15 назв.). – Предмет. указ.: с. 394-399. – Вопросы и задания для самоконтроля: в конце гл. – ISBN 978-966-8144-90-5.
  81. Мелвин – Хьюз Э.А. Физическая химия. В 2-х кн. /Пер. с англ. Е.Н. Еремина, О.М. Полторака, Ю.В. Филиппова. – М.: Инлитиздат, 1962. – Кн. 1. – 520с. – Кн. 2. – 624 с.
  82. Менковский М.А., Шварцман Л.А. Физическая и коллоидная химия. – М.: Химия, 1981. – 296с.
  83. Миронович Л.М., Мардашко О.О. Медична хімія: Навч. посібник. – К.: Каравела, 2008. – 165 с.: іл. (36 рис.). – Табл. 16. – 4. Фізико-хімія поверхневих явищ: с. 104-154. – Бібліогр.: с. 155 (6 назв.). – Дополнения: с. 156-162. – ISBN 966-8019-69-5.
  84. Михалічко Б.М. Курс загальної хімії. Теоретичні основи: Навч. посіб. – К.: Знання, 2009. – 548 с.: іл. (255 рис.). – 24 табл. – Бібліогр.: с. 511 (21 назв.). – Дополнения: с. 512-542 (12 табл.). – Предмет. показчик: с. 543-548. – ISBN 978-966-346-712-2.
  85. Мороз А.С., Ковальова А.Г. Фізична та колоїдна хімія. – Львів: Світ, 1994. – 278с.
  86. Накамура А., Цуцун М. Принципы и применение гомогенного катализа. – М., 1983.
  87. Основные сведения по физической и коллоидной химии // Теплоэнергетика и теплотехника: Общие вопросы. Справочник в 4-х кн. /Под ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина. – Кн. 1. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – С. 239 – 276.
  88. Панченков Г.М., Лебедев В. Химическая кинетика и катализ. – М., 1985.
  89. Патон А. Энергетика и кинетика биохимических процессов / Пер. с англ. З.Ф. Богаутдинова. – М.: Мир, 1968. – 160 с.: ил. (29 рис.). – Упраж.: после гл. – Библиогр.: с. 138 (15 назв.). – Прилож.: с. 139-157.
  90. Практикум по физической и коллоидной химии / Е.В. Бугреева, К.И. Евстратова, Н.А. Купина и др.; под ред. К.И. Евстратовой. – М.: Высш. шк., 1990. – 255с.
  91. Равич – Щербо М.И., Новиков В.В. Физическая и коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1975. – 256с.: ил. (115 рис.). – Табл. 44. – Библиогр.: с. 245 (17 назв.). – Предмет. указ.: с. 246-251.
  92. Семиохин И.А. Физическая химия. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 272 с.
  93. Складанюк Р.В., Тарас Т.М., Малахова І.В. Приклади та задачі з фізичної хімії: Хімічна кінетика. Електрохімія: Навч. посібник. – Івано-Франківськ: ВДВ ЦІТ Прикарп. нац. ун-ту ім. В. Стефаніка, 2006. – 123 с.: іл. (9 рис.), 37 табл. – Бібліогр.: с. 115 (16 назв.). – Дополнения: с. 116-123 (8 табл.). – ISBN 966-640-166-5.
  94. Соловьев Ю.И. Очерки по истории физической химии. – М.: Наука, 1964. – 343с.
  95. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия. – Изд. 2-е, перераб. / Под ред. А.Г. Стромберга. – М.: Высш. шк., 1988. – 496с.
  96. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия: Учеб. пособие / Под ред. А.Г. Стромберга. – М.: Высш. шк., 1973. – 480 с.: ил. (114 рис.). – Табл. 2. – Библиогр.: с. 467 (12 назв.). – Предмет. указ.: с. 468-477.
  97. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия: Учебник / Под ред. А.Г. Стромберга. – 3-е изд., исправ. и доп. – М.: Высш. шк., 1999. – 528 с.: ил. (151 рис.). – Библиогр.: с. 511-515 (176 назв.). – Предмет. указ.: с. 516-522. – Приложение: с. 489-510. – ISBN 5-06-003627-8.
  98. Уильямс В., Уильямс Х. Физическая химия для биологов. – М.: Мир, 1976. – 600с.
  99. Физическая химия / А.А. Пашенко, А.А. Мясников, Е.А. Мясникова и др.; под ред. А.А. Пашенко. – М.: Высш. шк., 1986. – 368с.
  100. Физическая химия / И.Н. Годнев, К.С. Краснов, Н.К. Воробьев и др. / Под ред. К.С. Краснова. – М.: Высш. шк., 1982. – 687с.
  101. Физическая химия / Под ред. Никольского Б.П. – Л.: Химия, 1987. – 880с.
  102. Физическая химия в вопросах и ответах / Под общ. ред. Топиновой, Н.Ф. Федорович. – М.: Изд-во МГУ, 1981. – 264с.
  103. Физическая химия. В 2-х кн. – Изд. 3-е, испр. / К.С. Краснов, Н.К. Воробьев, И.Н. Годнев и др. / Под ред. К.С. Краснова. – М.: Высш. шк., 2001. – Кн. 2. Электрохимия. Химическая кинетика и катализ. – 319с.: ил. (62 рис.). – Табл. 9. – Библиогр.: с. 303-304 (12 назв.). – Прилож.: с. 305-311 (3 табл.). – Предмет. указ.: с. 312-315. – ISBN 5-06-004027-5.
  104. Физическая химия. В 2-х томах /Я.И. Герасимов и др. – М. – Л.: Химия, 1970 – 1973.
  105. Физическая химия. Современные проблемы. Ежегодник /Под ред. Я.М. Колотыркина. – М.: Химия, 1982. – 248с., 1983. – 224с., 1985. – 264с., 1986. – 264с., 1987. – 264с., 1988. – 248с.
  106. Физическая химия. Теоретическое и практическое руководство / Под ред. Б.А. Никольского. – Л.:

- Химия, 1984. – 368с.
107. **Физическая химия.** Теоретическое и практическое руководство / Под ред. Б.А. Никольского. – Л.: Химия, 1987. – 880с.
108. **Фізична і колоїдна хімія** / В.І. Кабачний, Л.К. Осіпенко, Л.Д. Грицан та ін. – Х.: Прапор, вид-во Укр.ФА, 1999. – 368 с.: іл. (137 рис.). – Табл. 8. – Бібліогр.: с. 358 (25 назв). – Предмет. покажчик: с. 359-363. – Контрол. питання і задачі: після гл. – ISBN 5-7766-0765-5; ISBN 966-615-021-2.
109. **Фізична та колоїдна хімія.** – Вип. III. – Метод. вказівки до проведення лаб.-практ. занять студ. агробіол. / Уклад. Я.П. Меженний. – К.: Урожай, 1964. – 146с. – Додатки: с. 138-144 (10 табл.).
110. **Фізична та колоїдна хімія.** Збірник задач: Навч. посібник / В.І. Кабачний, Л.К. Осіпенко, Л.Д. Грицан та ін. / За ред. В.І. Кабачного. – Х.: НФАУ; Золоті сторінки, 2001. – 208 с.: іл. (22 рис.). – Додатки: с. 195-203 (11 табл.). – Відповіді до задач: с. 181-194. – ISBN 966-615-074-3, ISBN 966-95981-1-7.
111. **Цветкова Л.Б.** Фізична хімія: Теорія і задачі: Навч. посіб. – Львів: Магнолія-2006, 2008. – 415 с.: іл. (34 рис.). – Табл. 45. – Розв'язання типових задач: після гл. – Задачі для самоконтролю: після гл. – Додатки: с. 396-412 (17 табл.). – Бібліогр.: 413 (20 назв). – ISBN 978-966-2025-40-8.
112. **Чанг Р.** Физическая химия с приложениями к биологическим системам. – М.: Мир, 1980. – 662с.
113. **Эйринг Г., Лин С.Г., Лин С.М.** Основы химической кинетики / Пер. с англ. Е.Л. Розенберга; под ред. А.М. Бродского. – М.: Мир, 1983. – 528 с.: ил. (111 рис.). – Табл. 50. – Библиогр.: после гл. (543 назв.). – Прилож.: с. 490-521. – Предмет. указ.: 522-524.
114. **Эммануэль Н.И., Кнорре Г.Д.** Курс химической кинетики. – М.: Высш. шк., 1984. – 463 с.
115. **Эткинс П.** Физическая химия. В 2-х томах /Пер. с англ. под ред. К.П. Бутина. – М.: Мир, 1980. – Т. 1. – 582с. – Т. 2. – 584с.
116. **Яковлев А.Г.** Практикум по физической и коллоидной химии. – М.: Высш. шк., 1967. – 127с.
117. **Яцимирський В.К.** Фізична хімія процесів. – К.: ВЦ «Київ. ун-т», 1999. – 143с.
118. **Яцимирський В.К.** Фізична хімія рівноважних систем. – К.: НОК ВО, 1992. – 112 с.

**Сіренко Г.О.** – професор, доктор технічних наук, завідувач кафедри теоретичної та прикладної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

**Мідак Л.Я.** – кандидат хімічних наук, доцент кафедри теоретичної та прикладної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

**Шийчук О.В.** – професор, доктор хімічних наук, професор кафедри теоретичної та прикладної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

#### Рецензент

**Мазена І.В.** – професор, доктор медичних наук, професор кафедри біохемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

УДК 541.18 (075.8)

Г.О. Сіренко, О.В. Кузишин

## Навчальна програма поглибленого вивчення курсу «Колоїдна хемія» (Фізична хемія поверхневих явищ та дисперсних систем) (для студентів спеціальности «Хемія»)

*Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,  
вул. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ, 76025, Україна*

**Сіренко Г.О., Кузишин О.В.** Навчальна програма поглибленого вивчення курсу «Колоїдна хемія» (Фізична хемія поверхневих явищ та дисперсних систем). – Івано-Франківськ: Прикарп. нац. ун-т ім. В. Стефаника, 2009. – 30 с.

Репрезентовано навчальну програму поглибленого вивчення курсу «Фізичні методи дослідження речовини». Теоретична частина програми містить розділи: «Основні означення. Колоїдний стан речовини», «Методи одержання та очищення дисперсних систем», «Молекулярно-кінетичні властивості колоїдних систем», «Оптичні властивості колоїдних систем», «Структурно-механічні властивості дисперсних систем», «Адгезія», «Фізична хемія поверхонь та поверхневих явищ на межі розділу фаз», «Сорбція. Абсорбція та адсорбція», «Електричні властивості поверхонь. Подвійний електричний шар та електроповерхневі явища», «Зміна стану колоїдних систем. Стійкість і коагуляція дисперсних систем», «Окремі класи дисперсних систем», «Колоїдні поверхнево-активні речовини», «Фізична хемія розчинів високомолекулярних сполук (ВМС)». Затверджено на засіданні кафедри теоретичної і прикладної хемії 31 серпня 2009 року (протокол № 1).

Навчальна програма курсу призначена для підготовки спеціалістів зі спеціальности «Хемія» в університетах класичного типу. Літ. джерел 298.

**Ключові слова:** колоїдна хемія, дисперсність, золі, дисперсні системи, подвійний електричний шар, адгезія, сорбція, абсорбція, адсорбція.

*Програма поступила до редакції 2.09.2009; прийнята до друку 2.10.2009.*

#### I. Основні означення. Колоїдний стан речовини.

Предмет і наука фізичної хемії поверхонь, поверхневих явищ та дисперсних систем. Колоїдний стан речовини. Дисперсні системи. Дисперсна фаза та дисперсійне середовище. Особливості колоїдних систем: гетерогенність, дисперсність, не відтворюваність, структуротвірність, надлишок поверхневої енергії частинок, термодинамічна і агрегативна нестійкість, самочинні процеси зменшення поверхневої енергії та зменшення дисперсности, лабільність (рухомість, нестійкість) тощо. Дисперсність. Золі. Класифікація дисперсних систем за: дисперсністю, розмірами частинок, агрегатним станом, структурою, міжфазною взаємодією, формою частинок тощо. Приклади колоїдних систем. Колоїдно-дисперсні (суспензії) та колоїдно-молекулярні системи. Класифікація за фазовою різновидністю. Характеристики мікрогетерогенних дисперсних систем. Схема процесів, що протікають при отриманні та руйнуванні дисперсних систем.

#### II. Методи одержання та очищення дисперсних систем.

##### 1. Методи одержання колоїдно-дисперсних систем.

**Конденсаційні методи.** Фізична та хемічна конденсація. Фізична конденсація: конденсація з пари, заміна розчинника тощо. Хемічна конденсація за хемічними реакціями: подвійного обміну, гідролізу, відновлення, окиснення тощо.

**Диспергаційні методи.** Пептизація, або фізико-хемічне диспергування: промивання осаду, додавання електроліту, додавання поверхнево-активних речовин тощо. Ультразвукове диспергування. Метод електричного розпилення.

**2. Методи одержання колоїдно-молекулярних систем.** Одержання розчинів високомолекулярних сполук.

**3. Методи очищення золів:** діаліз, електродіаліз, компенсаційний діаліз, вивідіаліз, ультрафільтрація. Властивості мембран для діалізу й ультрафільтрації. Методи очищення розчинів високомолекулярних сполук.

**4. Колоїдні системи у фармації,** життєдіяльності живих організмів. Колоїди в ґрунтах.

### **III. Молекулярно-кінетичні властивості колоїдних систем.**

Броунівський рух у колоїдних розчинах. Рівняння Анштайна. Осмос. Дифузія. Флуктуації. Седиментація. Осмотичний тиск колоїдних розчинів. Роль осмосу в біологічних системах. Онкотичний тиск. Реологічні властивості колоїдних систем. Кінетична стійкість дисперсних систем та седиментація. Седиментація суспензій. Седиментаційна (дифузійна) рівновага колоїдних частинок. Седиментаційна аналіза дисперсності. Деякі методи в седиментаційній аналізі. Мембранна рівновага Доннана. Ультрацентрифугування.

### **IV. Оптичні властивості колоїдних систем.**

**1. Теорія світлорозсіяння.** Розсіяння світла. Розсіювання та поглинання світла колоїдними розчинами. Зафарбованість золів. Оптичні методи дослідження дисперсних систем. Ефект Фарадея-Тіндаля. Теорія розсіювання світла Релея.

**2. Абсорбція світла колоїдами.** Ультрамікроскопія. Електронна мікроскопія. Нефелометрія. Турбідиметрія і спектри каламутності. Забарвлення золів металів. Вплив форми частинок на оптичні ефекти. **Опалесценція.** Оптичні властивості золів, які містять несферичні частинки.

### **V. Структурно-механічні властивості дисперсних систем.**

Означення в'язкості. Кінематична та динамічна в'язкість. В'язкість істинних розчинів і дисперсних систем. Утворення структур у дисперсних системах: коагуляційно-тіксотропних і конденсаційно-кристалізаційних структур. Структурна в'язкість.

### **VI. Адгезія.**

**1. Основні означення.** Адгезія частинок. Оцінка величини адгезії. Число адгезії. Сила адгезії. Адгезія і тертя.

**2. Адгезія, молекулярна взаємодія, шорсткість поверхні.** Молекулярна взаємодія при невеликих щілинах між контактуючими тілами. Молекулярна взаємодія при відносно великих щілинах між контактуючими тілами. Константи молекулярної взаємодії конденсованих тіл. Площа контакту частинок з поверхнею. Особливості молекулярної взаємодії в рідкому середовищі. Зміна адгезії під дією молекулярних сил.

**3. Методи визначення сил адгезії.** Визначення сил адгезії шляхом відриву великої кількості частинок. Визначення сил адгезії шляхом відриву окремих частинок. Методи, які

моделюють адгезію мікрочастинок. Методи приготування і нанесення частинок на поверхню.

**4. Адгезія у газовому середовищі.** Причини адгезії. Електричні сили, які залежать від властивостей контактуючих тіл. Електричні сили, які виникають під дією заряду частинок. Капілярні сили. Вплив зовнішнього середовища на сили адгезії. Співвідношення і вклад різних складових сил адгезії. Залежність сил адгезії від розмірів частинок.

**5. Адгезія частинок різної форми на шорстких поверхнях.** Вплив шорсткості поверхні на адгезію частинок. Адгезія частинок різних розмірів на шорсткій поверхні. Адгезія циліндричних частинок на шорсткій поверхні. Адгезія частинок неправильної форми.

**6. Адгезія в рідких середовищах.** Вплив на адгезію гідродинамічного і механічного факторів. Розклинюючий тиск тонкого шару рідини. Адгезія в розчинах електролітів. Адгезія в розчинах поверхнево-активних речовин і розчинниках. Залежність адгезії від форми частинок і властивостей поверхні. Вплив розмірів частинок на силу адгезії в рідких середовищах.

**7. Відривання частинок, які прилипли, при накладанні електричного поля.** Відривання частинок під дією постійного електричного поля. Відривання частинок під дією змінного електричного поля. Особливості відривання частинок, які прилипли, під дією електричного поля в рідкому середовищі.

**8. Адгезія частинок до лакофарбових покриттів.** Особливості адгезії частинок до лакофарбових покриттів. Залежність адгезії частинок від фізико-хімічних властивостей лакофарбових покриттів. Зміна адгезії під дією електричних сил і пружних властивостей лакофарбових покриттів. Зменшення адгезії частинок шляхом ізоляції вихідної поверхні. Адгезія до лакофарбових покриттів, які мають олівні забруднення.

**9. Адгезія частинок у повітряному потоці.** Адгезія частинок в залежності від швидкості запиленого потоку. Адгезія частинок на внутрішніх поверхнях повітрягонів. Адгезія пилу до перешкод, які знаходяться в повітряному потоці. Деякі особливості адгезії частинок у повітряному потоці.

**10. Відривання частинок, які прилипли, повітряним потоком.** Відривання моношару. Відрив частинок, які прилипли. Відривання частинок, які прилипли, з врахуванням форми і розмірів поверхонь. Відривання шару. Адгезія і видалення частинок різних розмірів, які прилипли.

**11. Адгезія частинок у водяному потоці.** Видалення частинок, які прилипли, під дією водяного потоку. Адгезія і відривання частинок різних розмірів. Особливості відривання частинок водним потоком. Адгезійні процеси при очистці води і перемішуванні.

**12. Особливості адгезійних процесів в умовах промислового виробництва.** Адгезія пилу в електрофільтрах. Адгезія при очистці газів у фільтруючих апаратах. Адгезія в процесах збагаченнях. Адгезійні процеси в електрографії. Адгезія золи, шлаку і нагару. Деякі особливості адгезії в умовах сільськогосподарського виробництва. Адгезія при ерозії ґрунту в руслових процесах.

### **VII. Фізична хемія поверхонь та поверхневих явищ на межі розділу фаз.**

**1. Основи опису поверхневих явищ.** Термодинамічні функції поверхневого шару. Поверхнева енергія. Змочування. Флотація. Капілярність. Поверхневий натяг і поверхнева вільна енергія. Рівняння Юнга-Лапласа. Деякі досліди з мильними плівками. Капілярний тиск. Капілярне підняття рідин. Метод максимального тиску в *бульбашках*. Метод зважування крапель. Метод відриву кільця. Метод платівки Вільгельмі. Методи, основані на визначенні форми нерухомих крапель або *бульбашок*. Динамічні методи вимірювання поверхневого натягу. Деякі інші прояви капілярності. Величини поверхневих натягів, виміряні різними методами. Хемічний потенціал і тиск пари біля поверхонь з кривиною. Прикладні завдання застосування правила фаз до дисперсних систем.

**2. Природа і термодинаміка рідких поверхонь поділу.** Однокомпонентні системи. Структура поверхонь поділу. Орієнтація на поверхні поділу. Поверхневий натяг розчинів. Термодинаміка бінарних систем.

**3. Плівки на рідких поверхнях.** Основні означення. Розтікання однієї рідини по поверхні іншої. Експериментальні методи дослідження мономолекулярних плівок. Стани мономолекулярних плівок. Відповідність між  $\pi$  і тримірним тиском. Розгляд станів мономолекулярних плівок. Термодинаміка моношарів. Змішані плівки. Швидкості випаровування через мономолекулярні плівки. Швидкість розчинення моношарів. Реакція в мономолекулярних плівках. Білкові і полімерні плівки. Плівки на поверхнях рідина-рідина і неводних рідинних поверхнях. Заряджені плівки. Капілярні хвилі. Плівки, які осаджені з рідин поверхню твердих тіл.

**4. Поверхня твердих тіл.** Основні означення. Термодинаміка кристалів. Теоретичні оцінки поверхневої енергії і вільної поверхневої енергії. Фактори, які впливають на поверхневу енергію і поверхневий натяг реальних кристалів. Експериментальна оцінка поверхневої енергії і вільної поверхневої енергії. Методи визначення структури і складу поверхні. Реакції на поверхнях твердих тіл.

**5. Далекодіючі сили.** Сили, які діють між атомами і молекулами. Якісні дані, які вказують

на існування далекодіючих сил. Далекодіючі сили. Експериментальне підтвердження існування далекодіючих сил.

**6. Поверхня поділу тверде тіло-рідина. Крайовий кут.** Основні означення. Визначення величини вільної поверхневої енергії за змінами розчинності. Визначення різниці поверхневої енергії і вільної поверхневої енергії за даними теплот змочування та адсорбції. Явища, які пов'язані з виникненням крайового кута. Деякі теоретичні аспекти явищ, пов'язаних з утворенням крайового кута.

**7. Утворення нової фази. Утворення зародку та ріст кристалів.** Основні означення. Класична теорія утворення зародків. Результати експериментальних досліджень процесу утворення зародків. Ріст кристалів.

**8. Тертя і мащення.** Основні означення. Фізико-хімічні процеси під час тертя між незмащеними поверхнями. Два *частинних* випадки тертя. Тертя між металами. Вплив оксидних плівок. Тертя між неметалами. Деякі додаткові відомості теорії тертя між незмащеними поверхнями. Фізико-хімічні процеси під час тертя між змащеними поверхнями.

**9. Поверхня поділу тверде тіло-газ.** Основні означення. Питома поверхня твердих тіл. Структура і хемічна природа твердої поверхні. Природа комплексів типу твердий адсорбент-адсорбат. Плівки, що осаджені з газів на поверхні твердих тіл.

**10. Поверхневі сили. Розклинюючий тиск.**

### **VIII. Сорбція. Абсорбція та адсорбція.**

**1. Поверхневі явища на межі розділу фаз.** Загальні характеристики та означення сорбційних явищ. Явища адсорбції та абсорбції. Адсорбції на межі поверхонь «рідина-газ». Адсорбції на межі поверхонь «тверде тіло-газ» та «тверде тіло-рідина».

**2. Абсорбція газів рідинами.** Газообмін між організмом та середовищем. Коефіцієнти абсорбції ван Слайка, Бунзена, Освальда. Залежність абсорбції газів рідинами від природи газу, природи рідини, тиску газу і температури. Застосування закону Генрі для малорозчинних газів. Залежність ступеня розчинності газів як компонентів суміші газів від парціального тиску над розчином (закон Дальтона). Залежність сорбції газів від концентрації солей в рідинах. Розрахунок величини абсорбції на поверхні рідини, на межі з газом або іншою рідиною за рівнянням Гіббса. Практичне застосування абсорбції.

**3. Адсорбція газів і парів на поверхні твердих тіл.** Основні означення. Адсорбтив і адсорбат. Фізична та хемічна адсорбція. Сукупний процес адсорбції та абсорбції, адсорбції та хемосорбції, адсорбції та конденсації пари адсорбтиву у порах адсорбента. Десорбція. Роль

поверхневої енергії при адсорбції. Природа адсорбційних сил. Час адсорбції. Ізотерма адсорбції Ленгмюра та Фрейндліха. Експериментальні методи. Ізотерма БЕТ і її модифікації. Ізотерми, які основані на рівнянні стану адсорбованого шару. Потенціальна теорія Поляні. Порівняння питомих поверхонь, які знайдені за допомогою різних моделей полімолекулярної адсорбції. Поляризаційна теорія. Характеристична ізотерма. Застосування потенціальної теорії для опису адсорбції при заповненнях нижче моношарного. Ступінчаста адсорбція і фазові переходи. Термодинаміка адсорбції. Порівняння різних моделей адсорбції. Адсорбція на неоднорідних поверхнях. Швидкість адсорбції. Адсорбція на пористих тілах. Ускладнення адсорбції капілярною конденсацією. Адсорбція з розчинів сильних електролітів. Еквівалентна вибіркова та йонообмінна адсорбція. Адсорбенти та їх характеристики. Йоніти. Гістерезис. Адсорбція на мікро- та нанощорстких поверхнях. Практичне застосування процесів адсорбції.

**4. Адсорбція на межі «рідина-газ».** Рівняння адсорбції Гіббса. Експериментальна перевірка рівняння Гіббса. Прямі вимірювання величин поверхневих надлишків. Моношари Гіббса. Адсорбція електролітів. Поверхнева активність. Ізотерми адсорбції Ленгмюра та закон діяння мас. Робота адсорбції. Правило Траубе. Рівняння стану поверхневого шару розведених розчинів.

**5. Адсорбція на межі «тверде тіло-рідина».** Адсорбція з розчинів. Адсорбція чистих рідин. Граничні шари. Класифікація явищ адсорбції з розчинів. Адсорбція неелектролітів (молекулярна адсорбція). Адсорбція електролітів. Виникнення подвійного електричного шару. Йонний обмін. Адсорбція полімерів. Визначення питомої поверхні за адсорбцією.

**6. Хемосорбція і каталіз.** Основні означення. Хемосорбція. Молекулярні механізми хемосорбції. Ізотерми хемосорбції. Кінетика хемосорбції. Поверхнева рухливість. Хемосорбційний зв'язок. Механізми гетерогенного каталізу. Вплив характеру адсорбції на кінетику гетерогенного каталізу. Механізми деяких каталітичних реакцій. Адсорбенти. Природні мінеральні сорбенти. Активоване вугілля. Природа адсорбційних сил. Адсорбція на поверхні поділу «рідина-газ». Зв'язок між адсорбцією і поверхневим натягом. Поверхнево-активні речовини. Адсорбція на поверхні твердих тіл. Полімолекулярна адсорбція. Адсорбція на межі поділу «тверде тіло-рідина». Адсорбція електролітів. Практичне використання явища адсорбції. Хроматографія. Гель-хроматографія. Хроматографія у фармації. Адсорбція в біологічних системах.

**7. Поверхневі плівки нерозчинних речовин.** Типи поверхневих плівок. Газові плівки. Суцільні

плівки. Хемічні реакції в поверхневих плівках. Багатокомпонентні плівки. Плівки полімерів і білків. Використання плівок. Водневі плівки на твердих поверхні. Не водневі плівки на твердих поверхнях.

**ІХ. Електричні властивості поверхонь. Подвійний електричний шар та електроповерхневі явища.**

**1. Гідрофобні колоїдні системи.** Електричні явища в колоїдних системах. Основні означення. Електрокапілярні явища. Механізми виникнення електричного заряду колоїдних частинок. Утворення і будова подвійного електричного шару (ПЕШ). 2.

**2. Будова ПЕШ:** теорія Гельмгольца-Перрена, класична теорія Гуї-Чемпена, модифікована теорія Гуї, теорія Штерна. Уявлення Грама. Висліди з теорії ПЕШ. Вільна енергія дифузного подвійного шару. Відштовхування між двома плоскими подвійними шарами. Природа різних частин «подвійного» шару. Розвиток теорії подвійного шару.

**3. Дзета-потенціал.** Вплив різних факторів на електричний потенціал.

**4. Міцелярна теорія будови колоїдних частинок.** Схеми будови колоїдних міцел ліофобних золів: агрегат, ядро, потенціалтвірний шар, адсорбційний шар, протийони адсорбційного та дифузного шарів. Колоїдна частинка та міцела. Приклади схем будови міцел за результатами реакцій: обміну, гідролізу тощо:  $[AgI]$ ,  $[PbI_2]$ ,  $[BaSO_4]$ ,  $[Fe(OH)_3]$ ,  $[Al(OH)_3]$ ,  $\{Fe_4[Fe(CN)_6]_3\}$ ,  $[Au]$ ,  $[As_2S_3]$ ,  $[SiO_2]$ ,  $[S]$ ,  $[Si_3N_4]$ ,  $[AlN]$ ,  $[TiN]$ .

**5. Електротермодинамічний та електрокінетичний потенціали і методи їх вимірювань.** Ізоелектричний стан та ізоелектрична точка колоїдних систем. В'язкість гідрофобних золів. Стійкість гідрофобних золів. Вплив температури і розведення на  $\xi$ -потенціал. Вплив електролітів на електрокінетичний потенціал. Явище перезарядки колоїдних частинок. Електрокінетичні явища в колоїдних системах. Електрофорез. Електроосмос. Потенціали течії (плину) і седиментації. Електрофоретичний і електроосмотичний методи визначення  $\xi$ -потенціалу. Практичне використання електрофоретичних явищ.

**Х. Зміна стану колоїдних систем. Стійкість і коагуляція дисперсних систем.**

**1. Взаємодія дисперсних частинок.** Електричний подвійний шар та стійкість колоїдів. Дифузний шар ПЕШ. Рівняння Пуассона-Больцмана. Корекція рівняння Пуассона-Больцмана. Плоска частина ПЕШ Штерна. Електростатичні сили відштовхування дисперсних частинок. Енергія взаємодії двох плоскопаралельних платівок. Приблизне рівняння для великих відстаней між частинками. Енергія взаємодії сферичних частинок. Урахування

корекції рівняння Пуассона-Больцмана. Урахування шару Штерна. Молекулярна взаємодія дисперсних частинок. Взаємодія атомів і молекул. Сили притягання макроскопічних частинок. Мікроскопічна теорія. Сферичні частинки. Плоскопаралельні частинки. Вплив гомогенних адсорбційних шарів на енергію молекулярних взаємодій. Вплив електромагнітного запізнення на енергію молекулярної взаємодії. Макроскопічна теорія молекулярної взаємодії плоских частинок. Мікроскопічна теорія Ренне та Ніібера. Сумарні сили взаємодії частинок. Стійкий стан дисперсій. Стійкість колоїдних розчинів. Фактори стійкості ліофобних золів. Роль сольватного фактора стійкості. Правило Шульце-Гарді. Агрегація, коагуляція і седиментація колоїдних частинок. Залежність швидкості агрегації від заряду, ступеня гідратації (сольватації) і концентрації частинок, складу середовища, температури тощо.

**Коагуляція. Процес коагуляції.** Коагуляція гідрофобних золів електролітами. Причини коагуляції. Кінетика коагуляції. Вплив різних факторів на коагуляцію ліофобних колоїдів. Швидкість коагуляції. Електролітна коагуляція. Пухка або щільна структура продуктів коагуляції та седиментації. Агрегація, коагуляція та седиментація еритроцитів. Швидкість осідання еритроцитів. Нейтралізаційна та конденсаційна коагуляція. Коагуляція колоїдних розчинів. Теорія коагуляції ДВО (Дерягіна - Фервея - Овербека [ДЛФО (Дерюгіна - Ландау - Фервея - Овербека)]). Правило Шульце-Гарді і теорія ДЛФО. Коагуляція під дією електролітів. Кінетика коагуляції. Фізична теорія стійкості і коагуляції. Коагуляція золів сумішшю електролітів. Захисна дія ліофільних колоїдів. Взаємна коагуляція колоїдів. Явище звикання. Колоїдний захист. Стабілізація дисперсних систем.

**Оборотність коагуляції.** Пептизація гідрофобних золів. Тиксотропія. Вплив потенціалу дифузної частини ПЕШ на сумарну енергію взаємодії частинок. Вплив сталої Гамакера на сумарну енергію взаємодії частинок. Вплив концентрації електроліту та валентності протийонів на взаємодію частинок. Стани стійкості дисперсій. Експериментальне підтвердження теорії ДФО. Визначення сталої Гамакера і величини  $\xi_s$ -потенціалу за результатами вивчення модельних систем. Швидкість коагуляції золів. Вплив на процес флокуляції адсорбційних шарів ПАР та ВМС. Дослідження моделей пін та емульсій. Вимірювання сил взаємодії твердих частинок. Коагуляція в неполярних середовищах. Взаємодія частинок різної природи. Гетерокоагуляція. Коагуляція розчинів високомолекулярних сполук.

Коацервація. Захисні дії розчинів високомолекулярних сполук.

**2. Коалесценція.** Йопностабілізовані рівновагові рідкі плівки. Стійкість плівок, які стабілізовані мономолекулярними адсорбційними шарами ПАР. «Чорні» плівки: концентрація ПАР, яка необхідна для утворення стійких «чорних» плівок. Товщина «чорних» плівок. Механічна міцність плівок. Гелевидні захисні шари. Структурно-механічний бар'єр. Руйнування стійких рідких плівок: коалесценція при адсорбційному заміщенні; хемічне руйнування адсорбційних шарів. Вплив електричного поля на коалесценцію. Електричне деемульгування.

**3. Флокуляція і коалесценція в деяких технологічних процесах.** Флотація. Руйнування пін. Деемульгування на прикладі видалення води з нафти. Процес прання. Структуроутворення в концентрованих дисперсіях твердих речовин. Електрокоагуляція. Електролакування. Підготовка стічних вод.

**ХІ. Окремі класи дисперсних систем.**

**1. Мікрогетерогенні системи з газовим дисперсійним середовищем.**

**Аерозолі.** Агрегативна стійкість аерозолів і фактори що її визначають. Особливості електричних властивостей аерозолів. Роль аерозолів у медицині, фармації і промисловості.

**Порошки та їх властивості.** Порошки у фармації. Технологія виготовлення порошоків.

**2. Мікрогетерогенні системи з рідким дисперсійним середовищем.** Змочування, флотація і миюча дія. Емульсії і піни. Суспензії. Змочування. Гідрофобність і водонепроникність. Флотація. Миюча дія.

**Емульсії.** Загальні характеристики та властивості емульсій. Стійкість емульсій. Фактори, які визначають стійкість емульсій. Перетворення та руйнування емульсій. Старіння та збагачення емульсій. Спонтанне емульгування. Міцелярні емульсії і мікроемульсії. Емульсії: методи одержання і властивості. Емульгатори. Механізм дії емульгаторів. Обертання фаз емульсій. Гідрофільно-ліпофільний баланс. Застосування емульсій. Емульсії у фармації і техніці. Значення фізико-хемічної механіки для виготовлення лікарських форм емульсій.

**Піни.** Структура пін. Методи одержання і стабілізації пін. Стоншення пін. Стійкість пін. Галузі застосування пін. Піноутворювачі і піни, які мають практичне значення.

**Суспензії.** Одержання та властивості. Стійкість суспензій. Паста.

**3. Мікрогетерогенні системи з твердим дисперсійним середовищем:** тверді піни, тверді емульсії, тверді золі з твердою дисперсною фазою.

**4. Грунтові колоїди.**

**5. Колоїдно-хемічні властивості протоплазми.**

## **XII. Колоїдні поверхнево-активні речовини.**

Загальні властивості і класифікація ПАР. Міцелоутворення в розчинах колоїдних ПАР. Критична концентрація міцелоутворення (ККМ). Будова міцел. Солкобілізація та її значення. Застосування ПАР у фармації. Інша галузі застосування ПАР. Розчини напівколоїдів. Міцелярний катализ. Таніди та барвники.

## **XIII. Фізична хемія розчинів високомолекулярних сполук (ВМС).**

Розчини високомолекулярних сполук (ліофільні системи). Загальна характеристика та означення розчинів ВМС.

Класифікація ВМС. Методи одержання та застосування ВМС. Полідисперсність. Середня молекулярна маса. Гнучкість макромолекул. Структура і форма макромолекул ВМС. Властивості розчинів ВМС. Електричний заряд ВМС і їх розчинність. Коацервація. Форма макромолекул і в'язкість колоїдних розчинів. Напівколоїди. Набрякання і розчинення ВМС. Ліотропні ряди. В'язкість розчинів ВМС. Вільна і

зв'язана вода в колоїдах. Агрегативна стійкість розчинів ВМС. Відхилення властивостей розчинів ВМС від законів Ньютона і Пуазейля. Віскозиметричний метод визначення молекулярної маси полімерів. Осмотичний тиск розчинів ВМС. Поліелектроліти. Ізоелектрична точка і методи її визначення. Мембрани. Мембранна рівновага Доннана. Біологічні мембрани. Активний «транспорт». Проникнення електролітів крізь клітинні мембрани. Коацервація.

Гелі, розчини ВМС, методи одержання, будова та їх фізико-хемічні властивості. Загальна характеристика та означення. Структурування в гелях. Старіння гелів. Набрякання та старіння гелів у житті організму. Еластичні гелі (драгли). Крихі драгли. Желатинування (драглювання): швидкість, механізм. Дифузія в драглях. Тверді полімери. Тиксотропія. Поліелектроліти. Білки як поліелектроліти. Ізоелектрична точка білка. Колоїдний захист білка. Біологічне значення онкотичного тиску. Пластифікація. Висоловання білків. Синерезис.

### **Рекомендована література**

1. Білий О.В., Біла Л.М. Фізична і колоїдна хемія. – К.: Вища шк., 1981. – 128 с.
2. Біофізична та колоїдна хімія / А.С. Мороз, Л.П. Яворська, Д.Д. Луцевич та ін. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 600с.: іл. (162 рис.). – Табл. 35. – Контр. Запит. І задачі в кінці гл. – Бібліогр.: с. 598-599 (29 назв). – Предм. Показчик: с. 590-597. – Авт. Показчик законів. – с. 576-589. – ISBN 978-966-382-024-8.
3. Гомонай В.І. Фізична та колоїдна хімія. – Підручник. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 496с.: іл. (93 рис.). – Табл. 26. – Бібліогр.: с. 486 (18 назв). – Предмет. показчик: с. 477-485. – Додаток: с. 473-476 (5 табл.). – ISBN 978-966-382-056-9.
4. Каданер Л.І. Фізична і колоїдна хемія. – 2е вид., перероб і доп. – К.: Вища шк., 1983. – 288 с.: іл. (110 рис.). – Табл. 4. – Додатки: с. 282-283 (2 табл.).
5. Кононський О.І. Фізична і колоїдна хімія: Підручник. – 2-е вид., доп. і випр. – К.: Центр учбової л-ри, 2009. – 312 с.: іл. (117 рис.). – Табл. 35. – Бібліогр.: с. 299 (7 назв). – Додатки: с. 300-301 (3 табл.). – Предмет. показчик: с. 302-307. – ISBN 978-966-364-921-4; ISBN 978-966-7417-98-5.
6. Лебідь В.І. Фізична хімія. – Х.: Фоліо, 2005. – 478с.
7. Мчедлов-Петросян М.О. Колоїдна хімія / М.О.Мчедлов-Петросян, В.І.Лебідь, О.М.Глазкова та ін. / За ред. М.О. Мчедлова-Петросяна – Х.: Фоліо, 2005. – 304с.: іл. (66 рис.). – Табл. 37. – Задачі: с. 231-298. – Бібліогр.: с. 300-301 (26 назв). – ISBN 966-03-2740-4.
8. Фізична і колоїдна хімія / В.І.Кабачний, Л.К.Осіпенко, Л.Д.Грицан та ін. – Х.: Прапор, вид-во Укр.ФА, 1999. – 368 с.: іл. (137 рис.). – Табл. 8. – Бібліогр.: с. 358 (25 назв). – Предмет. показчик: с. 359-363. – Контрол. питання і задачі: після гл. – ISBN 5-7766-0765-5; ISBN 966-615-021-2.

### **Використані джерела інформації**

1. Агафонова Е.И., Карпенко П.Г., Рябина Л.В. Практикум по физической и коллоидной химии. – М.: Высш. шк., 1985. – 167с.
2. Агрегация клеток // БСЭ. – Т. 1. – М.: Сов. энциклопедия, 1970. – 608 с. – С. 200.
3. Адамсон А. Физическая химия поверхностей / Пер. с англ. И.Г. Абидора; под ред. З.М. Зорина и В.М. Муллера. – М.: Мир, 1979. – 568с.: ил. (307 рис.). – Табл. 39. – Библіогр.: в конце гл. (всего 1741 назв.). – Упражнения: в конце гл. – Предмет. указ.: с. 553-564.
4. Адсорбирующие средства в медицине // БСЭ. – Т. 1. – М.: Сов. энциклопедия, 1970. – 608 с. – С. 238-239.

5. Айвазов В.В. Практикум по химии поверхностных явлений и адсорбции: Учеб. пособие для ин-тов. – М.: Высш. шк., 1973. – 208 с.: ил. (58 рис.). – Прилож.: с. 188-203 (17 табл.). – Библиогр.: после гл. (146 назв.).
6. Аюпян А.А. Химическая термодинамика: Учебное пособие. – М.: Высш. шк., 1963. – 527 с.: ил. (164 рис.). – 3.4. Поверхностное натяжение и его работа: с. 44-49; 23. Поверхностное натяжение и адсорбция: с. 508-522. – Предмет. указ.: с. 523-527.
7. Амелин А.Г. Теоретические основы образования тумана при конденсации пара. – М.: Химия, 1972. – 304 с.: ил.
8. Антипов-Каратаев И.Н. Коллоиды почвы / БСЭ. – Т. 12. – М.: Сов. энциклопедия, 1973. – С. 436.
9. Антонов В.Ф. Биологические мембраны // БСЭ. – Т. 3. – М.: Сов. энциклопедия, 1970. – 640с. – С. 340-341.
10. Антонов В.Ф. Мембранное равновесие // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1981. XVI. – Т. 15. – 576 с.: ил. (14 л.). – С. 39-41.
11. Арутюнов А.И. Дезмульгаторы // БСЭ. – Т. 8. – М.: Сов. энциклопедия, 1972. – 592 с. – С. 180.
12. Афонский С.И. Физическая и коллоидная химия. – М.: Совет. наука, 1954. – 268с.
13. Ахматов А.С. Молекулярная физика граничного трения. – М.: Физматгиз, 1963. – 472 с.: ил. (рис. 347). – Табл. 13. – Библиогр.: с. 448-458 (481 назв.). – Прилож.: с. 459-463 (табл. IV). – Имен. указ.: с. 464-468. – Предмет указ.: с. 468-472.
14. Ахметов Б.В., Новиченко Ю.П., Чапурин В.И. Физическая и коллоидная химия. – Л.: Химия, 1986. – 320с.: ил. (101 рис.). – Табл. 5. – Библиогр.: с. 305 (18 назв.). – Упраж. после гл. – Предмет. указ.: с. 307-315.
15. Базин С.А., Парфенов Г.С. Основы физической и коллоидной химии. – М.: Просвещение, 1964. – 456с.
16. Барамбойм Н.К. Механохимия высокомолекулярных соединений. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Химия, 1971. – 364 с.: ил. 214 рис. – Табл. 24. – Библиогр.: с. 343-358 (580 назв.). – Предмет. указ.: с. 359-363.
17. Бартенев Г.М., Зеленев Ю.В. Физика и механика полимеров. – М.: Высш. шк., 1983. – 392 с.: ил.: рис. 213. – Библиогр.: после гл. (229 назв.). – Предмет. указ.: с. 388-391.
18. Бартенев Г.М., Френкель С.Я. Физика полимеров / Под ред. А.М. Ельашевича. – Л.: Химия, 1990. – 432 с.: ил. (171 рис.). – Табл. 5. – Библиогр.: с. 410-418 (269 назв.). – Предмет указ.: с. 419-425. – ISBN 5-7245-0554-1.
19. Бердоносоев С.С. Экстракция // БСЭ. – Т. 30. – М.: Сов. энциклопедия, 1978. – 632 с. – С. 16-17.
20. Білий О.В., Біла Л.М. Фізична і колоїдна хемія. – К.: Вища шк., 1981. – 128 с.
21. Біологічна хімія з біохімічними методами дослідження: Підручник / О.Я. Складар, Н.В. Фартушок, Л.Д. Сойка, І.С. Смачило. – К.: Медицина, 2009. – 352 с.: іл. (42 рис.). – Табл. 39. – 15.5. Коагуляційний гемостаз. Схема згортання крові: с. 327-331. – Запитання та завдання для самоконтролю: в кінці гл. – Тестові завдання: в кінці гл. – Практичні заняття: в кінці гл. – Бібліогр.: с. 344 (15 назв). – ISBN 978-966-10-0050-5.
22. Біофізична та колоїдна хімія / А.С. Мороз, Л.П. Яворська, Д.Д. Луцевич та ін. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 600с.: іл. (162 рис.). – Табл. 35. – Контр. Запит. І задачі в кінці гл. – Бібліогр.: с. 598-599 (29 назв). – Предм. Показчик: с. 590-597. – Авт. Показчик законів. – с. 576-589. – ISBN 978-966-382-024-8.
23. Богданов К.Ю. Электропроводность биологических систем // БСЭ. – Т. 30. – М.: Сов. энциклопедия, 1978. – 632 с. – С. 101-102.
24. Болдырев А.И. Демонстрационные опыты по физической и коллоидной химии: Учеб. пособие. – М.: Высш. шк., 1976. – 256 с.: ил. (72 рис.).
25. Болдырев А.И. Физическая и коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1974. – 504с.: ил. (210 рис.). – Табл. 94. – Библиогр.: с. 495-496 (54 назв.). – Предмет. указ.: с. 497-500.
26. Болдырев А.И. Физическая и коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1983. – 408с.
27. Веницианов Е.В., Рубинштейн Р.Н. Динамика сорбции из жидких сред. – М.: Наука, 1983. – 237 с.
28. Верхованцев В.В. Водные краски на основе синтетических полимеров / Под ред. В.О. Фейхсфельда. – Л.: Химия, 1968. – 200 с.: ил. (46 рис.). Табл. 30. – Библиогр.: после гл. (243 назв.).
29. Виноградов Г.В., Малкин А.Я. Реология полимеров: Монография. – М.: Химия, 1977. – 439 с.: ил. подтекст. (всего 336 назв.). – 188 рис. – Табл. 7. – Предмет. указ.: с. 434-438.
30. Вольф Л.А., Меос А.И. Волокна специального назначения. – М.: Химия, 1971. – 224 с.: ил.
31. Воробьев Л.Н., Воробьева И.А. Диффузия // БСЭ. – Т. 8. – М.: Сов. энциклопедия, 1972. – 592 с. – С. 344-346.
32. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. – М.: Химия, 1974. – 512 с.

33. Галингер И.С., Медведев П.И. Физическая и коллоидная химия. – М.: Высшая школа, 1972. – 304 с.
34. Галингер В.С., Хоцяновский О.И. Лекционные опыты и демонстрационные метариалы по физической и коллоидной химии. – К.: Киев. Ун-т, 1965. – 116 с.: ил. (37 рис.). – Табл. 12. – Библиогр.: с. 112 (29 назв.).
35. Галяс В.Л., Колотницький А.Г. Фізична і колоїдна хімія. – Львів: Стрийська міська друкарня, 2004. – 272 с.
36. Гамеева О.С. Сборник задач и упражнений по физической и коллоидной химии. – М.: Высш. шк., 1966. – 276 с.: ил.
37. Гамеева О.С. Физическая и коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1977. – 328с.
38. Гели // БСЭ. – Т. 6. – М.: Сов. энциклопедия, 1971. – 624 с. – С. 192.
39. Гели природные минеральные // БСЭ. – Т. 6. – М.: Сов. энциклопедия, 1971. – 624 с. – С. 192.
40. Гетман Ф., Даниельс Ф. Основы физической химии: Учеб. пособие / Пер с англ. «Outlines of theoretical chemistry» Б.Веселовского, Л.Ченцовой, Л.Шварцмана, Л.Шамовского; под ред. А.Капустинского. – М.-Л.: Госнаучтеххимиздат, 1941. – 628 с.: ил. (170 рис.). – Табл. 82. – Х. Коллоиды: с. 188-224. – Библиогр.: после гл. (132 назв.). – Задачи: после гл. – Прилож.: с. 593-617 (Физ. и мат. формулы). – Имен. Указ.: с. 616-620. – Предмет указ.: с. 620-627. – Символы, сокращ.: с. 627.
41. Гинодман Л.М. Криометрия // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1979. – Т. 11. – 544 с.: ил. (10 л.). – с. 543-544.
42. Глінка М.Л. Загальна хімія / Пер. з рос. М.М. Матійка. – 5-те вид. – К.: Вища шк., 1982. – 608 с.: іл. (173 рис.). – Табл. 40. – Х. Дисперсні системи, Колоїди: с. 257-288. – Бібліогр.: с. 592 (30 назв.). – Імен. Показчик: с. 593-594. – Предмет показчик: с. 594-608.
43. Гольдберг М.М. Эмульсионные краски // БСЭ. – Т. 30. – М.: Сов. энциклопедия, 1978. – 632 с. – С. 171-172.
44. Гомонай В.І. Фізична та колоїдна хімія. – Підручник. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 496с.: іл. (93 рис.). – Табл. 26. – Бібліогр.: с. 486 (18 назв.). – Предмет. показчик: с. 477-485. – Додаток: с. 473-476 (5 табл.). – ISBN 978-966-382-056-9.
45. Горбовицкий Е.Б., Левицкий Э.Р., Мишин В.П. Диализ // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1977. – Т. 7. – 548 с.: ил. (8 л.). – с. 266-269.
46. Горшенина Г.И., Михайлов Н.В. Полимер-битумные изоляционные материалы. – М.: Недра, 1967. – 240 с.: ил.
47. Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость. – 2-е изд. – Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 306 с.
48. Гречанюк В.І. Фізична хімія і хімія силікатів: Підручник. – К.: Кондор, 2006. – 434 с.: іл. (123 рис.). – Табл. 17. – Тверді тіла і рідини: с. 11-58; Поверхневі явища: с. 261-297; Дисперсні системи: с. 335-383. – Бібліогр.: с. 423-424 (37 назв.). – Предмет. показчик: с. 425-431. – ISBN 966-8251-90-3.
49. Григорьев О.Н. Электрокинетические явления. – Л.: ЛГУ, 1973. – 199 с.: ил.
50. Грин Х., Лейн В. Аэрозоли – пыли, дымы, туманы. – Л.: Химия, 1972. – 428 с.: ил.
51. Гуль В.Е., Кулезнев В.Н. Структура и механические свойства полимеров. – М.: Высш. шк., 1966. – 314 с.: ил. (181 рис.). Табл. 6. – Библиогр.: после гл. (238 назв.). – Прилож.: с. 298-311.
52. Гуль В.Е., Кулезнев В.Н. Структура и механические свойства полимеров. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1972. – 320 с.: ил. (209 рис.). – Библиогр.: после гл (180 назв.). – Предмет указ.: с. 312-318.
53. Гуцуляк Б.М. Класифікація та характеристика дисперсних систем (курс лекцій «Колоїдна хімія»). – Івано-Франківськ: Держ. техніч. ун-т нафти і газу, 1994. – 40 с.
54. Гуцуляк Б.М., Мельник О.Д. Поверхневі явища (курс лекцій «Колоїдна хімія»). – Івано-Франківськ: Держ. техніч. ун-т нафти і газу, 1998. – 52 с.
55. Гуцуляк Б.М., Мельник О.Д. Поверхневі явища, що супроводжуються зменшенням поверхневого натягу (курс лекцій «Колоїдна хімія»). – Івано-Франківськ: Держ. техніч. ун-т нафти і газу, 2001. – 90 с.
56. Гуцуляк Б.М., Мельник О.Д. Поверхнево-активні речовини (курс лекцій «Колоїдна хімія»). – Івано-Франківськ: Держ. техніч. ун-т нафти і газу, 1998. – 53 с.
57. Гуцуляк Б.М., Мельник О.Д. Фізична та колоїдна хімія. Міжнародні фізико-хімічні одиниці та величини: Навчальний посібник. – Івано-Франківськ: Факел, 2000. – 212с.
58. Даниэльс Ф, Олберти Р. Физическая химия / Пер с англ. «Physical chemistry» под ред. К.В.Топчиевой. – М.: Мир, 1978. – 647 с.: ил. (168 рис.). Табл. 68. – 8. Термодинамика поверхностных явлений: с. 240-256; 9.12. Коэффициент вязкости: с. 278-279; 20. Макромолекулы: с. 601-625. – Задачи: в конце гл. – Библиогр.: в конце гл. – Прилож.: с. 626-630. – Предмет. указ.: с. 631-638.
59. Дерягин Б.В., Кротов Н.А., Смилга В.П. Адгезия твердых тел. – М.: Наука, 1973. – 280 с.: ил. (136 рис.). – Табл. 38. – Библиогр.: после гл. (339 назв.). – Прилож. I (Методы тензометрии): с. 254-271; Прилож. II (О форме отрываемой полоски): с. 271-276.
60. Десорбция // БСЭ. – Т. 8. – М.: Сов. энциклопедия, 1972. – 592 с. – С. 135.
61. Дезмульгирование // БСЭ. – Т. 8. – М.: Сов. энциклопедия, 1972. – 592 с. – С. 180.
62. Диализ // БСЭ. – Т. 8. – М.: Сов. энциклопедия, 1972. – 592 с. – С. 236.
63. Диспергирование // БСЭ. – Т. 8. – М.: Сов. энциклопедия, 1972. – 592 с. – С. 305.
64. Дисперсионная среда // БСЭ. – Т. 8. – М.: Сов. энциклопедия, 1972. – 592 с. – С. 305.
65. Дисперсная фаза // БСЭ. – Т. 8. – М.: Сов. энциклопедия, 1972. – 592 с. – С. 308.
66. Дисперсность // БСЭ. – Т. 8. – М.: Сов. энциклопедия, 1972. – 592 с. – С. 308.
67. Дисперсные красители // БСЭ. – Т. 8. – М.: Сов. энциклопедия, 1972. – 592 с. – С. 309.
68. Дисперсные системы // БСЭ. – Т. 8. – М.: Сов. энциклопедия, 1972. – 592 с. – С. 309.
69. Дулицкая Р.А., Фельдман Р.И. Практикум по физической и коллоидной химии. – М.: Высш. шк., 1978. – 296с.: ил.
70. Духин С.С. Электрокинетические явления // БСЭ. – Т. 30. – М.: Сов. энциклопедия, 1978. – 632 с. – С. 60-61.
71. Духин С.С. Электропроводность и электрокинетические свойства дисперсных систем. – К.: Наукова думка, 1975. – 248 с.: ил. (40 рис.). – Табл. 3. – Библиогр.: в конце гл. (всего 685 назв.). – Приложения: с. 235-243 (мат. формулы).
72. Духин С.С., Дерягин Б.В. Электрофорез. – М.: Наука, 1976. – 328 с.: ил.
73. Евстратова К.И., Купина Н.А., Малахова Е.Е. Физическая и коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1990. – 487с.
74. Ерлыкина М.Е. Полиэлектролиты // БСЭ. – Т. 20. – М.: Сов. энциклопедия, 1975. – 608с. – С. 230.
75. Сфремов И.Ф. Периодические коллоидные структуры. – Л.: Химия, 1971. – 192 с.: ил.
76. Жуховецкий А.А., Шварцман Л.А. Физическая химия. – М.: Металургия, 1976. – 544 с.: ил. (127 рис.). – Табл. 18. – Явления переноса в газах, твердых телах и гиджостях: с. 258-291; Поверхностные явления: с. 291-317. – Библиогр.: с. 540-541 (39 назв.). – Указ. Определений: с. 542-543.
77. Задачи по физической химии: Учеб. пособие / В.В. Яремин, С.И. Каргов, И.А. Успенская, Н.Е. Кузьменко, В.В. Лунин. – М.: Экзамен, 2003. – 319 с.: ил. (29 рис.). – Табл. 78. – Адсорбция: с. 104-111. – Приложения: с. 260-272 (20 табл.); с. 273-280 (мат. минимум); с. 281-290 (Основные физ.-мат. форм.). – Ответы к задач.: с. 291-315. – Библиогр.: с. 316-318 (49 назв.). – ISBN 5-94692-155-Х.
78. Зайцев О.С. Общая химия. Состояние веществ и химические реакции: Учеб. пособие. – М.: Химия, 1990. – 352 с.: ил. (108 рис.). – Табл. 79. – Библиогр.: с. 8 (4 назв.). – ISBN 5-72-45-0193-7.
79. Застудневание // БСЭ. – Т. 9. – М.: Сов. энциклопедия, 1972. – 623 с. – С. 382.
80. Захарченко В.Н. Вязкость // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1977. – Т. 6. – 632 с.: ил. (16 л.). – с. 525-526.
81. Захарченко В.Н. Коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1974. – 216с.: ил. (95 рис.). – Табл. 3.
82. Захарченко В.Н. Коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1989. – 238с.
83. Захарченко В.Н. Сборник задач и упражнений по физической и коллоидной химии: Учеб. пособ. – М.: Просвещение, 1978. – 175 с.: ил. (128 рис.). – Табл. 29. – Библиогр.: с. 173 (17 назв.). – Приложения: с. 168-169 (3 табл.). – Ответы к задач.: с. 170-172. – Кол. Химия: с. 146-167.
84. Збарский И.Б., Покровский А.А., Седов В.В., Симакова Р.А. Белки // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1976. – Т. 3. – 584 с.: ил. (8 л.). – С. 9-19.
85. Зимон А.Д. Адгезия жидкостей и смачивание. – М.: Химия, 1974. – 416 с.: ил.
86. Зимон А.Д. Адгезия пыли и порошков. – Изд. 2-е пер. и доп. – М.: Химия, 1976. – 432 с.: ил. (132 рис.). – Табл. 38. – Библиогр.: с. 416-427 (352 назв.). – Предмет. указ.: с. 428-431.
87. Зимон А.Д., Лещенко Н.Ф. Коллоидная химия. – М.: Химия, 1995. – 336 с.
88. Зимон А.Д., Лещенко Н.Ф. Коллоидная химия. 2-е изд. – М.: ВЛАДМО, 1999. – 320 с.
89. Зимон А.Д., Лещенко Н.Ф. Физическая химия. – М.: Химия, 2000. – 320с.
90. Золи // БСЭ. – Т. 9. – М.: Сов. энциклопедия, 1972. – 623 с. – С. 560.
91. Зонтаг Г., Штрэнге К. Коагуляция и устойчивость дисперсных систем / Пер. с нем. – Л.: Химия, 1973. – 152с.: ил. (60 рис.). – Табл. 23. – Библиогр.: с. 137-146 (405 назв.). – Предмет. указ.: 147-150.
92. Иванов И.И. Мембраны биологические // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1981. XVI. – Т. 15. – 576 с.: ил. (14 л.). – С. 14-20.
93. Измайлов В.Н., Ребиндер П.А. Структурообразование в белковых системах. – М.: Наука, 1974.

94. **Ионов Н.И.** Поверхностная ионизация // БСЭ. – Т. 20. – М.: Сов. энциклопедия, 1975. – 608с. – С. 73-74.
95. **Каданер Л.И.** Фізична і колоїдна хемія. – 2е вид., перероб і доп. – К.: Вища шк., 1983. – 288 с.: іл. (110 рис.). – Табл. 4. – Додатки: с. 282-283 (2 табл.).
96. **Каргин В.А.** Избранные труды: Коллоидные системы и растворы полимеров. – М.: Наука, 1978. – 330 с.: ил. (144 рис.). – Табл. 72. – Библиогр.: после статей (544 назв.).
97. **Касаточкин В. И., Пасынский А. Г.** Физическая и коллоидная химия. – М.: Медгиз, 1960. – 292с.
98. **Киреев В.А.** Краткий курс физической химии. – М.: Госхимиздат, 1959. – 596 с.: ил. (195 рис.). – Табл. 70. – Коллоидное состояние: с. 458-499; Высокополимеры и пластмассы: с. 515-569. Библиогр.: с. 570-574 (150 назв.). – Предмет. указ.: с. 580-595. – Прилож.: с. 575-579.
99. **Киреев В.А.** Краткий курс физической химии. – М. – Л.: Химия, 1975. – 630с.
100. **Киселев А.В.** Поверхностные явления и адсорбция // Курс физической химии / Под ред. Я.И. Герасимова. – М.: Госхимиздат, 1963. – Т. 1. – 624 с.
101. **Кислюк М.У.** Хемосорбція // БСЭ. – Т. 28. – М.: Сов. энциклопедия, 1978. – 616 с. – С. 236.
102. **Классен В.И.** Флотационные реагенты // БСЭ. – Т. 27. – М.: Сов. энциклопедия, 1977. – 624 с. – С. 502.
103. **Классен В.И., Барский Л.А.** Флотация // БСЭ. – Т. 27. – М.: Сов. энциклопедия, 1977. – 624 с. – С. 503.
104. **Кленин В.И.** Практикум по коллоидной химии. – М.: Соль, 1996. – 56с.
105. **Клюковский Г.И., Мануйлов Л.А.** Физическая химия и химия кремния. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Промстройиздат, 1957. – 264 с.: ил. (102 рис.). – Табл. 26. – Дисперсные системы: с. 160-193.
106. **Клюковский Г.И., Мануйлов Л.А., Чичагова Ю.Л.** Физическая и коллоидная химия, химия кремния. – М.: Высш. шк., 1979. – 336с.
107. **Клячко Ю.А.** Нефелометрический анализ // БСЭ. – Т. 17. – М.: Сов. энциклопедия, 1974. – 616с. – С. 527.
108. **Клячко Ю.А.** Нефелометрия // БСЭ. – Т. 17. – М.: Сов. энциклопедия, 1974. – 616с. – С. 527.
109. **Кожевников А.В.** Электрон-ионообменники. – Л.: Химия, 1972. – 128 с.: ил. (20 рис.). – Табл. 29. – Библиогр.: с. 125-127 (91 назв.).
110. **Коагулянты** // БСЭ. – Т. 12. – М.: Сов. энциклопедия, 1973. – 624 с. – С. 347.
111. **Коагуляция акустическая** // БСЭ. – Т. 12. – М.: Сов. энциклопедия, 1973. – 624 с. – С. 348.
112. **Коалесценция** // БСЭ. – Т. 12. – М.: Сов. энциклопедия, 1973. – 624 с. – С. 348.
113. **Колоїдна хімія** / За ред. В.В. Манка. – К.: Вища шк., 1999. – 238с.
114. **Коллоидная химия** // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1979. – Т. 11. – 544 с.: ил. (10 л.). – С. 147-148.
115. **Коллоидная химия: Программа, методические указания, лабораторные работы и контрольные задания** / Г.А. Сиренко, Л.С. Степанова, Л.И. Ганзюк. – Хмельницкий: Технол. ин-т, 1981. – 43 с.
116. **Кононський О.І.** Фізична і колоїдна хімія: Підручник. – 2-е вид., доп. і випр. – К.: Центр учбової л-ри, 2009. – 312 с.: іл. (117 рис.). – Табл. 35. – Бібліогр.: с. 299 (7 назв.). – Додатки: с. 300-301 (3 табл.). – Предмет. покажчик: с. 302-307. – ISBN 978-966-364-921-4; ISBN 978-966-7417-98-5.
117. **Красовский И.В., Вайль Е.И., Безуглый В.Д.** Физическая и коллоидная химия. – К.: Вища шк., 1983. – 296с.
118. **Кремлев Г.И., Пеккель В.А.** Флокуляция // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1985. – Т. 26. – 560 с.: ил. (10 л.). – с. 349-350.
119. **Кретович В.Л.** Ферменты // БСЭ. – Т. 27. – М.: Сов. энциклопедия, 1977. – 624 с. – С. 302-305.
120. **Криоскопия** // БСЭ. – Т. 13. – М.: Сов. энциклопедия, 1973. – 608 с. – С. 430.
121. **Круглицкий Н.Н.** Основы физико-химической механики. Ч. 1. – К.: Вища шк., 1975. – 268 с.: ил. (рис. 110). – Табл. 20. – Библиогр.: с. 255-257. – Предмет. указ.: с. 258-262. – Именн. указ.: 263-265.
122. **Кузнецов В.В.** Физическая и коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1964. – 387с.
123. **Кульман А.Г.** Общая химия: Учеб. пособие. – М.: Сельхозлитиздат, 1961. – 568 с.: ил. (144 рис.). – Табл. 74. – Прилож.: с. 551-556 (9 табл.). – Предмет. указ.: с. 557-567.
124. **Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии** / Ю.Г. Фролов, А.С. Гродский, В.В. Назаров и др. / Под ред. Ю.Г. Фролова, А.С. Гродського. – М.: Химия, 1986. – 216с.: ил. (67 рис.). – Табл. 47. – Ответы к задачам: с. 210. – Библиогр.: с. 211 (9 назв.). – Прилож.: с. 211-215 (6 табл.).
125. **Лазуркин Ю.С.** Биополимеры // БСЭ. – Т. 3. – М.: Сов. энциклопедия, 1970. – 640 с. – С. 362-363.
126. **Латекс** // БСЭ. – Т. 14. – М.: Сов. энциклопедия, 1973. – 624 с. – С. 205.
127. **Лебідь В.І.** Фізична хімія: Підручник. – Харків: Фоліо, 2005. – 480с.: іл. (125 рис.). – Табл. 18. – 8.5. Осмос: с. 115-118; 12. Поверхневі явища та адсорбція: с. 166-174. – Контрол. Запит.: після гл. – Предмет. покаж.: с. 470-477. – Бібліогр.: с. 478- (21 назва). – ISBN 966-03-2751-X.
128. **Лиотропия** // БСЭ. – Т. 14. – М.: Сов. энциклопедия, 1973. – 624 с. – С. 479.
129. **Лиотропные ряды** // БСЭ. – Т. 14. – М.: Сов. энциклопедия, 1973. – 624с. – С. 479.
130. **Лиофилизация** // БСЭ. – Т. 14. – М.: Сов. энциклопедия, 1973. – 624с. – С. 479-480.
131. **Липатников В.Е., Козаков К.М.** Физическая и коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1975. – 200с.
132. **Ліпатников В.Є., Козаков К.М.** Фізична і колоїдна хімія. – К.: Вища шк., 1983. – 198с.
133. **Липатов Ю.С.** Коллоидная химия полимеров. – К.: Наукова думка, 1984. – 344 с.: ил. (101 рис.). – Табл. 4. – Библиогр.: в конце гл. (всего 663 назв.).
134. **Липатов Ю.С.** Физико-химия наполненных полимеров. – К.: Наукова думка, 1967. – 234 с.: ил. (244 назв.). – Табл. 127. – Библиогр.: с. 222-231 (364 назв.).
135. **Литвин Б.Л., Шийчук О.В.** Хімія і технологія поверхнево-активних речовин. – Івано-Франківськ: Плай, 2001. – 100 с.: іл. (16 рис.). – Табл. 14. – Бібліогр.: с. 99 (10 назв.).
136. **Лобанов В.В., Стрижак П.Е.** Курс лекцій з теорії хімічного зв'язку та основ хемосорбції. – К.: Наукова думка, 2007. – 284 с.: іл. (рис. 118). – Табл. 18. – Бібліогр.: с. 284 (24 назви). – ISBN 978-966-00-0653-9.
137. **Лодж А.** Эластические жидкости: Введение в реологию конечнодеформируемых полимеров / Пер. с англ. Б.М. Берковского, З.П. Шульмана. – М.: Наука, 1969. – 464 с.: ил. (51 рис.). – Табл. 3. Библиогр.: с. 457-463 (199 назв.).
138. **Лукьянов А.Б.** Физическая и коллоидная химия. – М.: Химия, 1980. – 224с.
139. **Лукьянов А.Б.** Физическая и коллоидная химия. – М.: Химия, 1988. – 288с.
140. **Мазин И.П.** Коагуляция облачных элементов // БСЭ. – Т. 12. – М.: Сов. энциклопедия, 1973. – 624 с. – С. 348.
141. **Малахова А.Я.** Физическая и коллоидная химия. – Минск: Вышшая шк., 1981. – 304 с.
142. **Маленков А.Г.** Поверхностные явления // БСЭ. – Т. 20. – М.: Сов. энциклопедия, 1975. – 608с. – С. 75-76.
143. **Малинин Н.И.** Реология // БСЭ. – Т. 22. – М.: Сов. энциклопедия, 1975. – 628 с. – С. 32.
144. **Малюшицький І.П.** Фізична і колоїдна хімія : колоїдна хімія. – К.: Радянська школа, 1964. – 184с.
145. **Маршелл Э.** Биофизическая химия: Принципы, техника и приложения. – В 2-х том. / Пер. с англ. Б.Ю. Заславского; под ред. С.В. Рогожина. – М.: Мир, 1981. – Т. 1. – 359 с.: ил.
146. **Маршев П.М.** Практикум по физической и коллоидной химии. – М.: Высш. шк., 1967.
147. **Медицинская химия: Учебник** / В.А. Калибабчук, Л.И. Грищенко, В.И. Галинская и др. / Под ред. В.А. Калибабчук. – К.: Медицина, 2008. – 400 с.: ил. (67 рис.). – Табл. 29. – 6. Физикохимия поверхностных явлений...: с. 217-251; 7. Физикохимия дисперсных систем: с. 252-317; 8. Физикохимия биополимеров и их растворов: с. 318-341. – Библиогр.: с. 393 (15 назв.). – Предмет. указ.: с. 394-399. – Вопросы и задания для самоконтроля: в конце гл. – ISBN 978-966-8144-90-5.
148. **Мельник О.Д.** Молекулярно-кінетичні властивості дисперсних систем (курс лекцій «Колоїдна хімія»). Івано-Франківськ: Держ. техніч. ун-т нафти і газу, 2000. – 20 с.
149. **Мембрана** // БСЭ. – Т. 16. – М.: Сов. энциклопедия, 1974. – 616с. – С. 61.
150. **Менковский М.А., Шварцман Л.А.** Физическая и коллоидная химия. – М.: Химия, 1981. – 296с.
151. **Миронович Л.М., Мардашко О.О.** Медична хімія: Навч. посібник. – К.: Каравела, 2008. – 165 с.: іл. (36 рис.). – Табл. 16. – 4. Фізико-хімія поверхневих явищ: с. 104-154. – Бібліогр.: с. 155 (6 назв.). – Додатки: с. 156-162. – ISBN 966-8019-69-5.
152. **Михалічко Б.М.** Курс загальної хімії. Теоретичні основи: Навч. посіб. – К.: Знання, 2009. – 548 с.: іл. (255 рис.). – 24 табл. – Бібліогр.: с. 511 (21 назва). – Додатки: с. 512-542 (12 табл.). – Предмет. покажчик: с. 543-548. – ISBN 978-966-346-712-2.
153. **Мишин В.П.** Адсорбция // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1974. – Т. 1. – XVI. – 576 с.: ил. (7 л.). – с. 116-117.
154. **Мишин В.П.** Адсорбция // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1974. – Т. 1. – XVI. – 576 с.: ил. (7 л.). – с. 18.
155. **Мишин В.П.** Гели // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1977. – Т. 5. – XVI. – 568 с.: ил. (9 л.). – с. 82.
156. **Мишин В.П.** Дисперсные системы // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1977. – Т. 7. – 548 с.: ил. (8 л.). – с. 364.
157. **Мишин В.П.** Золи // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1978. – Т. 8. – 528 с.: ил. (9 л.). – с. 466.
158. **Мишин В.П.** Опалесценция // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1981. – Т. 17. – 512 с.: ил. (10 л.). – с. 529.
159. **Мишин В.П.** Пептизация // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1982. – Т. 18. – 528 с.: ил. (9 л.). – с. 472-473.

160. **Мишин В.П.** Растворы // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1984. – Т. 22. – 544 с.: ил. (9 л.). – с. 8-10.
161. **Мишин В.П.** Сольватация // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1984. – Т. 23. – 544 с.: ил. (11 л.). – с. 501-502.
162. **Мишин В.П., Волкова З.А.** Растворители // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1984. – Т. 22. – 544 с.: ил. (9 л.). – с. 7-8.
163. **Мишин В.П., Осиповский С.А.** Осмотическое давление // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1981. – Т. 17. – 512 с.: ил. (10 л.). – с. 447-449.
164. **Можаев Е.А.** Моющие средства // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1981. – Т. 15. – 576 с.: ил. (14 л.). – С. 557-558.
165. **Мороз А.С., Ковальова А.Г.** Фізична та колоїдна хімія. – Львів: Світ, 1994. – 278с.
166. **Мороз А.С., Луцевич Д.Д., Яворська Л.П.** Медична хімія: Підручник. – Вінниця: Нова книга, 2006. – 776 с.: іл. (157 рис.). – Табл. 62. – 12. Фізико-хімія поверхневих явищ: с. 562-602; 13. Фізико-хімія дисперсних систем: с. 603-675; 14. Високомолекулярні сполуки та їх розчини: с. 676-729; 15. Мікрогетерогенні системи. Колоїдні поверхнево-активні речовини: с. 730-759. – Бібліогр.: с. 760-761 (31 назва). – Предмет. покажчик: с. 762-775. – ISBN 966-8609-53-0.
167. **Мчедлишвили Г.И.** Агрегация эритроцитов // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1974. – Т. 1. – XVI. – 576 с.: ил. (7 л.). – с. 60.
168. **Мчедлов-Петросян М.О.** Колоїдна хімія / М.О.Мчедлов-Петросян, В.І.Лебідь, О.М.Глазкова та ін. / За ред. М.О. Мчедлова-Петросяна – Х.: Фолю, 2005. – 304с.: іл. (66 рис.). – Табл. 37. – Задачі: с. 231-298. – Бібліогр.: с. 300-301 (26 назв). – ISBN 966-03-2740-4.
169. **Наточин Ю.В.** Осморегуляция // БСЭ. – Т. 18. – М.: Сов. энциклопедия, 1974. – 632 с. – С. 563-564.
170. **Наточин Ю.В., Кабанов В.В.** Осмотическое давление // БСЭ. – Т. 18. – М.: Сов. энциклопедия, 1974. – 632 с. – С. 564-565.
171. **Нижник В.В., Нижник Т.Ю.** Фізична хімія полімерів: Підручник. – К.: Фітосоціоцентр, 2009. – 424 с.: іл. (рис. 313). – Табл. 15. – Бібліогр.: після гл. (94 назви). – Додаток: 18 світлин. – ISBN 978-966-306-149-2.
172. **Низовкин В.К.** Диссоциация // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1977. – Т. 7. – 548 с.: ил. (8 л.). – с. 369.
173. **Николаев Л.А.** Теоретическая химия: Учеб. пособие. – М.: Высш. шк., 1984. – 400 с.: ил. (55 рис.). – Табл. 30. – Библиогр.: после гл. (98 назв.). – Предмет. указ.: с. 397-399.
174. **Оно С., Кондо С.** Молекулярная теория поверхностного натяжения в жидкостях. – М.: ИЛ, 1963.
175. **Опалесценция критическая** // БСЭ. – Т. 18. – М.: Сов. энциклопедия, 1974. – 632 с. – С. 408.
176. **Осмотаксис** // БСЭ. – Т. 18. – М.: Сов. энциклопедия, 1974. – 632 с. – С. 564.
177. **Основные сведения по физической и коллоидной химии** // Теплоэнергетика и теплотехника: Общие вопросы. Справочник в 4-х кн. / Под ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина. – Кн. 1. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – С. 239 – 276.
178. **Основы физики и химии полимеров** / Н.В. Михайлов, В.А. Шершнева, Т.А. Шарай и др. / Под ред. В.Н. Кулезнева: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. школа, 1977. – 248 с.: ил. (151 рис.). – Табл. 13. – Библиогр.: после гл. (84 назв.).
179. **Отмучивание** // БСЭ. – Т. 18. – М.: Сов. энциклопедия, 1974. – 632 с. – С. 622.
180. **Павлов В.П.** Броуновское движение // БСЭ. – Т. 4. – М.: Сов. энциклопедия, 1971. – 600 с. – С. 57.
181. **Панченков Р.Т.** Лимфосорбция // БМЭ. – М.: Сов. энциклопедия, 1980. – Т. 13. – 552 с. – С. 164-165.
182. **Папков С.П.** Физико-химические основы переработки растворов полимеров. – М.: Химия, 1971. – 372 с.: ил. (152 рис.). – Табл. 11. – Библиогр.: после гл. (309 назв.). – Предмет. указ.: с. 360-363.
183. **Пасынский А.Г.** Гидратация // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1977. – Т. 5. – XVI. – 568 с.: ил. (9 л.). – с. 365-366.
184. **Пасынский А.Г.** Коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1968. – 232 с.: ил.
185. **Пебалк В.Л.** Абсорбция // БСЭ. – Т. 1. – М.: Сов. энциклопедия, 1970. – 608 с. – С. 36.
186. **Пеккель В.А.** Электроосмос // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1986. – Т. 28. – 544 с.: ил. (12 л.). – с. 97-98.
187. **Пермяков Н.К., Шпикитер В.О.** Набухание // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1981. – Т. 16. – 512 с.: ил. (10 л.). – с. 105.
188. **Писаренко А.П., Поспелова К.А., Яковлев А.Г.** Курс коллоидной химии. – М.: Высшая шк., 1969. – 248 с.
189. **Поверхностно-активные вещества:** Справочник / Под ред. А.А. Абрамзона, Г.М. Гаевого. – Л.: Химия, 1979. – 376с.
190. **Поверхностное давление** // БСЭ. – Т. 20. – М.: Сов. энциклопедия, 1975. – 608с. – С. 75.
191. **Поверхностное натяжение** // БСЭ. – Т. 20. – М.: Сов. энциклопедия, 1975. – 608с. – С. 75.
192. **Поляков Ю.А.** Поглотительная способность почвы // БСЭ. – Т. 20. – М.: Сов. энциклопедия, 1975. – 608с. – С. 85.
193. **Практикум по коллоидной химии (коллоидная химия латексов и поверхностно-активных веществ)** / Р.Э. Нейман, В.Н. Вережников, А.П. Кирдеева и др.; под ред. Р.Э. Неймана. – М.: Высш. шк., 1971. – 176с.: ил. (рис. 64). – Табл. 16. – Библиогр.: построч.+ с. 174 (13 назв.).
194. **Практикум по коллоидной химии** / В.Н. Баранова, Е.Е. Бибик, Н.М. Кожевникова и др.; под ред. И.С. Лаврова. – М.: Высш. шк., 1983. – 216с.: ил.
195. **Практикум по коллоидной химии и электронной микроскопии.** – М.: Химия, 1974. – 224с.: ил.
196. **Практикум по коллоидной химии** / В.И. Баранова, Е.Е. Бибик, Н.М. Кожевникова и др.-М.: Высш. шк., 1983.-216с.
197. **Практикум по физической и коллоидной химии** / Е.В. Бугреева, К.И. Евстратова, Н.А. Купина и др.; под ред. К.И. Евстратовой. - М.: Высш. шк., 1990. – 255с.
198. **Путилова И.Н.** Коагуляция // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1979. – Т. 10. – XVI. – 528 с.: ил. (9 л.). – с. 487-488.
199. **Путилова И.Н.** Коллоидная защита // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1979. – Т. 11. – 544 с.: ил. (10 л.). – С. 146-147.
200. **Путилова И.Н.** Коллоиды // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1979. – Т. 11. – 544 с.: ил. (10 л.). – С. 148-152.
201. **Рабек Я.** Экспериментальные методы в химии полимеров. – В 2-х ч. – Ч. 1 / Пер. с англ. Я.С. Выгодского; под ред. В.В. Коршака. – М.: Мир, 1983. – 384 с.: ил. (291 рис.). – Табл. 43. – Гл. 2. Изучение взаимодействия полимеров с растворителями: с. 35-67; Гл. 5. Мембранная осмометрия: с. 90-97; Гл. 8. Ультратрифугирование с. 110-129; Гл. 9. Вискозиметрические методы: с. 130-146; Гл. 13. Светорассеяние: с. 198-218.
202. **Равич – Щербо М.И., Новиков В.В.** Физическая и коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1975. – 256с.: ил. (115 рис.). – Табл. 44. – Библиогр.: с. 245 (17 назв.). – Предмет. указ.: с. 246-251.
203. **Райхлин Н.Т., Уфимцева А.Г.** Ферменты // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1985. – Т. 26. – 560 с.: ил. (10 л.). – с. 263-271.
204. **Раменский Е.В.** Нефелометрия // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1981. – Т. 16. – 512 с.: ил. (10 л.). – с. 466-467.
205. **Раменский Е.В., Улащик В.С.** Электрофорез // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1986. – Т. 28. – 544 с.: ил. (12 л.). – с. 115-119.
206. **Ребиндер П.А.** Гомогенные системы // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1977. – Т. 6. – 632 с.: ил. (16 л.). – с. 313.
207. **Ребиндер П.А.** Диспергирование // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1977. – Т. 7. – 548 с.: ил. (8 л.). – с. 362-363.
208. **Ребиндер П.А.** Поверхностные явления в дисперсных системах: Коллоидная химия. – М.: Наука, 1978. – 368с.
209. **Ребиндер П.А.** Поверхностные явления в дисперсных системах: Физико-химическая механика. – М.: Наука, 1979. – 384с.
210. **Ребиндер П.А., Шиц Л.А.** Коллоидная химия / БСЭ. – Т. 12. – М.: Сов. энциклопедия, 1973. – С. 435-436.



211. Робертс М., Макки Ч. Химия поверхности раздела металл-газ / Пер. с англ. И.В. Важениной; под ред. В.М. Грязнова. – М.: Мир, 1981. – 540 с.: ил.: – Рис. 242. – Табл. 43. – Приложения: Волновая теория: с. 524-529. – Библиогр.: после гл. (978 назв.). – Предмет. указ.: с. 530-534.
212. Рошупкин Д.И. Реология // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1984. – Т. 22. – 544 с.: ил. (9 л.). – С. 193.
213. Руководство к практическим работам по коллоидной химии / О.Н. Григоров, И.Ф. Карпова, З.П. Козьмина и др. – М. – Л.: Химия, 1964. – 332с.
214. Русанов А.И. Фазовые равновесия и поверхностные явления. – Л.: Химия, 1967. – 388 с.: ил.
215. Рюмцев Е.И. Жидкие кристаллы // БСЭ. – Т. 9. – М.: Сов. энциклопедия, 1972. – 624с. – С. 196.
216. Сверхвысокомодульные полимеры / Под ред. А. Чиферри, И. Уорда / Пер. с англ. Ю.Н. Панова, В.Г. Куличихина; под ред. А.Я. Малкина. – Л.: Химия, 1983. – 272 с.: ил. (175 рис.). – Табл. 42. – Библиогр.: после гл. (412 назв.). – Предмет. указ.: с. 267-271.
217. Седиментация // БСЭ. – Т. 23. – М.: Сов. энциклопедия, 1976. – 640 с. – С. 167.
218. Серов В.В. Смазочно-охлаждающие жидкости // БСЭ. – Т. 23. – М.: Сов. энциклопедия, 1976. – 640 с. – С. 500-601.
219. Синицын В.В. Смазка в технике // БСЭ. – Т. 23. – М.: Сов. энциклопедия, 1976. – 640 с. – С. 600.
220. Синтезы неорганических соединений / Авт.: Корбетт (гл. 1), Рафф (гл. 2), Каннингем (гл. 3), Геанангел, Шоф (гл. 4) / Под ред. У.Джолли / Пер с англ. А.Д. Власова, А.И. Зарубина; под ред. И.В. Тананаева. – М.: Мир, 1970. – ЫЫ том. – 269 с.: ил. (16 рис.). – 35 табл. – Библиогр.: после гл. (805 назв.).
221. Смазочные материалы // БСЭ. – Т. 23. – М.: Сов. энциклопедия, 1976. – 640 с. – С. 601.
222. Солюбилизация // БСЭ. – Т. 24 (I). – М.: Сов. энциклопедия, 1976. – 608 с. – С. 166.
223. Сорбенты // БСЭ. – Т. 24 (I). – М.: Сов. энциклопедия, 1976. – 608 с. – С. 191.
224. Сорбция // БСЭ. – Т. 24 (I). – М.: Сов. энциклопедия, 1976. – 608 с. – С. 191-192.
225. Стрельцов О.А., Вовкотруб М.П. Коллоидная химия: Практикум. – К.: Изд-во УСХА, 1990. – 71 с.
226. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия: Учебник / Под ред. А.Г. Стромберга. – 3-е изд., исправ. и доп. – М.: Высш. шк., 1999. – 528 с.: ил. (151 рис.). – Табл. 5. – Строение двойного электрического слоя на границе электрод-раствор электролита: с. 275-283. – Библиогр.: с. 511-515 (176 назв.). – Предмет. указ.: с. 516-522. – Приложение: с. 489-510. – 1. Введение в теорию самоорганизацию материи. Элементы синергетики: с. 489-506; 2. Введение в теорию фракталов: с. 506-510. – ISBN 5-06-003627-8.
227. Сумаруков Г.В. Электрокинетические явления // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1986. – Т. 28. – 544 с.: ил. (12 л.). – С. 77.
228. Сумм Б.Д., Горюнов Ю.В. Физико-химические основы смачивания и растекания. – М.: Химия, 1976. – 232 с.: ил.
229. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. – М.: Химия, 1968. – 536 с.: ил. (240 рис.). – Табл. 35. – Библиогр.: после гл. (430 назв.). – Предмет. указ.: с. 522-536.
230. Тимашев С.Ф. Физико-химия мембранных процессов. – М.: Химия, 1988. – 311 с.
231. Тихомиров В.К. Пены. Теория и практика их получения и разрушения. – М.: Химия, 1975. – 264 с.: ил.
232. Тихоненко Т.И. Сорбция // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1984. – Т. 23. – 544 с.: ил. (11 л.). – С. 527-528.
233. Тихоненко Т.И. Ультрафильтрация // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1985. – Т. 26. – 560 с.: ил. (10 л.). – с. 55-57.
234. Тутельян В.А. Солюбилизация // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1984. – Т. 23. – 544 с.: ил. (11 л.). – с. 502.
235. Усков И.А., Еременко Б.В., Пелищенко С.С., Нижник В.В. Коллоидная химия. – К.: Вища шк., 1988. – 167с.
236. Успехи коллоидной химии: Збірник наук. праць / Отв. ред. П.А. Ребиндер, Г.И. Фукс / Авт. статей: Г.М. Бартенев, С.С. Воюцкий, С.Ю. Жуховицкий, Г. Зоннтаг, Ю.С. Липатов, П.А. Ребиндер, Г.М. Синицына, Д.А. Фридрихсберг, Г.И. Фукс, Е.Д. Шукин и др. – М.: Наука, 1973. – 368 с.: ил. (237 рис.). – Табл. 37. – Библиогр.: после статей (всего 1226 назв.).
237. Физико-химическая механика дисперсных структур. – М.: Наука, 1966.
238. Фирсов Н.Н. Вязкость // БСЭ. – Т. 5. – М.: Сов. энциклопедия, 1971. – 640 с. – С. 604-605.
239. Фишер И.З. Жидкость // БСЭ. – Т. 9. – М.: Сов. энциклопедия, 1972. – 624с. – С. 199-201.
240. Фізична і колоїдна хімія / В.І. Кабачний, Л.К. Осіпенко, Л.Д. Грицан та ін. – Х.: Прапор, вид-во Укр.ФА, 1999. – 368 с.: іл. (137 рис.). – Табл. 8. – Бібліогр.: с. 358 (25 назв.). – Предмет. покажчик: с. 359-363. – Контрол. питання і задачі: після гл. – ISBN 5-7766-0765-5; ISBN 966-615-021-2.
241. Фізична та колоїдна хімія. Збірник задач: Навч. посібник / В.І. Кабачний, Л.К. Осіпенко, Л.Д. Грицан та ін. / За ред. В.І. Калачного. – Х.: НФАУ; Золоті сторінки, 2001. – 208 с.: іл. (22 рис.). – Додатки: с. 195-203 (11 табл.). – Відповіді до задач: с. 181-194. – ISBN 966-615-074-3, ISBN 966-95981-1-7.
242. Фізична та колоїдна хімія. – Вип. III. – Метод. вказівки до проведення лаб.-практ. занять студ. агробіол. / Уклад. Я.П. Меженний. – К.: Урожай, 1964. – 146с. – Додатки: с. 138-144 (10 табл.).
243. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. – Л.: Химия, 1974. – 352с.: ил. (135 рис.). – Табл. 135. – Библиогр.: с. 342 (25 назв.). – Предмет. указ.: с. 343-347. – Авт. указ.: с. 347-348.
244. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии: учеб. для вузов / изд. 2-е перераб и доп. – Л.: Химия, 1984. – 368с.: ил. (121 рис.). – Табл. 13. – Библиогр.: с. 357 (32 назв.). – Список обознач.: с. 358-360. – Авт. указ.: с. 361-363. – Предмет. указ.: с. 364-368.
245. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. – М.: Химия, 1982. – 400с.: ил. (115 рис.). – Табл. 11. – Библиогр.: с. 395 (6 назв.). – Предмет. указ.: с. 396-400.
246. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. – М.: Химия, 1988. – 464с.
247. Фукс Н.А. Аэрозоли // БСЭ. – Т. 2. – М.: Сов. энциклопедия, 1970. – 632 с. – С. 485-486.
248. Черная В.В., Шепелев М.И. Латексные изделия // БСЭ. – Т. 14. – М.: Сов. энциклопедия, 1973. – 624 с. – С. 205-206.
249. Черная В.В., Шепелев М.И. Латексы // БСЭ. – Т. 14. – М.: Сов. энциклопедия, 1973. – 624 с. – С. 206.
250. Чернов Н.Н. Ультрацентрифугирование // БСЭ. – Т. 26. – М.: Сов. энциклопедия, 1977. – 624 с. – С. 619.
251. Чернов Н.Н. Электрофорез // БСЭ. – Т. 30. – М.: Сов. энциклопедия, 1978. – 632 с. – С. 121.
252. Чуйко А.А., Горлов Ю.И., Лобанов В.В. Строение и химия поверхности кремнезема / Под ред. П.П. Горбика. – К.: Наук. Думка, 2007. – 354 с.: іл. (рис. 74). – Табл. 5. – Бібліогр.: с. 285-335 (801 назв.). – ISBN 966-00-0800-7.
253. Чурбаков В.Ф., Осташкова И.В., Русихина Л.П. Химия поверхностных явлений. – М.: Моск. горный ин-т, 1988. – 76 с.: ил. (27 рис.). – Табл. 7.
254. Чурюканов В.В. Адсорбирующие вещества // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1974. – Т. 1. – XVI. – 576 с.: ил. (7 л.). – с. 116.
255. Шандала М.Г., Кошелев Н.Ф., Чверев В.Г., Жолус Б.И. Очистка воды // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1981. – Т. 15. – 576 с.: ил. (14 л.). – С. 206-208.
256. Шварц А.Г., Динзбург Б.Н. Совмещение каучуков с пластиками и синтетическими смолами. – М.: Химия, 1972. – 224 с.: ил. (89 рис.). – Табл. 43. – Библиогр.: после гл. (855 назв.). – Прилож.: с. 215-224.
257. Шелудко А. Коллоидная химия / Пер. с болг. – М.: Мир, 1984. – 320с.
258. Шимулис В.И. Адгезия // БСЭ. – Т. 1. – М.: Сов. энциклопедия, 1970. – 608 с. – С. 219-220.
259. Шимулис В.И. Адсорбенты // БСЭ. – Т. 1. – М.: Сов. энциклопедия, 1970. – 608 с. – С. 238.
260. Шимулис В.И. Адсорбция // БСЭ. – Т. 1. – М.: Сов. энциклопедия, 1970. – 608 с. – С. 239-240.
261. Шинода К., Накагава Т., Тамамуси Б., Исемура Т. Коллоидные поверхностно-активные вещества / Пер. с англ. Под ред А.Б. Таубмана, З.Н.Маркиной. – М.: Мир, 1966. – 320 с.
262. Шиц Л.А. Дисперсная структура // БСЭ.–Т. 8.–М.: Сов. энциклопедия, 1972.– 592 с. – С. 307-308.
263. Шиц Л.А. Коагуляция // БСЭ. – Т. 12. – М.: Сов. энциклопедия, 1973. – 624 с. – С. 347.
264. Шиц Л.А. Коцервация // БСЭ. – Т. 12. – М.: Сов. энциклопедия, 1973. – 624 с. – С. 348-349.
265. Шиц Л.А. Коллоидные системы // БСЭ. – Т. 12. – М.: Сов. энциклопедия, 1973. – С. 436.
266. Шиц Л.А. Лиофильность и лиофобность //БСЭ.–Т.14.–М.: Сов. энциклопедия, 1973.–624с.–С.480.
267. Шиц Л.А. Лиофильные и лиофобные коллоиды //БСЭ.–Т.14.–М.: Сов. энциклопедия, 1973. – 624с. – С.480.
268. Шиц Л.А. Мицелла // БСЭ. – Т. 16. – М.: Сов. энциклопедия, 1974. – 616с. – С. 351-352.
269. Шиц Л.А. Моющие средства // БСЭ. – Т. 17. – М.: Сов. энциклопедия, 1974. – 616с. – С. 77-78.
270. Шиц Л.А. Набухание // БСЭ. – Т. 17. – М.: Сов. энциклопедия, 1974. – 616с. – С. 189.
271. Шиц Л.А. Осмос // БСЭ. – Т. 18. – М.: Сов. энциклопедия, 1974. – 632 с. – С. 564.
272. Шиц Л.А. Отстаивание // БСЭ. – Т. 19. – М.: Сов. энциклопедия, 1975. – 648 с. – С. 18.
273. Шиц Л.А. Пептизация // БСЭ. – Т. 19. – М.: Сов. энциклопедия, 1975. – 648 с. – С. 339.
274. Шиц Л.А. Поверхностная энергия // БСЭ. – Т. 20. – М.: Сов. энциклопедия, 1975. – 608с. – С. 74.

275. **Шиц Л.А.** Поверхностно-активные вещества // БСЭ. – Т. 20. – М.: Сов. энциклопедия, 1975. – 608с. – С. 74-75.
276. **Шиц Л.А.** Поверхностный слой // БСЭ. – Т. 20. – М.: Сов. энциклопедия, 1975. – 608с. – С. 77.
277. **Шиц Л.А.** Поверхность удельная // БСЭ.–Т. 20.– М.: Сов. энциклопедия, 1975. – 608с. – С. 77-78.
278. **Шиц Л.А.** Седиментационный анализ // БСЭ. – Т. 23. – М.: Сов. энциклопедия, 1976. – 640 с. – С. 167.
279. **Шиц Л.А.** Смазочное действие // БСЭ. – Т. 23. – М.: Сов. энциклопедия, 1976. – 640 с. – С. 600.
280. **Шиц Л.А.** Смачивание // БСЭ. – Т. 23. – М.: Сов. энциклопедия, 1976. – 640 с. – С. 601-602.
281. **Шиц Л.А.** Сольватация // БСЭ. – Т. 24 (I). – М.: Сов. энциклопедия, 1976. – 608 с. – С. 164.
282. **Шиц Л.А.** Студни // БСЭ. – Т. 25. – М.: Сов. энциклопедия, 1976. – 600 с. – С. 12-13.
283. **Шиц Л.А.** Суспензии // БСЭ. – Т. 25. – М.: Сов. энциклопедия, 1976. – 600 с. – С. 96.
284. **Шиц Л.А.** Тиксотропия // БСЭ. – Т. 25. – М.: Сов. энциклопедия, 1976. – 600 с. – С. 548.
285. **Шиц Л.А.** Ультрафильтрация // БСЭ. – Т. 26. – М.: Сов. энциклопедия, 1977. – 624 с. – С. 616.
286. **Шиц Л.А.** Флокуляция // БСЭ. – Т. 27. – М.: Сов. энциклопедия, 1977. – 624 с. – С. 495.
287. **Шиц Л.А.** Эмульгаторы // БСЭ. – Т. 30. – М.: Сов. энциклопедия, 1978. – 632 с. – С. 171.
288. **Шиц Л.А.** Эмульгирование // БСЭ. – Т. 30. – М.: Сов. энциклопедия, 1978. – 632 с. – С. 171.
289. **Шиц Л.А.** Эмульсии // БСЭ. – Т. 30. – М.: Сов. энциклопедия, 1978. – 632 с. – С. 171.
290. **Шиц Л.А.** Эмульсолы // БСЭ. – Т. 30. – М.: Сов. энциклопедия, 1978. – 632 с. – С. 172.
291. **Шпикитер В.О.** Седиментация // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1984. – Т. 23. – 544 с.: ил. (11 л.). – с. 61-62.
292. **Шпикитер В.О.** Ультрацентрифуга. Ультрацентрифугирование // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1985. – Т. 26. – 560 с.: ил. (10 л.). – с. 60-61.
293. **Щукин Е.Д.** Физико-химическая механика // БСЭ. – Т. 27. – М.: Сов. энциклопедия, 1977. – 624 с. – С. 352-353.
294. **Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А.** Коллоидная химия. – М.: Изд-во МГУ, 1982. – 348 с.
295. **Электрокинетический потенциал** // БСЭ. – Т. 30. – М.: Сов. энциклопедия, 1978. – 632 с. – С. 61.
296. **Электрокоагуляция** // БСЭ. – Т. 30. – М.: Сов. энциклопедия, 1978. – 632 с. – С. 61.
297. **Электроосмос** // БСЭ. – Т. 30. – М.: Сов. энциклопедия, 1978. – 632 с. – С. 99.
298. **Яковлев А.Г.** Практикум по физической и коллоидной химии. – М.: Высш. шк., 1967. – 127с.

**Сіренко Г.О.** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри теоретичної та прикладної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

**Кузишин О.В.** – викладач кафедри теоретичної та прикладної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

**Рецензент**

**Мідак Л.Я.** – кандидат хімічних наук, доцент кафедри теоретичної та прикладної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

## НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ РОЗРОБКИ

УДК 544.77

Г.О. Сіренко, О.В. Кузишин, Л.В. Базюк

### Фізична хемія: 1. Хемічна термодинаміка (курс лекцій):

#### 1. Фізична хемія як наука і предмет

*Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,  
вул. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ, 76025, Україна*

Зв'язок та обумовленість фізичних та хемічних процесів.

Фізична хемія як наука. Мета і завдання, які вирішує фізична хемія. Особливості фізичної хемії. Наукові і технічні проблеми, які розв'язує фізична хемія. Предмет фізичної хемії. Основні розділи предмету фізичної хемії. Теоретичні методи досліджень фізичної хемії. Хемічна термодинаміка. Науковий фундамент термодинаміки. Термодинаміка як наука і метод. Класична термодинаміка. Феноменологічний метод. Загальна (фізична), технічна і хемічна термодинаміка. Завдання хемічної термодинаміки. Статистична термодинаміка.

Методична розробка призначена для підготовки спеціалістів зі спеціальності «Хемія» в університетах класичного типу. Літ. джерел 208.

**Ключові слова:** фізична хемія, теплоємність, рівняння Майєра, ідеальний газ.

*Методична розробка поступила до редакції 2.10.2009; прийнята до друку 2.11.2009.*

#### 1.1. Зв'язок та обумовленість фізичних та хемічних процесів.

Світ уявляє собою сукупність енергії, матерії та інформації, які існують у безконечній багатобразності форм, неперервно перетворюючих одна в одну. Ці постійні зміни і рух – невід'ємні властивості Всесвіту і, отже, матерії. Енергія є характеристикою цього руху як з кількісної, так із якісної сторони, тобто його мірою (енергія – міра руху матерії, а маса – міра її інертності). Енергія і маса системи при всіх її перетвореннях не змінюються, інформація неперервно накопичується.

1. **Хемічні процеси супроводжуються та ініціюються фізичними.** З іншого боку, фізичні властивості тіл суттєво залежать від їх хемічного складу.

Механізм хемічних процесів може бути зрозумілий лише на основі фізичних теорій. Фізичні та хемічні явища взаємообумовлені. Ці явища не випадкові: вони підлягають певним закономірностям, які зв'язані з різними формами руху матерії. Хемічні реакції можуть бути джерелом тепла, світла, електричної енергії, а також приводити до вибуху. Течія і кінцевий результат хемічної реакції суттєво залежать від підведення чи відведення теплової, електричної, механічної, електромагнітної форм енергії.

2. **Багато фізичних явищ не зумовлені хемічними процесами.** Наприклад, при охолодженні тіл хемічні реакції можуть і не відбуватися. Але є багато фізичних явищ, які зумовлені хемічними процесами, наприклад:

а) у гальванічному елементі електричний струм створюється за рахунок енергії хемічних реакцій;

б) під час горіння органічного палива виділяється енергія у формі тепла;

в) у двигунах внутрішнього згорання за рахунок енергії горіння палива виконується механічна робота.

3. **Вивчення фотохемічних реакцій** дозволяє глибоко зрозуміти суть складних процесів фотосинтезу.

4. **Теоретичні основи фізичної хемії** лежать в основі фізіології рослин, мікробіології, біохемії, агрохемії, захисту рослин, ґрунтознавства, тощо.

5. **Знання фізичної хемії** потрібні лікарю, який постійно стикається з фізико-хемічними процесами, що протікають в організмі як здорової, так і хворої людини.

1.2. **Фізична хемія** – наука, яка пояснює хемічні явища на основі фізичних принципів та законів і займається дослідженням хемічних

реакцій та хемічних процесів, що супроводжують їх.

1. *Таким чином, фізична хемія* вивчає невід'ємний зв'язок між фізичними і хемічними формами руху матерії, охоплює всі питання теорії хемічних перетворень і розглядає вплив фізичних параметрів на хемічні процеси та хемічного складу на фізичні властивості, розкриває яким чином хемічні реакції пов'язані з різними фізичними процесами – поглинанням і виділенням тепла, теплопередачею, поглинанням та випромінюванням електромагнітної енергії, електричними явищами, тощо.

*Як вказує сама назва «фізична хемія»*, ця наука охоплює питання і проблеми, що знаходяться на межі між хемією та фізикою. Тому, явної межі між фізикою і хемією, між фізичною хемією та іншими хемічними науками встановити не можна. Взаємопроникливість наявна.

**1.3. Завдання, що вирішує фізична хемія**, є передбачення ходу хемічного процесу, його кінцевого результату та складу кінцевих продуктів; розкриття можливості керування хемічними процесами, тобто забезпечення найбільш швидкого та повного оптимального проведення хемічних процесів, а також кількісний опис хемічних явищ і процесів.

Нехай, наприклад, відбувається реакція



Цей процес можна вивчити так:

- 1) проаналізувати склад речовин, що вступили в реакцію та які утворилися в її наслідок (хемічний метод дослідження);
- 2) вивчити теплові ефекти реакції (фізичний метод дослідження).

Нехай, наприклад, два гази, які реагують між собою, перебувають у замкнутому об'ємі. В міру перебігу хемічної реакції змінюється тиск суміші газів. Вимірюючи цей тиск, можна зробити висновки про перебіг реакції (фізичний метод дослідження).

**1.4. Метою вивчення фізичної хемії** є пізнання та застосування законів фізики, що прикладені до хемічних явищ.

**1.5. Фізична хемія розв'язує низку наукових проблем**, а саме:

- *хемічної рівноваги*: основою теорії будь-якого хемічного виробництва є розрахунок максимально можливого виходу хемічної реакції як функції фізичних параметрів ( $t$ ,  $p$ , ...);
- *швидкості хемічних реакцій*: виробність хемічних апаратів визначається швидкістю хемічних перетворень, а можливість

інтенсифікації процесу – шляхами її підвищення;

- *зв'язку властивостей тіла з його структурою і хемічним складом*: необхідно дати відповідь на те, чим визначається і як досягається пластичність, твердість і міцність тіла, тощо;
- *хемічного зв'язку*: необхідно дати відповідь на те, чим визначається реакційна здатність, структура, форма, електричні і енергетичні характеристики молекул і т. п.

**1.6. Фізична хемія розв'язує низку технічних проблем**, а саме:

- отримання матеріалів із заданими властивостями (жароміцних, термотривких, високопружних і високоміцних тощо);
- аналізи і розділення речовин (газів, рідин, ізотопів, продуктів піролізу і т. ін.);
- отримання особливо чистих матеріалів (напівпровідників, надпровідників і т. ін.);
- експресної фізико-хемічної аналізи і визначення властивостей (автоматизація виробництва);
- характеристики структури стопів і швидкостей процесів, які відбуваються в них;
- застосування надвисоких температур і тисків для синтезу штучних алмазів та інших матеріалів з унікальними властивостями тощо. З фізичною хемією пов'язані і досягнення в матеріалознавстві, біології, медицині, атомній промисловості, радіології, теорії горіння палива, в ракетній техніці тощо.

**1.7. Основні розділи фізичної хемії як предмета.**

Курс фізичної хемії ділиться на кілька основних розділів:

**1. Розділ «Будова і властивості речовини»**, в якому вивчається взаємозв'язок між будовою атомів, молекул, йонів, радикалів та надмолекулярних утворень і фізичними та хемічними властивостями; зв'язок будови речовини, яка знаходиться в газовому, рідкому, твердому та плазменному агрегатних станах, з фізичними та хемічними властивостями. В цьому розділі розглядається геометрія молекул, внутрішньомолекулярний рух і природа міжмолекулярних сил та сил між атомами в молекулі; розглядається утворення хемічного зв'язку, природа йонного, ковалентного та полярного зв'язків, взаємний вплив атомів, поляризація, дипольний момент і полярна структура молекул, йон-гідрогену та водневий зв'язок.

У цьому розділі розглядається також агрегатний стан речовин, природа газового стану, ідеальні, неідеальні та реальні гази, рівняння стану цих газів, кінетична теорія газів, рідкий стан,

в'язкість, густина та мольний об'єм рідин, кристали та аморфні тверді тіла, йонні кристали, кристали з ковалентним зв'язком, молекулярні кристали. Цей розділ вивчається окремо від фізичної хемії як предмета і становить основу одного із розділів неорганічної хемії та фізики і хемії твердого тіла.

**2. Розділ «Хемічна термодинаміка»**, в якому на основі загальної (фізичної) термодинаміки вивчаються баланси фізичних і хемічних процесів в різних умовах, зв'язок між різними формами енергії, встановлюються можливості напрямку процесів та закономірності термодинамічної, хемічної та фазової рівноваги, їх зміщення при зміні параметрів.

**3. Розділ «Вчення про розчини»**, в якому розглядається природа, внутрішня структура і властивості розчинів у залежності від природи і концентрації розчинника і розчиненої речовини, процеси утворення розчинів і особливості протікання в них реакцій, фазова рівновага в конденсованих системах, екстракція і кристалізація з розчинів, взаємна розчинність рідин, тверді розчини.

**4. Розділ «Електрохемія»**, в якому розглядаються розчини електролітів, електродні процеси і електрорушійні сили, закономірності взаємного перетворення електричної і хемічної форм матерії і енергії, будова і властивості розчинів електролітів, електропровідність розчинів, процеси електролізу, робота електрохемічних елементів, електросинтез речовин, хемічна і електрохемічна корозія металів і методи захисту металів від корозії.

**5. Розділ «Кінетика хемічних реакцій і каталіз»**, в якому вивчається швидкість і молекулярний механізм хемічних реакцій в гомогенних і гетерогенних системах, вплив зовнішніх умов на ці процеси, а саме: температури, тиску, середовища, переміщення, каталізаторів, тощо; ланцюгові реакції, горіння і вибух, люмінесценція і фотохемія, фотохемічні реакції, каталіз, властивості каталізаторів та механізми гомогенного та гетерогенного каталізів, електрохемічна кінетика реакції ізотопного обміну, кінетика радіоактивних процесів.

**6. Розділ «Поверхневі явища»**, в якому розглядається термодинаміка поверхневих явищ та їх вплив на хемічну рівновагу, поверхневі властивості рідин, розчинів та твердих тіл, адсорбція на поверхні твердих тіл та із розчинів, поверхневий натяг, абсорбція; залежність цих явищ від природи тіл і зовнішніх факторів, поверхневі плівки на твердих тілах, природа адсорбційних явищ, адсорбційна рівновага та іонний обмін, адгезія рідин і порошоків, когезія твердих тіл, капілярні явища; механізм утворення і будова подвійного електричного шару.

**7. Розділ «Колоїдний стан»**, в якому розглядаються фізико-хемічні властивості

дисперсних систем, енергетика диспергування і конденсація, кінетичні властивості і методи дослідження дисперсних систем, седиментація, осмос, електрокінетичний потенціал, явища електроосмосу і електрофорезу, оптичні властивості дисперсних систем, міцелоутворення, дифузія в колоїдних системах, ліофобні золі, явища набрякання, гелеутворення, в'язкості, течії, емульсії і суспензії, розчини високомолекулярних систем, істинні і колоїдні розчини полімерів, термодинаміка розчинів, механічні властивості розчинів і драглів полімерів; явище і механізм пластифікації, поверхнево-активні властивості полімерів, адгезія, адсорбція, набрякання полімерів, колоїдні суміші полімерів; молекулярні колоїди і високомолекулярні електроліти, міцелярні електроліти, аерозолі, піни, поверхнево-активні речовини і їх властивості, реологічні властивості дисперсних систем.

**8. Розділ «Високомолекулярні сполуки і полімерні композиційні матеріали»**, в якому розглядаються внутрішня (хемічна і фізична) будова полімерів, гнучкість ланцюгів, фазовий стан і структура та фізико-хемічні, теплові і механічні властивості полімерів у твердому стані; високоеластичний стан, стан скла і в'язкотекучий стан та фазові переходи в полімерах; повзучість і релаксаційні процеси в полімерах; електричні і магнітні властивості полімерів, хемічна стійкість; старіння, термо-, окисна і механічна деструкція полімерів; тертя та зношування полімерів; реологічні властивості полімерів у в'язкотекучому стані; істинні і колоїдні розчини полімерів, термодинаміка розчинів, механічні властивості розчинів і драглів полімерів; явище і механізм пластифікації, поверхнево-активні властивості полімерів, адгезія, адсорбція, набрякання полімерів, колоїдні суміші полімерів; взаємодія полімерів з газами і рідинами, проникність полімерів; емульсії, дисперсії і піни полімерів, емульсійна, суспензійна і дисперсійна полімеризація; емульсійна і міжфазна поліконденсація; іонообмінні високомолекулярні сполуки; композиційні матеріали, наповнені системи, адгезія полімерів до наповнювачів; релаксаційні процеси в композиційних матеріалах.

Цей розділ вивчається окремо від фізичної хемії як предмета і становить основу дисциплін «Хемія високомолекулярних сполук» і «Фізична хемія полімерів».

**9. Розділ «Фізико-хемічна аналіза»**, в якому розглядається рівновага і хемічні взаємодії в складних багатокомпонентних системах за допомогою геометричних досліджень залежності фізичних властивостей від складу і умов існування системи та за допомогою фізико-хемічних методів дослідження, а саме:

- а) термічна, термографічна і термогравіметрична аналізи;
- б) фотолюмінесцентна аналіза розчинів;

- в) хроматографічна аналіза;
- г) методи пуллой-рентгенографічної та фотоелектронної спектроскопії;
- г) електронікроскопічна аналіза;
- д) мас-спектральна та енерго-мас-спектральна аналізи;
- е) методи інфрачервоної, ультрафіолетової та видимої спектроскопії;
- є) методи електро- та теплопровідності;
- ж) потенціометрії;
- з) фотометрії;
- и) емісійної аналізи;
- і) кріоскопії;
- ї) ядерного магнітного резонансу;
- й) електронного парамагнітного резонансу;
- к) ОЖЕ-спектроскопії;
- л) методи визначення електричних дипольних моментів молекул;
- м) методи спектроскопії комбінаційного розсіяння світла;
- н) методи газової електронографії;
- о) методи квадрупольного і гамма-резонансу ядер (метод м'юссбауерської спектроскопії);
- п) методи дослідження оптично-активних речовин: дисперсії оптичного обертання та кругового дихроїзму;
- р) методи вивчення поляризованості і магнітної оптичної активності за допомогою ефектів Керра та Фарадея.

Цей розділ вивчається окремо від фізичної хемії як предмета і складає основу дисциплін «Аналітична хемія» та «Фізико-хемічна аналіза органічних сполук».

У даному курсі доволі коротко розглядаються розділи 2-7.

### 1.8. Методи фізичної хемії.

При вивченні закономірностей фізичних і хемічних процесів прагнуть їх кількісного вираження, при цьому користуються такими методами:

**1. Метод статистичної механіки**, який спирається на вчення про молекулярну природу тіл і розглядає властивості речовини, яка складається з великої сукупності частинок, виходячи із законів руху і властивостей окремих частинок і їх розподіленням у відповідності до теорії ймовірності. Як відомо, за нормальних фізичних умов в  $1\text{мм}^3$  міститься близько  $N_L = 2,685 \cdot 10^{15}$  молекул (число Лошмідта), а 1 моль речовини містить  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$  молекул (число Авогадро).

Цей метод дозволяє порівняти макроскопічні властивості тіл з мікроскопічними властивостями молекул. Метод статистичної механіки дозволяє обґрунтувати поняття і закони термодинаміки. Всі ці поняття формуються як результат опису досліду без проникнення в молекулярний механізм процесів.

Метод застосовується для розв'язання завдань хемічної кінетики і каталізу, рівноваги та її зміщення, кінетики адсорбційних процесів, кінетики процесів колоїдних розчинів.

**2. Метод термодинаміки**, який полягає у знаходженні зв'язків між різними термодинамічними величинами, які визначають стан термодинамічної системи, речовини, і формами перетворення енергій системи без розгляду механізму процесів. Цей метод дає змогу розв'язати низку важливих питань: перетворення різних форм енергій хемічних процесах; про напрям і характер хемічних процесів та фазових переходів; про хемічну рівновагу.

Метод використовується в хемічній термодинаміці, теорії розчинів, електрохемії, хемії колоїдного стану речовини та високомолекулярних сполук.

Сумісне використання статистичних і термодинамічних методів привело до створення статистичної термодинаміки.

**3. Метод квантової механіки**, який базується на корпускулярно-хвильовому уявленні про будову матерії, в першу чергу про будову атомів і молекул, дискретності енергій станів. Метод дозволяє пояснити властивості молекул і твердих тіл на основі законів руху і властивостей складових їх частинок, в першу чергу електронів.

Квантово-механічний метод застосовується при вивченні будови речовини.

**У фундаментальних дослідженнях фізичної хемії** можна зустрітися з використанням всіх трьох методів теоретичних досліджень.

Теоретичні методи фізичної хемії пов'язані з використанням експериментальних фізичних і хемічних методів.

**Курс фізичної хемії** читається з розрахунку, що студенти ознайомлені з основами математичної аналізи, фізики та неорганічної хемії.

### Частина I. Хемічна термодинаміка.

#### 1. Науковий фундамент термодинаміки.

**1.1. Термодинаміка** (від гр. Therme – жар, тепло) – наука про взаємні енергетичні перетворення та стани рівноваги в системах, в яких мають місце теплові ефекти.

Термодинаміка вивчає закономірності перетворення різних форм енергії (тепла, роботи, хемічної, електричної, магнітної, випромінювання...) та властивості тіл, завдяки яким проходять ці перетворення. Термодинаміка має справу із властивостями термодинамічних систем, що знаходяться в рівновазі. Вона не описує протікання процесів у часі. Термодинаміка дає точне співвідношення між вимірюваними властивостями термодинамічних систем і відповідає на питання, наскільки глибоко пройде дана реакція до досягнення рівноваги, дозволяє

впевнено передбачити вплив температури, тиску та концентрації на хемічну рівновагу.

Існує і термодинаміка нерівновагових процесів.

Історично склалася назва предмету «термодинаміка» (що не відповідає його змісту) за аналогією з «гідродинамікою», а в дійсності рух тепла (як форми енергії) в ній не розглядається.

**1.2. Термодинаміка** ґрунтується на двох основних началах (законах, принципах, положеннях, постулатах), які є узагальненням закономірностей, що спостерігаються в природі і в практиці людської діяльності, які застосовані до хемічної рівноваги, електрорушійних сил, фазових рівноваг і поверхневих і міжфазних явищ.

**Перше начало** термодинаміки є законом еквівалентності енергії, і витікає із загального закону збереження і перетворення енергії речовини, прикладеного до термодинамічних систем і процесів. На його основі складається баланс енергій у будь-яких перетвореннях, при цьому використовуються властивості функцій термодинамічного стану тіл, що енергетично взаємодіють. Але перше начало не визначає можливості і спрямованість термодинамічних процесів.

**Друге начало** термодинаміки встановлює умови можливостей змін у заданому напрямі, умови рівноваги і ступінь завершеності процесів, які можуть проходити у прямому і зворотньому напрямках.

Обмеження, що накладає друге начало на термодинамічний процес, виражається за допомогою деяких параметрів і функцій стану – ентропії (S), потенціалів Гіббса (G) і Гельмгольца (F) тощо.

Ці два начала доповнені нульовим принципом і третім началом термодинаміки.

**Нульовий принцип** стверджує про самочинне досягнення теплової рівноваги в ізольованих системах.

**Третє начало термодинаміки** є доповненням другого у тій частині, що відноситься до розрахунків хемічної рівноваги на основі термічних властивостей речовин та стану і властивостей речовин, стану рівноваги при абсолютному нулі температур.

Ці основні положення термодинаміки мають досить узагальнений характер, а їх формулювання та окремі застосування визначаються залежно від конкретного змісту явищ. Термодинаміка побудована таким чином, що дослідним шляхом встановлені основні начала і положення та застосовано до них звичайний, доволі простий апарат математичної аналізи.

**Феноменологічна термодинаміка**. Сукупність закономірностей, що виведені математичним шляхом на основі логічного

розвитку начал термодинаміки, становить зміст феноменологічної (класичної) термодинаміки. Вона побудована на чисто дедуктивному принципі: закони термодинаміки розглядають як дослідні (або внаслідок спостережень) узагальнення, з яких виводять наслідки (висновки) для різних окремих випадків (дедукція – від лат. виведення, перехід від загального до частинного; процес логічного висновку, тобто переходу за тими чи іншими правилами логіки від певних пропозицій-посилок до їх наслідків (висновків, заключень), при цьому наслідки завжди можна охарактеризувати як «окремий випадок (приклад)» загальних посилок).

**Феноменологічна термодинаміка** побудована на таких принципах:

- застосовується лише до макросистем. Окремі частинки (молекули, атоми, електрони) або невелика їх сукупність і, відповідно, структура речовини та механізм процесів на мікроскопічному рівні не розглядаються. Границею макросистем можна вважати сукупність молекул, що визначається числами Лошмідта та Авогадро.
- не вдаючись до мікроскопічного змісту таких макроскопічних величин як тиск, об'єм, густина і т. п., встановлюють між ними зв'язок на основі даних досліду;
- має справу з властивостями систем, які знаходяться у рівноваговому стані;
- вона не описує протікання процесів у часі;
- дає точне співвідношення між вимірними властивостями системи;
- відповідає на питання: наскільки глибоко пройде даний процес до того, як буде досягнута рівновага;
- дає можливість передбачити вплив температури, тиску, концентрації на рівновагу;
- їй не прийнятні модельні уявлення про структуру речовини і характер руху частинок;
- сила її полягає у незалежності висновків від конкретної моделі системи та наближень, до яких неминуче вдається статистичний підхід.

**1.3. У залежності від того**, в якій галузі науки і техніки розглядається перетворення енергії, розрізняють загальну (фізичну), технічну і хемічну термодинаміку.

**1.4. Фізична (загальна) термодинаміка** – наука, в якій викладені теоретичні основи термодинаміки, її начала та їх застосування до фізичних явищ; вона встановлює математичні співвідношення між різними термодинамічними величинами; яка вивчає процеси перетворення різних форм енергій твердих, рідких, газових (в т.ч. і плазменних) тілах і властивості цих тіл; яка розглядає електричні і магнітні явища, випромінювання і поглинання в цих тілах тощо.

Фізична термодинаміка є теоретичною базою технічної і хемічної термодинаміки.

**1.5. Технічна термодинаміка** вивчає: основні закони фізичної термодинаміки у прикладанні до двох форм енергії– тепла і роботи; процеси, які відбуваються в робочих тілах (газах і парах); властивості робочих тіл (газів і парів); встановлення взаємозв'язку між тепловими і механічними процесами в теплових машинах і холодильних установках; займається розробкою теорії теплових двигунів для раціонального їх конструювання та експлуатації.

**1.6. Хемічна термодинаміка** вивчає: застосування начал, принципів і загальних положень фізичної термодинаміки до хемічних і фізико-хемічних явищ і термодинамічних систем; процеси і теплові баланси фізичних процесів розчинення, випаровування, кристалізації, адсорбції тощо та хемічні реакції, в яких мають місце теплові ефекти; термодинамічну рівновагу і вплив на термодинамічну рівновагу зовнішніх умов; фазові рівноваги для індивідуальних речовин і сумішей; хемічну рівновагу; вплив на

фазову і хемічну рівноваги зовнішніх умов; процеси і умови самочинного протікання хемічних реакцій.

**2. Головними завданнями для хемічної термодинаміки є наступне:**

- визначення умов, при яких даний хемічний чи фізико-хемічний процес можливий (без звернення роботи ззовні);
- знаходження границь стійкості даної речовини або сукупності речовин в певних умовах;
- з'ясування, яким чином можна зменшити кількість (або взагалі виключити) утворення небажаних речовин, тобто подавити або виключити бічні реакції; вибрати оптимальний режим процесу (температуру, тиск, концентрацію реагентів тощо); якщо термодинамічні розрахунки вказують на принципову здійсненність процесу, то експериментальним шляхом знаходять умови, які сприяють протіканню процесів з достатньою швидкістю.

#### Використані джерела інформації

1. Агафонова Е.И., Карпенко П.Г., Рябина Л.В. Практикум по физической и коллоидной химии. – М.: Высш. шк., 1985. – 167с.
2. Адамсон А. Физическая химия поверхностей / Пер. с англ. И.Г. Абидора; под ред. З.М. Зорина и В.М. Муллера.– М.: Мир, 1979. – 568с.: ил. (307 рис.). – Табл. 39. – Библиогр.: в конце гл. (всего 1741 назв.). – Упражнения: в конце гл. – Предмет. указ.: с. 553-564.
3. Акоюн А.А. Химическая термодинамика: Учебное пособие. – М.: Высш. шк., 1963. – 527 с.: ил. (164 рис.). – Предмет. указ.: с. 523-527.
4. Андреев А.Ф. Температура // БСЭ. – Т.25. – 1976. – С.416.
5. Антропов Л.И. Теоретическая электрохимия: Учебник. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1984. – 520 с.: ил. (113 рис.). – Табл. 46. – Библиогр.: с. 511-512 (66 назв.). – Предмет. указ.: с. 513-518.
6. Афонский С.И. Физическая и коллоидная химия. – М.: Совет. наука, 1954. – 268с.
7. Ахматов А.С. Молекулярная физика граничного трения. – М.: Физматгиз, 1963. – 472 с.: ил. (рис. 347). – Табл. 13. – Библиогр.: с. 448-458 (481 назв.). – Прилож.: с. 459-463 (табл. IV). – Имен. указ.: с. 464-468. – Предмет. указ.: с. 468-472.
8. Ахметов Б.В., Новиченко Ю.П., Чапурин В.И. Физическая и коллоидная химия. – Л.: Химия, 1986. – 320с.: ил. (101 рис.). – Табл. 5. – Библиогр.: с. 305 (18 назв.). – Упраж. после гл. – Предмет. указ.: с. 307-315.
9. Багоцкий В.С. Основы электрохимии. – М.: Высш. шк., 1988.
10. Базаров И.П. Термодинамика. – М.: Высш. шк., 1976. – 447с.
11. Базаров И.П. Термодинамика. – М.: Физматгиз, 1991.
12. Балезин С.А., Парфенов Г.С. Основы физической и коллоидной химии. – М.: Просвещение, 1964. – 456с.
13. Баталин Г.И. Сборник примеров и задач по физической химии: Учеб. пособие. – К.: Изд-во КДУ, 1960. – 548 с.: ил. (133 рис.). – Табл. 51. – Прилож.: с. 471-539 (15 табл.). – Ответы: с. 540-546.
14. Білий О.В., Біла Л.М. Фізична і колоїдна хімія. – К.: Вища шк., 1981. – 128с.
15. Біофізична та колоїдна хімія / А.С. Мороз, Л.П. Яворська, Д.Д. Луцевич та ін. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 600с.: іл. (162 рис.). – Табл. 35. – Контр. Запит. і задачі в кінці гл. – Бібліогр.: с. 598-599 (29 назв.). – Предм. Показчик: с. 590-597. – Авт. Показчик законів. – с. 576-589. – ISBN 978-966-382-024-8.
16. Бобрівник Л.Д., Руденко В.М., Лезенко Г.О. Органічна хімія: Підручник. – Київ-Ірпінь: Перун, 2005. – 544 с. – ISBN 966-569-132-5.

17. Болдырев А.И. Демонстрационные опыты по физической и коллоидной химии: Учеб. пособие. – М.: Высш. шк., 1976. – 256 с.: ил. (72 рис.).
18. Болдырев А.И. Физическая и коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1974. – 504с.: ил. (210 рис.). – Табл. 94. – Библиогр.: с. 495-496 (54 назв.). – Предмет. указ.: с. 497-500.
19. Болдырев А.И. Физическая и коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1983. – 408с.
20. Боресков Г.К. Гетерогенный катализ. – М.: 1986.
21. Браун М., Доллимор Д., Галвей А. Реакции твердых тел / Пер. с англ. В.Б. Охотникова, А.П. Чупахина; под ред. В.В. Болдырева. – М.: Мир, 1983. – 360 с.: ил. (22 рис.). – Табл. 17. – Выводы: с. 313-318. – Библиогр.: с. 319-349 (1294 назв.). – Предмет. указ.: с. 350-354.
22. Булатов Н.К., Лундин Л.Б. Термодинамика необратимых физико-химических процессов. – М.: Химия, 1984. – 336с.
23. Булгакова Т.И. Реакции в твердых фазах. – М.: Изд-во Москов. ун-та, 1972. – 55 с.: ил. (30 рис.). – Табл. 6. – Библиогр.: с. 51 (7 назв.).
24. Бурдун Г.Д. Джоуль, единица энергии и работы // БСЭ. – М.: Сов. энциклопедия, 1972. – Т. 8. – с. 212.
25. Васильев В.П. Термодинамические свойства растворов электролитов. – М.: 1982.
26. Галингер И.С., Медведев П.И. Физическая и коллоидная химия. – М.: Высшая школа, 1972. – 304 с.
27. Галингер В.С., Хоцяновский О.И. Лекционные опыты и демонстрационные материалы по физической и коллоидной химии. – К.: Киев. Ун-т, 1965. – 116 с.: ил. (37 рис.). – Табл. 12. – Библиогр.: с. 112 (29 назв.).
28. Галяс В.Л., Колотницький А.Г. Фізична і колоїдна хімія. – Львів: Стрийська міська друкарня, 2004. – 272 с.
29. Гамеева О.С. Сборник задач и упражнений по физической и коллоидной химии. – М.: Высш. шк., 1966. – 276 с.: ил.
30. Гамеева О.С. Физическая и коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1977. – 328с.
31. Гетман Ф., Даниельс Ф. Основы физической химии: Учеб. пособие / Пер с англ. «Outlines of theoretical chemistry» Б. Веселовского, Л. Ченцовой, Л. Шварцмана, Л. Шамовского; под ред. А. Капустинского. – М.-Л.: Госнаучтеххимиздат, 1941. – 628 с.: ил. (170 рис.). – Табл. 82. – Х. Коллоиды: с. 188-224. – Библиогр.: после гл. (132 назв.). – Задачи: после гл. – Прилож.: с. 593-617 (Физ. и мат. формулы). – Имен. Указ.: с. 616-620. – Предмет. указ.: с. 620-627. – Символы, сокращ.: с. 627.
32. Гиббс Д.В. Термодинамика. Статистическая механика. – М.: Наука, 1982. – 584с.
33. Гинодман Л.М. Криометрия // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1979. – Т. 11. – 544 с.: ил. (10 л.). – с. 543-544.
34. Глазгов В.М. Основы физической химии. – М.: Высш. шк., 1981. – 456с.
35. Глазгов В.М., Павлова Л.М. Химическая термодинамика и фазовые равновесия. – М.: Металлургия, 1988. – 560с.
36. Глінка М.Л. Загальна хімія / Пер. з рос. М.М. Матійка. – 5-те вид. – К.: Вища шк., 1982. – 608 с.: іл. (173 рис.). – Табл. 40. – Бібліогр.: с. 592 (30 назв.). – Имен. показчик: с. 593-594. – Предмет. показчик: с. 594-608.
37. Голиков Г.А. Руководство по физической химии: Учебное пособие. – М.: Высш. шк., 1988. – 384 с.: ил. 89 рис., 6 табл. – Вопросы для повтор.: в конце гл. – Заключ.: с. 364-365. – Библиогр.: с. 366 (14 назв.). – Прилож.: с. 367- (2 табл.). – Предмет. указ. 368-378. – ISBN 5-06-001332-4.
38. Гомонай В.І. Фізична та колоїдна хімія. – Підручник. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 496с.: іл. (93 рис.). – Табл. 26. – Бібліогр.: с. 486 (18 назв.). – Предмет. показчик: с. 477-485. – Додаток: с. 473-476 (5 табл.). – ISBN 978-966-382-056-9.
39. Горшков В.И., Кузнецов И.А. Основы физической химии. – М.: Изд-во МГУ, 1993. – 335 с.
40. Горшков В.И., Кузнецов И.А. Физическая химия. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986. – 264с.
41. Гречанюк В.І. Фізична хімія і хімія силікатів: Підручник. – К.: Кондор, 2006. – 434 с.: іл. (123 рис.). – Табл. 17. – Бібліогр.: с. 423-424 (37 назв.). – Предмет. показчик: с. 425-431. - ISBN 966-8251-90-3.
42. Гурский И.П. Элементарная физика с примерами решения задач: Учеб. пособие. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Наука, 1976. – 464 с.: ил. (443 рис.).
43. Гуцуляк Б.М., Мельник О.Д. Фізична та колоїдна хімія. Міжнародні фізико-хімічні одиниці та величини: Навчальний посібник. – Івано-Франківськ: Факел, 2000. – 212с.
44. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А. Введение в электрохимическую кинетику. – М., 1983.
45. Даниэльс Ф., Олберти Р. Физическая химия / Пер с англ. «Physical chemistry» под ред. К.В. Топчиевой. – М.: Мир, 1978. – 647 с.: ил. (168 рис.). Табл. 68. – Библиогр.: в конце гл. – Прилож.: с. 626-630. – Предмет. указ.: с. 631-638.

46. Дельман Б. Кинетика гетерогенных реакций / Пер. с фр. Н.М.Бажина, Э.Г.Малыгина, В.М.Бердникова; под ред. В.В.Болдырева. – М.: Мир, 1972. – 556 с.: ил. (229 рис.). – Табл. 39. – Выводы: после гл. – Библиогр.: после гл. (363 назв.). – Прилож.: с. 459-521. – Список обозн.: с. 534-545.
47. Денисов Э.Т. Кинетика гомогенных химических реакций: Учеб. пособие. – М.: Высш. шк., 1978. – 368 с.: ил. (31 рис.). – Табл. 88. – Приложение: с. 323-345. – Библиогр.: с. 346-357 (310 назв.). – Предмет. указ.: с. 358-362.
48. Денисов Э.Т. Кинетика гомогенных химических реакций. – М., 1988.
49. Денисов Э.Т., Саркисов О.М., Лихтенштейн Г.И. Химическая кинетика. – М.: 2000.
50. Джоуль Джеймс Прескотт // БСЭ. – М.: Сов. энциклопедия, 1972. – Т. 8. – с. 212.
51. Джоуля-Ленца закон // БСЭ. – М.: Сов. энциклопедия, 1972. – Т. 8. – с. 212.
52. Дулицкая Р.А., Фельдман Р.И. Практикум по физической и коллоидной химии. – М.: Высш. шк., 1978. – 296с.: ил.
53. Евстратова К.И., Купина Н.А., Малахова Е.Е. Физическая и коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1990. – 487с.
54. Еремин Е.Н. Основы химической кинетики в газах и растворах. – М.: Изд-во МГУ, 1971. – 384с.
55. Еремин Е.Н. Основы химической термодинамики. – М.: Высш. шк., 1974. – 324с.
56. Еремин Е.Н. Основы химической кинетики: Учеб. пособие. – Изд. 2-е, доп. – М.: Высш. шк., 1976. – 376 с.: ил. (105 рис.). – Табл. 45. – Библиогр.: с. 371 (30 назв.).
57. Ерлыкина М.Е. Равновесие химическое // БСЭ. – Т.21. – 1975. – С.326.
58. Жуховицкий А.А., Шварцман Л.А. Краткий курс физической химии. – М.: Metallurgia, 1979. – 368с.
59. Жуховецкий А.А., Шварцман Л.А. Физическая химия. – М.: Metallurgia, 1976. – 544 с.: ил. (127 рис.). – Табл. 18. – Библиогр.: с. 540-541 (39 назв.). – Указ. Определений: с. 542-543.
60. Задачи по физической химии: Учеб. пособие / В.В.Яремин, С.И.Каргов, И.А.Успенская, Н.Е.Кузьменко, В.В.Лунин. – М.: Экзамен, 2003. – 319 с.: ил. (29 рис.). – Табл. 78. – Приложения: с. 260-272 (20 табл.); с. 273-280 (мат. минимум); с. 281-290 (Основные физ.-мат. форм.). – Ответы к задач.: с. 291-315. – Библиогр.: с. 316-318 (49 назв.). – ISBN 5-94692-155-X.
61. Зайцев О.С. Общая химия. Состояние веществ и химические реакции: Учеб. пособие. – М.: Химия, 1990. – 352 с.: ил. (108 рис.). – Табл. 79. – Библиогр.: с. 8 (4 назв.). – ISBN 5-72-45-0193-7.
62. Захарченко В.Н. Сборник задач и упражнений по физической и коллоидной химии: Учеб. пособ. – М.: Просвещение, 1978. – 175 с.: ил. (128 рис.). – Табл. 29. – Библиогр.: с. 173 (17 назв.). – Приложения: с. 168-169 (3 табл.). – Ответы к задач.: с. 170-172. – Кол. Химия: с. 146-167.
63. Зимон А.Д., Лещенко Н.Ф. Физическая химия: Учебник. – М.: Химия, 2000. – 320с.: ил. (78 рис.). – Табл. 7. – Словарь-указатель основных терминов: с. 307-316. – Библиогр.: с. 317 (11 назв.). – ISBN 5-7245-1090-1.
64. Зубарев Д.Н. Равновесие термодинамическое // БСЭ. – Т.21. – 1975. – С.325 – 326.
65. Зубарев Д.Н. Термодинамика неравновесных процессов // БСЭ. – Т.25. – 1976. – С.482 – 483.
66. Зубарев Д.Н. Энтальпия // БСЭ. – М.: Сов. энциклопедия, 1978. – Т. 30. – с. 199.
67. Зубарев Д.Н., Карапетьянц М.Х. Энтропия БСЭ. – М.: Сов. энциклопедия, 1978. – Т. 30. – с. 203-205.
68. Измайлов Н.А. Электрохимия растворов. – М.: Химия, 1976.
69. Каданер Л.И. Фізична і колоїдна хемія. – 2е вид., перероб і доп. – К.: Вища шк., 1983. – 288 с.: іл. (110 рис.). – Табл. 4. – Додатки: с. 282-283 (2 табл.).
70. Казанская А.С., Скобло В.А. Расчеты химических равновесий: Сборник примеров и задач. – М.: Высш. шк., 1974. – 288 с.
71. Камерлинг-Оннес Хейке // БСЭ. – М.: Сов. энциклопедия, 1973. – Т. 11. – с. 270.
72. Карапетьянц М.Х. Примеры и задачи по химической термодинамике. – Изд. 4-е, исп. – Учеб. пособие. – М.: Химия, 1974. – 302 с.: ил. (62 рис.). – Табл. 26. – Ответы на задачи: с. 271-284. – Приложения: с. 285-301 (18 табл.).
73. Карапетьянц М.Х. Термодинамика химическая // БСЭ. – Т.25. – С.484.
74. Карапетьянц М.Х. Химическая термодинамика. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Химия, 1975. – 584с.: ил. (192 рис.). – Табл. 40. – 159 примеров. – Библиогр.: с. 522-536 (262 назв.). – Прилож.: с. 537-569 (6 табл.). – Предмет. указ.: с. 570-582.
75. Карапетьянц М.Х. Энтропия // БСЭ. – Т.30. – 1978. – С.203 -205.
76. Касаточкин В.И., Пасынский А.Г. Физическая и коллоидная химия. – М.: Медгиз, 1960. – 292с.
77. Киперман С.Л. Основы химической кинетики в гетерогенном катализе. – М.: 1979.
78. Киреев В.А. Краткий курс физической химии. – М. – Л.: Химия, 1975. – 630с.
79. Киреев В.А. Краткий курс физической химии. – М.: Госхимиздат, 1959. – 596 с.: ил. (195 рис.). – Табл. 70. – Библиогр.: с. 570-574 (150 назв.). – Предмет. указ.: с. 580-595. – Прилож.: с. 575-579.
80. Киреев В.А. Краткий курс физической химии. – изд. 5-е. – М.: Химия, 1978. – 624с.
81. Киреев В.А. Курс физической химии. – М. – Л.: Госхимиздат, 1951. – 704с.
82. Киреев В.А. Курс физической химии. – М.: Госхимиздат, 1955. – 832с.
83. Киреев В.А. Курс физической химии. – М.: Химия, 1975. – 776с.
84. Киреев В.А. Методы практических расчетов в термодинамике химических реакций. – Изд. 2-е, испр., доп. – М.: Химия, 1975. – 536 с.: ил.: 43 рис., 164 табл. – Библиогр.: после гл. и прилож. (1324 назв.).– Прилож.: с. 509-528 (24 табл.). – Предмет указ.: с. 529-535.
85. Кириченко В.І. Загальна хімія: Навч. посіб. – К.: Вища шк., 2005. – 640 с.: іл. (83 рис.). – Табл. 80. – Задачі та вправи: після гл. – Бібліогр.: с. 635 (22 назви). – ISBN 966-642-182-8.
86. Клюковский Г.И., Мануйлов Л.А. Физическая химия и химия кремния. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Промстройиздат, 1957. – 264 с.: ил. (102 рис.). – Табл. 26. – Дисперсные системы: с. 160-193.
87. Клюковский Г.И., Мануйлов Л.А., Чичагова Ю.Л. Физическая и коллоидная химия, химия кремния. – М.: Высш. шк., 1979. – 336с.
88. Кнорре Д.Г., Крылова Л.Ф., Музыкантов В.С. Физическая химия. – М.: Высш. шк., 1981. – 328с.
89. Коган В.Б. Гетерогенные равновесия. – Л.: Химия, 1968. – 431 с.
90. Кононський О.І. Фізична і колоїдна хімія: Підручник. – 2-е вид., доп. і випр. – К.: Центр учбової ліри, 2009. – 312 с.: іл. (117 рис.). – Табл. 35. – Бібліогр.: с. 299 (7 назв.). – Додатки: с. 300-301 (3 табл.). – Предмет. покажчик: с. 302-307. – ISBN 978-966-364-921-4; ISBN 978-966-7417-98-5.
91. Костенко Г.М. Технічна термодинаміка /Під ред. А.І. Рудницького. – К.: Держтехвидав, 1958. – 420с.
92. Костерев Ф.М., Кушнырев В.И. Теоретические основы теплотехники. – М.: Энергия, 1978. – 360с.
93. Краснов К.С. Физическая химия. – В 2-х ч. – 2-е изд., перераб. и доп. / Под ред К.С. Краснова. – М.: Высш. шк., 1995. – 512 с. (Ч 1); 332 с. (Ч 2).
94. Красовский И.В., Вайль Е.И., Безуглый В.Д. Физическая и коллоидная химия. – К.: Вища шк., 1983. – 296с.
95. Краткий курс физической химии / С.М. Кочергин, Г.А. Добренев, В.Н. Никулин и др. / Под ред. С.М. Кочергина, С.Н. Кондратьева. – М.: Высш. шк., 1968. – 280с.
96. Краткий курс физической химии / С.М. Кочергин, Г.А. Добренев, В.Н. Никулин и др. / Под ред. С.Н. Кондратьева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1978. – 312с.: ил (96 рис.). – Табл. 9. – Библиогр.: с. 309 (17 назв.).
97. Краткий справочник физико-химических величин / Под ред. К.П. Мищенко, А.А. Равделя, А.М. Пономаревой.- Л.: Химия, 1983.-231с.
98. Крестов Г.А. Термодинамика ионных процессов в растворах. – Л.: , 1973.
99. Крестовников А.Н., Вигдорович В.Н. Химическая термодинамика. – М.: Metallurgia, 1973. – 256с.
100. Кубо Р. Термодинамика. – М.: Мир, 1970.
101. Кудрявцев А.А. Составление химических уравнений. – М.: Высш. шк., 1968. – 360с.
102. Кудряшев И.В., Каретников Г.С. Сборник примеров и задач по физической химии. – М.: Высш. шк., 1991. – 527 с.
103. Кузнецов В.В. Физическая и коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1964. – 387с.
104. Кузнецова О.В. Клаузиус Рудольф Юлиус Эммануэль // БСЭ. – М.: Сов. энциклопедия, 1973. – Т. 12. – с. 285-286.
105. Кульман А.Г. Общая химия: Учеб. пособие. – М.: Сельхозгиздат, 1961. – 568 с.: ил. (144 рис.). – Табл. 74. – Прилож.: с. 551-556 (9 табл.). – Предмет. указ.: с. 557-567.
106. Куриленко О.Д. Фізична хімія: Учбовий посібник. – К.: Держтехвидав, 1962. – 400 с.: іл.: (142 рис.). – Табл. 22. – Додатки: с. 378-385 (5 табл.). – Бібліогр.: с. 386-387 (44 назв.). – Предмет. покаж.: с. 388-394.
107. Курс физической химии. – В 2-х т /Под ред. Я.И. Герасимова. – М.: Химия, 1963. – Т. 1; 1966. – Т.2.
108. Курс физической химии: в 2-х т. /Под ред. Я.И. Герасимова. – М.: Химия. – Т.1. – 1970. – 502с.; Т.2. – 1973. – 623с.
109. Курс физической химии: в 2-х т. /Под ред. Я.И. Герасимова. – М.: Химия, 1973. – Т.1,2.
110. Курський М.Д., Кучеренко С.М. Біомембранологія. – К.: Вища шк., 1993. – 260с.
111. Курта С.А. Будова речовини: Навч.-метод. посібник. – Івано-Франківськ-Калуш: Прикарп. нац. ун-т ім. В. Стефаника, 2007. - ? с. – ISBN 978-640-203-8.
112. Лабовиц Л., Аренс Дж. Задачи по физической химии с решениями / Пер. с англ. В.П. Вендило; под ред. Ю.В. Филлипова. – М.: Мир, 1972. – 444 с.: ил. (101 рис.). – Табл. 11. – Библиогр.: с. 440-442 (114 назв.). – Прилож.: с. 438-439.
113. Лариков Л.Н., Юрченко Ю.Ф. Структура и свойства металлов и сплавов. Тепловые свойства металлов и сплавов: Справочник. – К.: Наукова думка, 1985. – 438 с.: ил.: 76 рис., 982 табл. –

- Прилож.: с. 399-413 (10 табл. + мат. фор.). – Предмет. указ.: с. 431-437. – Библиогр.: с. 414-430 (317 назв.).
114. Ластухін Ю.О., Воронов С.А. Органічна хімія: Підручник. – 2-ге вид., перероб., допов. – Львів: Центр Європи, 2001. – 864 с. – ISBN 966-7022-19-6.
115. Лебідь В.І. Фізична хімія: Підручник. – Харків: Фоліо, 2005. – 480с.: іл. (125 рис.). – Табл. 18. – Контрол. запит.: після гл. – Предмет. покаж.: с. 470-477. – Бібліогр.: с. 478- (21 назва). – ISBN 966-03-2751-Х.
116. Леонтович М.А. Введение в термодинамику. – М.: Физматгиз, 1961.
117. Липатников В.Е., Козаков К.М. Физическая и коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1975. – 200с.
118. Ліпатніков В.Є., Козаков К.М. Фізична і колоїдна хімія. – К.: Вища шк., 1983.-198с.
119. Лопаткин А.А. Внутренняя энергия // БСЭ. – М.: Сов. энциклопедия, 1971. – Т. 5. – с. 167.
120. Лукьянов А.Б. Физическая и коллоидная химия. – М.: Химия, 1980. – 224с.
121. Лукьянов А.Б. Физическая и коллоидная химия. – М.: Химия, 1988. – 288с.
122. Луцевич Д.Д. Довідник з хімії: Навч. видання. – 2-е вид. / За ред. Б.С. Зіменковського. – Львів: НВФ «Українські технології», 2005. – 420 с.: іл. (221 рис.). – Табл. 199. – Бібліогр.: с. 410-411 (28 назв.). – ISBN 966-666-077-6.
123. Люпис К. Химическая термодинамика материалов / Пер. с англ. под ред. Н.А. Ватолина и А.Я. Стомахина. – М.: Металлургия, 1989. – 503 с.
124. Малахова А.Я. Физическая и коллоидная химия. – Минск: Высшая шк., 1981. – 304 с.
125. Малюшицький І.П. Фізична і колоїдна хімія: колоїдна хімія. – К.: Радянська школа, 1964. – 184с.
126. Медицинская химия: Учебник / В.А. Калибачук, Л.И. Грищенко, В.И. Галинская и др. / Под ред. В.А. Калибачук. – К.: Медицина, 2008. – 400 с.: ил. (67 рис.). – Табл. 29. – 6. Физикохимия поверхностных явлений...: с. 217-251; 7. Физикохимия дисперсных систем: с. 252-317; 8. Физикохимия биополимеров и их растворов: с. 318-341. – Библиогр.: с. 393 (15 назв.). – Предмет. указ.: с. 394-399. – Вопросы и задания для самоконтроля: в конце гл. – ISBN 978-966-8144-90-5.
127. Мелвин – Хьюз Э.А. Физическая химия. В 2-х кн. /Пер. с англ. Е.Н. Еремина, О.М. Полторака, Ю.В. Филиппова. – М.: Инлитиздат, 1962. – Кн. 1. – 520с. – Кн. 2. – 624 с.
128. Мельничук Д.О., Вовкотруб М.П., Шатурський Я.П., Бухтіяров Б.К., Якубович Т.М., Мельникова Н.М. Органічна хімія в питаннях. – К.: Арістей, 2006. – 248 с. – ISBN 966-381-009-2.
129. Менковский М.А., Шварцман Л.А. Физическая и коллоидная химия. – М.: Химия, 1981. – 296с.
130. Миронович Л.М., Мардашко О.О. Медична хімія: Навч. посбник. – К.: Каравела, 2008. – 165 с.: іл. (36 рис.). – Табл. 16. – 4. Фізико-хімія поверхневих явищ: с. 104-154. – Бібліогр.: с. 155 (6 назв.). – Додатки: с. 156-162. – ISBN 966-8019-69-5.
131. Михалічко Б.М. Курс загальної хімії. Теоретичні основи: Навч. посіб. – К.: Знання, 2009. – 548 с.: іл. (255 рис.). – 24 табл. – Бібліогр.: с. 511 (21 назва). – Додатки: с. 512-542 (12 табл.). – Предмет. покажчик: с. 543-548. – ISBN 978-966-346-712-2.
132. Мишин В.П. Растворы // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1984. – Т. 22. – 544 с.: ил. (9 л.). – с. 8-10.
133. Мищенко К.П., Полтарацький Г.М. Вопросы термодинамики и строения водных и неводных растворов электролитов. – Л.: 1976.
134. Мороз А.С., Ковальова А.Г. Фізична та колоїдна хімія. – Львів: Світ, 1994. – 278с.
135. Мякишев Г.Я. Потенциалы термодинамические // БСЭ. – Т.20. – 1975. – С.430.
136. Накамура А., Цуцун М. Принципы и применение гомогенного катализа. – М.: 1983.
137. Нижник В.В., Нижник Т.Ю. Фізична хімія полімерів: Підручник. – К.: Фітосоціоцентр, 2009. – 424 с.: іл. ( рис. 344). – Табл. 15. – Бібліогр.: після гл. (94 назви). – Додаток: 18 світлин. – ISBN 978-966-306-149-2.
138. Николаев Л.А. Теоретическая химия: Учеб. пособие. – М.: Высш. шк., 1984. – 400 с.: ил. (55 рис.). – Табл. 30. – Библиогр.: после гл. (98 назв.). – Предмет. указ.: с. 397-399.
139. Николаев Л.А., Тулупов В.А. Физическая химия. – М.: Высш. шк., 1967. – 523с.
140. Основные сведения по физической и коллоидной химии //Теплоэнергетика и теплотехника: Общие вопросы. Справочник в 4-х кн. /Под ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина. – Кн. 1. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – С. 239 – 276.
141. Остафійчук Б.К., Яцура М.М., Гамарник А.М. Механіка. Молекулярна фізика. Термодинаміка. – Івано-Франківськ: Гостинець, 2006. – 308 с.: іл. (192 рис.). – Табл. 31. – Задачі: с. 108. – Бібліогр.: с. 303 (13 назв.). – Додаток: с. 300-302. – ISBN 966-8207-50-5 (Ч 1. Механіка).
142. Панченков Г.М., Лебедев В. Химическая кинетика и катализ. – М.: 1985.
143. Пасынский А.Г. Гидратация // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1977. – Т. 5. – XVI. – 568 с.: ил. (9 л.). – с. 365-366.
144. Патон А. Энергетика и кинетика биохимических процессов / Пер. с англ. З.Ф. Богаутдинова. – М.: Мир, 1968. – 160 с.: ил. (29 рис.). – Упраж.: после гл. – Библиогр.: с. 138 (15 назв.). – Прилож.: с. 139-157.
145. Петров А.А., Бальян Х.В., Трощенко А.Т. Органическая химия: Учебник. – 4-е изд., доп., перераб. – М.: Высш. шк., 1981 – 592 с.
146. Полторака О.М. Термодинамика в физической химии. – М.: Высш. шк., 1991. – 320с.
147. Похмурский В.И. Коррозионная усталость металлов. – М.: Металлургия, 1985. – 207 с.: ил. (105 рис.). – Табл. 23. – Библиогр.: с. 198-204 (237 назв.).
148. Практикум по физической и коллоидной химии / Е.В. Бугреева, К.И. Евстратова, Н.А. Купина и др.; под ред. К.И. Евстратовой. - М.: Высш. шк., 1990. – 255с.
149. Равич – Щербо М.И., Новиков В.В. Физическая и коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1975. – 256с.: ил. (115 рис.). – Табл. 44. – Библиогр.: с. 245 (17 назв.). – Предмет. указ.: с. 246-251.
150. Реньо (Regnault) Анри Виктор // БСЭ. – М.: Сов. энциклопедия, 1975. – Т. 22. – с. 31.
151. Рожанский И.Д. Томсон, лорд Кельвин // БСЭ. – М.: Сов. энциклопедия, 1977. – Т. 26. – с. 68.
152. Русанов А.И. Фазовые равновесия и поверхностные явления. – Л.: Химия, 1967. – 388с.
153. Свідзинський А.В. Лекції з термодинаміки: Навч. посібник. – Луцьк: Вежа, 1999. – 83с.: іл. (20 рис.). – ISBN 966-7294-76-5.
154. Семиохин И.А. Физическая химия. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 272 с.
155. Смородинський Я.А. Температура. – М.: Наука, 1987. – 190 с.
156. Сіренко Г.О., Свідерський В.П. Фазові переходи та фазові діаграми реальних газів. – К.: Укр. видав. спілка, 2001. – 62с.
157. Складанюк Р.В., Тарас Т.М., Малахова І.В. Приклади та задачі з фізичної хімії: Хімічна кінетика. Електрохімія: Навч. посібник. – Івано-Франківськ: ВДВ ЦІТ Прикарп. нац. ун-ту ім. В. Стефаніка, 2006. – 123 с.: іл. (9 рис.), 37 табл. – Бібліогр.: с. 115 (16 назв.). – Додаток: с. 116-123 (8 табл.). – ISBN 966-640-166-5.
158. Слободяник М. С., Гордієнко О.В., Корнілов М.Ю. та ін. Хімія: Навч. посібник. – К.: Либідь, 2003. – 352 с. – ISBN 966-06-285-5.
159. Смирнова Н.А. Методы статистической термодинамики в физической химии. – М.: Высш. шк., 1982. – 456 с.
160. Соловьев Ю.И. Очерки по истории физической химии. – М.: Наука, 1964. – 343с.
161. Справочник по элементарной химии / А.Т. Пилипенко, В.Я. Починок, И.П. Серета, Ф.Д. Шевченко / Под ред. А.Т. Пилипенко. – К.: Наук. думка, 1985. – 560 с.: ил. (68 рис.). – Табл. 12. – Примеры решения типов. задач: с. 509-513. – Задачи для самостоят. решения: с. 513-515. – Конкурс. задачи: с. 515-520.–Прилож.: с. 521-546 (10 табл.). Библиогр.: с. 547 (25 назв.).–Предмет. указ.: с. 549-555.
162. Сталл Д., Вестрам Э., Зинке Г. Химическая термодинамика органических соединений /Пер. с англ. В.А. Левитского, В.М. Сахарова. – М.: Мир, 1971. – 807с.: ил. (53 рис.). – Табл. 995. – Прилож.: с. 719-749 (12 табл.). – Библиогр.: с. 750-793 (1656 назв.). – Указ. соед.: с. 794-801.– Предмет указ.: 802-807.
163. Степаненко О.М., Рейтер Л.Г., Ледовських В.М., Іванов С.В. Загальна та неорганічна хімія. – У 2-х ч. – К.: Педагогічна преса, 2000. – 784 с. – ISBN 955-7320-13-8.
164. Стромберг А.Г., Лельчук Х.А., Картушинская А.И. Сборник задач по химической термодинамике. – М.: Высш. шк., 1985. – 192 с.
165. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия: Учеб. пособие / Под ред. А.Г. Стромберга. – М.: Высш. шк., 1973. – 480 с.: ил. (114 рис.). – Табл. 2. – Библиогр.: с. 467 (12 назв.). – Предмет. указ.: с. 468-477.
166. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия: Учебник / Под ред. А.Г. Стромберга. – 3-е изд., исправ. и доп. – М.: Высш. шк., 1999. – 528 с.: ил. (151 рис.). – Библиогр.: с. 511-515 (176 назв.). – Предмет. указ.: с. 516-522. – Приложение: с. 489-510. – ISBN 5-06-003627-8.
167. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия. – Изд. 2-е, перераб. / Под ред. А.Г. Стромберга. – М.: Высш. шк., 1988. – 496с.
168. Тепло- и массообмен. Теплотехнический эксперимент: Справочник / Е.В. Аметистов, В.А. Григорьев, Б.Т. Емцев и др.; Под общей редакцией В.А. Григорьева и В.М. Зорина. – М.: Энергоиздат, 1982. – 512с.
169. Теплофизические измерения и приборы / Е.С. Платунов, С.Е. Буравой, В.В. Куренин и др.; под общ. ред. Е.С. Платунова. – Л.: Машиностроение, 1986. – 256с.
170. Термодинамическая система // БСЭ. – Т.25. – 1976. – С.484.
171. Термодинамическое состояние // БСЭ. – Т.25. – 1976. – С.485.
172. Товбин М.В. Физическая химия.- К.: Вища шк., 1975.-488с.
173. Томсона эффект в ферромагнетиках // БСЭ. – М.: Сов. энциклопедия, 1977. – Т. 26. – с. 68.

174. Томсона эффект термоэлектричный // БСЭ. – М.: Сов. энциклопедия, 1977. – Т. 262. – с. 68.
175. Уильямс В., Уильямс Х. Физическая химия для биологов. – М.: Мир, 1976. – 600с.
176. Уэйлес С. Фазовые равновесия в химической технологии: в 2-х томах /Пер. с англ. А.В. Беспалова, А.П. Жукова, В.В. Паукова. – М.: Мир, 1989. – Т. 1. – 304с. – Т. 2. – 664с.
177. Фиалков Ю.Я., Житомирский А.Н., Тарасенко Ю.А. Физическая химия неводных растворов. – Л.: Химия, 1973. – 376с.
178. Физика твердого тела / И.К. Верещагин, С.М. Кокин, В.А. Никитенко и др. / Под ред, И.К. Верещагина. – М.: Высш. шк., 2001. – 237 с.
179. Ферми Э. Термодинамика. – Х.: Изд-во Харьк. ун-та, 1969.
180. Физическая химия / А.А. Пашенко, А.А. Мясников, Е.А. Мясникова и др.; под ред. А.А. Пашенко. – М.: Высш. шк., 1986. – 368с.
181. Физическая химия / Под ред. Никольского Б.П. – Л.: Химия, 1987. – 880с.
182. Физическая химия / И.Н. Годнев, К.С. Краснов, Н.К. Воробьев и др. / Под ред. К.С. Краснова. – М.: Высш. шк., 1982. – 687с.
183. Физическая химия. В 2-х кн. – Изд. 3-е, испр. / К.С. Краснов, Н.К. Воробьев, И.Н. Годнев и др. / Под ред. К.С. Краснова. – М.: Высш. шк., 2001. –Кн. 1. Строение вещества. Термодинамика. – 512с.: ил. (160 рис.). – Табл. 22. – Прилож.: с. 495-496 (1 табл.). – Предмет. указ.: с. 497-505. – Библиогр.: с. 303-304 (кн. 2); 24 назв. (кн. 1). – ISBN 5-06-004025-9 (кн. 1); ISBN 5-06-004027-5.
184. Физическая химия. В 2-х кн. – Изд. 3-е, испр. / К.С. Краснов, Н.К. Воробьев, И.Н. Годнев и др. / Под ред. К.С. Краснова. – М.: Высш. шк., 2001. –Кн. 2. Электрохимия. Химическая кинетика и катализ. – 319с.: ил. (62 рис.). – Табл. 9. – Библиогр.: с. 303-304 (12 назв.). – Прилож.: с. 305-311 (3 табл.). – Предмет. указ.: с. 312-315. – ISBN 5-06-004027-5.
185. Физическая химия. В 2-х томах /Я.И. Герасимов и др. – М. – Л.: Химия, 1970 – 1973.
186. Физическая химия в вопросах и ответах / Под общ. ред. Топиновой, Н.Ф. Федорович. – М.: Изд-во МГУ, 1981. – 264с.
187. Физическая химия. Современные проблемы. Ежегодник /Под ред. Я.М. Колотыркина. – М.: Химия, 1982. – 248с., 1983. – 224с., 1985. – 264с., 1986. – 264с., 1987. – 264с., 1988. – 248с.
188. Физическая химия. Теоретическое и практическое руководство / Под ред. Б.А. Никольского. – Л.: Химия, 1984. – 368с.
189. Физическая химия. Теоретическое и практическое руководство / Под ред. Б.А. Никольского. – Л.: Химия, 1987. – 880с.
190. Фізична і колоїдна хімія / В.І. Кабачний, Л.К. Осіпенко, Л.Д. Грицан та ін. – Х.: Прапор, вид-во Укр.ФА, 1999. – 368 с.: іл. (137 рис.). – Табл. 8. – Бібліогр.: с. 358 (25 назв.). – Предмет. покажчик: с. 359-363. – Контрол. питання і задачі: після гл. – ISBN 5-7766-0765-5; ISBN 966-615-021-2.
191. Фізична та колоїдна хімія. Збірник задач: Навч. посібник / В.І. Кабачний, Л.К. Осіпенко, Л.Д. Грицан та ін. / За ред. В.І. Калачного. – Х.: НФАУ; Золоті сторінки, 2001. – 208 с.: іл. (22 рис.). – Додатки: с. 195-203 (11 табл.). – Відповіді до задач: с.181-194.– ISBN 966-615-074-3, ISBN 966-95981-1-7.
192. Фізична та колоїдна хімія. – Вип. III. – Метод. вказівки до проведення лаб.-практ. занять студ. агробіол. / Уклад. Я.П. Меженний. – К.: Урожай, 1964. – 146с. – Додатки: с. 138-144 (10 табл.).
193. Фролов Ю.Г., Белик В.В. Физическая химия. – М.: Химия, 1993. – 464 с.
194. Хейвуд Р. Термодинамика равновесных процессов / Пер. с англ. В.Ф. Пастушенко; под ред. Ю.А. Чизмадзева. – М.: Мир, 1983. – 492 с.
195. Цветкова Л.Б. Фізична хімія: Теорія і задачі: Навч. посіб. – Львів: Магнолія-2006, 2008. – 415 с.: іл.: (34 рис.). – Табл. 45. – Розв'язання типових задач: після гл. – Задачі для самоконтролю: після гл. – Додатки: с. 396-412 (17 табл.). – Бібліогр.: 413 (20 назв.). – ISBN 978-966-2025-40-8.
196. Цветкова Л.Б., Романюк О.П. Неорганічна та органічна хімія: Навч. посіб. Ч. II. – Львів: Магнолія-2006, 2007. – 358 с. – ISBN 976-966-2025-00-6.
197. Чанг Р. Физическая химия с приложениями к биологическим системам. – М.: Мир, 1980. – 662с.
198. Шаревская Д.И. Температурные шкалы // БСЭ. – Т.25. – 1976. – С.418.
199. Яковлев И.А. Джоуля-Томсона эффект // БСЭ. – М.: Сов. энциклопедия, 1972. – Т. 8.– с. 212-213.
200. Яковлев А.Г. Практикум по физической и коллоидной химии. – М.: Высш. шк., 1967. – 127с.
201. Яцимирський В.К. Фізична хімія процесів. – К.: ВЦ «Київ. ун-т», 1999. – 143с.
202. Яцимирський В.К. Фізична хімія рівноважних систем. – К.: НОК ВО, 1992. – 112 с.
203. Эдсолл Дж., Гатфренд Х. Биотермодинамика. – М.: Мир, 1986. – 296с.
204. Эйринг Г., Лин С.Г., Лин С.М. Основы химической кинетики / Пер. с англ. Е.Л. Розенберга; под ред. А.М. Бродского. – М.: Мир, 1983. – 528 с.: ил. (111 рис.). – Табл. 50. – Библиогр.: после гл. (543 назв.). – Прилож.: с. 490-521. – Предмет. указ.: 522-524.
205. Элиашберг Г.М. Термодинамика // БСЭ. – Т.25. – 1976. – С.481-482.
206. Эммануэль Н.И., Кнорре Г.Д. Курс химической кинетики. – М.: Высш. шк., 1984. – 463 с.

207. Эткинс П. Физическая химия. В 2-х томах /Пер. с англ. под ред. К.П. Бутина. – М.: Мир, 1980. – Т. 1. – 582с. – Т. 2. – 584с.
208. Zhorov Yu.M. Thermodynamics of Chemical Processes: Petrochemical Synthesis, Processing of Petroleum, Coal and Natural Gas. – М.: Mir Publishers, 1987. – 520 p.: il. (40 fig.). – Tabl. 118. – Appendix: p. 386-499 (23 tabl.). – References 72: p. 500-502. – Name Index: p. 503-505. – Subject Index: p. 506-517.

*Сіренко Г.О.* – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри теоретичної та прикладної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

*Кузишин О.В.* – викладач кафедри теоретичної та прикладної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

*Базюк Л.В.* – викладач кафедри теоретичної та прикладної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

#### Рецензент

*Мідак Л.Я.* – кандидат хімічних наук, доцент кафедри теоретичної та прикладної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.



## МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ ХЕМІЇ

УДК 378.147.854+74.200:202.4

І.Д. Сиротинська, А.Л. Романюк, Н.С. Леочко, А.М. Ерстенюк

### Особливості викладання хемії слухачам підготовчого відділення факультету підготовки іноземних громадян

*Івано-Франківський національний медичний університет  
вул. Галицька, 2, м. Івано-Франківськ, 76018, Україна*

На сьогоднішній день багато вищих навчальних закладів України приймають на навчання зарубіжних студентів. Переважна частина іноземців є слухачами підготовчих відділень. Поряд з цим постає ряд проблем: у володінні мовою, сприйнятті та розумінні навчального матеріалу, адаптації до специфіки навчального процесу. Тому викладачами кафедри біологічної та медичної хемії розроблено методичні вказівки до занять з хемії згідно з програмою для підготовчого відділення. Такі методичні матеріали дозволяють студентам добре оволодіти базовими знаннями з хемії, що облегує їхню підготовку до засвоєння наступних дисциплін.

**Ключові слова:** слухачі підготовчого відділення, методичні вказівки до занять, контрольні питання, самостійна позааудиторна робота студентів, самостійна аудиторна робота студентів.

I.D. Syrotynska, A.L. Romanyuk, N.S. Leochko, A.M. Erstenyuk

### Specific of chemistry teaching with foreign citizens training department students

*Ivano-Frankivsk' National Medical University,  
2, Galytska Str., Ivano-Frankivsk, 76018, Ukraine*

Today in Ukraine many students from other countries studied. Large part from they begin studding on preparation faculties. To do studding of chemistry more intensive methodic employments prepared. Example of such methodic employment presented in this article.

**Key words:** methodic employment, control question, individual home work of students, individual class work of students.

*Стаття поступила до редакції 12.10.2009; прийнята до друку 4.11.2009.*

#### Вступ

Хемія – фундаментальна природнична наука, яка вивчає навколишній світ, тобто матерію і рух в їх неподільній єдності, і має багатогранні перспективи у всіх напрямках розвитку науково-технічного прогресу. Найважливіші технічні досягнення (космічна техніка, ядерна енергетика, мікроелектроніка, комп'ютерна техніка і ін.) неможливі без використання нових матеріалів з особливими властивостями, які створює хемія. Знання хемії потрібні для професійної діяльності сучасного фахівця в багатьох галузях, а особливо в медицині і фармації.

Основною метою викладання дисципліни «Хемія» на підготовчому відділенні є підготовка зарубіжних слухачів до навчання у вищих навчальних закладах України. Особливо важливою є систематизація знань, якими вже володіють студенти, що зумовлено розходженням в національних і українських загальноосвітніх програмах з хемії.

#### I. Матеріали та методи

Більша частина студентів-іноземців погано володіють українською мовою. У зв'язку з цим постає проблема у сприйнятті та розумінні ними

навчального матеріалу. Основним завданням викладача є навчити студентів вільно орієнтуватися в навчальній літературі, читати і розуміти тексти підручників з хемії, вміти висловлювати свої думки щодо поставлених питань. Тобто, ефективність роботи викладача хемії неможлива без інтеграції навчальної діяльності з викладачами-філологами. Зокрема, на заняттях з української мови пропонуються невеликі тексти хемічного змісту, з подальшим записом хемічних термінів у словник.

Ще одним важливим питанням є забезпечення слухачів навчальними посібниками. Сьогодні підручники з хемії для абітурієнтів вражають своїм різномаяттям, простотою і зрозумілістю викладення матеріалу. Такі підручники зручні для українських абітурієнтів. Натомість, для слухачів з інших країн такий виклад не є достатнім і вимагає простоти та чіткості у поданні матеріалу.

#### II. Результати та обговорення

Важливим напрямком у роботі викладача, який працює зі слухачами-іноземцями, є активізація навчальної діяльності. Велика роль приділяється поданню матеріалу, наприклад у вигляді опорного конспекту чи блок-схеми для кращої систематизації вивченого матеріалу.

Також проблемним є оптимальне поєднання стислоти теоретичного матеріалу з вдало підібраними питаннями, що висвітлюються на лекціях і винесені на практичні заняття. Недостатнє знання мови заважає слухачам-іноземцям записувати лекції з хемії у повному обсязі, та повністю зрозуміти викладений матеріал. У зв'язку з цим вагоме місце в підготовці студентів до практичних занять належить методичному забезпеченню.

Викладачами кафедри біологічної та медичної хемії розроблено методичні вказівки до занять з хемії згідно з програмою для підготовчого відділення. Методичні вказівки містять приклади тестів, задач, контрольні питання та питання для самостійної роботи студентів. Для полегшення сприйняття матеріалу, підготовлено короткі теоретичні відомості з тем. Велика увага приділяється основним хемічним термінам, законам тощо. Широко використовуються малюнки та схеми для швидшого розуміння слухачами підготовчого відділення певних понять та явищ тощо. Перевірка розуміння і засвоєння матеріалу проходить у формі діалогу. Студенти, які краще володіють українською мовою та мають високий рівень знань по хемії, допомагають викладачу у поясненні матеріалу колегам.

У методичній вказівці чітко формулюється актуальність теми, що вивчається, та наведені основні навчальні цілі заняття. Особлива увага

звернена на завдання для самостійної позааудиторної роботи, що дає можливість слухачам підготуватися до виконання аудиторної роботи і до відповідей на контрольні питання теми. Відповіді на поставлені питання студенти записують у протоколах до практичних занять, що дає змогу викладачеві оцінити самостійну позааудиторну роботу, а також спільно обговорити тестові завдання, завдання при розв'язуванні яких виникли труднощі. Слухачі підготовчого відділення потребують допомоги викладача як при підготовці до заняття, так і при виконанні самостійної аудиторної роботи, незалежно від її виду (виконання лабораторної роботи, складання рівнянь реакцій розв'язування завдань тощо). Зважаючи на це, методичні вказівки до практичних занять містять завдання, де кожен із слухачів після розгляду основних питань теми, повинен дати відповідь на конкретні запитання шляхом заповнення таблиць, схем і т.д.

Закріплення вивченого матеріалу відбувається за допомогою тестів, або розв'язування завдань. Пропонуються завдання різної складності для студентів з вищим ступенем підготовки з хемії. Важливим етапом контролю вихідного, поточного або кінцевого рівня знань є тестові завдання. Щоправда, на початкових етапах навчання вони потребують багато часу і їх варто замінити усним опитуванням.

Посібник призначений як для використання на практичних і лабораторних заняттях, так і для самостійного контролю знань з хемії. Використання посібника сприятиме інтенсифікації навчального процесу на заняттях, полегшенню організації самостійної роботи та допоможе слухачам вирішувати завдання швидко та правильно.

Підготовлені нами методичні вказівки пройшли апробацію протягом двох останніх років на підготовчому відділенні факультету іноземних громадян Івано-Франківського національного медичного університету. Студенти, що продовжують навчатися в нашому університеті, значно легше сприймають матеріал з медичної хемії на першому курсі і показують високий рівень знань. Зумовлено це спеціально підібраним переліком тем та питань у методичних вказівках, що сприяють інтеграції з I-м курсом медичного університету. Слід відмітити, що студенти з інших підготовчих відділень з більшими зусиллями включаються в навчальний процес і мають довший адаптаційний період.

Такі методичні матеріали дозволяють студентам добре оволодіти базовими знаннями з хемії, що облегує їхню підготовку до засвоєння наступних дисциплін. Як приклад приводимо взірець методичної вказівки до практичних занять слухачів підготовчого відділення.

### ЗАНЯТТЯ №39

**Тема:** Поняття про органічні сполуки.  
Теорія хемічної будови органічних сполук  
**О.М. Бутлерова.**

**Класифікація і номенклатура органічних сполук**

**Актуальність:** Органічна хемія – великий і самостійний розділ хемії, предметом якого є хемія сполук Карбону: їх будова, властивості, методи одержання, можливості практичного використання. На сьогоднішній день існує понад 10 млн. органічних речовин. Багато з них відіграють важливу роль у будові та життєдіяльності рослинних і тваринних організмів. Також синтезовано багато органічних сполук, яких немає в природі, для полегшення життя людини: штучні та синтетичні волокна, синтетичний каучук, антибіотики, ліки тощо.

#### Навчальні цілі:

**Знати:** відмінності органічних речовин від неорганічних, теорію будови органічних речовин О.М. Бутлерова, види ізомерії, класифікацію, номенклатуру та основні класи органічних речовин, види гібридизації, гомологічний ряд алканів, класифікацію реакцій органічних речовин.

**Вміти:** розрізняти класи органічних речовин, давати назву органічним сполукам, складати структурні формули речовин за назвами, складати ізомери і називати їх за сучасною номенклатурою IUPAC, визначати гібридизацію сполук, складати рівняння хемічних реакцій.

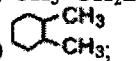
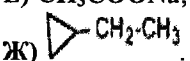
#### Самостійна позааудиторна робота студентів

✍ Написати в робочому зошиті:

- Серед поданих сполук вибрати органічні:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_3\text{Cl}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HCOH}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{HCOONa}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,  $\text{CaC}_2$ ,  $\text{HCOOH}$ .
- Заповнити таблицю, вибравши серед вказаних органічні сполуки:  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_2\text{H}_7\text{N}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,  $\text{C}_6\text{H}_{14}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_{10}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_8$ ,  $\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}_2$ ,  $\text{C}_6\text{Cl}_6$ ,  $\text{C}_6\text{Cl}_{12}$ .

насичені	ненасичені	ароматичні

- Написати ізомери для сполук складу:  $\text{C}_7\text{H}_{16}$  та  $\text{C}_7\text{H}_{15}\text{OH}$ . Дати назву утвореним ізомерам. Вказати вид ізомерії.
- Серед поданих речовин вибрати насичені сполуки з  $\text{sp}^3$ -гібридизацією:  $\text{HCOH}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{CH}_3\text{Cl}$ ,  $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$ ,  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$ .
- Дати назви органічним сполукам:

- А)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ ; Б)  $\text{H-C}\equiv\text{C-H}$ ;  
В)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ; Г)  $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$ ;  
Д)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{Br}$ ; Е)  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ;  
Є) ; Ж) 

✍ Дати відповіді на тести в робочому зошиті:

**1. Властивості молекул органічних речовин залежать:**

- а) від їх якісного складу;  
б) від їх якісного та кількісного складу;

- в) від їх якісного та кількісного складу, хемічної будови;  
г) від їх якісного та кількісного складу, хемічної будови, взаємного впливу атомів у молекулі.

**2. Ізомерами називаються речовини:**

- а) з однаковою молекулярною формулою, однаковою хемічною будовою та різними властивостями;  
б) з однаковою молекулярною формулою, різною хемічною будовою та однаковими властивостями;  
в) з однаковою молекулярною формулою, різною хемічною будовою та різними властивостями;  
г) з різними молекулярними формулами, різною хемічною будовою та різними властивостями.

**3. Формула радикала етилу:**

- а)  $\text{C}_2\text{H}_5$ ; б)  $\text{C}_2\text{H}_4$ ; в)  $\text{C}_2\text{H}_6$ ; г)  $\text{C}_3\text{H}_7$ .

**4. Радикал  $\text{C}_4\text{H}_9$  має назву:**

- а) метил; б) бутил; в) гексил; г) пропіл.

**5. Гомологічною різницею є група атомів:**

- а)  $\text{CH}_3$ ; б)  $\text{C}_2\text{H}_4$ ; в)  $\text{CH}$ ; г)  $\text{CH}_2$ .

**6. Ізомерами є сполуки:**

- а) бутанова кислота та бутиловий спирт;  
б) бутиловий спирт та діетиловий етер;  
в) диметиловий етер та метилетиловий етер;  
г) оцтовометиловий естер та пропанова кислота.

**7. Основний тип зв'язку в органічних молекулах:**

- а) водневий; б) ковалентний; в) йонний; г) донорно-акцепторний.

**8. Атоми та групи атомів у молекулах хемічних сполук:**

- а) впливають взаємно один на одного;  
б) не впливають один на одного;  
в) впливають тільки на вуглецевий ланцюг;  
г) впливають тільки на функціональні групи.

**9. Електронна конфігурація атома Карбону:**

- а)  $1s^2 2s^2 2p^3$ ; б)  $1s^2 2s^2 2p^2$ ; в)  $1s^2 2s^2 3s^2$ ;  
г)  $1s^2 2s^2 2p^1$ .

**10. Кількість орбіталей валентної оболонки атома Карбону:**

- а) 1; б) 2; в) 4; г) 6.

#### Контрольні питання

- Що вивчає органічна хемія?
- Чим відрізняються органічні речовини від неорганічних?
- Які основні положення теорії будови органічних сполук О.М. Бутлерова?
- Що таке ізомери?
- Які види ізомерії ви знаєте?
- Що таке гомологи? Назвати гомологи класу алканів, алкенів та спиртів.
- Як класифікують усі органічні речовини?
- Які сполуки є насиченими, ненасиченими? Навести приклади.
- Як утворюються  $\sigma$ - та  $\pi$ -зв'язки в органічних сполуках?

- Що таке функціональна група?
- Назвіть правила номенклатури органічних речовин?
- Які типи реакцій органічних сполук ви знаєте?

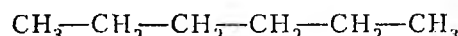
#### Самостійна робота на занятті

✍ Написати в робочому зошиті:

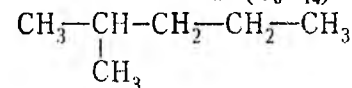
- Заповнити таблицю, вибравши серед вказаних органічних сполук вуглеводні, спирти та карбонові кислоти:  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ,  $\text{C}_8\text{H}_{17}\text{OH}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$ ,  $\text{C}_4\text{H}_8$ ,  $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{CH}_3\text{-NO}_2$ :

вуглеводні	спирти	карбонові кислоти

- Написати ізомери для сполук складу:  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  та  $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ . Дати назву утвореним ізомерам. Яка формула дає більше інформації про молекулу вуглеводню – молекулярна чи структурна? Поясніть.
- Вказати вид ізомерії у наступних парах сполук:

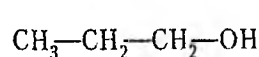


н-гексан ( $\text{C}_6\text{H}_{14}$ )

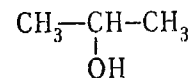


2-метилпентан ( $\text{C}_6\text{H}_{14}$ )

а)

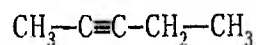


Пропіловий спирт ( $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ )

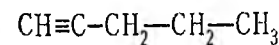


Ізопропіловий спирт

б)

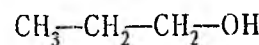


2-Пентин ( $\text{C}_5\text{H}_8$ )

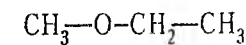


1-Пентин

в)

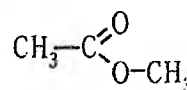


1-Пропанол ( $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ )

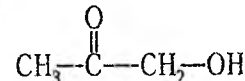


Етилметиловий естер

г)



Метилацетат ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ )




Гідроксиацетон

д)

- Серед поданих речовин вибрати ненасичені сполуки з  $\text{sp}^2$ -гібридизацією:  $\text{HCOH}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{CH}_3\text{Cl}$ ,  $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$ ,  $\text{C}_4\text{H}_8$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$ .

**5. Дати назви органічним сполукам:**

- А) ;  
Б)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-NO}_2$ ;  
В)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$ ;  
Г)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COH}$ ;  
Д)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C}\equiv\text{CH}$ ;  
Е)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$ .

**6. Знайти масову частку елементу Оксигену ( $\omega_{\text{O}}$ ) в сполуці складу  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ .**

**7. Яка маса вугілля необхідна для одержання 10 л метану (н.ф.у.)?**

**P.S.** Для полегшення засвоєння студентами навчального матеріалу викладачами нашої кафедри готується термінологічний словник з хемії. Він включає в себе найбільш затребувані в даний час для нашого медичного університету мови українську, латинську, англійську та арабську. Словник створений, під пильним наглядом викладачів-філологів; допомогу надали країці студенти підготовчого факультету та студенти 1-го і 2-го курсів.

#### Висновки

Навчання студентів-іноземців на підготовчому факультеті дає можливість оволодіти знаннями з хемії українською мовою. Це дає змогу успішно скласти усний чи письмовий іспит та продовжувати навчання у вищих навчальних закладах України. Основним завданням викладача підготовчого факультету є підготовка слухача-іноземця до навчання на першому курсі медичного університету. Розроблені методичні вказівки допомагають ефективному навчанню студентів та полегшують роботу викладача. Готуючи навчальний посібник, автори намагалися врахувати як власний багаторічний досвід викладання хемічних дисциплін, так і найновіші напрацювання вітчизняних та зарубіжних вчених.

#### Література

- Зинченко Т.А., Семирозова Н.Ф. Задачи и упражнения по химии (для студентов-иностранцев подготовительного факультета). – Одесса: ОГПУ, 1990. – 38 с.
- Капустян А.И., Табенская Т.В. Химия: Для студентов-иностранцев подфаков вузов. – М.: Высш.шк., 1990. – 395 с.
- Литвиненко В.А., Клибус Г.Х. Учебные задания по химии для самостоятельной работы иностранных студентов подфаков вузов. – К.: Укрвузполиграф, 1994. – 62 с.
- Литвиненко В.А., Клибус Г.Х., Капустян А.И. Химия: Для иностранных студентов подфаков вузов / Под ред. В.А. Литвиненко. – К.: Вища шк., 1995. – Ч.1. – 100 с.
- Никитина В.Н. Химия. Пособие по общей химии. Ч 1. – Симферополь. КГМУ. – 2006.

6. Програма дисципліни «Хімія» для студентів-іноземців підготовчих факультетів вищих навчальних закладів України. – Київ. – 2004 р.

*Сиротинська І.Д.* – кандидат хімічних наук, асистент кафедри біологічної та медичної хемії з курсом фізичної та колоїдної хемії імені Г.О. Бабенка Івано-Франківського національного медичного університету.

*Романюк А.Л.* – кандидат хімічних наук, доцент кафедри біологічної та медичної хемії з курсом фізичної та колоїдної хемії імені Г.О. Бабенка Івано-Франківського національного медичного університету.

*Леочко Н.С.* – кандидат технічних наук, асистент кафедри хемії фармацевтичного факультету Івано-Франківського національного медичного університету.

*Ерстенюк А.М.* – доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри біологічної та медичної хемії з курсом фізичної та колоїдної хемії імені Г.О. Бабенка Івано-Франківського національного медичного університету.

#### Рецензент

*Верста О.М.* – кандидат хімічних наук, доцент кафедри теоретичної та прикладної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

## УКРАЇНСЬКА ХЕМІЧНА ТЕРМІНОЛОГІЯ ТА НОМЕНКЛАТУРА

Г.О. Сіренко, Л.Я. Мідак, Б.М. Гуцуляк

### Літературні джерела інформації з хемічної та іншої наукової термінології та номенклатури

*Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,  
буль. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ, 76025, Україна*

1. Ададуrow. Виробництво нітратної кислоти. – Харків-Одеса, 1930. – 210с.
2. Алексеевський Е.В., Гольц Р.К., Мусакін О.М. Кількісний аналіз. – Харків: ДНТВУ, 1937.
3. Англо-німецько-французько-український хемічний словник/ Упоряд. Івана Ковальського. – Львів, 1999.
4. Англо-українсько-російський словник з хемії / М.Ю. Корнілов, О.І. Білодід, С.І. Кисельова, Н.О. Давидова. - К.: Либідь, 1994. - Т. 1,2.
5. Андреев Б. Хемічна вікторина. Чи знаєш ти хемію/ Перекл. з рос. – Харків: Укр. робітник, 1934.
6. Андреев Б.Г. Речовина в природі і техніці/ Перекл. з рос. – Харків: Укр. робітник, 1938.
7. Астахов А.И., Фиалков Я.А. О принципах построения номенклатуры неорганических соединений // Укр. хим. ж. – 1958. – Т.24, №3. – С.413-418.
8. Астахов А.И., Фиалков Я.А. Украинский химический журнал. – 1949. – Т.15. – С.267.
9. Астахов О., Руско О. Загальна хімія. – К., 1958.
10. Астахов О.І., Зотов В.І., Русько О.М. Практичні роботи та вправи зі заг. хімії. – К., 1954.
11. Баджер В.Л., Бакер Є.М. (Badger W.L., Baker E.M.). Хемічна технологія неорганічних речовин. – Харків: ДВОУ Технічне видавництво, 1931. – 230с.
12. Бажалук Мик. Нафта: Бібліотека «Життя і знання». – Львів: Накладом Т-ва «Просвіта», 1928. – 54с.
13. Басов В.П., Радіонов В.М. Хімія: Навч. посібник. – 5-те вид. – К.: Каравела, 2005. – 320с.
14. Баталін О.Х., Коваль А.М. Курс хемії (На правах рукопису). – Харків, 1935.
15. Бенке Дж. Название органических соединений. – М.: Химия, 1980.
16. Бернс Г., Клай П. Мікрохімічна аналіза. – Харків-Київ: ОНТВУ – ДНТВУ, 1933.
17. Бернштейн Ф.Я. Біохімія з елементами фізичної і колоїдної хемії. – Харків: Держгоспільгосвидав, 1935.
18. Бизов Б.В. Аналітична хемія. Якісна аналіза. – Харків: Техвидав., 1931. – 148с.
19. Білий О.В., Серета А.С., Біла Л.М. Поняття і терміни сучасної хімії. - Черкаси: Видавництво ЧНУ, 2004. - 149 с.
20. Білик Я. Політичний словник. – Харків, 1925.
21. Білокурацький. Курс керамічної технології: Для середніх шкіл і шкіл фабрично-заводського учеництва. – Харків: ДВУ, 1930. – 210с.
22. Біографія вчених-термінологів. Анатоль Вовк.
23. Біофізична та колоїдна хімія: Навч. посібник. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 600с.
24. Бобрівник Л.Д., Руденко В.М., Лезенко Г.О. Органічна хімія: Підручник. – Київ – Ірпінь: Перун, 2005. – 544с.
25. Босчко Ф.Ф., Богачук Л.Г., Босчко Л.О. Сировина і способи її переробки. – К.: Рад. шк., 1980.
26. Бокарев Е.А. Эсперанто-русский словарь. Esperanta-Rusa Vortato. – М.: Русский язык, 1982. – 488 с. (С.218).
27. Бокий Г.Б., Голубкова Н.А. Введение в номенклатуру ИЮПАК. – М.: Наука, 1989. – 184с.
28. Большой англо-русский словарь / Под ред. И.Р. Гальперина, Э.М. Медниковой. – М.: Русский язык, 1987. – Т.1. – С.285.
29. Ботаничний термінологічний бюлетень. УАН, Інститут мовознавства. - № 3. – К.: Видавництво УАН, 1935. - 24 с.
30. Бродський О.І. Фізична хемія. – Вип. I і вип. II. – Харків-Київ, 1937.
31. БСЭ. Т. 28. – М.: Сов. энциклопедия, 1978. – С. 234-238; 255-285.
32. Булда С. Словник будівельної термінології. – Харків, 1930.

33. Булда С. Словник будівельної термінології. (Проект). УАН, ІУНМ. Матеріали до української термінології та номенклатури. - Т. ХУЛІ. - Харків-Київ, ДВУ, 1930. - XV + 255 с.
34. Буринська М.М. Методика викладання хімії (Теоретичні основи). – К.: Вища шк., 1987.
35. Ванько Е. Кишеньковий російсько-український правничий словник. Для адвокатів, суддів, нотарів та урядовців. - Київ, 1918. - 31 с.
36. Василенко В.И. Опыт толкового словаря народной технической терминологии по Полтавской губернии. - Харьков, 1902. - 80 с.
37. Василенко П., Шелудько І. Словник гірничої термінології. – Харків, 1931.
38. Василенко П., Шелудько І. Словник гірничої термінології. (Проект). ВУАН, НДІМ, Відділ термінології та номенклатури. Матеріали до української термінології та номенклатури. - Т. II. – Харків: Радянська школа, 1931. - ХП + 142 с.
39. Вдовенко О.П. Загальна хімія: Навч. посібник. – Вінниця: Нова книга, 2005. – 288с.
40. Великий тлумачний словник сучасної української мови/ Гол. ред. В.Т. Бусел. – К.: 2001.
41. Веретка С. Практичний російсько-український правничий словник. – Харків, 1926.
42. Веретка С., Матвієвський М. Практичний правничий словник російсько-український/ Зредагував Ю. Мазуренко. – Харків: Юридичне видавництво НКЮ УСРР, 1926. - 8 + 80 с.
43. Верховський В.Н. Техніка і методика хемічного експерименту в школі. В 3-х томах. – Т.1. – К.: Рад. шк., 1938.
44. Верховський В.Н. Методика викладання хемії в середній школі/ Перекл. з рос. – Київ-Харків: Рад. шк., 1937.
45. Верховський В.Н. Неорганічна хемія. – К., 1939.
46. Верхратський І. Початки до уложення номенклатури і термінології природописної, народньої. – Львів, 1864-1872, 1879. Ч. 1. - 18 с.; Ч. 2. - 40 с.; Ч. 3. – 23 с.; Ч. 4. – 23 с.; Ч. 5. - 40 с.; Ч. 6. - 24 с.
47. Верхратський І. Список важніших виразів з руської ботанічної термінології і номенклатури з оглядом на шкільну науку в вищих класах гімназії. – Львів, 1892. - 2+ 48 с.
48. Верхратський Іван. <http://uk.wikipedia.org>.
49. Виробничий термінологічний бюлетень. - УАН, 1935. -79 с.
50. Вікул М. Зауваження до Вернерової термінології комплексних сполук. – Б. т. і р. С.6. Вирізка 541014.
51. Вікул М. Протокол засідання номенклатурної хемічної комісії Української Господарської Академії в ЧСР, що відбулося 4 січня 1928 р.
52. Вікул М. Російсько-український словник термінів фізики і хемії. - Гадяч, 1918. -41 с.
53. Вісник Академії наук України. - 1994, №2. – С. 55-61.
54. Вісник ІУНМ. – 1928. - Вип. 1.
55. Вісті Всеукраїнської Академії Наук. – К., 1928 – 1934.
56. Вісті Української Академії Наук. – К., 1935 – 1940.
57. Вовк А. Вибірковий англійсько-український словник з природознавства, техніки і сучасного побуту. – Т.1. – Нью Йорк: Вид. УТЦА. – 1982. – 210с.; Т.2// Вісті укр. інженерів. – Нью Йорк, 1982 – 1989.
58. Вовк А. Ст. 5-7. 1-ша Міжнародна наукова конференція. Термінологічна праця української діаспори в роках 1950 - 1990. Проблеми української науково-технічної термінології тези доповідей. – Львів, 1992. - 148 с.
59. Вовк А. Хемічна номенклатура гідроксильних сполук// Вісті українських інженерів. – 1990. – Т.41, Ч.1-2. – С.12-23.
60. Вовк Анатоль. Англійсько-український, словник вибраної лексики (природничі науки, техніка, сучасний побут). Нью Йорк - Львів.: Український Термінологічний Центр Північної Америки при Науковому Товаристві ім. Шевченка, 1998. - 280 с.
61. Вовк Анатоль. В обороні номенклатурних пропозицій// Записки НТШ. Філологічна секція. - Нью-Йорк, 1976. - Т.187. - [Відповідь О. Омеїнському на критику статті "Правописні проблеми в українській хемічній номенклатурі", ВоА 58-1, в тому самому томі].
62. Вовк Анатоль. В справі української наукової термінології: Завваги до рецензії В. Давиденка // Свобода. – 1959. – 21 трав.
63. Вовк Анатоль. До проблеми нашої термінології// Свобода. – 1964. – 15 верес.
64. Вовк Анатоль. Модерна українська номенклатура неорганічної хемії: Проект.- Ч.1. Хемічні елементи // Бюлетень ТК НТШ. - Нью Йорк, 1962. - Ч.2.
65. Вовк Анатоль. Назовництво кислот в українській хемічній номенклатурі: Огляд і пропозиції// Вісті Товариства Українських Інженерів в Америці. - 1974. – 1 черв.
66. Вовк Анатоль. Новий хемічний словник// Свобода. - 1960. - поч. 10 листоп. - Рец. на кн.: Російсько-український хімічний словник: 6000 термінів/ Уклад. Є.Ф. Некряч.
67. Вовк Анатоль. Окремі проблеми української термінології// Бюлетень УТГІ. – 1984. – Ч.2 (26).
68. Вовк Анатоль. Правописні проблеми в українській хемічній номенклатурі// Бюлетень Термінологічної Комісії НТШ.- Нью-Йорк, 1958. -Ч.1.
69. Вовк Анатоль. Розвиток і проблематика української хемічної номенклатури// Вісті Товариства Українських Інженерів в Америці. - 1967. -4 верес.
70. Вовк Анатоль. Розвиток хемічних знань// Свобода. - 1953. - 1 лют.
71. Вовк Анатоль. Російсько-український хемічний словник. – К., 1959.
72. Вовк Анатоль. Хемічна номенклатура на правописній сесії ПКУС// Бюлетень ТУІА. - 1979. - січ.-берез. - С. 38-40.
73. Вовчанецький В. Словник ботанічної термінології. – Харків, 1932.
74. Вовчанецький В., Лепченко Я. Словник ботанічної термінології. (Проект). ВУАН, НДІМ, Сектор термінології та номенклатури. Матеріали до української термінології та номенклатури. - Т. VII. - Харків-Київ: УРЕ, 1932. - 328 с.
75. Возняк М. Український правопис із словником. – Львів: Книгарня НТШ, 1929.
76. Волков С.В. Історія ста чотирьох елементів. – К., 1969.
77. Гаас А. Квантова хемія. – Харків-Київ: ДВУ, 1931. – 82с.
78. Габель Ю. Органічна хемія Ч.І та Ч.ІІ. – К.: Рад. школа, 1932.
79. Габель Ю.А. Поради до постанови лекційних дослідів з органічної хемії. – Харків: ДВУ, 1929.
80. Габель Ю.А. Порадник до лекційних дослідів з органічної хемії: Для педвузів і університетів. – Харків: Рад. шк., 1934.
81. Гайдукевич О.М., Болотов В.В., Сич Ю.В. та ін. Аналітична хімія/ Під ред. В.В. Болотова – Харків: “Основа”, - 2000. – 397с.
82. Галин М. Російсько-український медичний словник. – К., 1928.
83. Галин М. Російсько-український медичний словник. Матеріали до української медичної термінології. - Київ [Київ Губ. Відділ Охорони Народнього Здоров'я], 1920. - XVIII + 144 с.
84. Галушак М.О., Гуцуляк Б.М., Мельник О.Д. Фізичні та хімічні величини і їх одиниці. – Івано-Франківськ: Місто НВ, 2003. – 213с.
85. Ганіткевич М. До проблеми стандартизації хемічної термінології.
86. Ганіткевич Марія, Кінаш Богдан. Російсько-український словник інженерних технологій. – Львів: Львівська політехніка,
87. Гетьманчук Ю.П., Братичак М.М. Хімія та технологія полімерів: Підручник. – Львів: Бескид Біт, 2006. – 496с.
88. Гіржель А., Рін Д. Українська мова в бухгалтерії та статистиці. - Украинский язык в бухгалтерии и статистике. Справочный словарь. Практическое пособие при переводе отчетности на украинский язык. - Одеса, 1926. - 166 с.
89. Гірняк Ю. Збірник матем.-природ.-лікарської секції НТШ у Львові. – Ор. cit. – 1903. – Т.9.
90. Гірняк Ю. Начерк мінералогії і хемії: Для середніх шкіл. – Львів: Руске товариство педагогічне, 1912.
91. Гірняк Ю. Основи хемії для висших клас гімназіяльних. - Л.: Накладом Укр. педагог, товариства, 1914 р. - 71 с.
92. Глінка Н.Л. Неорганічна хемія: посібник для сільгоспвишів. – Харків-Київ: Держсільгоспвидав, 1933. – 432с. (Переклад 1934, 1935, 1936р.).
93. Глінка М.Л. Загальна хімія. – К.: Вища шк., 1979. – 359с.
94. Глінка М.Л. Загальна хімія/ Перекл. з 3-го рос. вид. – К.: Рад. шк., 1949.
95. Глінка М.П. Неорганічна хемія/ Перекл. з 5-го рос. вид. під ред.. Т.С. Телетова. – Київ-Харків: ОНТИ, 1936 (Перевид. 1933, 1934, 1935).
96. Голлеман А. Нескладні досліди з органічної хемії/ Перекл. з нім. В.Богомолова і С.Сергієнка / Ред. Хотинського. – Харків-Київ: Техвидав, 1932.
97. Голлеман А. Курс органічної хемії. – Харків: ДНТВУ, 1937.
98. Голлеман А. Нескладні досліди з неорганічної хемії. – Вид.2. – Харків: ДНТВУ, 1935. – 60с.
99. Голлеман А. Органічна хемія/ Перекл. з рос. Ф. Кривонса. – Харків-Київ: ДНТВУ, 1934.
100. Голмс Г. Лабораторний підручник колоїдної хемії/ Перекл. з англ. за ред. Зенкевича. – Харків-Київ: Кокс і хемія, 1933.
101. Головацький І.Д. Біохімік академік Іван Горбачевський. Життя і діяльність// Український біохімічний журнал. - ЛІ. -2004. - № 2. - С. 133-137.
102. Голоскевич Г. Правописний словник. 7-ме вид. – Харків, 1930.
103. Голоскевич Г.К. Правописний словник: Близько 40000 слів. – Вид.13/ Передрук. з видання тов-ва Книгоспілка (США). – 1962. – К.: Пульсари, 2006. – 452 с.
104. Голуб А.М. Систематика і термінологія в неорганічній хімії. -К.: Вид-во КДУ. - 1959. - 148 с.
105. Голуб А.М. Еще раз о украинской номенклатуре в неорганической химии// Укр. хим. журнал. – 1959. – Т.25, №4. – С.674-679.

106. **Голуб А.М.** Загальна та неорганічна хімія. – К.: Вища шк., 1968. – Т.І. – 442с.; 1971. – Т.ІІ. – 414с.
107. **Голуб А.М.** К вопросу об украинской терминологии и номенклатуре в неорганической химии (в порядке обсуждения)// Укр. хим. журнал. – 1958. – Т.24, №1. – С.118-129.
108. **Голуб А.М.** Номенклатура в неорганічній хімії// Вісн. КДУ. -1965. - 1965.-С. 125-138.
109. **Голуб А.М.** Номенклатура в неорганічній хімії// Вісник Київського ун-ту. Серія фіз. та хім. – 1965. - №6. – С.125-139.
110. **Голуб А.М.** О номенклатуре в неорганической химии// Изв. Вуз. хим. и хим. технол. – 1956. – №6. – С.14-19.
111. **Голуб А.М.** Правила систематики та номенклатури в неорганічній хімії. – К.: Наукова думка, 1968. – 24с.
112. **Голуб А.М.** Про сучасну українську хімічну термінологію// Укр. хім. ж. – 1974. – Т.40, №6. – С.658-659.
113. **Голуб А.М.** Систематика і термінологія в неорганічній хімії. – К.: Вид-во Київ. держав. ун-ту, 1959. – 148с.
114. **Голуб О.А.** Українська номенклатура в неорганічній хімії. – Київ: КДУ, 1992. – 52с.
115. **Гольдмайярд Є.Ж.** Практична хемія. – Харків-Київ: Техвидав., 1931.
116. **Гомонай В.І.** Фізична та колоїдна хімія: Підручник. - Вінниця: Нова книга, 2007. – 496с.
117. **Гончаренко С.У.** Фізика: Будова і властивості речовин. – К.: Вища шк., 1976.
118. **Гончаров А.І., Корнілов М.Ю.** Довідник з хімії. – К.: Рад. шк., 1974. – 303с.
119. **Гончаров А.І., Серeda І.П.** Хімічна технологія. – К. Вища шк., 1979. – 286с.
120. **Горбачевський І.** <http://biochemistry.org.ua/articles/188.pdf>.
121. **Горбачевський І.** <http://www.zn.kiev.ua/nn/archiv/495/>
122. **Горбачевський І.** Медичний вісник. – Прага, 1923. Матеріали до укр. хем. термінології. – «Основа», 1925.
123. **Горбачевський І.** Органічна хемія. - Прага, 1924. - 600 с.
124. **Горбачевський І.** Теперішній стан української номенклатури неорганічної хемії// Beitrage zur Ukraine-Kunde. – Leipzig, 1941.
125. **Горбачевський І.** Уваги о термінології хемічній// Збірник математично-природничо-лікарської секції наук. тов-ва ім. Т.Шевченка у Львові. – Т.10. – Львів, 1905. – 7с.
126. **Горецький П.** Словник термінів педагогіки, психології. – К., 1928.
127. **Горецький П.** Словник термінів педагогіки, психології та шкільного адміністрування. (Проект). УАН, ІУНМ. Матеріали до української термінології та номенклатури. - Т. ХІІІ. – К.: ДВУ, 1928. - 100 + 1 с.
128. **Граматична термінологія і правопис, ухвалені Комісією мови при Українському Товаристві Шкільної Освіти в Києві.** - Київ, 1917. - 20 с.
129. **Григор'єв Г.** Короткий курс хемії. Вид.2: Підручник в установах соцвиху. – Харків: ДВУ, 1928. – 146с.
130. **Григор'єв Г.** Короткий курс хемії. Вид.3: Підручник в установах соцвиху. – Харків: ДВУ, 1929.
131. **Григор'єв М.В.** Хемія навколишнього середовища: Посібник для проф. шкіл соц.-економ. та сільсько-господ. – Вид.2. – К.: Книгоспілка, 1928. – 184с.
132. **Григорович О.** Українська Академія Наук у Києві. Список словників 1918-1933. -Торонто, 1957. - 13 с.
133. **Грицак Е., Кисілевський К.** Україно-польський і польсько-український словник. – Львів: Накладом книгарні НТШ, 1931.
134. **Грінченко Б.Д.** Словар української мови. В 4-х томах. Близько 70000 слів/ Упоряд. з додатком власного матеріалу Борис Грінченко/ НАН України: Ін-т української мови/ Додаток О.О. Тараненка.– К.: Наукова думка, Т.1. – 1996. –496с; Т.2. – 1996.– 580с; Т.3. – 1996. – 507с; 1997. – Т.4. – 1997. – 610с. (Надруковано з видання 1907 – 1909 рр. фотоспособом).
135. **Грінченко Б.Д.** Словарь украинского языка. – К.: Держвидав України, 1925.
136. **Губський Ю.І.** Біоорганічна хімія: Підручник. – 2-е вид., доопрацьоване і доповнене. – Київ – Вінниця, 2007. – 432с.
137. **Дарморос М., Дарморос Л.** Словник технічної термінології. – К., 1926.
138. **Дармороси М. і Л.** Словник технічної термінології. – Київ: Горно, 1926. - 292 с.
139. **Державна Фармакопея України,** Київ, 2001.
140. **Державна Фармакопея України/ Держ. підприємство “Науково-експертний фармакопейний центр”** 1-е вид. – Харків: РІРЕГ. - 2001. – 556с.
141. **Деркач Ф.А.** Неорганічна хімія. Лабораторний практикум. – К.: Вища шк., 1978. – 230с.
142. **Діденко О.** Російсько-український словник математичної термінології. – Запоріжжя, 1926.
143. **Доповіді Академії наук Української РСР.** Серія Б: Геологія, геофізика, хімія та біологія. 1939 – 1975.
144. **Дорошенко М.** та ін. Словник ділової мови. – Харків, 1930.
145. **Дорошенко М., Станиславський М., Страшкевич В.** Словник ділової мови. Термінологія та фразеологія. (Проект). УАН, ІУНМ. Матеріали до української термінології та номенклатури. - Т. ХVІ. - Харків-Київ: ДВУ, 1930. - 8 + 248 с.
146. **Дорошкевич М.** Початкова хемія. – К., 1918.
147. **Дорошкевич М.В.** Короткий курс хемії (для загальної освіти). – Кам'янець, 1927.
148. **ДСТУ 2439-94** Назви хімічних елементів та простих речовин. – Київ, 1994.
149. **ДСТУ 288-94** Метрологія. Терміни та визначення – Київ, 1994. – 66с.
150. **ДСТУ 3120-95** Електротехніка: Літерні позначення основних величин. – Київ, 1996. – 40с.
151. **ДСТУ 3651.0-97** Метрологія. Одиниці фізичних величин, основні одиниці фізичних величин міжнародної системи одиниць – Київ, 1998. – 9с.
152. **ДСТУ 3651.1-97** Метрологія. Одиниці фізичних величин. Похідні одиниці фізичних величин міжнародної системи одиниць та позасистемні одиниці. – Київ, 1998. – 29с.
153. **Дубічинський В., Васенко Л., Кримець О.** Проблеми української термінології// Політехнік. - Львів, 7-9 вересня 2004.
154. **Дубічинський В.В., Бондарець О.В.** Хімічна термінологія як об'єкт лексикографічного опису// Сборник научных трудов по лексикографии. – Харків, 1999.
155. **Дубняк К.** Короткий російсько-український словничок термінів природознавства та географії. - Вид. 2. - Миргород, 1917. - 31 с; Вид. 3. - Кобеляки на Полтавщині, 1917. - 40с.
156. **Дубровський В.** Російсько-український технічний словник. - Вид. 1. - Київ, 1925. - 1+70 с.; Вид. 2. - Київ, 1926. - 103 с.
157. **Дубровський В.** Російсько-український технічний словник. – К., 1926.
158. **Думанський А.** Дисперсність та колоїдний стан речовин. – Харків-Київ: Кокс і хемія, 1933.
159. **Еггерт Дж.** Фізична хемія/ Перекл. з рос. – Харків-Київ: ДНТВУ, 1933. – 582с.
160. **Елементи хімічні, речовини прості.** Терміни та визначення/ М.Ю. Корнілов, О.А. Голуб, В.І. Замковий, А.О. Капшук// Державний стандарт України. ДСТУ 2439-94. - Київ, 1994.
161. **Елементи хімічні.** Терміни та визначення/ М.С. Слободяник, М.Ю. Корнілов, О.А. Голуб, В.І. Замковий, А.О. Капшук// Проект державного стандарту України. <http://books.c60.Kiev.ua>.
162. **Енциклопедія.** Лексикографія. [litopys.narod.ru/ukrmova/um.htm](http://litopys.narod.ru/ukrmova/um.htm).
163. **Етимологічний словник української мови:** В 7 т. Інститут мовознавства ім. О.О. Потебні/ Голов. ред. О.С. Мельничук/ Уклад. Р.В. Болдирев, В.Т. Коломієць, А.П. Крищенко О.С. Мельничук та ін. – К.: Наукова думка, Т.1. – 1982. – 632с.; Т.2. – 1985. – 571с; Т.3. – 1989. – 551с.; Т.4. – 2004. – 655с.; Т.5. – 2006. – 704с.
164. **Єфремов С., Ніковський А.** Словник української мови. У 3-х том. – К., 1928.
165. **Жедек М.С., Ключник М.П.** Лабораторні роботи з курсу органічної хімії. – К.: Держ. вид. техн. літер., 1961. – 234с.
166. **Жигadlo І.Л.** Російсько-український словничок ремесств, професій та підприємств. - Харків, 1925. - 4 + 24 с.
167. **Жигadlo М.** Російсько-український словник ремств, професій, підприємств. – Харків, 1929.
168. **Журківський В.** Російсько-український транспортний словник. – Харків, 1926.
169. **Журковський В.** Російсько-український транспортний словник. – Харків: Південна округа шляхів, 1926. - 1 + 93 с.
170. **Загальна та біоорганічна хімія: Підручник/** О.І. Карнаухов, Д.О. Мельничук, К.О. Чеботько, В.А. Копілевич. – Вінниця: Нова книга, 2003. – 544с.
171. **Записки інституту хемії АН УРСР.** 1934 – 1949.
172. **Зелізний А.М., Зелізна С.Т.** Високомолекулярні речовини нафти. – Львів: ЛПІ, 1977. – 54с.
173. **Зелізний А.М., Зелізна С.Т.** Хімія неуглеводневих компонентів нафти. – Львів: ЛПІ, 1972. – 122с.
174. **Зелізний А.М., Макітра Р.Г.** Теорія каталізу і каталізатор процесів переробки нафти. – Львів: Львівський політехн. ін-т, 1971. – 188с.
175. **Зенкевич С.** Словник хемічної номенклатури. Неорганічна хемія (Проект). – Харків: ДВУ. Інститут Української Наукової мови (1918 – 1933 рр.), Всеукраїнська нарада в справі усталення української хемічної номенклатури, 1928. – 52с.
176. **Зенкевич С.** Словник хемічної номенклатури. Неорганічна хемія. Проект (Всеукраїнська нарада в справі усталення хемічної номенклатури). – Харків: ДВУ, 1928. – 51с.
177. **Зенкевич С.** Словник хемічної номенклатури (неорганічна хемія). – К., 1928.
178. **Зенкевич С.** Словник хемічної номенклатури. Неорганічна хемія. (Проект). - Х.: ДВУ, 3 доручення Всеукраїнської Народи в справі усталення української хемічної номенклатури, 1928. - 52с.
179. **Зенкевич С.** Словник хемічної номенклатури. Неорганічна хемія. (Проект). 3 доручення Всеукраїнської Народи в справі усталення української хемічної номенклатури (8-9 жовтня 1927 р.).

- Харків: ДВУ, 1928. - 2+49 с.
180. **Зовнішня історія української мови - Хронологічна таблиця - 20-ті рр. ХХ ст.** [file:///osvita/e\\_u\\_m/IUNM.htm](file:///osvita/e_u_m/IUNM.htm).
  181. **Зубков М.** Новий політехнічний російсько-український словник.
  182. **Использование международной системы единиц (СИ) в экспериментально-клинических исследованиях. Методические рекомендации/ Коляденко В.И. и др.** – К.: Минздрав УССР, 1992 – 26с.
  183. **Іваницький С., Шумлянський Ф.** Російсько-український словник. Близько 35000 слів. – К.: Обереги, 2006. – 525с. (надруковано за виданням 1918 р. – Вінниця: Відділ народної освіти Подільської Губерніальної Народної Управи).
  184. **Ільницький-Занкович.** Вчимося військового слівництва. – Краків, 1941.
  185. **Інститут Української Наукової мови в Києві. Термінологічні словники.** <http://litopys.org.ua/ohukr/ohu.htm>.
  186. **Інструкція до збирання мовного матеріалу з галузи природничої термінології та номенклатури.** - Відб. з 1 вип. "Вісника ІУНМ". – К.: ІУНМ, 1928. - 19 с.
  187. **Кабачний В.І., Осіпенко Л.К., Грицан Л.Д.** та ін. Фізична і колоїдна хімія. – Харків: Прапор. – 1999. – 368с.
  188. **Каблюков І.** Основи неорганічної хемії/ Перекл. з рос. – Харків: ДНТБУ, 1937.
  189. **Калинович Ф.** Астрономічна термінологія і номенклатура. – К., 1930.
  190. **Калинович Ф.** Словник математичної термінології. – К., 1926.
  191. **Калинович Ф.** Словник математичної термінології. (Проект). Ч. 1. Термінологія чистої математики. ВУАН, ІУНМ, Природничий Відділ. Матеріали до української природничої термінології та номенклатури. - Т. IV. - Вип. 1. – К.: ДВУ, 1925. - XI + 240 с.
  192. **Калинович Ф.** Словник математичної термінології. (Проект). Ч. 2. Термінологія теоретичної механіки. ВУАН, ІУНМ, Природничий Відділ. Матеріали до української природничої термінології та номенклатури. - Т. IV. - Вип. 2. – К.: ДВУ, 1926. - VIII + 80 с.
  193. **Калинович Ф.** Термінологія теоретичної механіки. – К., 1926.
  194. **Калинович Ф., Холодний Г.** Словник математичної термінології. (Проект). Том [Частина] 3. Астрономічна термінологія й номенклатура. ВУАН, НДІМ, Відділ Термінології й Номенклатури. Матеріали до української термінології й номенклатури. - Т. III. – Харків: Радянська школа, 1931. - X + 117 с.
  195. **Кальйонов Є.М.** Штучне заповнювання для бетонів. – К.: Будівельник, 1969.
  196. **Кан Р., Дермер О.** Введение в химическую номенклатуру/ Пер. с англ. – М.: Химия, 1983. – 224с.
  197. **Кандяк І.** Українська хемічна термінологія. - Л.: Збірник математично-природничої лікарської секції НТШ, 1930 р. Т. 28-29. - С.259-271.
  198. **Караванський Святослав.** Практичний словник синонімів української мови. Близько 15000 синонімічних рядів. – К.: Вид-во «Орій» при Укр.-Канад. спіл. підприємстві «Кобза». – 1993. – 472с.
  199. **Карпо А.** Російсько-український словник хемічної номенклатури і термінології для середньої школи. - Х.: Радянська школа, 1936 р. - 117 с.
  200. **Кертман Л.** Курс якісного аналізу. – Харків: ДНТБУ, 1938.
  201. **Киселев В.Ф.** Український медичний словник. Розділ «Хемія». – Одеса: ДВУ, 1928.
  202. **Кисільов В.** Медичний російсько-український словник. – Одеса, 1928.
  203. **Кисільов В.** Медичний російсько-український словник. Одеське наукове при Українській академії наук товариство. Секція медична. - ДВУ, 1928. - 2 + 142 с.
  204. **Клінічна біохімія: Навч. посібник/ О.П. Тимошенко, Л.М. Вороніна, В.М. Кравченко та ін.** – К.: Професіонал, 2005. – 288с.
  205. **Ковальський Іван.** Англо-німецько-французько-український хемічний словник. – у 2-х т. – Львів – Торонто: Наук. товариство ім. Т.Шевченка, 1999. – Т.І. – 669с.; Т.ІІ. – 387с.
  206. **Колоїдна хімія: Підручник/ М.О. Мchedлов-Петросян, В.І. Лебідь, О.М. Глазкова та ін./ За ред. М.О. Мchedлова-Петросяна.** – Харків: Фоліо, 2005. – 304с.
  207. **Кононський О.І.** Біохімія тварин: Підручник. – 2-ге видання, переробл. і допов. – К.: Вища шк., 2006. – 454с.
  208. **Кононський О.І.** Органічний хімічний практикум: Навч. посіб. – К.: Вища шк., 2002. – 247с.
  209. **Корнієнко М.А.** Курс органічної хімії. Підручник для педінститутів і нехімічних вузів. – Київ-Львів: Держтехвидав України, 1948.
  210. **Корнілов М.Ю., Білодід О.І., Голуб О.А.** Термінологічний посібник з хімії. Для викладачів та вчителів хімії та учнів середніх навчальних закладів. - К.: ІЗМН, 1996.-256с.
  211. **Короткий** московсько-український словник судівництва та діловодства. 2-е доп. вид. Полтавського Українського Правничого Товариства. - Полтава, 1918. - 126 с.
  212. **Короткий** російсько-український технічний словничок фінансових термінів для вжитку співробітників Губфінвідділу. Термінологічне Бюро при Київському Губфінвідділі. На правах рукопису. - Київ, 1924. -16с.
  213. **Корчак-Чепурківський О.** Номенклатура хвороб. – К., 1927.
  214. **Кочан Ірина.** Засади вироблення української наукової термінології// I-ша Міжнародна наукова конференція. Термінологічна праця української діаспори в роках 1950 - 1990. Проблеми української науково-технічної термінології тези доповідей. – Львів, 1992. - С 22-25.
  215. **Кочерга О.Д., Кулик В.М.** Українські термінологічні словники довоєнного періоду в бібліотеках Києва та Львова. – Інститут Української Наукової мови (1918 – 1933 рр.). Препринт ІТФ-93-IV, 1993. – 16с.
  216. **Кочерга Ольга, Кулик Володимир.** Препринт Інституту теоретичної фізики Академії наук України ІТФ-93-IV. К: 1993// Визвольний шлях (Лондон).- 1993. - С. 328-333, С. 459-463.
  217. **Кочерга Ольга, Кулик Володимир.** Українські термінологічні словники довоєнного періоду в бібліотеках Києва// Препринт Інституту теоретичної фізики Академії Наук України ІТФ – 93 – IV. – К.: 1993; журнал «Визвольний шлях». – Лондон, 1993. – С.328-333, С.459-463 Вісник Академії наук України. – 1994. - №2 – С.55-61.
  218. **Кочерга Ольга.** Деякі міркування про шляхи і манівці розвитку української наукової термінології// Сучасність. - 1994. - № 399. – С.46-48.
  219. **Кравс К.** Основи хемії. (Перекл. Р. Цегельський). - Вінниця: Наука, 1919.
  220. **Кравс К.** Основи хемії. (Перекл. Р. Цегельський). - Чернівці: Українська школа, 1910.
  221. **Крамаревський В.** та ін. Словник медичної термінології. – К., 1931.
  222. **Крамаревський В., П'ятак О., Савицький В.** [та ін.]. Практичний словник медичної термінології. ВУАН, НДІМ. Відділ термінології та номенклатури. Серія практичних словників. - Вип. 1. – Харків: Радянська школа, 1931. - IV 4- 86 с.
  223. **Крамаренко В.П.** Токсикологічна хімія: Підручник/ Пер. з рос. автора за виданням Крамаренко В.Ф. Токсикологическая химия. – К.: Вища шк., 1989. – 447с. – К.: Вища шк., 1995. – 423с.
  224. **Крапівін С.Г.** Записки з методики хемії. Для викладачів середніх шкіл і медшкіл/ Перекл. з рос. – Київ-Харків: Рад. шк., 1937.
  225. **Краплистий М.** Дискусія на тему української хемічної номенклатури в УРСР// Вісті укр. інженерів. – Нью Йорк. – Т.10, Ч.2-3. – 1959. – С.62-63.
  226. **Красовський М.П.** Якісний хемічний аналіз. – К.: ДВУ, 1936.
  227. **Кривобабко І.П.** Фізична хемія/ Перекл. з рос. – Харків-Київ: ДНТБУ, 1933. – 148с.
  228. **Кривченко Г.** Словник економічної термінології. – К., 1930.
  229. **Кривченко Г., Ігнатович В.** Словник економічної термінології (Проект). (1) УАН, ІУНМ. Матеріали до української термінології та номенклатури. - Т. XVII. - Харків - Київ, ДВУ, 1930. - 6 + 133 с.; (2) ВУАН, Інститут мовознавства. Матеріали до української термінології та номенклатури. - Т. XVII. - Харків: Радянська школа, 1931. - 134 с.
  230. **Кримський А.** Російсько-український словник правничої мови. – К., 1926.
  231. **Кримський А., Єфремов С.** Російсько-український словник. У 3-х том. – К., 1928.
  232. **Кройт В.Р.** Колоїди/ Перекл. з рос. І.М.Ковжунова. – К.: ДНТБУ, 1937.
  233. **Кузеля З.** Словник чужих слів. – Київ-Лейпціг: Українська накладня; Коломия: Галицька накладня, 1919.
  234. **Куліш П.** Основа. – 1862. - №3. – С.30.
  235. **Кульський Л.А.** Апаратура для хлорування води. – К.: АН УСРР, 1936. – 82с.
  236. **Куриленко О.Д.** Фізична хімія – К: Держвидав України, 1962. – 392с.
  237. **Курило О.** Основи хімічної термінології. – К., 1925.
  238. **Курило О.** Російсько-український словничок медичної термінології. – К.: Вид. "Українських Медичних вістей", 1918. - 31 с.
  239. **Курило О.** Словник української фізичної термінології. (Проект). Термінологічна Комісія Природничої Секції УНТ. Матеріали до української природничої термінології. - Т. 1. - Вип. 1. – К., 1918. - 133 с.
  240. **Курило О.** Словник хемічної термінології. (Проект). ВУАН, ІНМ, Природничий Відділ. Матеріали до української природничої термінології та номенклатури. - Т. III. – К.: ДВУ, 1923. - X + 142 с.
  241. **Курило О.** Словник хемічної термінології (Проект). – К.: Держ. вид-во України, 1923. – 140с.
  242. **Курило О.** Словник хемічної термінології. – К., 1928.
  243. **Курило О.** Уваги до сучасної української мови. – К.: Книгоспілка, 1923. -199 с.
  244. **Курило Олена.** Словник хемічної термінології (Проект). - К.: Держ. Видавництво України, 1923. – 144с.

245. **Куценок В.Д.** Стислий курс аналітичної хемії. Вид.2. – Харків: ДНТБУ, 1935. – 116с.
246. **Куценок В.Л.** Стислий курс аналітичної хемії: підручник для ветеринарних вишів. – Харків-Київ: Кокс і хемія, 1933.
247. **Лабораторні роботи із загальної хемії/** За ред. В.О. Ізбекова. – К.: Київ. індустріал. ін-т, 1938.
248. **Лаврі Т.М., Сегден С.** Фізична хемія: Підручник/ З англ. переклав І. Чаленко. – Харків: Кокс і хемія, 1932. – 338с.
249. **Ластухін Ю.О., Воронов С.А.** Органічна хемія: Підручник. – Львів: Центр Європи, 2001. – 864с.
250. **Лебедєв П.П.** Хемія: Підручник для пед. технік./ Перекл. з рос. К.С. Шилова. – Харків-Київ: ДНТБУ, 1935. – 316с.
251. **Левицький В.** Матеріали до фізичної термінології. Начерк хімічної термінології// Збірник математично-природничо-лікарської секції наук. тов-ва ім. Т.Шевченка у Львові. – Т.79. – Львів, 1903.
252. **Левицький В.** Начерк термінології хемічної// Збірник математично-природничо-лікарської секції наук. тов-ва ім. Т.Шевченка у Львові. – 1903. – Т.9.
253. **Левицький В.** Фізика. Для висших клас середніх шкіл. – Ч. I і II. – Львів: Накладом Книгарні Арнольда Бардаха, 1924.
254. **Левицький В.** Матеріали до математичної термінології. – Львів, 1902. - 2 + 12 с.
255. **Левицький В.** Матеріали до фізичної термінології. Ч. 1. Механіка, Ч. 2. Механіка течій, газів, тепла і метеорологія. Ч. 3. Магнетизм, електричність і електротехніка. – Львів, 1902. - 12 + 5+13 с.
256. **Левченко М.** Замітка о русинской термінології// Основа. – 1861. - №7. – С.183.
257. **Левченко М.** Основа. -1861.- № 6. -183 с.
258. **Лексикон** Славинецького та Корецько-Сатановського (17 ст.). – К.: Наукова думка, 1973.
259. **Литковец А.К.** Номенклатура органических соединений. – Львів: Львівський політехн. ін-т. – 1984. – 21с.
260. **Литковец А.К.** Номенклатура органических соединений. Ч.2. Циклические соединения. – Львів: Львівський політехн. ін-т. – 1985. – 39с.
261. **Лідов А.П.** Аналіза газів. – Харків-Одеса: ДТУ, 1931. – 288с.
262. **Лінкевич Є.** та ін. Російсько-український словник ділової мови. – Харків, 1926.
263. **Лісотехнічний** словник. – Ч.1. Німецько-український. – Подєбради, 1928.
264. **Лозинський М.** Хемія силікатів. – Харків-Київ: ОНТБУ, 1933. – 132с.
265. **Лоханько Ф.** Словник технічної номенклатури (мануфактурний). – К., 1928.
266. **Лоханько Ф.** Словник технічної номенклатури. Мануфактурні виробництва. (Проект). УАН, ІУНМ. Матеріали до української термінології та номенклатури. - Т. XIV. – К.: ВУАН-ДВУ, 1928. - X + 104 с.
267. **Лукаевич Є.** Анатомічний словник. (Матеріали). – Львів: Накладом автора, 1926. -72 с.
268. **Луцевич Д., Савчин М.** До проблеми вдосконалення хімічної термінології та номенклатури// Біологія і хімія в школі. – 2003. - №1. – С.2-3.
269. **Лучинский Г.П.** Проект правил номенклатуры неорганических соединений. – М.: ВИНТИ, 1962. – 62с.
270. **Любарський Г.Д.** Каталіза в хемічній промисловості. – Харків-Дніпропетровськ: Кокс і хемія, 1933. – 186с.
271. **М. Ганіткевич, А. Зеліний.** Російсько-український словник з хемії та хемічної термінології. Л.: Львівська Політехніка, 1993. - 315 с.
272. **М.Ю. Корнілов, О.І. Білодід, О.А. Голуб, Р.Б. Гуцуляк, Е.С. Драч, А.Я. Ільченко, С.Д. Ісаєв, Б.М. Кожушко.** Укр. Нац. Комісія з термінології та номенклатури, 1995. - 42 с.
273. **Мазуренко О.** Курс хемії для професійних шкіл і самоосвіти. – Х.: ДВУ, 1922.
274. **Мазуренко Р.** Про хемію. – Петербург, 1907.
275. **Математическая** энциклопедия/ Ред. коллегия: С.И. Адян, П.С. Александров, Н.С. Бахвалов и др. Глав. ред. И.М. Виноградов. – М.: Сов. энциклопедия. – Т.1. – 1977. – 1152стб; Т.2. – 1979. – 1104стб.
276. **Математичний** термінологічний бюлетень. Виправлення до математичного словника.- ЧЧ. 1, 2, 3. - ВУАН, Інститут мовознавства. - № 2. – К.: Видавництво ВУАН, 1934. - 80 с.
277. **Матеріали** до української хемічної термінології// Видає комісія до зібрання української технічної термінології в Празі. – Прага: Накладом Т-ва «Основа», 1925.
278. **Матийко Н.М., Матийко А.М.** Русско-украинский технический словарь. – К.: Держвидав техн. літер. УРСР, 1961.
279. **Медициний** термінологічний бюлетень. - ВУАН, Інститут мовознавства. - №1. – Київ: Видавництво ВУАН, 1933.
280. **Меншуткін Б.Н.** Хемія. Ч.I і Ч.II/ Перекл. з рос. О.Й. Комлева. – Харків-Київ: ДНТБУ, 1933.
281. **Микульський В.Г., Федосєєв Г.П., Заславський О.Г.** Будівельні матеріали і роботи. – К.: Будівельник, 1969.
282. **Миронович Л.М., Мардашко О.О.** Медична хімія: Навч. посібник. – К.: Каравела, 2008. – 168с.
283. **Михайлюк К.** Молочарство. – Прага: Укр. громад. видавн. фонд, 1925. – 157с.
284. **Моргарт Р.П.** Класифікація та номенклатура неорганічних сполук. – Львів: Вища школа, 1977. – 180с.
285. **Морейні.** Етерові олії. – Вінниця, 1929.
286. **Мороз А.С., Луцевич Д.Д., Яворська Л.П.** Медична хімія: Підручник. – Вінниця: Нова книга, 2006. – 776с.
287. **Московсько-український** термінологічний словник. Додаток до першого числа Термінологічного збірника Міністерства шляхів. - Без місця видання, 1918. - 24 с.
288. **Мчедлов-Петросян О.П.** Контроль твердіння цементів і бетонів. – К.: Будівельник, 1969.
289. **Науково-технічне** слово. Бюл. видавничо-термінологічної комісії Львів. політехн. ін-ту. - №1. – Львів, 1992. – 52с.
290. **Науково-технічне** слово// Бюл. видавничо-термінологічної комісії Львів. політехн. ін-ту. - №1. – Львів, 1992. – 52с.
291. **Наум'як Пилип.** Дещо про російщення правопису// Зерна. – 1994. – Ч.1. – С.25-32.
292. **Некряч Е.Ф., Назаренко Ю.П., Чернецький В.П.** Російсько-український хімічний словник. – К.: АН УРСР, 1959. – 188с.
293. **Нечай С.** Російсько-український медичний словник з іншомовними назвами. – К.: Укр. лікарське тов-во м. Києва, 2000. – 432 с. (С. 405).
294. **Нечай С.** Російсько-український медичний словник з іншомовними назвами. – 15000 слів. – К.: Укр. лікар. тов-во у Києві; Благодійний фонд «Трете тисячоліття», 2000. – 432с.
295. **Нікішов В.В.** Словник походження математичних термінів. - Харків-Київ: Держ. наук.-тех. вид-во України, 1935. - 52 с.
296. **Ніколаєв В.Ф.** Назви звірів, птиць, комах та інших животин. Музей Полтавської Губ. Нар. Управи. Матеріали до української наукової термінології. Матеріали до термінології по природознавству. - Ч. 1. - Полтава, 1918. - 5+60 с.
297. **Новий** тлумачний словник української мови. – У 3-х томах. – 200.000 слів / Уклад. В.В. Яременко, О.М. Сліпущко. – К.: Аконті, 2006. – Т.1. – 926с.; Т.2. – 926с.; Т.3. – 862с.
298. **Нокс Дж.** Фізико-хемічні обчислення/ Пер. з англ. під ред. О.І. Бродського. – Харків-Дніпропетровськ: Кокс і хемія, 1932.
299. **Номенклатурные** правила ИЮПАК по химии /Пер. с англ. ИЮПАК Москва – Т.1, полутом 1. Неорганическая химия. Физическая химия. – Москва: ИЮПАК 1979. – 287с.
300. **Номенклатурные** правила ИЮПАК по химии: Т.1, полутом 2. Неорганическая химия. Физическая химия. Аналитическая химия. Пер. с англ. Москва: ИЮПАК, 1979. – 373с.
301. **Номенклатурные** правила ИЮПАК по химии: Т.2, полутом 1. Органическая химия. – Пер. с англ. Москва: ИЮПАК, 1979. – 508с.
302. **Номенклатурные** правила ИЮПАК по химии: Т.5. Физическая органическая химия. – Пер. с англ. Москва: ИЮПАК, 1985. – 380с.
303. **Носов А.** Словник антропогеографічної термінології. (Проект). ВУАН, НДІМ, Відділ термінології та номенклатури. Матеріали до української термінології та номенклатури. - Т. III. – Харків: УРЕ, 1931. - XII + 230 с.
304. **Носов А.** Словник термінів антропогеографії. – К., 1931.
305. **Опейда Й.О., Швачка О.П.** Тлумачний термінологічний словник з фізико-органічної хімії. - К.: Наукова думка, 1996. - 537 с.
306. **Опейда Й., Швачка О.** Деякі проблеми української хімічної термінології. – Донецьк: ІнФОВ НАН України, 1997. - 19с.
307. **Опейда Й., Швачка О.** Тлумачний термінологічний словник з органічної та фізико-органічної хімії. - Київ: Наукова думка, 1995. – 532с.
308. **Опейда Й., Швачка О., Ніколаєвський А.** Тлумачний словник з хімічної кінетики. - Донецьк: НАНУ, МОУ ДДУ, 1995. – 263с.
309. **Опоцький В.Ф.** Практикум з органічної хемії. – Харків-Одеса: Техвидав, 1932.
310. **Орловський В.** Російсько-український словник банкового діловодства. – Харків, 1925.
311. **Осипів М.** Російсько-український словник потрібних в діловодстві слів. – Харків, 1926.
312. **Осипів М.** Російсько-український словник що-найпотрібніших у діловодстві слів (Практичний порадник). - Харків-Полтава, 1926. - 82 с.
313. **Основи** хемії для висших клас гімназіяльних. – Львів: Накладом Укр. педагог. товариства, 1914. – 71с.
314. **Основы** номенклатуры неорганических веществ/ Р.А. Лидин, В.А. Молочко, Л.Л. Андреева, А.А. Цветков. – М.: Химия, 1983. – 112с.

315. **Павлов Б.А., Семенченко В.К.** Підручник хемії/ Перекл. з 8-го рос. вид. Підручник для хем. технік. – Харків: ОНТИ ДНТВУ, 1937.
316. **Павлов Б.С.** Підручник органічної хемії/ З 2-го рос. вид. – Харків, 1936.
317. **Павлов Б.А., Семенченко В.К.** Хемія/ Перекл. з 2-го рос. вид. – К.: Рад. шк., 1939.
318. **Падалка Л.** Російсько-український діловодний словник. Педагогічне Бюро Полтавського Губ. Земства. - Полтава, 1918. - 3 + 106 с.
319. **Памво Беринда.** Лексикон словено-роський. – К.: АН УРСР, 1961. – 771с.
320. **Паночіні С.** Практичний словник біологічної термінології. ВУАН, НДІМ, Відділ термінології та номенклятури. Серія практичних словників. - Вип. 4. – Харків: Радянська школа, 1931. - 90 с.
321. **Паночіні С.** Словник біологічної термінології. – Харків, 1931.
322. **Партингтон Дж.Р., Раковський А.В.** Курс химической термодинамики. – М.: Госуд. химико-технол. издательство, 1932. – 383с.
323. **Перекалін, Ребіндер.** Робітна книга з хемії. – Харків-Київ: Кокс і хемія, 1932.
324. **Петруньків В.Є.** Хімія і медицина. – К.: Здоров'я, 1965.
325. **Підмогильний В.** Фразеологія ділової мови. – К., 1927.
326. **Підмогильний В., Плужник Є.** Фразеологія ділової мови. – К.: Час, 1927. - 296 с.
327. **Пісаржевський Л.** Вступ до хемії. На основі структури атома та електронно-йонної структури молекули: Підручник для хем. та біолог. факультетів/ Перекл. О. Синявського. – Харків-Дніпропетровськ: ДВУ, 1930. – 126с.
328. **Повідомлення.** Про назви хемічних елементів// Вісник Нац. ун-ту «Львів. політ.». – 2003. - №490. - С. 152-153.
329. **Полонський Х.** Словник природничої термінології. (Проект). УАН, ІУНМ, Природничий Відділ. Матеріали до української термінології та номенклятури. - Т. XI. – К.: ДВУ, 1928. - VIII + 262 с.
330. **Полонський Х.** Словник природничої термінології. – К., 1928.
331. **Польсько-український та українсько-польський словник/** Уклад. Д.В. Бачинський, А.В. Задніпряна, М.М. Хотинська. – К.: Чумацький шлях, 2006. – 538 с. (С. 29, 514).
332. **Пономарьов О.** Курс фізики і хемії з основами механіки і електротехніки. – Одеса: ДВУ, 1926.
333. **Попов П.** Матеріали до словника українських граверів. - Додаток І. – К., 1927. -34с.
334. **Попович О.** Кримська Світлиця/ Міжнародна наукова конференція термінологів. <http://svitlytsia.crimea.ua/?section=article&artID=168>.
335. **Попович Орест.** Українська хемічна термінологія на роздоріжжі// Вісник Нац. ун-ту «Львів. політ.». – 2002. - №453. - С.244-247.
336. **Практичний російсько-український словник ділової мови (контрорської та рахівничої).** – Т.1. – Київ: Час, 1926; Т.2. – Київ: Книгоспілка, 1926; Т.3. – Київ: ДВУ, 1926. - 2 + 134 с.
337. **Про створення Національної Комісії з хімічної термінології і номенклятури//** Постанова Верховної Ради України №06-12/11-260 від 25 вересня 1992р.
338. **Про українську науково-технічну термінологію.**
339. **Програма систематичного курсу арихметики [аритметики] і термінологія.** Зложена математичною комісією Українського Товариства Шкільної Освіти. - Київ, 1917. - 15с.
340. **Прянішніков А.М.** Агрохімія/ Перекл. з рос. – К., 1954.
341. **Раскос Г.Е.** Хемія. На руський язык переложив В. Шухевич. - Л.: Руське товариство педагогічне, 1884.
342. **Рашевський М.** Рафінація цукру. – Прага: Укр. громад. видав. фонд, 1925. – 219с.
343. **Ревак Н.Г., Сулим В.Т.** Латинська мова. – Вінниця: Нова книга, 2006. – 440 с. (С. 74-78).
344. **Ревак Н.Г., Сулим В.Т.** Латинська мова. – Вінниця: Нова книга, 2006. – 440с.
345. **Резолюції Комісії НКО в справі перевірки роботи на мовному фронті.** <http://www.ji.lviv.ua/n35texts/35-zmist.htm>.
346. **Реформатський А.** Неорганічна хемія. – Харків: ДНТВУ, 1938.
347. **Реформатський А.** Органічна хемія. – Харків-Київ: Держвидав України, 1931. – 178с.
348. **Реформатський О.М.** Неорганічна хемія/ Перекл. з рос. П.Дідусенко. – К.: ДНТВУ, 1935.
349. **Риндик С.** Термінологічний словник "Міцності матеріалів". - 1924.
350. **Рогович А.С.** Опыт словаря народных названий растений Юго-Западной России, с некоторыми поверьями и рассказами о них. – Киев, 1874.
351. **Рождественський М.** Хемія виробництв. – Харків: ДВУ, 1926.
352. **Розвиток української термінографії.**
353. **Розенберг М.А.** Практикум по курсу загальної хемії. З руської мови переклав Дідусенко. – Харків: ДВУ, 1928. – 162с.
354. **Романова В.В.** Загальна та неорганічна хімія. – К.: Вища шк., 1988. – 431с.
355. **Романова Н.В.** Загальна та неорганічна хімія. – Київ – Ірпінь. – 1998. – 480с.
356. **Романова Н.В.** Загальна та неорганічна хімія: Підручник. – Київ – Ірпінь: Перун, 2007. – 480с.
357. **Російсько-український словник банкового діловодства.** За редагуванням В.І. Орловського та І.М Шелудька. – Київ: Вид. Київської філії Промбанку, 1925. - 6 + 61с.
358. **Російсько-український словник науково термінології.** В 3-х томах. – К.: Ін-т мовознавства ім. О.О. Потебні; Ін-т української мови; Комітет наукової термінології.
359. **Російсько-український словник наукової термінології.** Математика, фізика, техніка, наука про землю та космос/ В.В. Гейченко, В.М. Завірюхіна, О.О. Зеленюк та ін. – К.: Наук. думка, 1998. – 890с.
360. **Російсько-український словник наукової термінології.** Т.І. Суспільні науки. Т.ІІ. Біологія. Хімія. Медицина. – К.: Наукова думка, 1996.
361. **Російсько-український словник правничої мови.** Праця Правничо-Термінологічної Комісії при Соціально-Економічному Відділі Академії Наук. Гол. редактор акад. А.Ю. Кримський // УАН, Збірник Історично-Філологічного Відділу. - п. 41. – К., 1926. - X + 227 с.
362. **Російсько-український словничок математичної термінології та фразеології.** Алгебра. Склала термінологічна комісія Одеської науково-дослідної катедри математики. Погоджено з математичною секцією Природничого Відділу ІУНМ УАН. - Одеса, 1927. - 2 +46 с.
363. **Російсько-український хемічних словник.** 6000 термінів. – К.: АН УРСР, 1959. – 204с.
364. **Русанівський Г.В.** Газета «Літер. Україна» за 26.11.1969 р.
365. **Рюмін В.** Хемія навкруги нас. – Харків-Одеса: Дитвидав, 1934.
366. **Рюмін В.** Цікава хемія. – Харків-Київ: Молодий більшовик, 1932.
367. **Сабалдир П.О.** (редактор). Словник сільсько-господарської термінології. (Проект). ВУАН, НДІМ, Сектор термінології та номенклятури. Матеріали до української термінології та номенклятури. - Т. VI. - Харків-Київ: УРЕ, 1933. - VIII + 392 с.
368. **Сабалдир П.О.** Практичний словник сільсько-господарської термінології. ВУАН, НДІМ, Відділ термінології та номенклятури. Серія практичних словників. - Вип. 2. – Харків: Радянська школа, 1931. - 99 с.
369. **Сабалдир П.** Словник сільськогосподарської термінології. – Харків, 1931.
370. **Савицький І.В.** Основи біохімії. – К.: Здоров'я, 1965.
371. **Савін Б.Г., Кумицька С.Ю.** Хімічна технологія. – К.: Вища шк., 1973. – 251с
372. **Саккур О.** Підручник термохемії і термодинаміки/ Перекл. з нім. – Харків-Дніпропетровськ: ДНТВУ, 1932.
373. **Свободин М.** Правничий словник. – К., 1924.
374. **Секунда Т.** Матеріали до української технічної термінології Південно-Західної Чернігівщини. - Зшиток І. УАН, ІУНМ, Технічний Відділ. (Відбитка з Науково-Технічного Вісника. –Ч.1. - Харків, 1926. - 9 с.
375. **Секунда Т.** Німецько-російсько-український словник термінів з обсягу механіки з українським та російським показниками. Терміни розглянув і прийняв Технічний Відділ ІУНМ ЗУ АН. - Харків-Київ: ДВУ, 1925. - 1 + 39 с.
376. **Секунда Т.** Українська технічна термінологія. – К., 1919.
377. **Селенцов А.П.** До питання про українську хемічну термінологію// Збірник математично-природничо-лікарської секції наук. тов-ва ім. Т.Шевченка у Львові. – Т.28-29. – Львів, 1930. – 6с.
378. **Селецький І.** Проект метеорологічної термінології. Російсько-український словник. Терміни, ухвалені в метеорологічній секції інституту української наукової мови. 1) А-Ізолиния. Київ: Укрмет, 1928. - 16 с. (Відбитка з "Дек. Бюл. Укр" за 1926, 27, 28 рр.)
379. **Селіванов С.С.** Короткий курс органічної хемії. – Харків-Одеса: ДТВУ, 1931. – 256с.
380. **Семенцов А.** Короткий курс органічної хемії/ Перекл. З 2-го випр. та переробленого видання. – Харків-Київ, 1936. – 318с.
381. **Семенцов А.К.** Короткий курс органічної хемії. – Харків-Київ: ДНТУ, 1933. – 278с.
382. **Семенцов А.П.** До питання про українську хемічну термінологію// Збірник матем.-природ.-лікарської секції НТШ, 1930. – Т.28-29.
383. **Середа А.С., Голуб О.А., Стоєцький А.Ф.** Використання сучасної української хімічної термінології та номенклятури з неорганічної хімії: Підручник. – Тернопіль, 2005. – 47с.
384. **Синівський О.** Норми української літературної мови. – Харків: Література і мистецтво, 1931.
385. **Сіренко Г.О. Кузишин О.В.** Тлумачний словник наукових термінів з буквою Г: близько 8000 слів. – Івано-Франківськ: Гостинець, 2007. – 319с.
386. **Скопенко В.В., Голуб О.А.** Про сучасну хімічну термінологію та номенклатуру з неорганічної хімії// Укр. хім. журнал. - 1993. - Т. 59. - № 1. -С. 100-109.
387. **Слободяник М.С., Корнілов М.Ю., Голуб О.А.** Елементи хімічні. Терміни та визначення // Проект Державного стандарту України. ДСТУ 243994. <http://books.c60.kiev.ua>.
388. **Словник зоологічної номенклятури.** (Проект). Ч. 1. Шарлемань М. Назви птахів. УАН, ІУНМ, Природничий Відділ. Матеріали до української природничої термінології та номенклятури. - Т. VI.



- К.: ДВУ, 1927. - 63 с.
389. **Словник зоологічної номенклатури.** (Проект). Ч. 2. Шарлемань М., Татарко К. Назви хребетних тварин. УАН, ІУНМ, Природничий Відділ. Матеріали до української природничої термінології та номенклатури. - Т. VI. - Вид. 2. - К.: ДВУ, 1927. - 124 + 1 с.
390. **Словник зоологічної номенклатури.** (Проект). Ч. 3. Щоголов І., Паночіні С. Назви безхребетних тварин. УАН, ІУНМ, Природничий Відділ. Матеріали до української природничої термінології та номенклатури. - Т. VI. - Вид. 3. - К.: ДВУ, 1928. - 186 + 2 с.
391. **Словник медичної термінології/** І.М. Киричевський та ін. - Київ: Держмедвидав, 1936. - 220с.
392. **Словник механічної термінології.** Ч.1. Силонні. (Проект). ВУАН, ІУНМ. Матеріали до української термінології та номенклатури. - Т. XV. - К.: ДВУ, 1929. - 3 + 165 с.
393. **Словник музичної термінології.** (Проект). УАН, ІУНМ. Матеріали до української термінології та номенклатури. - Т. XX. - К.: ДЕУ, 1930. - 135 с.
394. **Словник транспортної термінології.** (Проект). ВУАН, НДІМ, Сектор термінології та номенклатури. Матеріали до української термінології та номенклатури. - Т. IV. - К.: УРЕ, 1932.
395. **Словник української мови в 11 томах.** - К.: Наукова думка, 1970-1980.
396. **Словник української мови/** Ред. колегія: І.К. Білодід, А.А. Бурячок, В.О. Вінник та ін./ Ред. тому С.І. Головащук. - К.: Наукова думка, 1980. - Т.11. - 700с.
397. **Словник української мови/** Ред. колегія: І.К. Білодід, А.А. Бурячок, В.О. Вінник та ін. / Ред. тому С.І. Головащук. - К.: Наукова думка. 1980. - Т. 11. - 700 с. (С. 50, 72-74).
398. **Словник української мови:** В 11 томах. - 136302 слова. - К.: Наукова думка. - Т. I. - 1970. - 800с.; Т.ІІ. - 1971. - 552с.; Т.ІІІ. - 1972. - 744с.; Т.ІV. - 1973. - 840с.; Т. V. - 1974. - 840с.; Т. VI. - 1975. - 832с.; Т. VII. - 1976. - 724с.; Т. VIII. - 1977. - 927с.; Т. IX. - 1978. - 917с.; Т. X. - 1979. - 659с.; Т. XI. - 1980. - 700с.
399. **Словник:** Італійсько-український. Українсько-італійський/ Уклад. О.В. Дмитрієв, Г.В. Степенко. - К.: Перун, 2006. -576 с. (С. 57, 550).
400. **Словник:** Португальсько-український, українсько-португальський/ Уклад. О.В. Дмитрієв, Г.В. Степенко. - К.: Перун, 2002. - 624 с. (С. 242, 593).
401. **Словник:** Французько-український, Українсько-французький / Уклад. В.Б. Бурбело, К.М. Андрашко та ін. - К.: Перун. 2004. -528 с. (С. 43, 472).
402. **Сміт О.** Лабораторні вправи до курсу загальної хемії/ Переробив Джемс Кендал/ перекл. та проред. С.Зенкевичем. - Вип. 12. - Харків: ДВУ, 1930 (перевид. 1939).
403. **Сміт О.** Скорочений курс хемії. Перероб. Д. Канда/ Перекл. з англ. М. Улезко/ За ред. Хотинського та Зенкевича. Вип. 1-2. - Харків: ДВУ, 1929 (Книжку перевидавано в 1930, 1931 і 1932 рр.).
404. **Справочник хіміка /**2-е изд. М: Госхимиздат, 1962. - 1071с.
405. **Стан та перспективи наукової роботи Інституту української наукової мови.** ВУАН, ІУНМ. (Доповідь Керівника ІУНМ Гр. Холодного Раді Академії 5-го листопада 1928 р.). - Київ, 1928.
406. **Степин Б.Д.** Применение международной системы единиц физических величин в химии. -Москва: Высшая школа, 1990. - 96с.
407. **Сумцов Н.** Малорусская географическая номенклатура. - К.: Киевская Старина, 1886. - 34 с.
408. **Суховєєв В.В., Лукашова Н.І., Сенченко Г.Г.** Сучасна українська хімічна номенклатура і термінологія. - Ч.1. Основні класи неорганічних сполук. - Ніжин: НДПУ ім. М.Гоголя, 2000. - 48с.
409. **Сучасна українська мова /** М.Я. Плющ, С.П. Бевзенко, Н.Я. Грипас та ін./ За ред. М.Я. Плюща. - 6-те вид. - К.: Вища шк., 2006. - 430с.
410. **Сучасна українська мова: Підручник /** О.М. Григор'єв, С.С. Доломан, Ю.В. Лисенко та ін./ За ред. О.Д. Пономарева. - 3-те вид. - К.: Либідь 2005. - 488с.
411. **Сучасна українська фізична та хімічна термінологія й номенклатура в навчальних дисциплінах/** Б.М. Гуцуляк, М.В. Мельник, Г.О. Сіренко, Л.Я. Мідак, Н.Є. Шеленко. - Івано-Франківськ: Гостинець, 2008. - 260с.
412. **Сучасна хімічна термінологія: куди йдемо?/** Біологія і хімія в школі. - 2003. - №1. - С. 3-7.
413. **Сучасний словник іншомовних слів /** Укладачі О.І. Скопенко, Т.В. Цимбалюк. - К.: Довіра, 2006. - 789 с.
414. **Тананасєв М.** Вагова аналіза. - Харків-Київ: ОНТВУ Кокс і хемія, 1933. - 192с.
415. **Тананасєв М.О.** Аналітична хемія. Теоретичний вступ до хемічного аналізу. 2-ге випр. і доповн. вид./ Переклад А. Чаленка. - Харків-Київ: ДНТВУ, 1936. - 312с.
416. **Тананасєв М.О.** Ваговий аналіз. 4-те доп. та випр. вид. - Харків-Київ, 1936. - 264с.
417. **Тананасєв Н.** Курс об'ємної аналізи. - Харків-Київ: ДТВУ, 1932. - 260с.
418. **Тананасєв О.С.** Курс об'ємної аналізи. - Харків, 1929.
419. **Тарасенко Л.М., Григоренко В.К., Непорада К.С.** Функціональна біохімія: Підручник. - 2-ге вид./ За ред. Л.М. Тарасенко. - Вінниця: Нова книга, 2007. - 384с.
420. **Телегус В.С.** Методичні поради до вивчення курсу неорганічної хімії. - Львів: Львівський ун-т, 1981. - 22с.
421. **Тимковський В.** Словник радіо-термінології російсько-український. (Для технікумів, трудшкіл, ФЗУ і радіоаматорів). - Миколаїв: Секція наукових робітників, 1930. - 6 + 52 с.
422. **Тимченко Є.** Історичний словник української мови. - Харків, 1932.
423. **Тіль А.** Фізико-хемічний практикум/ Перекл. з рос. за ред. К.І. Марченко. - Київ-Харків: ДНТВУ, 1936. - 354с.
424. **Томашик В.М.** До питання про українські назви деяких хімічних елементів// [www.bioorganica.org.ua/UBA denovo/pubs\\_4\\_2\\_06/Nauk\\_proces/Nauk\\_proces\\_Tomashik.pdf](http://www.bioorganica.org.ua/UBA_denovo/pubs_4_2_06/Nauk_proces/Nauk_proces_Tomashik.pdf).
425. **Точилкин А.И.** Химия/ Большая медицинская энциклопедия. Гл. ред. Б.В. Петровский. - М.: Сов. энциклопедия, 1985. - Т. 26. - С. 513-514.
426. **Тредвел Ф.** Курс аналітичної хемії. - Т.1. Якісна аналіза (з рос.) - Харків: ДНТВУ, 1933.
427. **Тредвел Ф.** Курс аналітичної хімії. Т.2. Кількісний аналіз. Кн.1/ З 6-го рос. вид. перекл. О. Комлев. - Харків-Київ: ДНТВУ, 1932.
428. **Тредвел Ф.** Курс аналітичної хімії. Т.2. Кількісний аналіз. Кн.2/ Перекл. А. Бабко. - Харків-Київ: ДНТВУ, 1935.
429. **Трихвилів Ю.** Словник технічної термінології (мірництво). - К., 1930.
430. **Трихвилів Ю., Зубков І.** Словник технічної термінології. Мірництво. (Проект). УАН, ІУНМ. Матеріали до української термінології та номенклатури. - Т. XIX. - Харків-Київ, ДВУ, 1930. - 155 с.
431. **Тулпарів А.І.** Виробництво сірчаної кислоти та соди. - Харків: ДВУ, 1930.
432. **Тулпарів А.І.** Виробництво хлору, амоніяку, азотової кислоти і вуглекислоти. - Харків: ДВУ, 1929.
433. **Туркало К.** Словник технічної термінології (Комунальне господарство). - К., 1928.
434. **Туркало К., Фаворський В.** Словник технічної термінології. Комунальне господарство. (Проект). УАН, ІУНМ, Технічний Відділ. Матеріали до української технічної термінології. - Т. 1. (Матеріали до української термінології та номенклатури, т. IX). - К.: ДВУ, 1928. - 172 с.
435. **Туркевич Е.** Світ хемії. В перекладі І. Сігницького. - Л.: Державне видавництво шкільних книжок, 1937 р.
436. **Туркевич М., Владзімірська О., Лесик Р.** Фармацевтична хімія: Підручник. - Вінниця: Нова книга, 2003. - 464с.
437. **Туркевич М.М.** Фармацевтична хімія. - К.: Вища шк., 1973.
438. **Тутковський П.А.** Словник геологічної термінології. - Харків: ДВУ, 1923.
439. **Тутковський П.А.** Словник геологічної термінології. (Проект). ВУАН, ІНМ. Природничий Відділ. Матеріали до української природничої термінології та номенклатури. - Т. П. - К.: ДВУ, 1923. - X + 202 с.
440. **Тутковський П.** Словник геологічної термінології. - К., 1923.
441. **Тюткало.** Задачі і вправи з неорганічної хемії: Посібник для сіль-госп. технікумів. - Харків-Київ: Держлітвидав, 1933.
442. **Укр. фіз. журнал.** 1965 - 1967.
443. **Українська** граматична термінологія й правопис, ухвалені Катеринославським Учительським Товариством та лекторською комісією Учительського Товариства. - Без місця та року видання: вид. "Каменяр". - 15с.
444. **Український правопис/** Ред. К.К. Цілуйко. - К.: АН УРСР, 1961.
445. **Український хемічний журнал.** 1925 - 1938.
446. **Український хімічний журнал.** 1939 - 1977.
447. **Уманець М., Спілка А.** Словар російсько-український. - Берлін: Бібліотека «Українського слова», 1924.
448. **Уманський А.В.** Дисперсність і колоїдний стан речовини. - Харків-Київ: ДНТВУ, 1934.
449. **Усовський Б.М.** Каталог-довідник сільськогосподарських машин та приладів. Всеукр. союз с.-г. кооперації "Сільський господар". Відділ машиново-тракторовий. - Харків: Сільське господарство, 1927. - 288 с.
450. **Устаткування хемічної лабораторії.** Методичний посібник для викладачів середньої школи за загальною редакцією Н.В. Нечаєва/ Перекл. з рос. - Харків: Рад. шк., 1934.
451. **Утевська Є.Л.** Практикум із загальної хімії. - К.: Держтехвидав, 1958. - 350с.
452. **Фаворський В.В.** (редактор). Словник фізичної термінології. (Проект). ВУАН, НДІМ, Сектор термінології та номенклатури. Матеріали до української термінології та номенклатури. - Т. IX. - Харків: ВУАН-УРЕ, 1932. - VI + 214 с.
453. **Фаворський В.** Словник механічної термінології (силові). - К., 1929.
454. **Фаворський В.** Словник транспортної термінології. - К., 1932.

455. **Фаворський В.** Словник фізичної термінології. – К., 1932.
456. **Фаріон Ірина.** Правопис – корсет мови? – Львів: Свічадо, 2004. – 120 с.
457. **Фармацевтична хімія:** Навч. посібник/ П.О. Безуглий, І.С. Грищенко, І.В. Українець та ін./ За заг. ред. П.О. Безуглого. – Вінниця: Нова книга, 2006. – 552с.
458. **Федорів О.С.** Лабораторні вправи з колоїдної хемії. – Харків-Київ: Кокс і хемія, 1932.
459. **Федорів О.С.** Теоретичні вправи з хемії. Збірник вправ і задач: Посібник для вишів та хем. технікумів. – Вид.1. – Харків: ДТВУ, 1929.
460. **Федорів О.С.** Теоретичні вправи з хемії. Збірник вправ і задач: Посібник для вишів і технік. – Вид.2. – Харків: ДВУ, 1931. – 139с.
461. **Ферстер Г.** Единици, величини, уравнения и их практическое применение в химии /Пер.с нем. – Киев: Вища школа, 1984 – 200с.
462. **Фізична і колоїдна хімія:** Підручник/ В.І. Калачний, Л.К. Осіпенко, Л.Д. Грицан та ін./ Під заг. ред. В.І. Калачного. – Харків: Прапор; Вид-во Укр. фарм. Академії. – 1999. – 368с.
463. **Фізичний термінологічний бюлетень.** УАН, Інститут мовознавства. - № 4. К.: Видавництво УАН, 1935. - 82 с.
464. **Форманек Н.** Стислий курс неорганічної хемії/ Переклад з чеської мови під ред. Телетова. – Харків: Держсільгоспвидав, 1932. – 230с.
465. **Форманек Я.** Короткий нарис неорганічної хемії/ Переклад з чеської мови Л. Мосендза. – Подєбради: Видавниче т-во при Укр. госп. акад. (літографія), 1924. – 330с.
466. **Фройндліх Г.** Основи науки про колоїди. – Харків: ДВУ, 1930. – 108с.
467. **Фролов Л.** Хемічна технологія води. - Прага: Укр. громад. видавн. фонд, 1926.
468. **Фролов Л.** Хемічна технологія продуктів с.-г. - Прага: Укр. громад. видавн. фонд, 1926.
469. **Фролов Л.** Цукроварство. – Прага: Укр. громад. видавн. фонд, 1926. – 435с.
470. **Хведорів М.М.** Московсько-українська термінологія елементарної математики. - Кам'янець-Подільський, 1919. -37 с.
471. **Хвиля А.** Знищити коріння українського націоналізму на мовному фронті// Див. збірку з такою ж назвою. – Харків: Радянська школа, 1933.
472. **Хемія для художників (Підручник для художніх технік.).** – Харків-Київ: Кокс і хемія, 1939. – 152с.
473. **Химическая энциклопедия /** Под ред. И.Л. Кнунянца – М: Больш. Сов. энцикл., 1988. - Т.1. – 623с; 1990. – Т.2. – 671с.; 1992. – Т.3 – 639с.; 1995. – Т.4 – 639с.; 1998. – Т.5 – 718с.
474. **Химический словарь на 4-х языках: англо-немецко-польско-русском/** С. Собецкая, В. Бернацкий, Д. Крыт, Т. Задородная. – Варшава: PWN, 1962.
475. **Хімічна промисловість (АН УРСР, Укр. респ. правління Всесоюзн. хім. т-ва ім. Менделєєва).** 1960 – 1966.
476. **Хімічна термінологія і номенклатура/** М.Ю. Корнілов та ін.: Вип.1. – Київ: Укр. Нац. Комісія з хім. термінології та номенклатури, 1995 – 45с.
477. **Хімічна термінологія та номенклатура неорганічної хімії/** О. Голуб, О. Гордієнко, С. Ісаєв, М. Корнілов // Хімія. Шкільний світ. – Вересень 2007. - №25(529). – С.8-10.
478. **Холодін М.М.** Кількісні обчислення з курсів загальної хемії, аналіт. хемії і хем. технології. Вправи та деякі приклади синтетичних робіт: Посібник для вишів і технік. – Харків: Держтехвидав, 1931. – 196с.
479. **Хотинський Е.С.** Курс органической химии. – Л.: Госхимиздат, 1933.
480. **Хотинський Є.С.** Елементарний курс хемії. – Харків-Одеса: ДВУ, 1931.
481. **Хотинський Є.С.** Елементарний курс хемії/ 3 рос. оригіналу переклав В. Лебединський / За ред. Зенкевича. – Харків: Український робітник, 1927.
482. **Хотинський Є.С.** Елементарний курс хемії/ Переклад В. Лебединського. – Харків: Укр. робітник, 1930.
483. **Хотинський Є.С.** Короткий курс хемії/ Старший концентр. трудової школи. – Харків-Київ: ДВУ, 1930.
484. **Хотинський Є.С.** Курс органічної хімії. – К.: Державне-учбово-педагогічне видавництво «Рад. шк.», 1946. – 519с.
485. **Хотинський Є.С.** Хемія в трудшколі. Ч.1. – Харків: Радянська шк., 1931.
486. **Цветков Л.О.** Органічна хімія: Підручник для 11 кл. – К.: Рад. школа, 1963.
487. **Цветков Л.О.** Органічна хімія. Вид. 3-те. – К.: Рад. шк., 1965. – Вид. 18-те. – К.: Рад.шк., 1987.
488. **Цветкова Л.Б., Романюк О.П.** Неорганічна та органічна хімія: Навч. посібник. – Ч.ІІ. – Львів: Магнолія – 2006, 2007. – 358с.
489. **Цегельський Р.** Про Українську хемічну термінологію. – Т.27. – Л.: Збірка математично-природничо-лікарської секції НТШ, 1928. – С. 262-267.
490. **Цегельський Р.** Рішення математично-природничо-лікарської секції наук. тов-ва ім. Т.Шевченка у Львові в справі українсько хемічної термінології// Збірник математично-природничо-лікарської секції наук. тов-ва ім. Т.Шевченка у Львові. – Т.28-29. – Львів, 1930. – 3с.
491. **Цешківський Ф., Черняхівський О.** (редактори). Nomina Anatomica Ucrainica. Анатомічні назви, прийняті в Базелі на IX-х зборах анатомічного товариства, перекладені на українську мову. ВУАН, ІУНМ, Природничий Відділ. Матеріяли до української природничої термінології та номенклатури. - Т. V. – К.: ДВУ, 1925. - V + 7 + 87 с.
492. **Цешківський Ф., Черняхівський О.** Анатомічні назви. – К., 1925.
493. **Циганков П.С.** Виробництво синтетичного спирту. – К.: Держ. видав. тех. літ., 198. – 97с.
494. **Цимбал Н.А.** Формування української термінології органічної хімії в 90-ті роки ХХ ст.: Дис. канд. філол. наук: 10.02.01/ Київський національний ун-т ім. Т. Шевченка. - К., 2001. - 175арк.
495. **Ціммер.** Хімія скловиробництва/ Перекл. з нім. за ред. і доп. інж. Перхала. – Харків: ДВУ, 1930. – 72с.
496. **Чайковський М.** Систематичний словник української математичної термінології з поазбучним українсько-російсько-німецьким словником. - Ч. 1. Елементарна математика. – Берлін: Вид-во української молоді, 1924. - 116 с.
497. **Черних В.П., Зименковский Б.С., Гриценко І.С.** та ін. Органічна хімія: У 3-х книгах. – Харків: Основа. – 1993. – Кн.1 - 143с., - 1996. – Кн.2 – 480с., 1997. – Кн.3 - 254с.
498. **Чічібабін О.С.** Основні начала органічної хемії. Вид.1; вип.2. – Харків-Київ, 1935.
499. **Чорний Є.П., Шадріна О.Е.** Фізичні величини та їх одиниці. – Київ: Либідь, 1997. – 111с.
500. **Шарлемань М.** Словник зоологічної номенклатури (птахи). – К., 1927.
501. **Шарлемань М., Татарко К.** Словник зоологічної номенклатури (хребетні тварини). – К., 1927.
502. **Шарловський І.** Основа. – 1982. - №9.- С.23.
503. **Шейнман А.І.** Фармацевтична хемія. – К.: Держмедвидав, 1938. – 224с.
504. **Шелудько В.М., Колісниченко Ю.І.** Практичний посібник з фармакогнозії. – К., 1965.
505. **Шелудько І.М.** Практичний словник виробничої термінології. ВУАН, НДІМ, Відділ термінології та номенклатури. Серія практичних словників. - Вип. 3. – Харків: Радянська школа, 1931. - VIII + 110 с.
506. **Шелудько І.** Радіословник. – К. 1929.
507. **Шелудько І.** Словник виробничої термінології. – Харків, 1931.
508. **Шелудько І.** Словник технічної термінології. Електротехніка. (Проект). УАН, ІУНМ, Технічний Відділ. Матеріяли до української термінології та номенклатури. - Т. ХП. – К: ДВУ, 1928. - XVI + 248 с.
509. **Шелудько І.** Словник хемічної термінології (електротехнічний). – К., 1928.
510. **Шелудько І., Садовський Т.** Словник технічної термінології (загальний). (Проект). ВУАН, ІУНМ, Технічний Відділ. Матеріяли до української термінології та номенклатури. - Т. X. – К.: ДВУ, 1928. - 588 с.
511. **Шелудько І., Садовський Т.** Словник технічної термінології. – К., 1928.
512. **Шоригін П.** Короткий курс хемії для медиків і біологів/ Переклад з рос. мови В.Лебединського. – Харків: ДВУ, 1928.
513. **Шток А., Штелер А.** Неорганічна хемія. Практикум кількісної аналізи, 1931.
514. **Шуйтур В.У.** Швидкотвердіючі бетони. – К.: Будівельник, 1971.
515. **Шутка Антін.** На маргінесі появи Бюлетеню Термінологічної комісії при Науковому Товариств ім. Т.Шевченка// Вісті укр. інженерів. – Т.10, Ч.2-3. – Нью Йорк, 1959.
516. **Шуфтан П.** Газовий аналіз у техніці. – Харків: АНТВУ, 1933. – 74с.
517. **Щеголів І.** Словник ентомологічної номенклатури. – К., 1918.
518. **Щеголів І.** Словник зоологічної номенклатури (безхребетні тварини). – К., 1928.
519. **Щелудько І.М.** Радіословник (українсько-російський). – К.: ВУАН, 1932. - 93 с.
520. **Щиголь М.Б.** Кількісний аналіз. – 2-ге вид. – К., 1964.
521. **Щоголів Ір.** Словник української ентомологічної номенклатури. (Проект). Термінологічна Комісія Відділу Природничих Наук УНТ. Матеріяли до української природничої термінології. – Т. 1. - Вип. 2. - Київ, 1918. - 1 + 78 с.
522. **Энциклопедия полимеров/** Под ред. В.А. Кабанова, М.С. Акутина, Н.Ф. Бакеева и др. – М.: Сов. энциклопедия, 1977. – Т. 3. – 1152 Стб (стб. 820-821).
523. **Энциклопедия полимеров/** Ред. коллегия: В.А. Каргин, М.С. Акунин, Е.В. Вонский и др. – М.: Сов. энциклопедия. – Т.1. – 1972. – 1224стб.; Т.2. – 1974. – 1032стб.; Т.3. – 1977. – 1152стб.
524. **Юкельсон М.** Технологія основного органічного синтезу. – К.: Держ. видав. техн. літер. УРСР, 1960.
525. **Ющук І.П.** Українська мова: Підручник. – 3-тє вид. – К.: Либідь, 2006. – 640с.
526. **Яковкін О.О.** Підручник загальної хемії. – Харків-Київ: Держтехвидав, 1937.
527. **Якубський С. та Якубський О.** Російсько-український словник військової термінології. – Харків: ДВУ, 1928. -216с.

528. Якубський С., Якубський О. Російсько-український словник військової термінології. – Харків, 1928.
529. Якубський С., Якубський О. Російсько-український словник для військових. – Харків, 1924.
530. Яната О., Осадча Н. Словник ботанічної номенклатури. – К., 1928.
531. Яната О., Осадча Н. Словник ботанічної номенклатури. (Проект). УАН, ІУНМ, Природничий Відділ. Матеріали до української термінології та номенклатури. - Т. УЛ. – К.: ДВУ, 1928. – XXXI. - 313 с.
532. Яремчук М.А. Загальна хімія. Текст лекцій. – Львів: Львів. політех. ін-т, 1974. – 30с.
533. Deutsch. Словник німецько-український, українсько-німецький / Уклад.: О.В. Дмитрієв, Г.В. Степенко / За ред. В.Т. Бусла. – К.: Перун, 1999. – 720с. (С. 683).
534. English-Russian-Ukrainian Dictionary of chemistry, physics and mechanics of antifriction polymers. About 13.000 terms/ Hennadiy Sirenko, Alexander Yemets, Vitaly Kozuby, Olga Navryshkiv. – Ivano-Frankivsk: PLAI Publishers, 2004. – 249 p.
535. Español. Словник Іспансько-Український, Українсько-Іспанський / Уклад.: В.Ф. Сахно, С.А. Коваль / За заг. ред. В.Т.Бусла. – К.: Перун, 1997. – 544 с. (с. 231, 518).
536. Hartmann K., Rcher R.O., Waldek K. Technik-Worterbuch: Verfahrenstechnik (англ.-франц.-нім.-рос.). – Berlin: VEB Verlag Chemic., 1989.
537. [http://lp.edu.ua/tc.terminology/TK\\_vocab\\_SS6.htm](http://lp.edu.ua/tc.terminology/TK_vocab_SS6.htm).
538. [http://lp.edu.ua/tc.terminology/TK\\_structure.htm](http://lp.edu.ua/tc.terminology/TK_structure.htm).
539. [http://lp.edu.ua/tc.terminology/TK\\_vocab\\_SS6.htm](http://lp.edu.ua/tc.terminology/TK_vocab_SS6.htm).
540. <http://polytechnic.kpi.kharko.ua/ViewArticle.asp?id=261>.
541. <http://www.grinchuk.lviv.ua/referat/2038/2043.html>.
542. <http://www.radiosvoboda.org/article/2005/10/14E52F96-8EB6-47E7-9FAB-86BBDB771AEC.html>.
543. IUPAC Nomenclature of Inorganic Chemistry. – 2-nd Ed. – Definitive Rules, 1970.
544. IUPAC Nomenclature of Inorganic Chemistry. – Rules, 1957. – London: Butterworth, 1959.
545. Polskie normy. Przetwory naftowe. Warszawa. Richtlinien fur Einkauf und Prufung von Schmierstoffen. – Dusseldorf: Stahleisen m. B.H., 1930.
546. Santhoizer R., Korinsky J. Petijazyczny slovník: barvy, laky, povrchova uprava, korose. – Praga: Statni nakladatestvi technicke Literatury, 1959.
547. Stock A.Z. anorg. Chem. – 1919. - B.32. – 373.
548. [www.slovoprpsvity.com.ua/modules.php?name=News&file=article&sid=328](http://www.slovoprpsvity.com.ua/modules.php?name=News&file=article&sid=328), Леся Туровська. **НОВИЙ «УКРАЇНСЬКО-РОСІЙСЬКИЙ СЛОВНИК НАУКОВОЇ ТЕРМІНОЛОГІЇ»**// Тижневик всеукраїнського товариства Просвіта.

Укладачі: Сіренко Г.О., Мідак Л.Я., Гуцуляк Б.М.

**Сіренко Г.О.** – професор, доктор технічних наук, завідувач кафедри теоретичної та прикладної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

**Мідак Л.Я.** – кандидат хімічних наук, доцент кафедри теоретичної та прикладної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

**Гуцуляк Б.М.** – професор, доктор хімічних наук, професор кафедри теоретичної та прикладної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

## ТРИБОПОВЕРХНЕВІ ЯВИЩА

УДК 621.891

Г.О. Сіренко, Л.М. Солтис

### Трибоповерхневі властивості карбопластика під час тертя по шорсткій ізотропній металевій поверхні в дистильованій воді

*Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, вул. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ, 76025, Україна*

Досліджено інтенсивність зношування полімерного композитного матеріалу на основі політетрафторетилену та вуглецевого волокна під час тертя по шорсткій ізотропній металевій поверхні в дистильованій воді. Знайдено апроксимаційні рівняння інтенсивності зношування полімерного композиту з моментами спектральної щільності шорсткої ізотропної металеві поверхні.

**Ключові слова:** шорсткість, інтенсивність зношування, ізотропна поверхня, тертя, композиційний полімерний матеріал, спектральна щільність, металеве контртіло.

H.O. Sirenko, L.M. Soltys

### Tribosurface properties of carbonplastic in friction on rough isotropic metal surface in distillation water

*Vasyl Stefanyk' Precarpathian National University, 57, Shevchenko Str., Ivano-Frankivsk, 76025, Ukraine*

The intensity of wear of polymer composite material based on polytetrafluoroethylene and carbon fiber in friction on rough isotropic metal surface in distillation water are investigated. Approximating equations of intensity of wear of polymer composite with moments of spectral density of rough isotropic metal surface are found.

**Key words:** roughness, intensity of wear, isotropic surface, friction, composite polymer material, spectral density, metal counterface.

*Стаття поступила до редакції 20.10.2009; прийнята до друку 10.11.2009.*

## Вступ

Відомо, що трибоповерхневі властивості композиційних полімерних матеріалів під час тертя по металевих контртілах визначаються параметрами шорсткої поверхні, величиною навантаження пари тертя, швидкістю ковзання, температурою поверхонь тертя та середовищем, в якому відбувається динамічний контакт.

Відомо, також [1-5], що найкращий математичний опис шорсткості поверхні виконаний за допомогою теорії випадкового поля.

Завдання дослідження: знайти за методом Брандона апроксимаційні рівняння інтенсивності

зношування полімерного композиту з моментами спектральної щільності (СЩ) шорсткої ізотропної металеві поверхні, а також проаналізувати результати та встановити мінорантні ряди впливу моментів спектральної щільності на інтенсивність зношування полімерного композиту на основі політетрафторетилену та вуглецевого волокна.

## I. Експериментальна частина

Досліджували зносостійкість композитного матеріалу – карбопластика на основі ПТФЕ, наповненого 20% карбонізованого низькомодульного (LM) вуглецевого волокна УТМ-8,

отриманого з гідратцелюлозного волокна (при термообробці за температури 1123 К в середовищі  $\text{CH}_4$  в присутності антипіренів  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  та  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ) під час тертя та зношування в дистильованій воді на трибометрі ХТІ-72 за схемою [II-2]: сферична кінцівка (радіусом 6,35 мм) пальчика діаметром  $10 \pm 0,05$  мм і висотою  $15 \pm 0,1$  мм – площина металевого контртіла; при нормальному навантаженні на один зразок  $N_i=100$  Н та  $N_\Sigma=300$  Н на три зразка; швидкість ковзання  $v=0,3$  м/с; температура металевих поверхонь  $T=315 \pm 1$  К; металеві контртіла з вуглецевої сталі 45 (НВ 4,6 ГПа;  $R_{a0}=0,23$  мкм); вуглецевої сталі У-8 (НВ 1,8 ГПа;  $R_{a0}=0,25$  мкм); міді електролітичної М-1 (НВ 0,66 ГПа;  $R_{a0}=0,30$  мкм) та бронзи Бр. ОФ 6,5-0,15 (НВ 0,86 ГПа;  $R_{a0}=0,28$  мкм); контртіла були виконані у вигляді суцільного тіла діаметром  $60 \pm 0,15$  мм і товщиною  $10 \pm 0,15$  мм, які були накладені в гніздо порожнистого тіла діаметром  $60 \pm 0,15$  мм, висотою  $35 \pm 0,20$  мм, через яке пропускали технічну воду; металеве контртіло знаходилося в чашці, через яку пропускалася протічна дистильована вода; дослід проводився в 2 етапи: в режимі надграничного навантаження ( $p \approx \text{НВ}_y$ ), шлях тертя  $S_1=0-2$  км, інтенсивність об'ємного зношування ( $I_1$  [ $\text{мм}^3/\text{Н}\cdot\text{м}$ ]) та в режимі граничного навантаження, коли питома навантаження  $\approx$  міцності при стиску,  $S_2=2-18$  км, ( $I_2$  [ $\text{мм}^3/\text{Н}\cdot\text{м}$ ]); сталі тепловий режим поверхні тертя підтримували протічною технічною та дистильованою водою.

Шорсткість поверхні оцінювали за моментами спектральної щільності (СЩ): нульового порядку  $m_0$ , пов'язаного з висотним параметром; другого порядку  $m_2$ , пов'язаного з градієнтом поверхні; четвертого порядку  $m_4$ , пов'язаного з кривиною висот вершин ізотропної металеві поверхні.

## II. Результати та обговорення

Дамо оцінку внеску моментів СЩ металеві поверхні в інтенсивність зношування карбопластика, пов'язавши рівнянням ці величини за методом Брандона (місце моментів  $m_0$ ,  $m_2$ ,  $m_4$  в апроксимаційних рівняннях визначали за коефіцієнтами кореляції між  $I_1$  та  $m_j$ ).

Під час тертя у дистильованій воді при надграничних ( $I_1$ ) та граничних ( $I_2$ ) навантаженнях на полімерний зразок для інтенсивності зношування карбопластика отримані такі рівняння регресії:

• сталь 45 (НВ 4,6 ГПа)

$$I_1 = (11,309 + 1,615 \cdot 10^2 m_0 - 41,856 m_2)(0,849 + 23,29 m_2)(0,988 + 5,103 \cdot 10^2 m_4) \cdot 10^{-7};$$

$$r_0 = 0,784; r_2 = 0,618; r_4 = 0,472; \quad (1)$$

$$I_2 = (32,267 + 1,033 \cdot 10^2 m_0 - 18,872 m_2)(0,954 + 5,348 m_2)(1,034 - 1,464 \cdot 10^3 m_4) \cdot 10^{-7};$$

$$r_0 = 0,740; r_2 = 0,639; r_4 = 0,497; \quad (2)$$

• сталь У-8 (НВ 1,8 ГПа)

$$I_1 = 0,9965(7,805 + 1,981 \cdot 10^2 m_0 - 90,663 m_2)(1,598 - 2,535 \cdot 10^2 m_2)(1,145 - 4,103 \cdot 10^3 m_4) \cdot 10^{-7};$$

$$r_0 = 0,805; r_2 = 0,718; r_4 = 0,272; \quad (3)$$

$$I_2 = 0,9907(22,319 + 60,438 m_0 - 17,794 m_2)(1,311 - 1,666 \cdot 10^2 m_2)(1,199 - 5,967 \cdot 10^3 m_4) \cdot 10^{-7};$$

$$r_0 = 0,517; r_2 = 0,338; r_4 = -0,127; \quad (4)$$

• мідь електролітична М-1 (НВ 0,66 ГПа)

$$I_1 = 0,9999(4,569 - 15,943 m_2 + 7,57 \cdot 10^4 m_2^2)(1,022 - 1,09 \cdot 10^{-2} m_0)(0,819 + 1,195 \cdot 10^3 m_4) \cdot 10^{-7};$$

$$r_0 = 0,742; r_2 = 0,932; r_4 = 0,408; \quad (5)$$

$$I_2 = (3,869 - 7,01 \cdot 10^3 m_4 + 7,843 \cdot 10^6 m_4^2)(0,952 + 2,564 \cdot 10^{-2} m_0)(0,91 + 11,556 m_2) \cdot 10^{-7};$$

$$r_0 = 0,187; r_2 = 0,151; r_4 = -0,249; \quad (6)$$

• бронза Бр. ОФ 6,5-0,15 (НВ 0,86 ГПа)

$$I_1 = (8,321 + 1,599 \cdot 10^2 m_2 + 1,577 \cdot 10^4 m_2^2)(1,037 - 2,779 \cdot 10^{-2} m_0)(0,966 + 1,573 \cdot 10^2 m_4) \cdot 10^{-7};$$

$$r_0 = 0,690; r_2 = 0,824; r_4 = 0,545; \quad (7)$$

$$I_2 = (3,448 + 9,99 \cdot 10^2 m_4 + 7,172 \cdot 10^6 m_4^2)(1,077 - 5,806 \cdot 10^{-2} m_0)(1,003 - 0,242 m_2) \cdot 10^{-7};$$

$$r_0 = -0,178; r_2 = 0,117; r_4 = 0,470, \quad (8)$$

де  $I_1, I_2$  – інтенсивності зношування ( $\text{мм}^3/\text{Н}\cdot\text{м}$ ) на шляху тертя 0...2 км (надграничні навантаження) та 2...18 км (граничні навантаження) відповідно;

$m_0, m_2, m_4$  – моменти спектральної щільності металеві вихідної поверхні;

$r_0, r_2, r_4$  – коефіцієнти кореляції між інтенсивностями зношування і відповідними моментами СЩ вихідної поверхні металеві контртіла.

За силою внеску моментів СЩ в інтенсивність зношування в умовах, коли утворення проміжної плівки на контртілі утруднено, знайдені такі співвідношення:

• для твердої поверхні вуглецевої сталі 45 (НВ 4,6 ГПа)

$$E(m_0) > E(m_2) > E(m_4) \text{ (для } I_1 \text{ і } I_2); \quad (9)$$

• для м'якої поверхні вуглецевої сталі У-8 (НВ 1,8 ГПа)

$$E(m_0) > E(m_2) \gg E(m_4) \text{ (для } I_1 \text{ і } I_2); \quad (10)$$

• для міді електролітичної М-1 (НВ 0,66 ГПа) та олово-фосфористі бронзи Бр. ОФ 6,5-0,15 (НВ 0,86 ГПа)

$$E(m_2) > E(m_0) > E(m_4) \text{ (для } I_1); \quad (11)$$

$$E(m_4) > E(m_0) > E(m_2) \text{ (для } I_2). \quad (12)$$

## Висновки

Для твердої та м'якої сталей висотний параметр у більшій мірі, а потім градієнт поверхні та набагато менше кривини у вершинах вихідної шорсткої поверхні сталей визначають інтенсивність зношування в обох режимах навантаження, для м'яких стопів на основі міді градієнт поверхні у більшій мірі, потім висота

нерівностей і менше кривина вершин визначають інтенсивність зношування  $I_1$  полімерного композиту в режимі надграничних навантажень, а в режимі граничних навантажень кривини у більшій мірі визначають інтенсивність зношування  $I_2$ , ніж висота нерівностей та ще менше градієнт поверхні в умовах, коли утруднено формування проміжних шарів на металевих поверхнях у дистильованій воді.

## Література

1. **Найяк П.Р.** Применение модели случайного поля для исследования шероховатых поверхностей // Проблемы трения и смазки. – 1971. – Т.93. – Сер. F. – №3. – С. 85.
2. **Семенюк Н.Ф., Сиренко Г.А.** Описание топографии анизотропных шероховатых поверхностей трения с помощью модели случайного поля: 1. Распределение высот вершин, средняя кривизна в вершинах, градиент поверхности // Трение и износ. – 1980. – Т.1. – №3. – С. 465 – 471.
3. **Семенюк Н.Ф., Сиренко Г.А.** Описание топографии анизотропных шероховатых поверхностей трения с помощью модели случайного поля: 2. Полная кривизна, главные кривизны и отношение главных кривизн в вершинах микронеровностей, удельная площадь гауссовской поверхности и удельный объем зазора // Трение и износ. – 1980. – Т.1. – №5. – С. 815 – 823.
4. **Семенюк Н.Ф., Сиренко Г.А.** Описание топографии анизотропных шероховатых поверхностей трения с помощью модели случайного поля: 3. Фактическая площадь контакта, коэффициент трения, термическое сопротивление, адгезионное взаимодействие с учетом деформации в зоне контакта // Трение и износ. – 1980. – Т.1. – №6. – С. 1010 – 1019.
5. **Семенюк Н.Ф., Сиренко Г.А.** Топография и контактные явления анизотропных шероховатых поверхностей трения // Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конфер. «Трибоника и антифрикционное материаловедение». – Новочеркасск. 27-29.05.1980. – Новочеркасск: Изд-во Новочеркас. политех. ин-та, 1980. – С. 22.

*Сиренко Г.О.* – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри теоретичної та прикладної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

*Солтис Л.М.* – аспірант кафедри теоретичної та прикладної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

## Рецензент

*Мідак Л.Я.* – кандидат хімічних наук, доцент кафедри теоретичної та прикладної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

### 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

- 1.1. Засновник Вісника Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. Серія Хімія (далі Вісник) – Державний вищий навчальний заклад «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника».
- 1.2. Вісник зареєстрований Міністерством юстиції України: Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації серія КВ №13140–2024 від 25.07.2007 р.
- 1.3. Вісник є науковим збірником і приймає до розгляду наукові статті за результатами досліджень (від 3 до 16 сторінок) і наукові оглядові статті (до 20 сторінок), рецензії та матеріали на правах дискусії за такою тематичною спрямованістю:
  - неорганічна хемія;
  - органічна хемія;
  - аналітична хемія;
  - фізична і колоїдна хемія;
  - хемія високомолекулярних сполук;
  - пластичні маси;
  - радіохемія;
  - трибохемія;
  - хемія і технологія мастильних матеріалів;
  - композиційні матеріали;
  - хемічна технологія;
  - біоорганічна хемія (хемічні науки);
  - хемія твердого тіла (хемічні науки);
  - фізика твердого тіла (фізико-математичні науки);
  - фізика і хемія поверхні (хемічні науки);
  - фізика і хемія поверхні (фізико-математичні науки);
  - математичні методи в хемії та хемічній технології;
  - стандартизація та охорона праці в хемічній промисловості;
  - екологія;
  - методика викладання хемії;
  - українська хемічна термінологія та номенклатура
  - новітні навчальні програми з хемії;
  - новітні методи та методології наукових досліджень в хемії;
  - науково-методичні та навчально-методичні розробки з хемії та хемічної технології;
  - джерелознавство з хемії та хемічної технології;
  - відгуки та рецензії;
  - великі хеміки;
  - персоналії.
- 1.4. Вісник видається українською та англійською мовами і має статус вітчизняного, сфера розповсюдження – загальнодержавна. Вісник є фаховим виданням з хімічних, фізико-математичних і технічних наук.
- 1.5. Вісник адресується такій категорії читачів: викладачі, студенти, наукові співробітники вищих навчальних закладів, наукові співробітники науково-дослідних інститутів Національної Академії Наук України та Академії галузевих Міністерств України.
- 1.6. Вісник друкує переважно статті викладачів, аспірантів і студентів Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника і, в першу чергу, його базових підрозділів з хімії: кафедри теоретичної і прикладної хімії, кафедри органічної та аналітичної хімії, кафедри фізики і хімії твердого тіла, Фізико-хімічного інституту.
- 1.7. Окрім статей і оглядів Вісник публікує: повідомлення обсягом від 1 до 3 сторінок, які містять абсолютно нові результати і потребують термінового оприлюднення для захисту пріоритету; статті на замовлення (не більше 1 статті у випуск, обсягом до 10 сторінок),

які є узагальненням і узгодженням власних досліджень і публікацій і становлять загальний інтерес для широкого кола читачів, а також новітні навчальні програми або науково-методичні та навчально-методичні розробки з хімії та хімічної технології. Вісник публікує серійні (з продовженням) статті.

- 1.8. Вісник Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, Серія Хімія, починаючи з V випуску 2008 р., є правонаступником Вісника Прикарпатського університету. Серія Хімія, випусків I (2001 р.), II (2002 р.), III (2002 р.), IV (2004 р).
- 1.9. Стаття, яка подається для публікації, повинна містити: текст статті, рисунки, підписи до них, таблиці, реферати українською і англійською мовами, відомості про установу (установи), де виконана робота та її адресу, відомості про авторів (науковий ступінь, вчене звання, посада тощо).
- 1.10. Два примірники надрукованої статті українською або англійською мовами (допускаються статті на латині, німецькою, іспанською або польською мовами) подаються разом з комп'ютерним диском (дискетою), який містить ідентичну електронну версію статті. Текст статті повинний бути збережений у MS Word (\*.rtf,\*.doc) форматі; рисунки приймаються у форматах: TIFF, GIF, BMP, CDR, Mathcad, Microcal Origin (\*.opj). Рисунки, що виконані пакетами математичної та статистичної обробки, повинні бути конвертовані у вищенаведені графічні формати.
- 1.11. Усі статті, повідомлення, огляди тощо, які подаються у Вісник, рецензуються в редакції членами редакційної колегії, а за рішенням редакційної колегії – зовнішніми рецензентами. Автори – члени редколегії – публікують статті виключно за зовнішньою рецензією без експертного висновку і несуть повну відповідальність за подану інформацію. Всі решта авторів подають разом із статтею до редакції експертний висновок про можливість відкритої публікації статті (для авторів з України, Грузії та країн СНД) та лист-направлення установи, у якій виконані дослідження і результати яких представлені у статті. При відсутності експертного висновку всю відповідальність за подану інформацію несуть автори.
- 1.12. Вісник як періодичне видання підписується до друку виключно за рішенням вченої ради університету, про що зазначається у вихідних даних.
- 1.13. Наклад Вісника становить 300 примірників.
- 1.14. Видавництво або університет здійснює розсилку примірників Вісника у фонди бібліотек України, перелік яких затверджено ВАК України.
- 1.15. Редакційна колегія Вісника та видавництво гарантує повне дотримання вимог редакційного оформлення Вісника згідно з чинними державними стандартами України.
- 1.16. Рукописи надсилаються за адресою: Редакція Вісника Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, Інститут природничих наук, вул. Галицька, 201, авд. 718 (7-й поверх), Івано-Франківськ, 76000, Україна. E-mail: sirenkog@ Rambler.ru. Tel.: 0342.71.49.26; 0342.77.64.15; 096.813.93.53.

### 2. Рукопис статті повинний бути виконаний згідно наступних правил:

- 2.1. Обсяг звичайної статті не може перевищувати 16 сторінок формату А4, набраний через 1 інтервал без переносів, шрифт Times New Roman 10-12 кегль, з полями 25 мм зі всіх боків.
- 2.2. Загальна структура статті:
  - перша сторінка:*
    - Коли УДК або PACS.
    - Назва статті (16 кегль) відзначається жирним шрифтом.
    - Ініціали та прізвище(а) автора(ів).
    - Установа, де виконана робота (назва установи, відомча приналежність, індекс і повна поштова адреса, телефони, факс, адреса електронної пошти). Якщо колектив авторів включає співробітників різних установ, то слід вказати місце роботи кожного автора.
    - Резюме українською мовою: обсягом до 200 слів. Ключові слова: до 12 слів. Допускається використання нероздільних термінів, що складаються з двох або трьох слів.

- Резюме англійською мовою: обсягом до 200 слів. Перед текстом резюме вказується ініціали, прізвища всіх авторів, назва статті, адреса організації (для кожного з авторів). Ключові слова (Key words).
- У разі представлення статті німецькою, польською, іспанською мовою або на латині додатково подається резюме на мові оригіналу.
- Під текстом резюме розміщується: стаття поступила до редакції (дата); прийнята до друку (дата). Дати визначає редакційна колегія.
- Текст: використовується шрифт Times New Roman 10-12 кегль через 1 інтервал. Заголовки розділів (14 кегль), заголовки підрозділів (11 кегль) відзначаються жирним шрифтом. Текст розміщується на аркуші А4 з полями 25 мм у одну колонку розміром 160 мм.

*Текст статті повинен містити такі складові частини:*

- Вступ, в якому висвітлюється історія питання, огляд останніх досліджень та їх критичний аналіз, постановка проблеми, формулювання завдання та мети досліджень.
- I. Експериментальна частина, у якій дається опис вихідних матеріалів для досліджень, їх ступінь чистоти та агрегатний і фазовий стани; технологія приготування проміжних і кінцевих продуктів; прилади, методи та методологія досліджень; математичні методи планування експерименту та статистичної обробки експериментальних даних.
- II. Результати та обговорення. Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.
- Висновки та рекомендації; наукова новизна та практична цінність отриманих даних.
- Список використаних джерел інформації: Посилання на літературу повинні нумеруватись послідовно у порядку їх появи в тексті статті у квадратних дужках, наприклад [5], [1-7], [1, 5, 10-15] тощо.

Бібліографічний опис літератури оформлюється згідно: ГОСТ 7.1–84. СИБИД. «Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления»; ДСТУ 3582–97 «Інформація та документація. Скорочення слів в українській мові в бібліографічному описі. Загальні вимоги та правила»; ГОСТ 7.12–93 «Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила»; ДСТУ 3008–95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення»; «Довідник здобувача наукового ступеня» (2000 р., с. 23–24, 28–30), «Бюлетень Вищої атестаційної комісії України. Спеціальний випуск», 2000, с. 15–16; «Бюлетень Вищої атестаційної комісії України», форма 23.–2007.–№6.–С. 23–25 та вимог до електронних версій видання, що розміщується на сайті Національної бібліотеки ім. В.І.Вернадського НАНУ України (<http://www.nbuv.ua/>), наприклад, «Вісника Донецького університету».

*Приклади оформлення бібліографічного опису у списку джерел інформації, який наводять у статті:*

## **КНИГИ, МОНОГРАФІЇ**

### **Однотомний документ**

#### **Один автор**

1. Бейли Н. Статистические методы в биологии / Норман Т. Дж. Бейли; [пер. с англ. В.П. Смильги] / Под ред. и предислов. В.В. Налимова. – М.:, 1963. – 272 с. – Перевод. за вид.: STATISTICAL METHODS IN BIOLOGY by NORMAN T. J. BAILEY, M.A., D.S.C. READER in Biometry, University of Oxford (THE ENGLISH UNIVERSITIES PRESS LTD., 1959): ил., табл. – Библиогр.: с.7 (5 наимен.), с. 222 (9 наимен.). – Краткое руковод. по применению статист. формул: с. 223 – 259. – Приложения: с. 260 – 267 (5 табл.).
2. Губський Ю.І. Біоорганічна хімія: підруч. [для студ. вищ. медич. та фармацевт. заклад. освіти III-IV рівня акредит.] / Юрій Губський [Рек. Мін-вом охорони здоров'я України: протокол №1 від 10.02.2004 р.]. – [Вид. 2-ге, доопрац. та допов.]. – Київ-Вінниця: Нова книга, 2007. – 432 с.: іл., табл. – Бібліогр.: с. 408 – 409 (програма, тематич. план лекцій,

тематич. план лабор. I практ. занять та перелік контр. питань з біологічної хімії). – Предмет. покажчик: с. 410 –431. – ISBN 978 – 966 – 382 – 045 – 3.

3. Посудін Ю.І. Біофізика рослин: підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] / Юрій Посудін; [М-во освіти і науки України; гриф: лист №1 / 11-3141 від 21.07.2003 р.]. – Вінниця: Нова книга, 2004. – 256 с.: іл., табл., портр. – Додаток: с. 241 – 247 (фізичні сталі, множники і префікси для творення кратних і часткових величин, одиниці вимірювання і розмірності фізичних величин, грецький та латинський алфавіти). – Бібліогр.: с. 248 – 252 (74 назви) та в підрядк. прим. – Реклама нових книг видавництва «Нова книга»: с. 253 – 254 (13 назв). – ISBN 966 – 7890 – 98 – 8.
4. Гродзинський Д.М. Радіобіологія: підручник [для студ. біолог. спеціальн. вищ. навч. закл.] / Дмитро Гродзинський; [М-во освіти і науки України; гриф: лист №14 /18.2 – 964 від 26.06.2001 р.]. – [2-ге вид.]. – К.: Либідь, 2001. – 448 с.: іл., табл., портр., відомості про автора. – Імен. покажчик: с. 430 – 437. – Бібліогр. в підрядк. прим. – ISBN 966 – 06 – 0204 – 9 (в опр.).
5. Ли Ч. Введение в популяционную генетику / Ч.Ч. Ли; [пер. с англ. Е.А. Салменковой, Е.Я. Тетушкина; под ред. Ю.П. Алтухова, Л.А. Животовского]. – М.: Мир, 1978. – 557 с.: ил., табл. – Библиогр.: с. 527 – 547 (771 наимен.). – Предмет указ.: с. 548 – 549.
6. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика: учебник [для студ. мед. специал. высш. учеб. завед.] / А.Н. Ремизов. – [изд. 2-е, исправ.]. – М.: Высш. шк., 1996. – 270 с.: ил., табл. – Библиогр. в конце гл.

#### **Два автори**

7. Миронович Л.М. Медична хімія: Навч. посібник [для студ. мед. спеціал. вищ. навч. заклад.] / Л.М. Миронович, О.О. Мордашко; [Мін-во освіти і науки України; гриф: лист №1. 4/18-Г-960 від 19.10.2006 р.]. – К.: Каравела, 2008. – 168 с.: іл., табл. – Бібліогр.: с. 155 (6 назв). – Додатки: с. 156 – 162 (8 табл.). – ISBN 966 – 8019 – 69 – 5.

#### **Три автори**

8. Мороз А.С. Медична хімія: підручник [для студ. вищ. мед. заклад. III-IV рівнів акредит.; рекомендов. студ. біолог. та природ. спеціальн. університетів] / А.С. Мороз, Д.Д. Луцевич, Л.П. Яворська; [ЦМК Мін-ва охорони здоров'я України; гриф: протокол №1 від 11.01.2002 р.]. – Вінниця: Нова Книга, 2006. – 776 с.: іл., табл. – Предмет. покажчик: с. 762 – 775. – Контроль. Запитання: після гл. – Бібліогр.: с. 760 – 761 (31 назва). – ISBN 966 – 8609 – 53 – 0.
9. Туркевич М.М. Фармацевтична хімія (стероїдні гормони, їх синтетичні замінники і гетероциклічні сполуки як лікарські засоби): підручник [для студ. вищих фармацевт. закладів освіти та фармацевт. факульт. вищих медич. заклад. освіти III-IV рівнів акредит.] / М.М. Туркевич, О.В. Владзімірська, Р.Б. Лесик; [за ред. Б.С. Зіменковського]; [Мін-во охорони здоров'я; гриф: протокол №4 від 14.10.2003 р.]. – Вінниця: Нова Книга, 2003. – 464 с.: іл., портр. та інформ. про авторів: с. 6 – Предмет. покажчик: с. 449 – 453. – Імен. покажчик: с. 454 – 457. – Бібліогр.: с. 458 – 459 (42 назви). – ISBN 966 – 7890 – 33 – 3.

#### **Чотири автори**

10. Загальна та біоорганічна хімія: підручник [для студентів сільськогосподар. спеціал. вищих аграр. навч. заклад.] / [О.І. Карнаухов, Д.О. Мельничук, К.О. Чеботько, В.А. Копілевич]; [Мін-во аграрн. Політики України; гриф: лист № 18-2-1 / 118 від 22.06. 2001 р.]. – Вінниця: Нова Книга, 2003. – 544 с.: іл., табл. – Контроль. питання та опис лаб. робіт у кінці розд. – Додатки: с. 510 – 529 (12 табл.). – Бібліогр.: с. 530 – 531 (41 назва). – Предмет. покажчик: с. 532 – 540. – ISBN 966 – 7890 – 46 – 5.
11. Фармацевтична хімія: навчальний посібник [для студ. фармацевт. вищих навч. закладів та факульт.] / [П.О. Безуглий, І.С. Грищенко, І.В. Українець та ін.]; [Мін-во освіти і науки України; гриф: лист № 14/18-Г-593 від 27.07.2006 р.]. – [перероб. і допов.]. –

Вінниця: Нова Книга, 2006. – 552 с.: Автори вказані на зворот. тит. арк.: табл. – Бібліогр.: с. 551 (26 назв). – 966 – 382 – 027 – 6.

12. Медицинская химии: Учебник [для студ. высш. учеб. завед. III-IV уровней акред. мед., фарм., биол. и эколог. специал.] / [В.А. Калибачук, Л.И. Грищенко, В.И. Галинская и др.]; [Мин-во здравоохран. Украины; Мин-во образ. и науки Украины]; под ред. В.А. Калибачук. - [2-е изд.]. – К.: Медицина, 2008. – 400 с. – Переклад з укр. вид.: Медична хімія / За ред. В.О. Калібачук. – К.: Інтермед, 2006. – Авт. указаны на обороте тит. л.: ил., табл. – Вопросы и задания для самоконтроля в конце разд. – Пред. указат.: с. 394 – 399. – Библиогр.: с. 393 (15 назв.). – ISBN 978 – 966 – 8144 – 90 – 5.

#### **Без автора**

13. Проблеми біологічної типологічної та квантитативної лексикології = Problems of biological of Typological and Quantitative Lexicology: [зб. наук. праць / наук. ред. В.І. Каліущенко та ін.]. – Чернівці: Рута, 2007. – 310 с.: іл., табл. – Текст: укр., рос., англ. – Бібліогр. в кінці ст. – ISBN 978 – 966 – 568 – 897 – 6.
14. Історія біології / [автор тексту В. Клос]. – К.: Грані-Т, 2007. – 120 с.: іл., табл., портр. – (Грані світу науки). – ISBN 978 – 966 – 2923 – 73 – 5.
15. Токсикологія: довідник / [упорядкув., ст., пер. і прим. А.В. Шейчука]. – К.: Медицина, 2007. – 542, [1] с. – Бібліогр. в прим. в кінці розд. – ISBN 978 – 966 – 349 – 045.

#### **Багатотомний документ**

1. Історія Національної академії наук України: в 2-х ч. / [упоряд. Л.М. Яременко та ін.]; НАУ України, Нац. б-ка України ім. В.І. Вернадського, Ін-т архівознав., Ін-т укр. археографії та джерелознав. ім. М.С. Грушевського. – К.: Нац. б-ка України ім. В.І. Вернадського, 2007. – (Джерела з історії науки України). – Бібліогр. в підпорядк. прим. – ISBN 978 – 966 – 02 – 4254 – 8.  
Ч. 2: Додатки. – 2007. – 573, [1] с.: іл., табл. – Бібліогр.: с. 346 – 370 (2046 назв.). – Імен. покажч.: с. 529 – 554. – Геогр. покажч.: с. 555 – 565. – ISBN 978 – 966 – 02 – 4256 – 5 (в опр.).
2. Кучерявенко М.П. Курс генетики: Особлива частина: в 6 т. / Микола Кучерявенко. – Харків: Фоліо, 2002. – ISBN 966 – 957 – 54 – 6 – X.  
Т.4: Молекулярна генетика. – 2007. – 534 с. – Бібліогр. в прим. в кінці розд. – ISBN 966 – 8467 – 91 – 4 (в пер.).
3. Жлуктенко В.І. Теорія ймовірностей і математична статистика: навч.-метод. посібник [для студ. вищ. навч. заклад.]: У 2-х ч. – Ч. II. Математична статистика / В.І. Жлуктенко, С.І. Наконечний, С.С. Савіна; [Мін-во освіти і науки України; гриф: лист № 14 /18.2-183 від 27.02.2001 р.]. – К.: Київ. нац. економ. ун-т, 2001. – 336 с.: іл., табл. – Теор. запит. та завдання до теми в кінці теми. – Лаб. роб. після тем 14, 15. – Додатки: с. 242 – 246, 292 – 331. – Бібліогр.: с. 246 (4 назви). – ISBN 966 – 574 – 265 – 5.

#### **Матеріали симпозіумів, конференцій, семінарів і з'їздів**

1. Економіка, менеджмент, освіта в системі реформування агропромислового комплексу: матеріали Всеукр. конф. молодих учених-аграрників ["Молодь України і аграрна реформа"], (Харків, 11-13 жовт. 2000 р.) / М-во аграр. політики, Харків. держ. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва; редкол.: В. М. Нагаєв [та ін.]. – Х.: Харків. держ. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва, 2000. – 167 с.: іл., табл. – Бібліогр. в кінці доп. – ISBN 966-7392-31-7.
2. Кібернетика в сучасних економічних процесах: зб. текстів виступів на республік. міжвуз. наук.-практ. конф. / Держкомстат України, Ін-т статистики, обліку та аудиту. – К.: ІСОА, 2002. – 147 с.: іл., табл. – ISBN 966-8059-08-5.
3. Оцінка й обґрунтування продовження ресурсу елементів конструкцій: праці конф., 6-9 черв. 2000 р., Київ. Т. 2 / відп. ред. В. Т. Трошенко. – К.: НАН України, Ін-т пробл. міцності, 2000. – С. 559 – 956, XIII, [2] с. — (Ресурс 2000). – Текст парал.: укр., рос., англ. – Бібліогр. в кінці доп.
4. Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій = Problems of mechanics and strength of structures: зб. наук. пр. / наук. ред. В. І. Моссаковський. – Дніпропетровськ :

Навч. кн., 1999. – 215 с.: іл., табл. – Текст: укр., рос. – Бібліогр. в кінці ст. – ISBN 966-7056-81-3.

5. Ризикологія в економіці та підприємстві : зб. наук. праць за матеріалами міжнар. наук.-практ. конф., 27-28 берез. 2001 р. / М-во освіти і науки України, Держ. податк. адмін. України [та ін.]; редкол.: О. Д. Шаропов (голов. ред.) [та ін.]. – К.: КНЕУ: Акад. ДПС України, 2001. – 452 с. – Текст: укр., рос. – Бібліогр. в кінці ст. – ISBN 966-7257-60-6.

#### **Тези доповідей**

1. Литвин В.М. Втрати України в Другій світовій війні // Українська історична наука на сучасному етапі розвитку: II Міжнар. наук. конгрес укр. істориків. – Кам'янець-Подільський, 17-18 верес. 2003 р. – Кам'янець-Подільський – Київ – Нью-Йорк: Острог, 2005. – Т.1. – С. 23-26.

#### **Препринти**

1. Шиялев Б. А. Расчеты параметров радиационного повреждения материалов нейтронами источника ННЦ ХФТИ/ANL USA с подкритической сборкой, управляемой ускорителем электронов / Шиялев Б. А., Воеводин В. Н. – Х.: ННЦ ХФТИ, 2006. – 19 с.: ил., табл. – (Препринт / НАН Украины, Нац. науч. центр "Харьков. физ.-техн. ин-т"; ХФТИ 2006-4). – Библиогр.: с. 18-19 (23 назв.).
2. Панасюк М. І. Про точність визначення активності твердих радіоактивних відходів гамма-методами / Панасюк М. І., Скорбун А. Д., Спілошної Б. М. – Чорнобиль : Ін-т пробл. безпеки АЕС НАН України, 2006. – 7, [1] с.: іл., табл. – (Препринт / НАН України, Ін-т пробл. безпеки АЕС; 06-1). – Бібліогр.: с. 8.

#### **Словники та довідники**

1. Географія: словник-довідник / [авт.-уклад. Ципін В. Л.]. – Х.: Халімон, 2006. – 175, [1] с.: табл. – Алф. покажч. ст.: с. 166-175. – ISBN 978-966-2011-05-0.
2. Тимошенко З. І. Болонський процес в дії: слов.-довід. основ. термінів і понять з орг. навч. процесу у вищ. навч. закл. / З. І. Тимошенко, О. І. Тимошенко; Європ. ун-т. – К.: Європ. ун-т, 2007. – 57 с.: табл. – ISBN 966-301-090-8.
3. Українсько-німецький тематичний словник = Ukrainisch-deutsches thematisches Wörterbuch : [близько 15 000 термінів / уклад. Н. Яцко та ін.]. – К.: Карпенко, 2007. – 219 с. – ISBN 966-8387-23-6.
4. Європейський Союз: словник-довідник / [ред.-упоряд. М. Марченко]. – 2-ге вид. – К.: К.І.С., 2006. – 138 с.: іл., табл. – ISBN 966-8039-97-1.

#### **Атласи**

1. Україна: екол.-геогр. атлас: присвяч. всесвіт. дню науки в ім'я миру та розв. згідно з рішенням 31 сесії ген. конф. ЮНЕСКО / [наук. редкол.: С. С. Куруленко та ін.]; Рада по вивч. продукт. сил України НАН України [та ін.]. – К.: Варта, 2006. – 217, [1] с.: іл., табл., портр., карти. – ISBN 966-585-199-3 (в опр.).
2. Анатомія пам'яті: атлас схем і рисунків провід. шляхів і структур нервової системи, що беруть участь у процесах пам'яті : посіб. для студ. та лікарів / О.Л. Дроздов, Л. А. Дзяк, В. О. Козлов, В. Д. Маковецький. – 2-ге вид., розшир. та доповн. – Дніпропетровськ: Пороги, 2005. – 218 с.: іл., табл. – Бібліогр.: с. 217-218. – ISBN 966-7985-93-8.
3. Куерда Х. Атлас ботаніки / Хосе Куерда; [пер. з ісп. В. Й. Шовкун]. – Х.: Ранок, 2005. – 96 с.: іл. – Алф. покажч.: с. 94-96. – ISBN 966-672-178-3.

#### **Законодавчі та нормативні документи**

1. Кримінально-процесуальний кодекс України : за станом на 1 груд. 2005 р. / Верховна Рада України. – Офіц. вид. – К.: Парлам. вид-во, 2006. – 207 с. – (Бібліотека офіційних видань). – ISBN 966-611-412-7.
2. Медична статистика: зб. нормат. док. / упоряд. та голов. ред. В. М. Заболотько; М-во охорони здоров'я України, Голов. упр. охорони здоров'я та мед. забезп. м. Києва, Київ.

міськ. наук. інформ.-аналіт. центр мед. статистики. – К.: МНІАЦ мед. статистики: Медінформ, 2006. – 459 с.: табл. – (Нормативні директивні правові документи). – ISBN 966-8318-99-4 (в опр.).

3. Експлуатація, порядок і терміни перевірки запобіжних пристроїв посудин, апаратів і трубопроводів теплових електростанцій: СОУ-Н ЕЕ 39.501:2007. – Офіц. вид. – К.: ГРІФРЕ: М-во палива та енергетики України, 2007. – VI, 74 с.: іл., табл. – (Нормативний документ Мінпаливенерго України. Інструкція). – Бібліогр.: с. 73.

#### **Стандарти**

1. Графічні символи, що їх використовують на устаткуванні. Показчик та огляд (ISO 7000:2004, IDT): ДСТУ ISO 7000: 2004. – [Чинний від 2006-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України 2006. – IV, 231 с.: табл. – (Національний стандарт України).
2. Якість води. Словник термінів: ДСТУ ISO 6107-1:2004 – ДСТУ ISO 6107-9:2004. – [Чинний від 2005-04-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 181 с.: табл. – (Національні стандарти України). – Текст: нім., англ., фр., рос., укр.
3. Вимоги щодо безпечності контрольно-вимірювального та лабораторного електричного устаткування. Частина 2-020. Додаткові вимоги до лабораторних центрифуг (EN 61010-2-020:1994, IDT): ДСТУ EN 61010-2-020:2005. – [Чинний від 2007-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – IV, 18 с.: табл. – (Національний стандарт України).

#### **Каталоги**

1. Межгосударственные стандарты: каталог: в 6 т. / [сост. Ковалева И. В., Павлюкова В. А.; ред. Иванов В. Л.]. – Львов: НТЦ "Леонорм-стандарт, 2006 – . – (Серия "Нормативная база предприятия"). – ISBN 966-7961-77-X. Т. 5. – 2007. – 264 с. – ISBN 966-7961-75-3. Т. 6. – 2007. – 277 с.: табл. – Библиогр.: с. 277 (6 назв.). – ISBN 966-7961-76-1.
2. Пам'ятки історії та мистецтва Львівської області: каталог-довідник / [авт.-упоряд. М. Зобків та ін.]; Упр. культури Львів. облдержадмін., Львів. іст. музей. – Львів: Новий час, 2003. – 160 с.: іл., табл. – ISBN 966-96146-0-0.
3. Університетська книга: осінь, 2003: [каталог]. – [Суми: Унів. кн., 2003]. – 11 с.: іл.
4. Горницкая И.П. Каталог растений для работ по фитодизайну / Горницкая И. П., Ткачук Л. П.; Донец. ботан. сад НАН Украины. – Донецк: Лебедь, 2005. – 228 с., [4] л. ил.: табл. – Библиогр.: с. 226-227 (28 назв.). – Алф. указ. рус. и латин. назв. растений: с. 181-192. – ISBN 966-508-397-X (в пер.).

#### **Бібліографічні покажчики**

1. Куц О.С. Бібліографічний покажчик та анотації кандидатських дисертацій, захищених у спеціалізованій вченій раді Львівського державного університету фізичної культури у 2006 році: спец.: 24.00.01 – олімп. і проф. спорт, 24.00.02 – фіз. культура, фіз. виховання різних груп населення, 24.00.03 – фіз. реабілітація / О. Куц, О. Вацеба; Львів. держ. ун-т фіз. культури. – Львів: Укр. технології, 2007. – 74 с.: табл. – Текст: укр., рос., англ.
2. Систематизований покажчик матеріалів з кримінального права, опублікованих у Віснику Конституційного Суду України за 1997-2005 роки / М-во внутр. справ України, Львів. держ. ун-т внутр. справ; [уклад. Кирись Б. О., Потлань О. С.]. – Львів: Львів. держ. ун-т внутр. справ, 2006. – 11 с. – (Серія: Бібліографічні довідники; вип. 2).

#### **Дисертації**

1. Петров П.П. Активність молодих зірок сонячної маси: Дис. на здобуття наук. ступеня доктора фіз.-мат. наук: спец. 01.03.02 / П.П. Петров; Київ. техн. ун-т. – Захищена 09.12.2005; Затв. 09.03.2006. – К., 2005. – 276 с.: іл., табл. – Бібліогр.: с. 240-276 (320 назв).

#### **Автореферати дисертацій**

1. Новосад І.Я. Технологічне забезпечення виготовлення секцій робочих органів гнучких гвинтових конвеєрів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.02.08 "Технологія машинобудування" / І. Я. Новосад; Тернопіл. держ. техн. ун-т ім. Івана Пулюя. – Тернопіль, 2007. – 20, [1] с., включ. обкл.: іл. – Бібліогр.: с. 17-18.
2. Нгуен Ші Данг. Моделювання і прогнозування макроекономічних показників в системі підтримки прийняття рішень управління державними фінансами: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.13.06 "Автоматиз. системи упр. та прогрес. інформ. технології" / Нгуен Ші Данг; Нац. техн. ун-т України "Харків. політехн. ін-т". – К., 2007. – 20 с.: іл., табл. – Бібліогр.: с. 17-18.

#### **Складові частини книги, періодичного, продовжуваного видання, збірника, журналу**

1. Козіна Ж. Л. Теоретичні основи і результати практичного застосування системного аналізу в наукових дослідженнях в області біології / Ж. Л. Козіна // Теорія та методика біологічних досліджень. – 2007. – № 6. – С. 1–18, 35–38. – Бібліогр.: с. 38 (10 назв).
2. Гранчак Т. Інформаційно-аналітичні структури бібліотек в умовах демократичних перетворень / Тетяна Гранчак, Валерій Горовий // Бібліотечний вісник. – 2006. – № 6. – С. 14-17.
3. Валькман Ю. Р. Моделирование НЕ-факторов – основа интеллектуализации компьютерных технологий / Ю. Р. Валькман, В. С. Быков, А. Ю. Рыхальский // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2007. – № 1. – С. 39 – 61. – Библиогр.: с. 59 – 61 (15 назв).
4. Ма Шуїн. Проблеми психологічної підготовки в системі біологічної освіти / Ма Шуїн // Теорія та методика біологічних досліджень. – 2007. – № 5. – С. 12 – 14. – Бібліогр.: с. 14.
5. Регіональні особливості смертності населення України / Л. А. Чепелевська, Р. О. Моїсеєнко, Г. І. Баторшина [та ін.] // Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України. – 2007. – № 1. – С. 25 – 29. – Бібліогр.: с. 29.
6. Валова І. Нові принципи угоди Базель II / І. Валова; пер. з англ. Н. М. Середи // Банки та банківські системи. – 2007. – Т. 2, № 2. – С. 13 – 20. – Бібліогр.: с. 20.
7. Зеров М. Поетична діяльність Куліша // Українське письменство XIX ст. Від Куліша до Винниченка: (нариси з новітнього укр. письменства): статті / Микола Зеров. – Дрогобич, 2007. – С. 245–291.
8. Третьяк В. В. Возможности использования баз знаний для проектирования технологии взрывной штамповки / В. В. Третьяк, С. А. Стадник, Н. В. Калайтан // Современное состояние использования импульсных источников энергии в промышленности: Междунар. науч.-техн. конф, 3–5 окт. 2007 г.: тезисы докл. – Х., 2007. – С. 33.
9. Чорний Д. Міське самоврядування: тягарі проблем, принади цивілізації / Д. М. Чорний // По лівий бік Дніпра: проблеми модернізації міст України: (кінець XIX – початок XX ст.) / Д. М. Чорний. – Х., 2007. – Розд. 3. – С. 137–202.
10. Литвин В.М. Акт проголошення незалежності України // Енциклопедія історії України. – К., 2003. – Т.1: А-В. – С.57-58. – Бібліогр.: с. 58 (10 назв).
11. Василенко Н.Є. Громадсько-політична та культурно-освітня діяльність І.М.Труби // Питання історії України. Історико-культурні аспекти: Зб. наук. праць. – Дніпропетровськ, 1993. – С.72-79.
12. Шийчук А.В. Прямое определение числа разрывов макромолекул по измерениям характеристической вязкости // Украин. хим. журнал. – 1994. – Т.60, № 1. – С. 106 – 108.
13. Giltrow J.P. The influence of temperature on the wear of carbon fiber reinforced resins // ASLE Trans. – 1973. – Vol. 16, N 2. – P. 83 – 90.
14. Влияние динамических нагрузок на изнашивание полимеров, наполненных дисперсными и волокнистыми материалами / Г.А. Сиренко, В.П. Свидерский, И.И. Новиков и др. // Трение и износ. – 1986. – Т. 7. – № 1. – С. 136 – 147.
15. Wear transfer films formed by carbon fiber reinforced epoxy resin on stainless steel / W. Bonfield, B.C. Edwards, A.J. Markham, J.R. White // Wear. – 1976. – Vol. 8, N 1. – P. 113 – 121.



### Електронні ресурси

1. Богомольний Б. Р. Медицина екстремальних ситуацій : навч. посіб. для студ. мед. вузів III–IV рівнів акредитації / Б.Р. Богомольний, В.В. Кононенко, П.М. Чуев. – 80 Min / 700 MB. – Одеса: Одес. мед. ун-т, 2003. – (Бібліотека студента-медика = Medical student's library: започатк. 1999 р.) – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM) ; 12 см. – Систем. вимоги: Pentium; 32 Mb RAM ; Windows 95, 98, 2000, XP; MS Word 97-2000. – Назва з контейнера.
2. Розподіл населення найбільш численних національностей за статтю та віком, шлюбним станом, мовними ознаками та рівнем освіти [Електронний ресурс]: За даними Всеукр. перепису населення 2001 р. / Держ. ком. статистики України. Ред.О.Г.Осауленко. – К.: CD-вид-во «Інфодиск», 2004. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM), цв; 12 см. – (Всеукр. перепис населення, 2001). – Систем. вимоги: Pentium-266; 32 Mb RAM; CD ROM Windows 98/2000/NT/XP. – Заголовок з титул. екрану.
3. Спадщина [Електронний ресурс]: Альм. Укранознав. Самвидав. 1988-2000 р.р. Вип 1-4 / Ред. альм. М.І.Жарких. – Електрон. текстові дані (150 Мб). – К.: Корона тор, 2005. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM), цв; 12 см. – Систем. вимоги: Windows 95/98/ME/NT4/2000/XP. Acrobat Reader. – Заголовок з титул. екрану.
4. Бібліотека і доступність інформації у сучасному світі: електронні ресурси науки, культурі та освіті: (Підсумки 10-ї Міжнар. конф. «Крим-2003»). [Електронний ресурс] / Л.Й.Костенко, А.О. Чекмарьов, А.Г.Бровкін, І.А.Павлуша // Бібл. Вісн. – 2003. – №4. – С.43. – Режим доступу до журн. <http://www.nbu.gov.ua/articles/2003/03klinko.htm>
5. Форум: Електрон. інформ. бюл. – 2005. № 118 – Режим доступу <http://www.mcforum.vinnitsa.com/mail-list/118.html>. – Заголовок з екрану.

### Посібники

1. Система оперативного управління підприємством «GroosBeeXXI» Версія 3.30. Рук. користувача. Ч.5, гл.9. Підсистема учета производства / Сост. С. Беслик. – Днепропетровск: Арт-Прес, 2002. – 186 с: ил., табл. – Библиогр.: с. 166-180 (240 наим.).

### Звіт про науково-дослідну роботу

1. Проведение испытаний и исследований теплотехнических свойств камер КХС-2-12-В3 и КХС-2-12-КЗЮ: Отчет о НИР (промежуточ.) / Всесоюз. заоч. ин-т пищ. пром-ти. – ОЦО 102ТЭ; № ГР 800571; Инв. № В 119692. – М., 1981. – 90 с.

### Авторські свідоцтва на винаходи

1. Линейный импульсный модулятор: А.с. 1626362, Украина. МКИ НОЗК7/02 / В.Г.Петров. –№4653428/21; Заявл. 23.03.92; Опубл. 30.03.93, Бюл. № 13. –4 с.: ил.

### Патенти на винаходи

1. Масильна композиція: Пат. 18077А, Україна. МКИ С10М1/28; С10М1/18 / Г.О. Сіренко, В.І. Кириченко, Л.М. Кириченко, В.П. Свідерський. – № 95031240; Заявл. 20.03.95; Опубл. 17.06.97, Бюл. № 5. – 5 с
2. Microfilming system with zone controlled adaptive lighting: Пат. 4601572, США. МКИ G 03 В 27 / D.S.Wise (США); McGraw-Hill Inc. – №721205; Заявл. 09.04.85; Опубл. 22.06.86, НКІ 355/68. – 3 с.

### Збірники наукових праць

1. Пластичные смазки и твердые смазочные покрытия: Труды Всесоюз. науч.-исследов. ин-та нефтеперерабат. промышл. / Под ред. Е.М. Никонорова. – М.: Химия. – 1969. – Вып. XI. – 288 с.: ил., табл. – Библиогр. в конце ст.
2. Обчислювальна і прикладна математика: Зб. Наук.праць. – К.: Либідь, 1993. – 99 с.: ил., табл. – Библиогр. в кінці ст.
3. Сиренко Г.А., Свідерський В.П., Тараненко С.Н. Теплофизические и антифрикционные свойства композитов на основе термостойких полимеров // Проблемы изнашивания: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – К.: Техніка, 1992. – Вып. 42. – С. 36 – 38: ил., табл. – Библиогр.: с. 38 (15 наимен.).

Скорочена назва міста видавництва: К.(Київ); М.(Москва); Л.(Ленінград); Спб.(Санкт-Петербург); М.-Л.(Москва-Ленінград); Київ-Харків; Львів; Харків; Івано-Франківськ тощо.

Після літератури подаються

- **Відомості про автора (авторів):** прізвище, ім'я, по-батькові, науковий ступінь, вчене звання, посада, повна поштова адреса, адрес для листування, роб. і дом. тел., моб.тел., факс, e-mail, інші дані про автора для зацікавлення читачів.
- **Рецензент:** Прізвище, ініціали, вчене звання, науковий ступінь, посада, установа. Наприклад: Сіренко Г.О., професор, доктор технічних наук, завідувач кафедри теоретичної і прикладної хімії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

**Зауваги до тексту:**

- У **назві статті** не допускається запис скорочень, навіть загальноприйнятих.
- **Всі одиниці** розмірностей повинні бути у Міжнародній системі одиниць (SI).
- **Рівняння** необхідно друкувати у редакторі формул MS Equation Editor та давати визначення величин, що з'являються в тексті вперше. Допускається написання формул на А-4 над двома колонками. Всі математичні та хімічні рівняння повинні мати наскрізну нумерацію в дужках (...) справа.
- **Таблиці** повинні бути виконані на окремих сторінках у табличних редакторах. Нумерація таблиць (таблиця 1) без крапки, під нею – назва таблиці, якщо таблиця переноситься на наступну сторінку, то над таблицею друкують: «Продовження табл.1» і повторюють назви колонок. Назви колонок друкують із заглавної літери. Допускається розміщення таблиць на А-4 над двома колонками тексту.
- **Рисунки** виконуються шириною до 80 мм або до 160 мм. Кожен рисунок подається на окремому аркуші (на зворотній стороні вказують номер рисунка, прізвище першого автора та скорочену назву до рисунку). Товщина вісі на графіках повинна складати ~ 0,5 pt, товщина кривих ~ 1,0 pt. Рисунки повинні бути якісні, розміри підписів до осей та скалі ~ 10 та 12 pt при вказаних розмірах відповідно. Допускається розміщення рисунка до 80 мм над однією з колонок тексту, а до 160 мм над двома колонками тексту.
- **Підписи до рисунків і таблиць** (у кінці тексту крапка не ставиться) друкуються на окремому аркуші через 1 інтервал 10-12 кеглем, наприклад:

Рис.1. Двовимірні перерізи функції відгуку коефіцієнта тертя в кінці другого етапу при фіксованому значенні вмісту твердого мастила  $C_{MOS2} = 9\%$  ( $X_1 = 0$ ) та фіксованому часі змішування композиції.

Рис. 2. – Об'ємний (масовий) розподіл Вейбулла (а) і гамма-розподіл (б) за довжинами вуглецевого волокна УТМ-8 після подрібнення довгих (3–15мм) волокон в дробарці МРП-1 протягом:  
1 – 3; 2 – 5; 3 – 8; 4 – 10; 5 – 15; 6 – 20; 7 – 30хв.

Таблиця 1. Термомеханічні характеристики епоксидних композицій

**Зауваження:**

- У тексті статті посилаються: рис. 1; рис. 1-3, рис. 1,2; рис. 1.4,6-8; табл. 1; табл. 2-4, табл. 1.5; табл. 3.4.7-9.
- Якщо табл. 1 переноситься на наступну сторінку, то переносять і її назву у формі:  
Продовження табл. 2.

При цьому повторюється головка таблиці.

- **Ілюстрації** приймаються до друку тільки високоякісні, підписи і символи в які повинні бути вдруковані. Не приймаються до друку негативи і слайди.
- **Світлинні (фотографії)** повинні надаватися у вигляді оригінальних відбитків.

**3. Електронна версія Вісника Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. Серія Хімія. Вип. V (2008) прийнята до загальнодержавного електронного депозитарію наукових видань для зберігання в Національній бібліотеці України імені В.І. Вернадського і представлена на порталі наукової періодики НАНУ.**

**РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ**

## ЗМІСТ

### ФІЗИЧНА І КОЛОЇДНА ХЕМІЯ

А.О. Шийчук, Г.О. Сіренко. Спектральні зміни барвника катйонний синій 41  
під час взаємодії із карбоксиметилцелюлозою.....4

### ХЕМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ

С.В. Федорченко, С.А. Курта, М.Я. Горланова, М.С. Курта. Дослідження  
синтезу форконденсату для карбамідоформальдегідних смол.....13  
О.М. Хацевич. Технологія переробки полімінеральної калійної руди з  
конверсією важкорозчинних мінералів у каїніт. Кристалізація шеніту.....19

### ХЕМІЯ ТВЕРДОГО ТІЛА

Г.М. Окрепка, З.Ф. Томашик, В.М. Томашик. Взаємодія монокристалів  
CdTe та твердих розчинів  $Zn_xCd_{1-x}Te$  з травильними композиціями  
 $HNO_3-HBr$ -розчинник.....23

### СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ В ХЕМІЧНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

М.П. Матківський, В.М. Случик. Екологічний менеджмент:  
законодавство Європейського Союзу та українські перспективи.....34

### НАВЧАЛЬНІ ПРОГРАМИ З ХЕМІЇ

Г.О. Сіренко, Л.Я. Мідак, О.В. Шийчук. Навчальна програма поглибленого  
вивчення курсу «Фізична хемія: 4. Хемічна кінетика та каталіз»  
(для студентів спеціальності «Хемія»).....39  
Г.О. Сіренко, О.В. Кузишин. Навчальна програма поглибленого  
вивчення курсу «Колоїдна хемія» (Фізична хемія поверхневих явищ  
та дисперсних систем) (для студентів спеціальності «Хемія»).....49

### НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ РОЗРОБКИ

Г.О. Сіренко, О.В. Кузишин, Л.В. Базюк. Фізична хемія: 1. Хемічна  
термодинаміка (курс лекцій): 1. Фізична хемія як наука і предмет.....65

### МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ ХЕМІЇ

І.Д. Сиротинська, А.Л. Романюк, Н.С. Леочко, А.М. Ерстенюк. Особливості  
викладання хемії слухачам підготовчого відділення факультету підготовки  
іноземних громадян.....78

## УКРАЇНСЬКА ХЕМІЧНА ТЕРМІНОЛОГІЯ ТА НОМЕНКЛАТУРА

Г.О. Сіренко, Л.Я. Мідак, Б.М. Гуцуляк. Літературні джерела інформації  
з хемічної та іншої наукової термінології та номенклатури.....83

### ТРИБОПОВЕРХНЕВІ ЯВИЩА

Г.О. Сіренко, Л.М. Солтис. Трибоповерхневі властивості карбопластика  
під час тертя по шорсткій ізотропній металевій поверхні в дистильованій воді.....99

**ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ**.....102

## CONTENT

### PHYSICAL AND COLLOIDAL CHEMISTRY

A.O. Shyichuk, H.O. Sirenko. Alternations in Spectra of Basic Blue 41 Dye Due to Interactions between the Dye and Carboxymethyl Cellulose.....4

### CHEMICAL TECHNOLOGY

S.V. Fedorchenko, S.A. Kurta, M.Ya. Horlanova, M.S. Kurta. The investigation of synthesis of forcondensate for urea-formaldehyde resins.....13

O.M. Khatsevych. Technology of processing polymineral potassium ore with conversion of difficult dissolvent minerals into kainite. Crystallization of shenite.....19

### CHEMISTRY OF SOLID STATE

V.G. Ivanits'ka, Z.F. Tomashyk, V.M. Tomashyk. Interaction of the different orientated CdTe single crystal surfaces with the solutions based on  $I_2$  and  $H_2O_2$ -HI.....23

### STANDARDIZATION AND LABOUR PROTECTION IN CHEMICAL INDUSTRY

M.P. Matkivsky, V.M. Sluchyk. Ecological management: legislation of European Union and Ukrainian prospects.....34

### CURRICULUMS OF CHEMISTRY

H.O. Sirenko, L.Ya. Midak, O.V. Shyichuk. Curriculum of deep study of course "Physical chemistry: Chemical kinetics and catalysis" (for the students of speciality "Chemistry").....39

H.O. Sirenko, O.V. Kuzyshyn. Curriculum of deep study of course "Colloidal chemistry" (Physical chemistry of superficial phenomena and dispersible systems) (for the students of speciality "Chemistry").....49

### APPLIANCES

H.O. Sirenko, O.V. Kuzyshyn, L.V. Bazyuk. Physical chemistry:  
1. Chemical thermodynamics (course of lectures):  
1. Physical chemistry as science and object.....65

### METHODS OF CHEMISTRY TEACHING

I.D. Syrotynska, A.L. Romanyuk, N.S. Leochko, A.M. Erstenyuk. Specific of chemistry teaching with foreign citizens training department students.....78

### UKRAINIAN CHEMICAL TERMINOLOGY AND NOMENCLATURE

H.O. Sirenko, L.Ya. Midak, B.M. Guculyak. Literary sources from chemical and other scientific terminology and nomenclature.....83

### TRIBOSURFACE PHENOMENA

H.O. Sirenko, L.M. Soltys. Tribosurface properties of carbonplastic in friction on rough isotropic metal surface in distillation water.....99

**RULES FOR AUTHORS**.....102

Міністерство освіти і науки України  
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Наукове видання

**ВІСНИК**

**Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника**

**Серія Хімія. Випуск VIII. 2009.**

Видається з 1995 р.

Адреса редакційної колегії:

76000, м. Івано-Франківськ, вул. Галицька, 201, авд. 718 (7 поверх).

Тел. 0342.71.49.26; 0342.77.64.15; 096.813.93.53.

Ministry of Education and Science of Ukraine  
Precarpathian National University named after Vasyl Stefanyk

NEWSLETTER

Precarpathian National University named after Vasyl Stefanyk

Herald. Chemisry. Part VIII. 2009.

Published since 1995

Editorial address:

Institute of Natural Scienses, Precarpathian National University named after Vasyl Stefanyk,

201, Galytska Str., Ivano-Frankivsk, 76000, Ukraine.

Tel. 0342.71.49.26; 0342.77.64.15; 096.813.93.53.

**Листування**

Катедра теоретичної і прикладної хемії,

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,

вул. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ, 76025, Україна.

E-mail: sirenkog@rambler.ru

**Correspondence**

Department Theoretical and Applied Chemistry,  
Precarpathian National University named after Vasyl Stefanyk,

57, Shevchenko Str., Ivano-Frankivsk, 76025, Ukraine.

E-mail: sirenkog@rambler.ru

Головний редактор: Миронюк І.Ф.

Старший редактор: Головчак В.

Літературний редактор: Сіренко Г.О.

Відповідальний за випуск: Солтис Л.М.

Комп'ютерний набір: автори статей.

Правка і верстка: Солтис Л.М.

Технічний редактор: Кузишин О.В.

Коректор: Гриців Н.

Під загальною редакцією доктора технічних наук, професора Сіренка Г.О.

Наукове видання зареєстроване Міністерством юстиції України.

Свідоцтво про державну реєстрацію серія КВ № 13140-2024 від 25.07.2007 р.

«Вісник Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. Серія Хімія»  
затверджений Постановою Президії ВАК України № 1-05/2 від 27.05.2009 р. як фахове видання

Передполіграфічна підготовка – Солтис Л.М.

Підписано до друку 10.11.2009 р. Формат 60×84/8. Папір офсетний.

Гарнітура «Times New Roman». Умовн. друк. арк. – 13,5. Замов. 29. Наклад 100 примір.

**Видавець**

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

76000, м. Івано-Франківськ, вул. С.Бандери, 1, тел. 0342.71.56.22

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

ДК № 2718 від 12.12.2006.

НБ ПНУС



765173