

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки  
Кафедра неорганічної та фізичної хімії

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної і  
навчальної роботи та рекрутації  
проф. Таврилюк С. В.

Протокол № 4 від 18.04.2018 р.

**ПРОГРАМА**

вибіркової навчальної дисципліни

**ДІАГРАМИ СТАНУ БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ СИСТЕМ**

(назва дисципліни)

підготовки магістра  
(назва освітнього ступеня)

спеціальності 102 Хімія  
(шифр і назва спеціальності)

освітньої програми Хімія  
(назва освітньої програми)

**Програма навчальної дисципліни «ДІАГРАМИ СТАНУ БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ СИСТЕМ»** підготовки магістра галузі знань: 10 «Природничі науки», спеціальності: 102 «Хімія», за освітньої програмою: «Хімія».

**Розробник:** Піскач Людмила Василівна, к. хім. н., доцент

**Рецензент:** доцент кафедри органічної хімії та фармації Марушко Л. П., к. хім. н., доцент

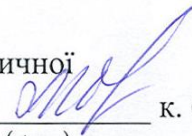
**Програма навчальної дисципліни затверджена на засіданні кафедри неорганічної та фізичної хімії**

Протокол № 10 від 19.03. 2018 р.

Завідувач кафедри:  д. хім. н., проф. Олексейук І. Д.  
(підпис)

**Програма навчальної дисципліни схвалена науково-методичною комісією хімічного факультету**

Протокол № 7 від 12.04 2018 р.

Голова науково-методичної комісії факультету  к. біол. н., доц. Музиченко О. С.  
(підпис)

**Програма навчальної дисципліни схвалена науково-методичною радою Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки**

## ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Таблиця 1

| Найменування показників                | Галузь знань,<br>спеціальність,<br>освітня програма,<br>освітній ступінь | Характеристика навчальної<br>дисципліни |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Денна форма навчання                   | Галузь знань:<br><b>10 «Природничі науки»</b>                            | <b>Нормативна</b>                       |
|                                        |                                                                          | <b>Рік навчання: 5-й</b>                |
| Кількість годин / кредитів:<br>180 / 6 | Спеціальність:<br><b>102 «Хімія»</b>                                     | <b>Семестр: 10-й</b>                    |
|                                        |                                                                          | <b>Лекції: 16 год.</b>                  |
|                                        | Освітня програма:<br><b>«Хімія»</b>                                      | <b>Лабораторні: 44 год.</b>             |
|                                        |                                                                          | <b>Самостійна робота: 110 год.</b>      |
| ІНДЗ: немає                            | Освітній ступінь:<br><b>магістр</b>                                      | <b>Консультації: 10 год.</b>            |
|                                        |                                                                          | <b>Форма контролю: екзамен</b>          |

### 1. АНОТАЦІЯ КУРСУ:

**Мета вивчення дисципліни** “Діаграми стану багатокомпонентних систем” – забезпечити розвиток спеціальних компетентностей майбутніх магістрів; поглиблення, поширення та узагальнення отриманих теоретичних знань студентів по діаграмах стану різних систем, що широко застосовуються у виробництві в Україні та в світі; формування сучасних науково-теоретичних і практичних основ різних типів діаграм стану потрійних і більш складних систем, з використанням фізико-хімічного аналізу (ФХА), який представляє собою системно-графічний підхід до дослідження та аналізу залежності властивостей фазових систем від будь-яких факторів і, в першу чергу, залежності температур фазових рівноваг систем від їх складу; придбання навичок творчого використання отриманих знань для прийняття практичних рішень по інтенсифікації і вдосконаленню технологічного процесу.

#### **Завдання курсу:**

- розширити знання студентів про трикомпонентні та багатокомпонентні системи;
- знати значення, прийоми і правила вживання методів фізико-хімічного аналізу для вивчення багатокомпонентних систем;
- вміти здійснювати побудову, опис та аналіз робочих діаграм складних систем і виконувати з їх допомогою багатоваріантні графоаналітичні розрахунки виробничих циклів, вміти обґрунтувати вибір раціональних технічних рішень та оптимальних технологічних параметрів для їх практичної реалізації;
- знати стан вітчизняної сировинної бази та можливості використання різних її джерел для організації виробництва різних сплавів та водно-солевих систем.

Під час лабораторних занять та самостійної роботи студенти **набувають необхідних умінь та навичок:**

- виконувати хімічний експеримент як засіб навчання;
- володіти різноманітними методами фізико-хімічного аналізу та різними методами розв’язування розрахункових і експериментальних задач з курсу;
- переносити систему наукових хімічних знань у площину навчального предмета;

- використовувати знання, пов'язані з фазовими рівновагами діаграм, у навчальній практиці і подальшій професійній діяльності;
- розуміти закономірності у зміні властивостей залежно від складу в потрійних і багатокомпонентних сплавах;
- володіти сучасними методами наукового дослідження та комп'ютерних технологій;
- застосовувати теоретичні знання, розуміння та практичні навички для розв'язування науково-прикладних задач синтезу і аналізу отриманих багатокомпонентних систем;
- вміти застосовувати методи фізико-хімічного для аналізу багатокомпонентних систем в технології неорганічних речовин;
- здійснювати графоаналітичні розрахунки на основі робочих діаграм і вміти обґрунтувати вибір раціональних технічних рішень та оптимальних технологічних параметрів для їх практичної реалізації;
- застосовувати системний підхід, інтегруючи знання з інших дисциплін та враховуючи нетехнічні аспекти, під час розв'язання теоретичних і прикладних задач обраної області наукових досліджень;
- вміти організувати науково-дослідні, експериментальні роботи та оптимізувати їх проведення.

Програма складена відповідно до навчального плану підготовки магістра галузі знань: 10 «Природничі науки», спеціальності: 102 «Хімія» (освітня програма: «Хімія») та з урахуванням кредитно-трансферної системи організації навчального процесу.

## 2. КОМПЕТЕНЦІЇ

Вивчення дисципліни “Діаграми стану багатокомпонентних систем” формує у студентів наступні **компетенції**:

- здатність застосовувати знання, розуміння та практичні навички для розв'язування задач синтезу та аналізу досліджуваних багатокомпонентних систем;
- здатність вибирати методи розв'язування науково-прикладної задачі, критично оцінювати отримані результати та захищати прийняті рішення;
- здатність розуміти значення, прийоми і правила застосування методів фізико-хімічного аналізу для вивчення багатокомпонентних систем як теоретичної основи технології неорганічних речовин;
- здатність здійснювати побудову робочих діаграм і виконувати з їх допомогою багатоваріантні графоаналітичні розрахунки, вміти обґрунтувати вибір раціональних технічних рішень та оптимальних технологічних параметрів для їх практичної реалізації;
- здатність до організації науково-дослідних, експериментальних робіт та навчального процесу;
- здатність застосовувати сучасні методи й освітні технології, у тому числі й інформаційні, для забезпечення якості навчально-виховного процесу в ВНЗ;
- здатність до комплексного планування, організації та здійснення навчальних проектів, підготовки звітної документації та презентацій.

### 3. ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Таблиця 2

| №<br>п./п                        | Тема                                                                                                                                                            | Кількість годин відведених на: |        |             |             |              |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------|-------------|-------------|--------------|
|                                  |                                                                                                                                                                 | Усього                         | Лекції | Лабораторні | Самостій-на | Консультації |
| Модуль 1                         |                                                                                                                                                                 |                                |        |             |             |              |
| Змістовий модуль 1               |                                                                                                                                                                 |                                |        |             |             |              |
| Тема 1                           | Вступ.                                                                                                                                                          | 3                              | 1      | 2           |             |              |
| Теми 2                           | Геометричні основи потрійних систем.                                                                                                                            | 12                             | 1      | 4           | 6           | 1            |
| Тема 3                           | Діаграми стану потрійних систем з біваріантними рівновагами.                                                                                                    | 15                             | 2      | 4           | 8           | 1            |
| Тема 4                           | Діаграми стану потрійних систем з моноваріантними рівновагами                                                                                                   | 15                             | 2      | 4           | 8           | 1            |
|                                  | Діаграми стану потрійних систем з нонваріантними рівновагами                                                                                                    | 15                             | 2      | 4           | 8           | 1            |
| Модульна контрольна № 1          |                                                                                                                                                                 |                                |        |             | 10          |              |
| Змістовий модуль 2               |                                                                                                                                                                 |                                |        |             |             |              |
| Теми 5, 6                        | Потрійні системи з утворенням подвійних і потрійних сполук                                                                                                      | 32                             | 4      | 12          | 14          | 2            |
| Тема 7                           | Інші види діаграм стану трикомпонентних систем.                                                                                                                 | 20                             | 2      | 8           | 8           | 2            |
| Теми 8                           | Закономірності побудови діаграм стану потрійних і багатокомпонентних систем. Поняття про методи розрахунку діаграм стану потрійних і багатокомпонентних систем. | 18                             | 2      | 6           | 8           | 2            |
| Модульна контрольна № 2          |                                                                                                                                                                 |                                |        |             | 10          |              |
| Модуль 2                         |                                                                                                                                                                 |                                |        |             |             |              |
| Підготовка та складання екзамену |                                                                                                                                                                 |                                |        |             | 30          |              |
| Всього годин                     |                                                                                                                                                                 | 180                            | 16     | 44          | 110         | 10           |
|                                  |                                                                                                                                                                 | 180                            |        |             |             |              |

### 5. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ

На самостійну роботу виноситься:

- підготовка до лекцій та лабораторних занять ;
  - виконання лабораторних робіт і підготовка звітів.
1. Підготовка до проведення лабораторних робіт здійснюється студентом згідно з детальним планом лабораторного заняття. Оцінюється перед кожною лабораторною роботою при усному опитуванні стосовно змісту техніки експерименту відповідної роботи.
  2. Рішення вправ – оцінюється опитуванням чи тестуванням в процесі лабораторної роботи. Для самоконтролю студентам пропонується завдання з кожної теми (наведені

в інструкціях до лабораторних робіт).

3. Засвоєння теоретичних основ, вмінь рішення розрахункових задач та вправ – оцінюється під час контрольних та екзаменаційної сесії (табл. 3).

Таблиця 3

| № з/п | Тема                                                            | Кількість годин |
|-------|-----------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1     | Підготовка до лабораторних занять (8 занять)                    | 50              |
| 2     | Підготовка до модульних контрольних робіт (2 контрольні роботи) | 20              |
| 3     | Підготовка до екзамену                                          | 30              |
|       | <b>Разом</b>                                                    | <b>110</b>      |

Форми контролю самостійної роботи студентів :

Оцінка рівня навчальних досягнень студентів здійснюється у вигляді поточного тестового контролю , співбесіди та підсумкового екзамену в кінці семестру.

Поточна атестація проводиться викладачами , які ведуть лекції та лабораторні заняття , в таких формах:

- Співбесіда ;
- Перевірка та обговорення результатів тестування.

Окремо оцінюються особистісні якості студентів , акуратність, старанність , ініціативність , повнота виконання поставлених завдань.

## 6. РОЗПОДІЛ БАЛІВ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Підсумкова оцінка за 100-бальною шкалою складається із сумарної кількості балів за:

1. поточне оцінювання з відповідних тем (максимум 40 балів);
2. модульні контрольні роботи (максимум 60 балів).

Таблиця 4

| Поточний контроль<br>(max 40 балів) |     |     |     |      |     |     |     | Модульний контроль<br>(max 60 балів) |       | Загальна<br>кількість<br>балів |
|-------------------------------------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|--------------------------------------|-------|--------------------------------|
| Модуль 1                            |     |     |     |      |     |     |     | Модуль 2                             |       |                                |
| ЗМ 1                                |     |     |     | ЗМ 2 |     |     |     | МКР 1                                | МКР 2 |                                |
| T 1                                 | T 2 | T 3 | T 4 | T 5  | T 6 | T 7 | T 8 | 30                                   | 30    | 100                            |
| 5                                   | 5   | 5   | 5   | 5    | 5   | 5   | 5   |                                      |       |                                |

У процесі оцінювання навчальних досягнень студентів застосовуються такі методи:

- **Методи усного контролю:** індивідуальне опитування, фронтальне опитування, співбесіда, залік.
- **Методи письмового контролю:** модульні контрольні роботи.
- **Методи самоконтролю:** уміння самостійно оцінювати свої знання, самоаналіз.

## Шкала оцінювання

| Оцінка в балах<br>за всі види навчальної<br>діяльності | Оцінка       |                                                        |
|--------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------|
|                                                        | для екзамену | для заліку                                             |
| 90 – 100                                               | Відмінно     | Зараховано                                             |
| 82 – 89                                                | Дуже добре   |                                                        |
| 75 - 81                                                | Добре        |                                                        |
| 67 -74                                                 | Задовільно   |                                                        |
| 60 - 66                                                | Достатньо    |                                                        |
| 1 – 59                                                 | Незадовільно | Незараховано<br>(з можливістю повторного<br>складання) |

Якщо студента не задовольняє набрана ним кількість балів за модульний контроль, він може скласти **екзамен** (семестровий контроль), котрий оцінюється максимально в **60 балів** (табл. 4).

## 7. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Перелік методичних видань для забезпечення вивчення навчальної дисципліни:

1. Практическое руководство по физико-химическому анализу / В. Я. Аносов, Н. П. Бурмистрова, М. М. Озерова, Г. Г. Цуринова. Изд. Казанского ун-та, 1971. – 173 с.
2. Практикум по химии и технологии полупроводников: Учеб. пособие для студентов вузов под ред. Угая Я. А. – М.: “Высшая школа”, – 1978. – 191 с.
3. Олексюк, І. Д. Одержання і дослідження неорганічних напівпровідників / І. Д. Олексюк, О. В. Парасюк. Луцьк: РВВ «Вежа» ВДУ, 2005. – 280 с.
4. Фізико-хімічний аналіз багатокомпонентних систем. Лабораторний практикум / Б. Я. Котур, З. М. Шпирка, Г. П. Ничипорук, О. Я. Зелінська. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2013. – 104 с.

## 8. СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Аносов, В. Я. Основы физико-химического анализа / В. Я. Аносов, М. М. Озерова, Ю. Я. Фиалков. М.: Наука, 1976, 503 с.
2. Посыпайко В. И. Методы исследования многокомпонентных систем / В. И. Посыпайко. М. Изд-во «Наука», 1978.-255 с.
3. Лупейко Т. Г. Моделирование фазовых систем / Т. Г. Лупейко, Н. И. Тарасов, В. М. Зяблин. Ростов-на-Дону. Изд. ЮФУ. 2010. 176 с.
4. Афиногенов Ю. П. Физико-химический анализ многокомпонентных систем : [учебное пособие для вузов по направлению и специальности "Химия"] / Ю. П. Афиногенов, Е. Г. Гончаров, Г. В. Семенова, В. П. Зломанов ; М-во образования и



- науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Воронеж. гос. ун-т. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Моск. физ.-техн. ин-т, 2006. - 329 с.
5. Луцык, В. И. Анализ поверхности ликвидуса тройных систем / В. И. Луцык. – М.: Наука, 1987, 150 с.
  6. Новик, Ф.С. Тройные системы / Ф.С. Новик. – М. : Мир, 1980, 273 с.
  7. Захаров, А. М. Диаграммы состояния двойных и тройных систем / А. М. Захаров. М.: Металлургия, 1990, 240 с.
  8. А. В. Новоселова. Методы исследования гетерогенных равновесий / А.В. Новоселова. М.: Высшая школа, 1980, 166 с.
  9. Петров, А. Д. Двойные и тройные системы / А.Д. Петров М.: Металлургия, 1986, 256 с.
  10. Бережной, А. С. Многокомпонентные системы окислов / А.С. Бережной. Киев. Изд-во «Наукова Думка», 1970, 370 с.
  11. Барчій, І.Є. Гетерогенні рівноваги / І. Є. Барчій, Є. Ю. Переш, В. М. Різак, В. О. Худолій. Ужгород : ВАТ “Видавництво Закарпаття”, 2003, 213 с.
  12. Наочні посібники, в числі яких: гратчасті моделі діаграм стану потрійних систем; моделі діаграм стану потрійних взаємних систем; тетраedr складу четверної системи; графічний ілюстративний матеріал.
  13. Періодичні наукові та довідникові видання 1995-2018 р.р. з опублікованими результатами експериментальних досліджень діаграм стану систем.
  14. Інтернет-ресурси: <http://scholar.google.com>,  
<http://www.himikatus.ru/art/phase-diagr1/diagrams.php>

## 9. ПІДСУМКОВИЙ СЕМЕСТРОВИЙ КОНТРОЛЬ

Формою підсумкового семестрового контролю є екзамен і у випадку незадовільної підсумкової оцінки, або за бажанням підвищити рейтинг, студент може добрати бали, прездавши окремі теми.

### “Діаграми стану багатоконпонентних систем” (питання)

#### 1 рівень

1. Сучасне означення фізико-хімічного аналізу.
2. Основні методи фізико-хімічного аналізу.
3. Основні поняття фізико-хімічного аналізу.
4. Основні параметри стану матеріальної системи.
5. Компоненти (означення).
6. Фаза (означення).
7. Варіантність системи (означення).
8. Правило фаз Гібса.
9. Принципи фізико-хімічного аналізу.
10. Діаграма стану (означення).
11. Фігуративна точка матеріальної системи.
12. Дистектична точка матеріальної системи.
13. Сингулярна точка матеріальної системи.
14. Дальтоніди, бертоліди.



15. Конгруентні та інконгруентні проміжні фази.
16. Монотектична взаємодія.
17. Поняття ліквідуса та солідуса.
18. Евтектична та перитектична точки.

## 2 рівень

1. Діаграми стану однокомпонентних систем (тип сірки., тип води).
2. Застосування правила фаз Гібса стосовно однокомпонентних систем.
3. Застосування правила фаз Гібса стосовно подвійних систем.
4. Застосування правила фаз Гібса стосовно потрійних систем.
5. Класифікація діаграм стану подвійних систем.
6. Подвійні діаграми стану евтектичного типу.
7. Подвійні діаграми стану перитектичного типу.
8. Подвійні діаграми стану з проміжними фазами, що плавляться конгруентно.
9. Подвійні діаграми стану з проміжними фазами, що плавляться інконгруентно.
10. Правило важеля на прикладі подвійних систем з необмеженою розчинністю.
11. Метод Розебома для встановлення складів потрійних сплавів.

## 3 рівень

1. Просторова ДС потрійної системи евтектичного типу. Криві охолодження сплавів, що відповідають складам потрійної евтектики та первинної кристалізації одного із компонентів.
2. ДС потрійної системи з бінарними сполуками, що плавляться конгруентно. Метод триангуляції. Просторова будова діаграми стану.
3. ДС потрійної системи з бінарними сполуками, що плавляться конгруентно. Політермічні перерізи.
4. ДС потрійної системи з бінарними сполуками, що плавляться конгруентно. Ізотермічні перерізи.
5. ДС потрійної системи з бінарними сполуками, що плавляться конгруентно. Мікроструктура.
6. ДС потрійної системи з бінарними сполуками, що плавляться інконгруентно. Проекція поверхні ліквідусу. Політермічні перерізи.
7. ДС потрійної системи з бінарними сполуками, що плавляться інконгруентно. Проекція поверхні ліквідусу. Ізотермічні перерізи.
8. ДС потрійної системи з кристалізацією твердих розчинів. Обмежена і необмежена розчинність компонентів.
9. ДС потрійної системи з обмеженою розчинністю компонентів в рідкому стані.
10. Взаємні потрійні системи

### “Діаграми стану багатокомпонентних систем” (типова задача) (14 варіантів)

Проаналізуйте проекцію поверхні ліквідуса квазіпотрійної системи **Cu<sub>2</sub>Se – HgSe – SnSe<sub>2</sub>**:

2. Запишіть всі моно- та нонваріантні процеси, які відбуваються в цій підсистемі.
3. Ідентифікуйте поля первинної кристалізації компонентів в підсистемі SnSe<sub>2</sub> – Cu<sub>2</sub>HgSnSe<sub>4</sub> – HgSe.
4. Обґрунтуйте зміну фазового стану сплаву (фігуративна точка **1**), що знаходиться в рідкому стані, при його охолодженні до температури нижче солідуса.
5. Побудуйте політермічний переріз **a – b** та позначте на ньому фазові поля.

