

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра неорганічної хімії**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Проректор з наукової роботи ДВНЗ УжНУ
Студеняк І.П.
« 17 » жовтня 2019 року



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Фізико-хімічний аналіз багатокomпонентних
неорганічних систем»**

Рівень вищої освіти	третій (освітньо-науковий)
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	102 Хімія
Освітня програма	Освітньо-наукова програма для здобувачів третього рівня вищої освіти «доктор філософії»
Статус дисципліни	вибіркова
Мова навчання	українська

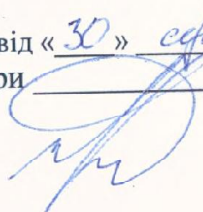
Ужгород 2019

Робоча програма навчальної дисципліни «Фізико-хімічний аналіз багатокомпонентних неорганічних систем» для здобувачів третього рівня вищої освіти «доктор філософії»

Розробники: Барчій І.Є., проф., д.х.н., завідувач кафедри неорганічної хімії

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри неорганічної хімії

протокол № 1 від «30» серпня 2019 р.
Завідувач кафедри _____ Барчій І.Є.



Схвалено науково-методичною комісією хімічного факультету
протокол № 1 від «4» вересня 2019 р.
Голова науково-методичної комісії _____ Кепич М.В.



©Барчій І.Є. 2019 р.

© ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 2019 р.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 6	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 120	1-й	1-й
Кількість модулів – 2	Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи аспіранта – 6	1-й, 2-й	1-й, 2-й
	Лекції:	
	30	10
	Практичні (семінарські):	
	30	-
Вид підсумкового контролю: 1-й семестр – залік 2-й семестр – іспит	Лабораторні:	
	-	-
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:	
	120	80

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

На сучасному етапі пошук нових неорганічних матеріалів з наперед заданими властивостями є одним із пріоритетних напрямків розвитку неорганічного матеріалознавства. Ознайомлення здобувачів, які спеціалізуються на кафедрі неорганічної хімії ДВНЗ «Ужгородський національний університет» з актуальними питаннями організації наукової діяльності щодо планування і проведення наукових досліджень, із сучасними методами вивчення характеру фізико-хімічної взаємодії у багатокомпонентних системах як наукового підґрунтя одержання нових перспективних матеріалів є актуальним як з теоретичної так і практичної точки зору.

Мета вивчення дисципліни «Фізико-хімічний аналіз багатокомпонентних неорганічних систем» – викласти теоретичні основи організації наукових досліджень в галузі неорганічного матеріалознавства, шляхи планування експерименту, засвоїти положення фізико-хімічного аналізу як наукової основи вивчення багатокомпонентних систем в галузі неорганічного матеріалознавства, навчити докторантів користуватися його методом в практичній діяльності при виконанні наукових досліджень щодо вивчення процесів фазоутворення у багатокомпонентних системах. Вивчення характеру фізико-хімічної взаємодії, побудова відповідних діаграм стану є науковим базисом для встановлення взаємодії між різними речовинами, дослідженню стабільності речовин, умов синтезу нових сполук, встановленню режиму очистки речовин, вирощування монокристалів для одержання нових функціональних матеріалів для електронної техніки.

Цілі: ознайомлення здобувачів, які спеціалізуються на кафедрі неорганічної хімії, з теоретичними основами організації наукових досліджень, планування експерименту, засвоєння положень фізико-хімічного аналізу як наукової основи вивчення багатокомпонентних систем в галузі неорганічного матеріалознавства, навчити здобувачів користуватися його методом в практичній діяльності, і перш за все при виконанні експериментальних робіт по одержання та дослідженню нових функціональних матеріалів, які використовуються в якості робочих елементів в електронній техніці.

Відповідно до освітньо-наукової програми, вивчення дисципліни «Фізико-хімічний аналіз багатокомпонентних неорганічних систем» сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

загальні компетенції: здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК-1), навички використання новітніх інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК-2), здатність проведення самостійних досліджень на сучасному рівні (ЗК-3), здатність до пошуку, обробки на аналізу інформації з різних джерел (ЗК-4), здатність генерувати нові ідеї (креативність) (ЗК-5), здатність комунікації на фахову тематику з нефахівцями (ЗК-10)

фахові компетенції: здатність застосовувати хімічні знання для систематизації різноманітних пов'язаних фактів і явищ (ФК-1), здатність визначати завдання хімічного дослідження (ФК-2), здатність вирізняти із накопичених спостережень відтворювані експериментальні факти (ФК-3), здатність створювати та порівнювати між собою хімічні та математичні моделі хімічних об'єктів, процесів та явищ (ФК-4), здатність оцінювати моделі з точки зору їх відповідності хімічним об'єктам процесам та явищам, для пояснення яких застосовуються дані моделі (ФК-5), вміння здійснювати комп'ютерне моделювання хімічних процесів, у тому числі із застосуванням існуючого програмного забезпечення (ФК-6), володіння експериментальними методиками дослідження матеріалів (ФК-7), знайомство з інформаційними технологіями та електронікою (ФК-8), володіння теоретичними методами, що застосовуються для дослідження хімічних систем та матеріалів (ФК-10).

3. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньо-наукової програми, вивчення навчальної дисципліни «Фізико-хімічний аналіз багатокомпонентних неорганічних систем» повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Сучасні передові концептуальні та методологічні знання в галузі хімії та суміжних галузей знань.	ПРН1.1
Праці провідних зарубіжних вчених, наукових шкіл та фундаментальних праць у галузі дослідження.	ПРН 1.2
Формулювати мету власного наукового дослідження в контексті світового наукового процесу, усвідомлювати його актуальність і значення для розвитку інших галузей науки, суспільно-політичного, економічного життя.	ПРН 2.1
Формулювати загальну методологічну базу власного наукового дослідження.	ПРН 2.2
Проводити комплексні дослідження в галузі науково-дослідницької та інноваційної діяльності, які приводять до отримання нових знань.	ПРН 2.3
Формулювати наукову проблему з огляду на стан її наукової розробки та сучасні наукові тенденції.	ПРН 2.5
Формулювати робочі гіпотези та моделі досліджуваної проблеми.	ПРН 2.6
Аналізувати наукові праці в галузі хімії, виявляючи дискусійні та мало досліджені питання.	ПРН 2.7
Здійснювати моніторинг наукових джерел інформації відносно досліджуваної проблеми.	ПРН 2.8
Визначати інформаційну цінність джерел шляхом порівняльного аналізу з іншими джерелами.	ПРН 2.9
Вести спілкування в діалоговому режимі з широкою науковою спільнотою та громадськістю в галузі хімії.	ПРН 3.1
Кваліфіковано відображати результати наукових досліджень у наукових статтях у фахових виданнях, вести конструктивний діалог з рецензентами та редакторами.	ПРН 3.2
Професійно презентувати результати своїх досліджень на міжнародних наукових конференціях, семінарах, практично використовувати іноземну мову (в першу чергу - англійську) у науковій, інноваційній та педагогічній діяльності.	ПРН 3.3
Здатність працювати в команді, мати навички міжособистісної взаємодії.	ПРН 3.4
Ініціювати наукові та інноваційні комплексні проекти в галузі хімії, лідерство та автономність під час їх реалізації.	ПРН 4.1
Діяти, дотримуючись принципів соціальної відповідальності, на основі етичних міркувань (мотивів).	ПРН 4.2
Самовдосконалюватися, нести відповідальність за новизну наукових досліджень та прийняття експертних рішень.	ПРН 4.3
Приймати обґрунтовані рішення, мотивувати людей та рухатися до спільної мети.	ПРН 4.4

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Фізико-хімічний аналіз багатокомпонентних неорганічних систем» **здобувач повинен:**

Знати: основні засади організації наукової роботи та принципи планування наукових експериментів, застосування наукового підходу до вивчення фізико-хімічного аналізу складних систем, принципи побудови діаграм стану дво- та трикомпонентних систем на основі загальновідомих методів фізико-хімічного аналізу багатокомпонентних систем.

Вміти: самостійно працювати з науковою спеціалізованою літературою в області фізико-хімічного аналізу багатокомпонентних систем, використовувати засвоєний матеріал в практичній діяльності для вирішення конкретних задач по вивченню характеру фізико-хімічної взаємодії у системах, очистці, синтезу і вирощуванню монокристалів неорганічних речовин.

Шифр ОРН	Програмні результати навчання	Шифр ПРН
ОРН 1	Сучасні передові концептуальні та методологічні знання в галузі хімії та суміжних галузях знань.	ПРН1.1
ОРН 2	Праці провідних зарубіжних вчених, наукових шкіл та фундаментальних праць у галузі дослідження.	ПРН 1.2
ОРН 3	Формулювати мету власного наукового дослідження в контексті світового наукового процесу, усвідомлювати його актуальність і значення для розвитку інших галузей науки, суспільно-політичного, економічного життя.	ПРН 2.1
ОРН 4	Формулювати загальну методологічну базу власного наукового дослідження.	ПРН 2.2
ОРН 5	Проводити комплексні дослідження в галузі науково-дослідницької та інноваційної діяльності, які приводять до отримання нових знань.	ПРН 2.3
ОРН 6	Формулювати наукову проблему з огляду на стан її наукової розробки та сучасні наукові тенденції.	ПРН 2.5
ОРН 7	Формулювати робочі гіпотези та моделі досліджуваної проблеми.	ПРН 2.6
ОРН 8	Аналізувати наукові праці в галузі хімії, виявляючи дискусійні та мало досліджені питання.	ПРН 2.7
ОРН 9	Здійснювати моніторинг наукових джерел інформації відносно досліджуваної проблеми.	ПРН 2.8
ОРН 10	Визначати інформаційну цінність джерел шляхом порівняльного аналізу з іншими джерелами.	ПРН 2.9
ОРН 11	Вести спілкування в діалоговому режимі з широкою науковою спільнотою та громадськістю в галузі хімії.	ПРН 3.1
ОРН 12	Кваліфіковано відображати результати наукових досліджень у наукових статтях у фахових виданнях, вести конструктивний діалог з рецензентами та редакторами.	ПРН 3.2
ОРН 13	Професійно презентувати результати своїх досліджень на міжнародних наукових конференціях, семінарах, практично використовувати іноземну мову (в першу чергу - англійську) у науковій, інноваційній та педагогічній діяльності.	ПРН 3.3
ОРН 14	Здатність працювати в команді, мати навички міжособистісної взаємодії.	ПРН 3.4
ОРН 15	Ініціювати наукові та інноваційні комплексні проекти в галузі хімії, лідерство та автономність під час їх реалізації.	ПРН 4.1
ОРН 16	Діяти, дотримуючись принципів соціальної відповідальності, на основі етичних міркувань (мотивів).	ПРН 4.2
ОРН 17	Самовдосконалюватися, нести відповідальність за новизну наукових досліджень та прийняття експертних рішень.	ПРН 4.3

ОРН 18	Приймати обґрунтовані рішення, мотивувати людей та рухатися до спільної мети.	ПРН 4.4
--------	---	---------

Вивчення вибіркової дисципліни «Фізико-хімічний аналіз багатокomпонентних неорганічних систем» потребує використання знань здобувачів з курсів неорганічної, фізичної хімії, кристалохімії, рентгенографії, будови речовин, вищій математиці, інформатики та програмування, які були набуті за програмами освітньо-кваліфікаційних рівнів *бакалавр* та *магістр*.

4. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- поточний контроль успішності,
- модульний контроль,
- підсумковий контроль.

ОРН 1 – усна відповідь, виконання практичних навичок,
 ОРН 2 – усна відповідь, виконання практичних навичок,
 ОРН 3 – усна відповідь, виконання практичних навичок,
 ОРН 4 – усна відповідь, виконання практичних навичок,
 ОРН 6 – усна відповідь, виконання практичних навичок,
 ОРН 7 – усна відповідь, виконання практичних навичок.
 ОРН 8 – усна відповідь, виконання практичних навичок,
 ОРН 9 – усна відповідь, виконання практичних навичок,
 ОРН 10 – усна відповідь, виконання практичних навичок,
 ОРН 11 – усна відповідь, виконання практичних навичок,
 ОРН 12 – усна відповідь, виконання практичних навичок,
 ОРН 13 – усна відповідь, виконання практичних навичок.
 ОРН 14 – усна відповідь, виконання практичних навичок,
 ОРН 15 – усна відповідь, виконання практичних навичок,
 ОРН 16 – усна відповідь, виконання практичних навичок,
 ОРН 17 – усна відповідь, виконання практичних навичок.
 ОРН 18 – усна відповідь, виконання практичних навичок.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю:

- вибіркове усне опитування перед початком занять;
- фронтальне стандартизоване усне та/або письмове опитування за основними питаннями теми заняття;
- експрес-опитування;
- реферативні повідомлення та їх обговорення;
- перевірка якості виконання завдань для самостійної роботи, зокрема за конспектами матеріалів;
- оцінювання якості та повноти виконання завдань модульної контрольної роботи.

Форма модульного контролю: виконання модульної контрольної роботи, результати якої оцінюються за 60-бальною шкалою (100%) за кожний модуль.

Форма підсумкового семестрового контролю: залік, іспит. До контролю допускаються аспіранти, які відпрацювали пропущені заняття і виконали модульні контрольні роботи.

Розподіл балів, які отримують здобувачі третього рівня вищої освіти (модуль І)

Поточне оцінювання та самостійна робота			Модульна контрольна робота	Практичні роботи	Сума
T1–T8	П1	П2	60	60	120
–	30	30			

T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 – теми лекцій, П1, П2 – практичні роботи

Розподіл балів, які отримують здобувачі третього рівня вищої освіти (модуль ІІ)

Поточне оцінювання та самостійна робота			Модульна контрольна робота	Практичні роботи	Сума
T9–T15	П3	П4	60	60	120
–	30	30			

T8, T9, T10, T11, T12, T13, T14, T15 – теми лекцій, П3, П4 – практичні роботи

Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Практичні (семінарські) заняття	2	60	2	60
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)		-		
Комп'ютерне тестування при тематичному оцінюванні		-		
Письмове тестування при тематичному оцінюванні				
Презентація		-		
Реферат		-		
Есе		-		
...		-		
Модульна контрольна робота	1	60	1	60
Разом	2	120	2	120

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Модульна контрольна робота здійснюється у письмовій формі шляхом відповідей на питання тестових завдань. Кожна правильна відповідь оцінюється певною кількістю балів. Максимальна кількість балів за кожну модульну контрольну роботу становить 60 (100%) балів. Мінімальна кількість балів, за якої робота вважається виконаною, 36 (60%) балів.

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Підсумковий семестровий контроль з дисципліни «Фізико-хімічний аналіз багатокомпонентних неорганічних систем» здійснюється у виді заліку та іспиту. Контроль проводиться в усній формі шляхом співбесіди.

Кількість балів, яку набрав здобувач з дисципліни «Фізико-хімічний аналіз багатокомпонентних неорганічних систем», визначається як середнє арифметичне кількості балів з відповідних модулів дисципліни. Загальна кількість балів складає 240 рейтингових балів (100%). Переведення кількості набраних балів в оцінку здійснюється згідно схеми:

Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		Іспит	Залік
90 – 100	A	Відмінно	Зараховано
82-89	B	Добре	
74-81	C		
64-73	D	Задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання	незараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	незараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

За результатами контролю знань здобувачів, дозволяється виставлення семестрової оцінки (без здачі) – «відмінно», «добре», та «задовільно» (D). Здобувач має право підвищити оцінку, складаючи іспит.

Залік виставляється (без складання) у випадку набору кількості балів, що відповідає мінімальній оцінці «задовільно» (D).

Оцінки FX, F ("2") виставляються здобувачам, яким не зараховано хоча б один модуль з дисципліни після завершення її вивчення.

Здобувачу з оцінкою FX дозволяється складати семестровий контроль. У випадку повторного одержання ним незадовільної оцінки, здобувач має право на повторне складання підсумкового модульного контролю (заліку) не більше 2-х разів, згідно затвердженого графіка.

Здобувачі, які одержали оцінку F по завершенню вивчення дисципліни (не виконали навчальну програму хоча б з одного модуля, або не набрали за поточну навчальну діяльність з модуля мінімальну кількість балів), повинні пройти повторне навчання за індивідуальним навчальним планом. Аспірант, який отримав за результатами підсумкового контролю оцінку «незараховано» (0-34 балів, F), зобов'язаний пройти повторний курс вивчення дисципліни (під час додаткового семестру) і скласти залік.

Результати підсумкового контролю знань заносяться до залікової відомості.

5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

5.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль I. Методи дослідження фазових рівноваг. Двокомпонентні системи

Конкретні цілі:

Здобувач повинні ознайомитись з принципами організації наукових досліджень в області вивчення фізико-хімічної взаємодії у багатокомпонентних системах; засвоїти основні поняття термодинаміки фазових рівноваг та перетворень – фаза, компонент, матеріальна та фізико-хімічна системи, рівноважний стан, термодинамічні потенціали, хімічний потенціал; ознайомитись з основними типами діаграм стану двокомпонентних систем та усвідомити принцип побудови діаграм стану; з класичними методами фізико-хімічного аналізу, їх технічними характеристиками; основними принципами планування експерименту та моделювання, навчитись будувати математичні моделі процесів, що відбуваються у багатокомпонентних системах.

Тема 1. Організація наукових досліджень в області неорганічного матеріалознавства. Планування експериментальної роботи. Методи дослідження фізико-хімічної взаємодії (2 години).

Організація системи наукової діяльності на кафедрі. Планування експериментальних досліджень. Робота з науковою літературою. Фізико-хімічний аналіз як основа наукових досліджень багатокомпонентних систем та одержання нових матеріалів. Експериментальні методи дослідження діаграм стану. Диференційний термічний (DSC), термогравіметричний (TGA) аналізи. Рентгенівський фазовий, структурний аналізи (X-ray), скануючи електронна спектроскопія (SEM, XRD). Рентгенівська флуоресцентна (XFS) та рентгенівська фотоелектронна (XPS) спектроскопії. Мікроструктурний аналіз (MSA). Мікротвердість як метод визначення границь області гомогенності сполук і граничних твердих розчинів. Тензіметричні методи при дослідженні Р-Т-х діаграм стану: статичні, квазістатичні, динамічні і кінетичні.

Тема 2. Термодинамічні визначення (2 години).

Система: термодинамічна, фізико-хімічна, гомогенна, гетерогенна. Стаціонарний і термодинамічний стан системи. Компонент, Фаза. Термодинамічні і хімічні потенціали, їх використання для опису рівноважних процесів. Параметри системи, правило фаз Гіббса. Варіантність системи. Принципи відповідності та неперервності Курнакова для діаграм стану. Фазові переходи. Стабільний та метастабільний стан. Енантіотропний і монотропний фазовий перехід.

Тема 3. Характеристика взаємодії у двокомпонентних системах. Утворення сполук, твердих розчинів, складних фізико-хімічних сумішей (2 години).

Зображення і вираження складу двокомпонентних систем. Загальні властивості ізобарного потенціалу. Варіантність в експериментальних точках. Залежність термодинамічного потенціалу для рідкої і твердої фаз від температури і складу. Ізобарно-ізотермічний потенціал суміші та твердого розчину.

Тема 4. Необмежена розчинність компонентів. Діаграми стану двокомпонентних систем з утворенням необмежених рядів твердих розчинів I–III типів за Розебомом (2 годин).

Необмежена розчинність компонентів. Механізми утворення твердих розчинів: розчини заміщення, розчини вкорінення (проникнення), розчини віднімання. Упорядковані та неупорядковані тверді розчини. Діаграми стану двокомпонентних систем з утворенням необмежених рядів твердих розчинів I–III типів за Розебомом (2 годин). Побудова діаграми стану неперервного ряду твердих розчинів з експериментальними точками на кривих ліквідусу і солідусу. Другий закон Гіббса-Розебома. Діаграми стану з бінодальною кривою та впорядкованими твердими розчинами. Фази Курнакова.

Тема 5. Утворення граничних твердих розчинів на основі вихідних компонентів взаємодії. Діаграми стану евтектичною та перитектичною взаємодією IV–V типів за Розебомом (2 години).

Діаграми стану систем із необмеженою розчинністю компонентів в рідкому стані і граничними твердими розчинами. Нонваріантні евтектичний та перитектичний процеси. Використання правила фаз Гіббса для характеристики фазових областей систем. Криві нагрівання та охолодження. Визначення нонваріантних точок та складу твердого розчину з використанням побудови трикутника Таммана. Діаграма стану евтектичного типу з ретроградним солідусом. Вигляд мікроструктури сплавів при евтектичному і перитектичному розриві розчинності на основі компонентів. Приклади реальних систем із граничними твердими розчинами на основі компонентів.

Тема 6. Діаграми стану систем з утворенням проміжних хімічних сполук. Стійкість сполук у твердому та рідкому стані. Характер утворення сполук – конгруентний, інконгруентний, за синтектичною реакцією (2 години).

Діаграма стану системи із сполукою, що плавиться конгруентно. Дистектика. Поняття дальтонідів та бертолідів у фізико-хімічному аналізі. Характеристика стійкості сполук на основі кривизни радіусу ліквідусу та солідусу. Сингулярні точки на кривих "склад-властивість". Варіантність при кристалізації конгруентної сполуки. Утворення сполук по перитектичній реакції. Криві нагрівання та охолодження. Побудова трикутника Таммана для визначення складу сполуки. Інконгруентне плавлення. Дальтонідні і бертолідні фази з інконгруентним характером плавлення. Діаграма стану системи з проміжною фазою, яка плавиться конгруентно в перехідній точці. Діаграма стану екзотермічної сполуки. Діаграма стану системи з проміжною фазою, що утворюється в твердому стані. Процес, який відбувається на перитектоїдній горизонталі. Правило фаз Гіббса для характеристики діаграм стану. Приклади реальних систем розглянутих типів утворення хімічних сполук.

Тема 7. Діаграми стану систем з компонентами та проміжними фазами, що мають поліморфні перетворення. Діаграми стану систем з обмеженою розчинністю компонентів в рідкому стані (2 години).

Моноваріанта рівновага твердих розчинів на основі поліморфних модифікацій компонентів. Криві нагрівання та охолодження. Варіантність процесів. Діаграма стану системи з нонваріантною евтектоїдною рівновагою. Визначення складу евтектоїдної точки побудовою трикутника Таммана. Процес на евтектоїдній горизонталі. Діаграми стану систем з нонваріантними монотектоїдною та метатектичною рівновагами. Варіантність на монотектоїдній та метатектичній горизонталях. Діаграми стану із поліморфними проміжними фазами. Підвищення і пониження температури поліморфного переходу сполуки. Перитектоїдний і евтектоїдний процеси. Діаграми стану систем з обмеженою розчинністю компонентів в рідкому стані. Кристалізація із власних розплавів компонентів. Діаграма стану системи з нонваріантною монотектичною рівновагою. Монотектична горизонталь, точка монотектики. Варіантність при кристалізації сплавів. Діаграма стану з нонваріантною синтектичною рівновагою. Утворення сполуки по синтектичній реакції. Побудова трикутника Таммана для визначення складу сполуки. Приклади діаграм стану реальних систем.

Тема 8. Огляд характеру фізико-хімічної взаємодії у складних халькогенідних, галогенідних та халькогенгалогенідних системах (2 години).

Трифазна рівновага при взаємодії двох крайніх фаз на нонваріантній горизонталі (перитектичний, перитектоїдний, синтектичний процеси). Трифазна рівновага при розпаді фази на два крайні склади нонваріантної горизонталі (евтектична, евтектоїдна, монотектична, монотектоїдна, метатектична рівноваги). Суміжність фазових областей на діаграмах стану. Розділення однофазних та двофазних областей. Р-Т, Р-х, Т-х проекції діаграм стану евтектичного типу та з утворенням бінарної сполуки. Аналіз фізико-хімічної взаємодії у подвійних системах Tl–S(Se,Te), K(Na,Cs,Rb)–Cl(Br,I).

Модуль II. Трикомпонентні системи

Конкретні цілі:

Здобувачі повинні засвоїти основні принципи побудови трикомпонентних систем, здійснення їх триангуляції, проводити побудову політермічних та ізотермічних перерізів.

Тема 9. Загальна характеристика трикомпонентних систем (2 години).

Методи зображення складу трикомпонентних систем (за Гіббсом та Розебомом). Властивості концентраційного трикутника. Правило важеля і центра тяжіння трикутника. Політермічні та ізотермічні перерізи трикомпонентних систем. Основні етапи побудови політермічних та ізотермічних перерізів.

Тема 10. Трикомпонентні системи з необмеженою розчинністю компонентів у рідкому і твердому станах. (2 години).

Кристалізація потрійних сплавів у системах з утворенням необмежених твердих розчинів. Діаграми стану потрійних систем з утворенням неперервних рядів твердих розчинів та з формуванням упорядкованих твердих розчинів. Політермічні, ізотермічні перерізи, проекція діаграми стану потрійної системи $K_2TeCl_6-Rb_2TeCl_6-Cs_2TeCl_6$ на концентраційний трикутник.

Тема 11. Утворення граничних твердих розчинів у трикомпонентних системах (2 години).

Діаграми стану систем із моноваріантною евтектичною та перитектичною рівновагами (політермічні, ізотермічні перерізи, просторова діаграма стану). Розгляд фазових рівноваг у потрійних системах $TlI-Tl_6SI_4-Tl_6SeI_4$, $TlCl-TlBr-TlI$.

Тема 12. Утворення граничних твердих розчинів у трикомпонентних системах – нонваріантна рівновага (2 години).

Діаграма стану трикомпонентної системи із нонваріантною евтектичною рівновагою (політермічні, ізотермічні перерізи, просторова діаграма стану). Кристалізація сплавів потрійної системи із нонваріантною евтектичною рівновагою. Встановлення координат нонваріантних процесів (правило Петрова). Характеристика фізико-хімічної взаємодії у потрійній системі $CsF-CsCl-CsI$.

Тема 13. Триангуляція трикомпонентних систем (2 години).

Топологічні типи розбиття трикомпонентних систем за М.Курнаковим (розчинний, заміщення і обміну, утворення тернарної сполуки). Перетинаючі лінії першого та другого порядків. Визначення квазіподвійності перерізу у взаємних системах методом В.Гюртлера. Схеми триангуляції потрійних систем без проміжних сполук та з їх утворенням. Співвідношення між параметрами триангуляції за М.Курнаковим. Аналіз триангуляції потрійної системи $Tl_2S-Tl_2Se-TlBr$.

Тема 14. Проміжні бінарні сполуки у трикомпонентних системах (2 години).

Діаграми стану трикомпонентної системи із утворенням бінарних сполук, які плавяться конгруентно або інкогруентно (політермічні, ізотермічні перерізи, просторова діаграма стану). Квазібінарні (квазіподвійні) перерізи. Характер процесів, які проходять у потрійних нонваріантних точках. Характер фазових рівноваг у квазіпотрійних системах $Tl_2Se-SnSe_2-Sb_2(Bi_2)Se_3$.

Тема 15. Трикомпонентні системи з утворенням проміжних тернарних сполук (2 години).

Ізотерми розподілу фазових областей трикомпонентної системи з утворенням проміжної тернарної сполуки ABC для рівноваги у твердому стані. Характер фазових рівноваг у квазіпотрійних системах $Tl-Sn-Se(Se)$ з утворенням проміжних бінарних та тернарних сполук.

5.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання: денна					
	у тому числі					
	Усього 180	Лекції 30	практичні (семінарські) 30	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота 120
1-й семестр						
Модуль 1						
Тема 1. Організація наукових досліджень в області неорганічного матеріалознавства. Планування експериментальної роботи. Методи дослідження фізико-хімічної взаємодії (2 години).	6	2				4
Тема 2. Термодинамічні визначення (2 години).	9	2	2			5
Тема 3. Характеристика взаємодії у двокомпонентних системах. Утворення сполук, твердих розчинів, складних фізико-хімічних сумішей (2 години).	6	2				4
Тема 4. Необмежена розчинність компонентів. Діаграми стану двокомпонентних систем з утворенням необмежених рядів твердих розчинів I–III типів за Розебомом (2 годин).	9	2	2			5
Тема 5. Утворення граничних твердих розчинів на основі вихідних компонентів взаємодії. Діаграми стану евтектичною та перитектичною взаємодією IV–V типів за Розебомом (2 години).	8	2	2			4
Тема 6. Діаграми стану систем з утворенням проміжних хімічних сполук. Стійкість сполук у твердому та рідкому стані. Характер утворення сполук – конгруентний, інконгруентний, за синтектичною реакцією (2 години).	8	2	2			4
Тема 7. Діаграми стану систем з компонентами та проміжними фазами, що мають поліморфні перетворення. Діаграми стану систем з обмеженою розчинністю компонентів в рідкому стані (2 години).	6	2				4
Тема 8. Огляд характеру фізико-хімічної взаємодії у складних халькогенідних, галогенідних та халькогенгалогенідних системах (2 години).	8	2	2			4
Модульна контрольна робота						
Разом за модуль	90	16	16			58
Модуль 2						
Тема 9. Загальна характеристика трикомпонентних систем (2 години).	12	2				10
Тема 10. Трикомпонентні системи з	14	2	2			10

необмеженою розчинністю компонентів у рідкому і твердому станах. (2 години).						
Тема 11. Утворення граничних твердих розчинів у трикомпонентних системах (2 години).	16	2	4			10
Тема 12. Утворення граничних твердих розчинів у трикомпонентних системах – нонваріантна рівновага (2 години).	14	2	2			10
Тема 13. Триангуляція трикомпонентних систем (2 години).	18	2	4			12
Тема 14. Проміжні бінарні сполуки у трикомпонентних системах (2 години).	14	2	2			10
Тема 15. Трикомпонентні системи з утворенням проміжних тернарних сполук (2 години).	2	2				
Модульна контрольна робота						
Разом за модуль	90	14	14			62
Разом за семестр	180	30	30			120

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання: заочна					
	у тому числі					
	Усього 90	Лекції 10	практичні (семінарські) 30	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота 80
1-й семестр						
Модуль 1						
Тема 1. Організація наукових досліджень в області неорганічного матеріалознавства. Планування експериментальної роботи. Методи дослідження фізико-хімічної взаємодії (2 години).	5,5	0,5				5
Тема 2. Термодинамічні визначення (2 години).	5,5	0,5				5
Тема 3. Характеристика взаємодії у двокомпонентних системах. Утворення сполук, твердих розчинів, складних фізико-хімічних сумішей (2 години).	6,5	0,5				5
Тема 4. Необмежена розчинність компонентів. Діаграми стану двокомпонентних систем з утворенням необмежених рядів твердих розчинів I–III типів за Розебомом (2 годин).	5,5	0,5				5
Тема 5. Утворення граничних твердих розчинів на основі вихідних компонентів взаємодії. Діаграми стану евтектичною та перитектичною взаємодією IV–V типів за Розебомом (2 години).	6	1				5
Тема 6. Діаграми стану систем з утворенням проміжних хімічних сполук. Стійкість сполук у твердому та рідкому стані. Характер утворення сполук – конгруентний, інконгруентний, за	6	1				5

<i>синтектичною реакцією (2 години).</i>						
Тема 7. Діаграми стану систем з компонентами та проміжними фазами, що мають поліморфні перетворення. Діаграми стану систем з обмеженою розчинністю компонентів в рідкому стані (2 години).	6,5	0,5				5
Тема 8. Огляд характеру фізико-хімічної взаємодії у складних халькогенідних, галогенідних та халькогенгалогенідних системах (2 години).	5,5	0,5				5
Модульна контрольна робота						
Разом за модуль	45	5				40
Модуль 2						
Тема 9. Загальна характеристика трикомпонентних систем (2 години).	12	0,5				4
Тема 10. Трикомпонентні системи з необмеженою розчинністю компонентів у рідкому і твердому станах. (2 години).	14	0,5				6
Тема 11. Утворення граничних твердих розчинів у трикомпонентних системах (2 години).	16	0,5				6
Тема 12. Утворення граничних твердих розчинів у трикомпонентних системах – нонваріантна рівновага (2 години).	14	1				6
Тема 13. Триангуляція трикомпонентних систем (2 години).	18	1				6
Тема 14. Проміжні бінарні сполуки у трикомпонентних системах (2 години).	14	0,5				6
Тема 15. Трикомпонентні системи з утворенням проміжних тернарних сполук (2 години).	2	1				6
Модульна контрольна робота						
Разом за модуль	45	5				40
Разом за семестр	90	10				80

5.3. Теми практичних занять (денна форма навчання)

з дисципліни «Фізико-хімічний аналіз багатокомпонентних неорганічних систем»

Вид заняття	Тема і назва роботи	Кількість годин	Література
	Модуль I. Методи дослідження фазових рівноваг. Двокомпонентні системи		
Практична робота №1	Методи дослідження фазових рівноваг в гетерогенних система. Диференційний термічний аналіз. Зняття та розшифровка термограм сплавів. Кількісна термографія. Рентгенофазовий аналіз. Зняття дифрактограм та їх розшифровка. Встановлення фазового складу систем.	8	1-5, 13
Практична робота №2	Синтез подвійних сплавів (одно температурний синтез). Побудова діаграм стану двокомпонентних систем методом термодинамічного потенціалу. Визначення концентраційних інтервалів існування граничних твердих розчинів на основі вихідних та проміжних сполук (I-V типи діаграм стану за Розебомом з утворенням неперервних рядів твердих розчинів, евтектичний та перитектичний типи).	8	1-5, 13
	Модуль II. Трикомпонентні системи		
Практична робота №3	Триангуляція потрійних систем. Визначення квазібінарності розрізів (правило Гюртлера). Побудова полі термічних та ізотермічних перерізів у трикомпонентних системах.	7	9,11,13
Практична робота №4	Планування експерименту на симплексі. Матриця планування. Побудова ортогональних проєкцій поверхонь ліквідусу на концентраційний трикутник трикомпонентних систем за допомогою ізотерм ліквідусу. Побудова просторових діаграм стану трикомпонентних систем на основі результатів ДТА та РФА.	7	8,9,13
	Всього:	30	

5.4. Самостійна робота

Зміст самостійної та індивідуальної роботи

з дисципліни «Фізико-хімічний аналіз багатокомпонентних неорганічних систем»

№ модуля	Зміст	Кількість годин
Модуль І. Методи дослідження фазових рівноваг. Двокомпонентні системи	Р–Т–Х діаграми стану однокомпонентних систем. Діаграми стану Фосфору, Вісмуту. Основні характеристики металів (лужні, підгрупа Галію) та неметалів (халькогеніди, галоген іди). Огляд фазових рівноваг у двокомпонентних системах, які опубліковані у наступних виданнях: 1. Лазарев В.Б., Шевченко В.Я., Гринберг Я.Х., Соболев В.В. Полупроводниковые соединения группы $A^{IV}B^{VI}$. –М.: Наука. –1978. –255с. 2. Томашик В.Н., Грицив В.И., Диаграммы состояния на основе полупроводниковых соединений $A^{IV}B^{VI}$. Справочник. –К.: Наукова думка. –1982. –167с. 3. Лазарев В.Б., Киш З.З., Переш Е.Ю., Семрад Е.Е. Сложные халькогениды в системах $A^{I}-B^{IV}-C^{VI}$. –М.: Металлургия. –1993. –239с. 4. Виноградова Г.В. Стеклообразование и фазовые равновесия в халькогенидных системах. – М.:Наука. –1984. –175С. 5. Чижигов Д.М., Счастливый В.П. Селен и селениды. –М.:Наука. –1964. –320С. 6. Асадов М.М. Области гомогенности фаз системы $HgSe+Tl_2Te \leftrightarrow HgTe+Tl_2Se$ // Неорган.мат. –1984. –20, №10. –С.1621-1623. 7. Палкин А.П., Палюра И.П. О взаимодействии в тройной системе вытиснения $Tl_2Cl_2 + Zn = ZnCl_2 + 2Tl$. // ЖНХ. –1960. –Т.5. –С.160-171. 8. Коршунов Б.Г., Сафонов В.В. Галогенидные системы. – М.:Металлургия. –1984. –303с. 9. Ворошилов Ю.В., Киш З.З., Семрад Е.Е., Ткаченко В.И. Область гомогенности Tl_3TaS_4 // Журнал неорг.химии.- 1980.- Т.25, №10.- С.2610-1613. 10. Barchij I., Szabo M., Peresh E., Slobodjan L.The investigation of relation in $TlSe-TlBr-TlI$ system with using mathematical methods of planning. // Proceedings of the International Conference (EL-100). Ukr., Uzhgorod. –1997. –Р.265-267/ 11. Переш Е.Ю., Барчий И.Е. О соединениях переменного состава и диссоциации при плавлении некоторых сложных халькогенидов и галогенидов таллия. //Наук.вісник УжДУ, сер.Хімія. – 1996. – В.1. – С.29–34. 12. Поливанова Т.А. Исследование четверной взаимной системы из хлоридов, бромидов, сульфатов натрия и таллия в расплавах. //ЖНХ. –1962. –Т.7, В.6. –С.1434. 13. Переш Е.Ю., Лазарев В.Б., Корнийчук О.И., Цигика В.В., Петрушова О.В., Киш З.З., Семрад О.О. Фазовые равновесия в системах $Tl_2S(Se,Te)-TlI$ и $TlSe-TlCl(Br,I)$. // Неорган. материалы. –1993. –Т.29, №3. –С.410–413. 14. Blachnik R., Dreisbach H.A. Phase Relations in the $TlX-Tl_2Se$ Systems ($X=Cl,Br,I$) and the Crystal Structure of Tl_5Se_2I. // Journal of Solid State Chemistry. –1984. №52. –Р.53-60. 15. Сафонов В.В., Лемешко О.В., Коршунов Б.Г. Системы $MeI - TeI_4$. // ЖНХ. - 1971. - Т.16, В.8. - С.2283-2285. 16. Галаговец И.В., Переш Е.Ю., Лазарев В.Б., Барчий И.Е., Дьордьяй В.С. Фазовые равновесия и некоторые свойства	60

- соединений в системах $\text{In}_2(\text{Ga}_2)\text{S}_3\text{--P}_2\text{S}_5$. // Неорган. материалы. – 1995. – Т.31, №2. – С.202-205.
17. Сабов М.Ю., Переш Є.Ю., Барчій І.Є. Фазові рівноваги в системах $\text{Tl}_5\text{Se}_2\text{Br--Tl}_6\text{Se}_2\text{I}$ та $\text{Tl}_6\text{SI}_4\text{--Tl}_6\text{SeI}_4$. // Науковий вісник УжДУ. Серія Хімія. – 1997. – Вип.2., – С.26-27.
 18. Барчій І.Є., Переш Є.Ю., Сабов М.Ю., Габорець Н.Й. Фазові рівноваги в системах $\text{Tl}_2\text{S--Tl}_5\text{Se}_2\text{Br(I)}$ // УХЖ. – 2001. – Т.67, №12. – С.76-79.
 19. Габорець Н.Й., Барчій І.Є., Цигика В.В. Фізико-хімічна взаємодія у квазібінарних системах $\text{TlCl(Br) - Tl}_2\text{S}$. // Науковий вісник УжНУ. Серія Хімія. – 2002. – В.8. – С.47-51.
 20. Переш Е.Ю., Лазарев В.Б., Кун С.В., Кун Г.В., Барчий И.Е., Сидей В.И. Сложные галогениды типа $\text{A}^{\text{I}}_3\text{B}^{\text{V}}_2\text{C}^{\text{VI}}_9$ ($\text{A}^{\text{I}}\text{--Rb, Cs}$; $\text{B}^{\text{V}}\text{--Sb, Bi}$; $\text{C}^{\text{VI}}\text{--Br, I}$) и твердые растворы на их основе. // Неорган. материалы. – 1997. – Т.33, №4. – С.431-435.
 21. Зубака О.В., Сідей В.І., Кун С.В., Переш Є.Ю., Барчій І.Є., Сабов М.Ю. Кристалічна структура та деякі властивості сполук Tl_2TeBr_6 і Tl_2TeI_6 . // Науковий вісник УжДУ. Серія Хімія. – 2000. – Вип.5. – С.3-5.
 22. Зубака О.В., Кун С.В., Галаговец И.В., Переш Е.Ю., Барчий И.Е., Сабов М.Ю. Области гомогенности и свойства Tl_2TeBr_6 , Cs_2TeBr_6 и Rb_2TeBr_6 . // Неорг. материалы. – 2001. – Т.37, №8. – С.1000-1004.
 23. Зубака О.В., Переш Є.Ю., Барчій І.Є., Кун С.В., Сідей В.І., Галаговец И.В. Одержання та властивості монокристалів сполук типу A_2TeC_6 (A--Rb, Cs, Tl ; C--Br, I). // В зб.: Тези доп. XV наук. конф. з неорганічної хімії за міжнародною участю, Київ, 3-7 вересня. – 2001. – С.210.
 24. Зубака О.В., Сидей В.И., Переш Е.Ю., Барчий М.Е., Кун С.В., Кун А.В. Области гомогенности, получение и свойства монокристаллов соединений Me_2TeI_6 (Me--Rb, Cs, Tl). // Неорг. материалы. – 2002. – Т.38, №8. – С.1020-1024.
 25. Зубака О.В., Кун С.В., Галаговец И.В., Барчий И.Е., Сидей В.И., Сабов М.Ю., Переш Е.Ю. Получение и свойства высокочистых теллуробромидов и -йодидов типа $\text{Me}_2\text{TeHal}_6$ (Me--Rb, Cs, Tl ; Hal--Br, I). // В сб.тр.: Харьковская научная ассамблея. 8-й Международный симпозиум “Высокочистые металлические и полупроводниковые материалы”, Харьков, 22-27 апреля. – 2002. – С.111-113.
 26. Зубака О.В., Переш Є.Ю., Барчій І.Є., Галаговец И.В., Крафчик С.С. Одержання та властивості монокристалів сполук K_2TeBr_6 , K_2TeI_6 . // Науковий вісник УжНУ. Серія Хімія. – 2002 – В.7. – С.27-32.
 27. Kozma A.A., Sabov M.Yu., Peresh E.Yu., Barchiy I.E., and Tsygyka V.V. Thermoelectric Properties of a Eutectic $\text{SnSe}_2\text{--Bi}_2\text{Se}_3$ Alloy // Inorg. Mater. – 2015. – Vol.51, №2. – P. 93–97.
 28. Barchii I.E., Tats'kar A.R., Kozma A.A., Peresh E.Yu. Interaction of components in the $\text{Tl}_2\text{Se--Tl}_4\text{SnSe}_4\text{--Tl}_9\text{SbSe}_6$ quasi-ternary system // Russ. J. Inorg. Chem. – 2015. – Vol.60, №9. – P. 1148–1151.
 29. Stercho I.P., Barchii I.E., Malakhovskaya T.A., Pogodin A.I., Sidei V.I., Solomon A.M., Peresh E.Yu. Physicochemical interaction in the $\text{Cs}_3\text{Sb}_2\text{Br}_9\text{--Cs}_2\text{TeBr}_6$ system: the phase diagram and the nature of the interaction of components // Russ. J. Inorg. Chem. – 2015. – V.60, No.2. – P.225-229.
 30. Сабов В.І., Поторій М.В., Товт В.В., Товт В.О., Сабов М.Ю., Барчій І.Є. Фізико-хімічна взаємодія в системі $\text{TlInP}_2\text{Se}_6\text{--TlSbP}_2\text{Se}_6$ // Наук. вісник Ужгородського ун-ту. Серія "Хімія". – 2015. – Вип. 2 (34). – С.
 31. Товт В.О., Барчій І.Є., П'ясецьки М., Кітик І.В., Федорчук А.О., Соломон А.М., Погодін А.І. Тріангуляція квазіпотрійної системи $\text{Tl}_2\text{Se--In}_2\text{Se}_3\text{--“P}_2\text{Se}_4\text{”}$ // Наук. вісник Ужгородського ун-ту. Серія "Хімія". – 2016. – Вип. 2 (36). – С.14-17.
 32. Barchiy I., Tatskar A., Sabov M., Rozycka-Sokolowska E., Marciniak

	B., Pavlyuk V. Crystal and electronic structure of the ternary monoclinic selenide $Tl_{2.59}Sb_{8.41}Se_{14}$ ($TlSb_3Se_5$) // Chem. Met. Alloys. –2016. –V.9 (1/2). –P.11-20. 33. Piasecki M., Brik M.G., Barchiy I.E., Ozga K., Kityk I.V., Al-Naggar A.M., Albassam A.A., Malakhovskaya T.A., Lakshminarayana G. Band structure, electronic and optical features of Tl_4SnX_3 ($X=S, Te$) ternary compounds for optoelectronic applications. // J. Alloys and Compounds. –2017. –V.710. –P.600-607. 34. Стерчо І.П., Зубака О.В., Барчій І.Є., Переш Є.Ю., Кохан О.П., Погодін А.І. Аналіз зміни типу хімічного зв'язку та прогнозування взаємодії в системах на основі перовскітних сполук $Cs_3Sb_2Br_9(I_9)$ та $Cs_2TeBr_6(I_6)$. // Наук. вісник Ужгородського ун-ту. Серія "Хімія". – 2017. – Вип. 1 (37). –С.48-54. 35. Товт В.О., Барчій І.Є., Федорчук А.О., П'ясецькі М., Кітик І.В., Соломон А.М., Погодін А.І. Взаємодія в системі $TlInSe_2-Tl_4P_2Se_6$. // Наук. вісник Ужгородського ун-ту. Серія "Хімія". – 2017. – Вип. 1 (37). –С.55-58. 36. Valeria Tovt, Igor Barchiy, Michal Piasecki, Iwan Kityk, and Anatolii Fedorchuk. Investigations of $TlInP_2Se_6-In_4(P_2Se_6)_3$ system and optical properties of complex compounds. // Hungarian Journal of Industry and Chemistry. –2017. –V.3. –P.146-152. 37. Товт В.О., Барчій І.Є., Федорчук А.О., П'ясецькі М., Кітик І.В., Філеп М.Й., Погодін А.І., Белей М.М. СИСТЕМА $In_2Se_3-TlInP_2Se_6$. // Наук. вісник Ужгородського ун-ту. Серія "Хімія". – 2017. – Вип. 2 (38). –С.48-54. 38. Малаховська Т.О., Філеп М.Й., Погодін А.І., Сабов М.Ю., Стасюк Ю.М., Барчій І.Є., Переш Є.Ю. Особливості вирощування монокристалів тетраталію(І) тритіостанату(ІІ) // Наук. вісник Ужгородського ун-ту. Серія "Хімія". – 2018. – Вип. 2 (40). – С.20-23. Робота з діаграмами: створення діаграм із використанням редактору для наукової графіки Origin, встановлення можливостей утворення твердих розчинів із використанням кристалографічних програм PowderCell, Carina, ICSD.	
Модуль II. Трикомпонентні системи	Закріплення навичок тріангуляції трикомпонентних систем: $Tl_2Se-GeSe_2-SnSe_2$, $Tl_2S(Se,Te)-TlBr-TlI$. Огляд фазових рівноваг у трикомпонентних системах, які опубліковані у наступних виданнях: 1. Палкин А.П., Поливанова Т.А. Четверная взаимная система из хлоридов, бромидов, сульфатов натрия и таллия. // ЖНХ. – 1962. - Т.7, В.8. – С.1983. 2. Палкин А.П., Поливанова Т.А. Четверная система $Tl_2Cl_2 - Tl_2Br_2 - Na_2SO_4$. // ЖНХ. –1963. –Т.8, В.4. –С.959. 3. Ильясов И.И. и др. Четверная взаимная система из хлоридов, бромидов натрия, таллия и кадмия. //УХЖ. –1973. –Т.39. –С.31. 4. Сафонов В.В., Кузина Т.В., Малышева Е.С. Плавкость в системе $K_2TeBr_6 - Rb_2TeBr_6 - Cs_2TeBr_6$. // ЖНХ. - 1975. –Т.20. - С.3391-3392. 5. Барчій І.Є., Слободян Л.А., Переш Є.Ю., Сабов М.Ю. Взаємодія в системах $TlSe-TlCl-TlBr(I)$ та $TlSe-TlBr-TlI$. // В зб.: Тези доповідей IX науково-технічної конференції "Хімія, фізика і технологія халькогенідів і халькогалогенідів", Ужгород. –1998. – С.65. 6. Барчій І.Є., Слободян Л.А., Переш Є.Ю., Сабов М.Ю. Фазові рівноваги в системі $Tl_2S-Tl_2Se-TlI$. // В зб.: Тези доповідей IX науково-технічної конференції "Хімія, фізика і технологія халькогенідів і халькогалогенідів", Ужгород. –1998. –С.69. 7. Барчій І.Є., Слободян Л.А., Переш Є.Ю., Сабов М.Ю. Фізико-хімічна взаємодія в системі $TlSe-TlCl-TlBr$. // УХЖ. - 2000. -	60

- Т.66, №4. - С.71-75.
8. Барчий І.Є., Переш Є.Ю., Сабов М.Ю., Габорець Н.Й. Вивчення взаємодії в системі TlSe-TlCl-TlI . // В зб.: Тези доповідей Х НТК "Складні оксиди, халькогеніди та галогеніди для функціональної електроніки", Ужгород, 26-29 вересня. –2000. –С.51.
 9. Барчий І.Є., Переш Є.Ю., Сабов М.Ю., Габорець Н.Й. Дослідження фазових рівноваг у квазітернарній системі $\text{TlI-Tl}_6\text{SI}_4\text{-Tl}_6\text{SeI}_4$. // В зб.: Тези доповідей Х НТК "Складні оксиди, халькогеніди та галогеніди для функціональної електроніки", Ужгород, 26-29 вересня. –2000. –С.52.
 10. Барчий І.Є., Переш Є.Ю., Сабов М.Ю., Габорець Н.Й., Кун С.В. Фазовые равновесия в системе $\text{Tl}_2\text{S-Tl}_2\text{Se-TlI}$. // ЖНХ. – 2001. – Т.46, №10. – С.1729-1732.
 11. Барчий І.Є., Переш Є.Ю., Габорець Н.Й., Сабов М.Ю., Цигика В.В. Фазові рівноваги у квазіпотрійній системі $\text{Tl}_2\text{S-Tl}_2\text{Se-Tl}_5\text{Se}_2\text{Br}$. // Науковий вісник УжНУ. Серія Хімія. – 2001. – В.6. – С.108-112.
 12. Барчий І.Є., Переш Є.Ю., Габорець Н.Й., Сабов М.Ю., Цигика В.В., Кун Г.В. Фазоутворення в системах $\text{Tl}_2\text{S-Tl}_2\text{Se-TlBr(I)}$. // В зб.: Тези доп. XV наук. конф. з неорганічної хімії за міжнародною участю, Київ, 3-7 вересня. –2001. – С.212.
 13. Barchij I., Haborets N.Y., Peresh E.Yu., Tzihika V.V., Kun A.V., Halahovets I.V. The $\text{Tl}_2\text{S-Tl}_2\text{Se-TlBr(I)}$ Systems. // 6th International School-Conference "Phase Diagrams in Materials Science", Kyiv, 14-20 October. –2001. –P.94-95.
 14. Барчий І.Є., Переш Є.Ю., Сабов М.Ю., Габорець Н.Й. Фазові рівноваги у квазіпотрійній системі TlSe-TlCl-TlI . // УХЖ. – 2002. – Т.68, №6. – С.71-75.
 15. Барчий І.Є., Переш Є.Ю., Габорець Н.Й., Сабов М.Ю., Цигика В.В. Фазові рівноваги в квазіпотрійній системі $\text{Tl}_2\text{S-Tl}_2\text{Se-Tl}_5\text{Se}_2\text{Br}$. // Науковий вісник УжНУ. Серія Хімія. –2001. –В.7. – С.108-112.
 16. Габорець Н.И., Переш Е.Ю., Барчий И.Е., Цигика В.В., Сабов М.Ю. Фазовые равновесия в квазитройной системе $\text{TlI-Tl}_6\text{SI}_4\text{-Tl}_6\text{SeI}_4$. // В сб.: I Всероссийская конференция «Физико-химические процессы в конденсированном состоянии и на межфазовых границах». Материалы конференции «ФАГРАН 2002» секция 3, Воронеж. –2002. –С.279-280.
 17. Barchij I.E., Peresh E.Yu., Sabov M.Yu., Gaborets N.I., Kun A.V. Phase Equilibria of the $\text{Tl}_2\text{S-Tl}_2\text{Se-TlI}$ System. // Journal of Inorgan. Chem. –2002. –V.47, №.10. –P.1568–1571.
 18. Barchij I.E., Peresh E.Yu., Haborets N.J., Sabov M.Yu., Tzigika V.V. Phase relations in the $\text{Tl}_2\text{S-Tl}_5\text{Se}_2\text{Br-TlBr}$ ternary system. // Journal of Alloys and Compounds. –2003. –№.353. –P.180-183.
 19. Barchij I.E., Peresh E.Yu., Haborets N.J., Tzigika V.V. The TlSe-TlBr-TlI quasi-ternary system // J. Alloys and Compounds. – 2003. – V.358. – P.93-97.
 20. Барчий И.Е., Переш Е.Ю., Габорец Н.Й., Цигика В.В. Взаимодействие в системе TlCl-TlBr-TlI . // ЖНХ. – 2003. – Т.48, №5. – С. 745-749.
 21. Pogodin A.I., Kokhan A.P., Barchii I.E., Solomon A.M., Stasuk Yu.M. Physicochemical interaction in the $\text{CuBr-Cu}_2\text{S-Cu}_6\text{PS}_5\text{Br}$ quasi-ternary system. // Russ. J. Inorg. Chem.. – 2015. – №60.(6) – С. 741–745.
 22. Plucinski K. J., Sabov M., Fedorchuk A. O., Barchiy I., Lakshminarayana G, Filep M. UV laser induced second order optical effects in the Tl_4PbTe_3 , Tl_4SnSe_3 and Tl_4PbSe_3 single crystals // Opt. Quant. Electron. –2015. –V.47, Issue 2 –P.185-192.
 23. Reshak A.H., Alahmed Z.A., Barchij I., Sabov M., Plucinski K.J., Kityk I.V., Fedorchuk A.O. The influence of replacing Se by Te on electronic structure and optical properties of Tl_4PbX_3 ($X=\text{Se}$ or Te): Experimental and Theoretical investigations. / RSC Adv., 2015, p.1-9.
 24. Малаховська Т.О., Філеп М.Й., Сабов М.Ю., Барчий І.Є., Переш

- Є.Ю., Соломон А.М. Квазібінарні перерізи та порівняльний аналіз взаємодії в потрійних системах Tl–Pb–Se(Te) // УХЖ. – 2015. – Т.81, №4. – С.92-95.
25. Масалович О.О., Сабов М.Ю., Барчій І.Є., Соломон А.М. Фазові рівноваги в системі $Tl_2Se-Tl_9BiSe_6-Tl_4SnSe_3$ // УХЖ. – 2015. – Т.81, №8. – С.98–100.
 26. Барчій І.Є., Федорчук А.О., Тацькар А.Р., Пясецькі М., Кітик І.В. Хімічний зв'язок у тернарних сполуках квазіпотрійної системи $Tl_2Se-SnSe_2-Sb_2Se_3$ // Наук. вісник Ужгородського ун-ту. Сер. "Хімія" – 2015. – Вип. 2 (34). – С.
 27. Barchiy I.E.; Tatzkar A.R.; Fedorchuk A.O., Plucinski K. Phase diagrams of novel $Tl_4SnSe_4-TlSbSe_2-Tl_2SnSe_3$ quasi-ternary system following DTA and X-ray diffraction // J. Alloys and Compounds. – 2016. – V.671. – P.109-113.
 28. Barchiy I.E., Sabov M.Yu, El-Naggar A.M., AlZayed N. S., Albassam A.A., Fedorchuk A.O., Kityk I.V. Tl_4SnS_3 , Tl_4SnSe_3 and Tl_4SnTe_3 crystals as novel IR induced optoelectronic materials // J. Mater. Sci.: Mater. Electron. –2016. – V.27. –P.3901-3905.
 29. E. E. Masalovich, M. Yu. Sabov, I. E. Barchii, A. M. Solomon. Interaction in the Systems $TlBiSe_2-Tl_9BiSe_6-PbSe$ and $Tl_9BiSe_6-Tl_4PbSe_3-PbSe$ // Russian Journal of Inorganic Chemistry, 2016, Vol. 61, No. 4, pp. 507–510.
 30. Козьма А.А., Переш Є.Ю., Барчій І.Є., Сабов М.Ю., Зубака О.В. Термоелектричні властивості евтектичних сплавів квазіпотрійної системи $SnSe_2-TlBiSe_2-Bi_2Se_3$ // Наук. вісник Ужгородського ун-ту. Серія "Хімія". – 2016. – Вип. 1 (35).–С.22-27
 31. Зубака О.В., Переш Є.Ю., Барчій І.Є., Кохан О.П., Соломон А.М., Погодін А.І. Фізико-хімічна взаємодія компонентів у взаємній системі $Rb_2TeI_6+Cs_2TeBr_6 \leftrightarrow Cs_2TeI_6+Rb_2TeBr_6$ // Наук. вісник Ужгородського ун-ту. Серія "Хімія". – 2016. – Вип. 2 (36). –С.22-25.
 32. I.E.Barchii, A.R.Tats'kar, A.A.Fedorchuk, A.I.Pogodin, A.M.Solomon. Phase Equilibria in the System $Tl_9SbSe_6-TlSbSe_2-Tl_4SnSe_4$. // Russian Journal of Inorganic Chemistry, 2018, Vol. 63, No. 1, pp. 104–110.
 33. I.E.Barchii, V.A.Tovt, M.Piasecki, A.A.Fedorchuk, A.M.Solomon, A.I.Pogodin. Physicochemical Interaction in the $TlInSe_2-TlInP_2Se_6$ System. // Russian Journal of Inorganic Chemistry, 2018, Vol. 63, No. 4, pp. 537–542.
 34. I.Stercho, A.Pogodin, O. Kokhan, I. Barchiy, A. Fedorchuk, I. Kityk, M. Piasecki. Interaction in the system based on the $Cs_3Sb_2Br_9(I_9)$ and $Cs_2TeBr_6(I_6)$ compounds. // Chem. Met. Alloys. – 2017 – V.10. – P. 113-119. (available on-line April 1, 2018) (<http://chemetal-journal.org/>)
 35. Малаховська Т.О., Погодін А.І., Філеп М.Й., Сабов М.Ю., Мункачі О.Й., Стасюк Ю.М., Барчій І.Є. Вивчення фізико-хімічної взаємодії в системі $Se-SnSe_2-Tl_2SnSe_3$ // Наук. вісник Ужгородського ун-ту. Серія "Хімія". – 2018. – Вип. 2 (40). – С.31-36.
 36. Barchiy, I., Tovt, V., Piasecki, M., Fedorchuk, A., Pogodin, A., Filep, M., Stercho, I. $Tl_2Se-TlInSe_2-Tl_4P_2Se_6$ quasiternary system. *Ukrainian Chemistry Journal*, (2019). 85(2), 101-110. <https://doi.org/10.33609/0041-6045.85.2.2019.101-110>
 37. Барчій І.Є., Федорчук А.О., Павлюк В.В., Товт В.О., П'ясецькі М., Стерчо І.П. Кристалічна будова та хімічний зв'язок у проміжних сполуках системи $Tl_2Se-In_2Se_3-P_2Se_4$ // Наук. вісник Ужгород. ун-ту (Сер. Хімія), 2019, № 1 (41) 11-19.
 38. Малаховська Т.О., Глух О.С., Погодін А.І., Філеп М.Й., Сабов М.Ю., Стасюк Ю.М., Барчій І.Є. Фізико-хімічна взаємодія в системі $Tl_4PbTe_3-Tl_9BiTe_6-TlBiTe_2$ // Наук. вісник Ужгород. ун-ту (Сер. Хімія), 2019, № 1 (41) 32-37.

5.5. Перелік питань для підготовки

1. Організація наукової діяльності кафедри.
2. Планування експериментальних досліджень. Робота з науковою літературою.
3. Фізико-хімічний аналіз як основа наукових досліджень багатокомпонентних систем та одержання нових матеріалів.
4. Термодинамічні визначення. Система: термодинамічна, фізико-хімічна, гомогенна, гетерогенна. Стаціонарний і термодинамічний стан системи. Компонент, Фаза.
5. Термодинамічні і хімічні потенціали, їх використання для опису рівноважних процесів.
6. Параметри системи, правило фаз Гіббса.
7. Варіантність системи. Принципи відповідності та неперервності Курнакова для діаграм стану.
8. Експериментальні методи дослідження діаграм стану.
9. Р-Т проекція однокомпонентної системи. Формула Клаузіуса-Клапейрона для характеристики ліній моноваріантої рівноваги (сублімації, випаровування, плавлення).
10. Р-Т проекція діаграм стану однокомпонентних систем типу "вода" і "сірка". Стабільний та метастабільний стан. Енантіотропний і монотропний фазовий перехід.
11. Зображення і вираження складу двокомпонентних систем. Загальні властивості ізобарного потенціалу.
12. Побудова діаграми стану неперервного ряду твердих розчинів з експериментальними точками на кривих ліквідусу і солідусу.
13. Діаграми стану з бінодальною кривою та впорядкованими твердими розчинами. Фази Курнакова.
14. Діаграми стану систем із необмеженою розчинністю компонентів в рідкому стані і граничними твердими розчинами.
15. Нонваріантні евтектичний та перитектичний процеси.
16. Визначення нонваріантних точок та складу твердого розчину з використанням побудови трикутника Таммана.
17. Діаграма стану евтектичного типу з ретроградним солідусом.
18. Діаграма стану системи із сполукою, що плавиться конгруентно.
19. Дистектика. Поняття дальтонідів та бертолідів у фізико-хімічному аналізі. Характеристика стійкості сполук на основі кривизни радіусу ліквідусу та солідусу.
20. Сингулярні точки на кривих "склад-властивість".
21. Утворення сполук по перитектичній реакції. Інконгруентне плавлення. Дальтонідні і бертолідні фази з інконгруентним характером плавлення.
22. Діаграма стану системи з проміжною фазою, яка плавиться конгруентно в перехідній точці.
23. Діаграма стану екзотермічної сполуки.
24. Діаграма стану системи з проміжною фазою, що утворюється в твердому стані. Процес, який відбувається на перитектоїдній горизонталі.
25. Моноваріанта рівновага твердих розчинів на основі поліморфних модифікацій компонентів.
26. Діаграма стану системи з нонваріантною евтектоїдною рівновагою. Визначення складу евтектоїдної точки побудовою трикутника Таммана. Процес на евтектоїдній горизонталі.
27. Діаграми стану систем з нонваріантними монотектоїдною та метатектичною рівновагами.
28. Підвищення і пониження температури поліморфного переходу сполуки. Перитектоїдний і евтектоїдний процеси.

29. Діаграми стану систем з обмеженою розчинністю компонентів в рідкому стані. Кристалізація із власних розплавів компонентів.
30. Діаграма стану системи з нонваріантною монотектичною рівновагою. Монотектична горизонталь, точка монотектики.
31. Діаграма стану з ноніваріантною синтектичною рівновагою. Утворення сполуки по синтектичній реакції.
32. Методи зображення трикомпонентних систем. Визначення складу по Гіббсу та Розебому.
33. Правило важеля і центра трикутника. Варіантність в трикомпонентних системах.
34. Діаграми стану систем з необмеженою розчинністю компонентів в рідкому та твердому станах. Кристалізація потрійних сплавів.
35. Політермічні та ізотермічні розрізи.
36. Діаграма стану систем з необмеженою розчинністю компонентів в рідкому і твердому станах.
37. Діаграма стану систем з бінодальною поверхнею, з упорядкованими твердими розчинами.
38. Моноваріантна евтектична та перитектична рівновага в потрійних системах.
39. Діаграма стану систем із нонваріантною евтектичною рівновагою. Первинна, вторинна та третинна кристалізація сплавів.
40. Діаграма стану трикомпонентних систем із утворенням бінарної сполуки, яка плавиться конгруентно. Квазібінарні розрізи, точки Ван-Рейна (перевальні точки).
41. Триангуляція систем. Правило Гюнтлера. Топологічні типи розбиття трикомпонентних систем за Курнаковим. Геометричний метод триангуляції Домбровської. Перетинаючі лінії першого та другого порядку.
42. Діаграми стану трикомпонентних системи із тернарною проміжною фазою.
43. Перехід конгруентного процесу в інконгруентний і навпаки.

6. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Технічні засоби: Мультимедійний проєктор.

Обладнання: персональні комп'ютери, ноутбуки.

Програмне забезпечення Windows 10, Microsoft PowerPoint.

7. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. В.Л.Аносов, М.И.Озерова, Ю.Я. Фиалков. Основы физико-химического анализа. М.:Наука, 1976, -503с.
2. А.М.Захаров. Диаграммы состояния двойных и тройных систем. М.:Металлургия, 1978, -292с.
3. А.В.Новоселова. Методы исследования гетерогенных равновесий. М.:Высшая школа, 1980, -165с.
4. В.П.Зломанов Р-Т-х диаграммы двухкомпонентных систем. М.:изд-во МГУ, 1980.
5. В.И.Михеева. Метод физико-химического анализа в неорганическом синтезе. М.:Наука, 1975, -272с.
6. Б.Ф.Ормонт. Введение в физическую химию и кристаллохимию полупроводников. М.:Высшая школа. 1982, -528с.
7. Я.А.Угай. Введение в химию полупроводников. М.:Высшая школа, 1975, -302с.
8. Л.Кауфман, Х.Бернштейн. Расчет диаграмм состояния с помощью ЭВМ. М.:Мир, 1972, -326с.
9. Я.Г.Горощенко. Физико-химический анализ гомогенных и гетерогенных систем. К.:Наукова думка, 1978, -490с.
10. С.С.Горелик, М.Л.Дашевский. Материаловедение полупроводников и металловедение. М.:Металлургия, 1973, -490с.
11. Методичні розробки з курсу фізико-хімічного аналізу для студентів IV курсу денного та VI курсу вечірнього навчання хімічного факультету. Частина 1,2. Ужгород:вид-во УжДУ, 1981, 1984.
12. Р.Смит. Полупроводники. М.:Мир, 1982, -560с.
13. Барчій І.Є., Переш Є.Ю., Різак В.М., Худолій В.О. Гетерогенні системи. –Ужгород: Закарпаття. –2003. –212с.
14. Переш Є.Ю., Різак В.М., Семрад О.О. Хімія твердого тіла: Навчальний посібник. У двох частинах. –Ужгород: в-во УжДУ. –2000. –Ч.1. –210с.
15. Переш Є.Ю., Різак В.М., Семрад О.О. Хімія твердого тіла: Навчальний посібник. У двох частинах. –Ужгород: БАТ “Видавництво ”Закарпаття”. –2002. –Ч.2. –244с.
16. Барчій І.Є., Малаховська Т.О., Переш Є.Ю., Сабов М.Ю., Філеп М.Й. Системи Tl_2X-BX_2 , Tl_2X-BX ($B - Si, Ge, Sn, Pb$; $X - S, Se, Te$): фазові рівноваги та кристалічна структура проміжних сполук (монографія ISBN 978-617-7333-92-9) Ужгород: Вид-во УжНУ «Говерла», 2019. 100 с.

Наукові журнали:

- Український хімічний журнал.
- Journal of Inorganic Chemistry.
- Inorganic Materials.
- Науковий вісник УжНУ. Серія Хімія.
- Физика и техника полупроводников.
- J.Alloys and Compounds.
- J.Non-Crystall Solids.
- J.Acta Crystallography.
- J.Less-Common Metals.
- Z.Naturforschung.
- Chem. Met. Alloys/
- J. Mater. Sci.: Mater. Electron

Додаткові джерела

1. Лазарев В.Б., Шевченко В.Я., Гринберг Я.Х., Соболев В.В. Полупроводниковые соединения группы $A^{II}B^{VI}$. – М.: Наука. – 1978. – 255с.
2. Томашик В.Н., Грицив В.И., Диаграммы состояния на основе полупроводниковых соединений $A^{II}B^{VI}$. Справочник. – К.: Наукова думка. – 1982. – 167с.
3. Лазарев В.Б., Киш З.З., Переш Е.Ю., Серад Е.Е. Сложные халькогениды в системах $A^I-B^{IV}-C^{VI}$. – М.: Металлургия. – 1993. – 239с.
4. Виноградова Г.В. Стеклообразование и фазовые равновесия в халькогенидных системах. – М.: Наука. – 1984. – 175С.
5. Чижигов Д.М., Счастливый В.П. Селен и селениды. – М.: Наука. – 1964. – 320С.
6. Асадов М.М. Области гомогенности фаз системы $HgSe+Tl_2Te \leftrightarrow HgTe+Tl_2Se$ // Неорган.мат. – 1984. – 20, №10. – С.1621-1623.
7. Палкин А.П., Палюра И.П. О взаимодействии в тройной системе вытиснения $Tl_2Cl_2 + Zn = ZnCl_2 + 2Tl$. // ЖНХ. – 1960. – Т.5. – С.160-171.
8. Коршунов Б.Г., Сафонов В.В. Галогенидные системы. – М.: Металлургия. – 1984. – 303с.
9. Ворошилов Ю.В., Киш З.З., Семрад Е.Е., Ткаченко В.И. Область гомогенности Tl_3TaS_4 // Журнал неорг.химии. – 1980. – Т.25, №10. – С.2610-1613.
10. Barchij I., Szabo M., Peresh E., Slobodjan L. The investigation of relation in $TlSe-TlBr-TlI$ system with using mathematical methods of planning. // Proceedings of the International Conference (EL-100). Ukr., Uzhgorod. – 1997. – P.265-267/
11. Переш Е.Ю., Барчий И.Е. О соединениях переменного состава и диссоциации при плавлении некоторых сложных халькогенидов и галогенидов таллия. // Наук.вісник УжДУ, сер.Хімія. – 1996. – В.1. – С.29-34.
12. Поливанова Т.А. Исследование четверной взаимной системы из хлоридов, бромидов, сульфатов натрия и таллия в расплавах. // ЖНХ. – 1962. – Т.7, В.6. – С.1434.
13. Переш Е.Ю., Лазарев В.Б., Корнийчук О.И., Цигика В.В., Петрушова О.В., Киш З.З., Семрад О.О. Фазовые равновесия в системах $Tl_2S(Se,Te)-TlI$ и $TlSe-TlCl(Br,I)$. // Неорган. материалы. – 1993. – Т.29, №3. – С.410-413.
14. Blachnik R., Dreisbach H.A. Phase Relations in the $TlX-Tl_2Se$ Systems ($X=Cl,Br,I$) and the Crystal Structure of Tl_5Se_2I . // Journal of Solid State Chemistry. – 1984. №52. – P.53-60.
15. Сафонов В.В., Лемешко О.В., Коршунов Б.Г. Системы $MeI - TeI_4$. // ЖНХ. – 1971. – Т.16, В.8. – С.2283-2285.
16. Галаговец И.В., Переш Е.Ю., Лазарев В.Б., Барчий И.Е., Дьордяй В.С. Фазовые равновесия и некоторые свойства соединений в системах $In_2(Ga_2)S_3-P_2S_5$. // Неорган. материалы. – 1995. – Т.31, №2. – С.202-205.
17. Сабов М.Ю., Переш Е.Ю., Барчий И.Е. Фазові рівноваги в системах $Tl_5Se_2Br-Tl_6Se_2I$ та $Tl_6SI_4-Tl_6SeI_4$. // Науковий вісник УжДУ. Серія Хімія. – 1997. – Вип.2., – С.26-27.
18. Барчий И.Е., Переш Е.Ю., Сабов М.Ю., Габорець Н.Й. Фазові рівноваги в системах $Tl_2S-Tl_5Se_2Br(I)$ // УХЖ. – 2001. – Т.67, №12. – С.76-79.
19. Габорець Н.Й., Барчий И.Е., Цигика В.В. Фізико-хімічна взаємодія у квазібінарних системах $TlCl(Br) - Tl_2S$. // Науковий вісник УжНУ. Серія Хімія. – 2002. – В.8. – С.47-51.
20. Переш Е.Ю., Лазарев В.Б., Кун С.В., Кун Г.В., Барчий И.Е., Сидей В.И. Сложные галогениды типа $A_3B_2C^{VI}_9$ (A^I-Rb, Cs ; B^V-Sb, Bi ; $C^{VI}-Br, I$) и твердые растворы на их основе. // Неорган. материалы. – 1997. – Т.33, №4. – С.431-435.
21. Зубака О.В., Сидей В.И., Кун С.В., Переш Е.Ю., Барчий И.Е., Сабов М.Ю. Кристалічна структура та деякі властивості сполук Tl_2TeBr_6 і Tl_2TeI_6 . // Науковий вісник УжДУ. Серія Хімія. – 2000. – Вип.5. – С.3-5.
22. Зубака О.В., Кун С.В., Галаговец И.В., Переш Е.Ю., Барчий И.Е., Сабов М.Ю. Области гомогенности и свойства Tl_2TeBr_6 , Cs_2TeBr_6 и Rb_2TeBr_6 . // Неорг. материалы. – 2001. – Т.37, №8. – С.1000-1004.
23. Зубака О.В., Переш Е.Ю., Барчий И.Е., Кун С.В., Сидей В.И., Галаговец И.В. Одержання та властивості монокристалів сполук типу A_2TeC_6 ($A-Rb, Cs, Tl$; $C-Br, I$). // В зб.: Тези доп. XV наук. конф. з неорганічної хімії за міжнародною участю, Київ, 3-7 вересня. – 2001. – С.210.
24. Зубака О.В., Сидей В.И., Переш Е.Ю., Барчий И.Е., Кун С.В., Кун А.В. Области гомогенности, получение и свойства монокристаллов соединений Me_2TeI_6 ($Me-Rb, Cs, Tl$). // Неорг. материалы. – 2002. – Т.38, №8. – С.1020-1024.
25. Зубака О.В., Кун С.В., Галаговец И.В., Барчий И.Е., Сидей В.И., Сабов М.Ю., Переш Е.Ю. Получение и свойства высокочистых теллуробромидов и -йодидов типа Me_2TeHal_6 ($Me-Rb, Cs, Tl$; $Hal-Br, I$). // В сб.тр.: Харьковская научная ассамблея. 8-й Международный симпозиум “Высокочистые металлические и полупроводниковые материалы”, Харьков, 22-27 апреля. – 2002. – С.111-113.
26. Зубака О.В., Переш Е.Ю., Барчий И.Е., Галаговец И.В., Крафчик С.С. Одержання та властивості монокристалів сполук K_2TeBr_6 , K_2TeI_6 . // Науковий вісник УжНУ. Серія Хімія. – 2002 – В.7. – С.27-32.
27. Kozma A.A., Sabov M.Yu., Peresh E.Yu., Barchij I.E., and Tsygyka V.V. Thermoelectric Properties of a Eutectic $SnSe_2-Bi_2Se_3$ Alloy // Inorg. Mater. – 2015. – Vol.51, №2. – P. 93-97.
28. Barchij I.E., Tats'kar A.R., Kozma A.A., Peresh E.Yu. Interaction of components in the $Tl_2Se-Tl_4SnSe_4-Tl_9SbSe_6$ quasi-ternary system // Russ. J. Inorg. Chem. – 2015. – Vol.60, №9. – P. 1148-1151.

29. Stercho I.P., Barchii I.E., Malakhovskaya T.A., Pogodin A.I., Sidei V.I., Solomon A.M., Peresh E.Yu. Physicochemical interaction in the $\text{Cs}_3\text{Sb}_2\text{Br}_9\text{--Cs}_2\text{TeBr}_6$ system: the phase diagram and the nature of the interaction of components // *Russ. J. Inorg. Chem.* – 2015. – V.60, No.2. – P.225-229.
30. Сабов В.І., Поторій М.В., Товт В.В., Товт В.О., Сабов М.Ю., Барчій І.Є. Фізико-хімічна взаємодія в системі $\text{TlInP}_2\text{Se}_6\text{--TlSbP}_2\text{Se}_6$ // *Наук. вісник Ужгородського ун-ту. Серія "Хімія"*. – 2015. – Вип. 2 (34). – С.
31. Товт В.О., Барчій І.Є., П'ясецькі М., Кітик І.В., Федорчук А.О., Соломон А.М., Погодін А.І. Триангуляція квазіпотрійної системи $\text{Ti}_2\text{Se--In}_2\text{Se}_3\text{--"P}_2\text{Se}_4\text{"}$ // *Наук. вісник Ужгородського ун-ту. Серія "Хімія"*. – 2016. – Вип. 2 (36). – С.14-17.
32. Barchiy I., Tatzkar A., Sabov M., Rozycka-Sokolowska E., Marciniak B., Pavlyuk V. Crystal and electronic structure of the ternary monoclinic selenide $\text{Ti}_{2.59}\text{Sb}_{8.41}\text{Se}_{14}$ (TlSb_3Se_5) // *Chem. Met. Alloys.* – 2016. – V.9 (1/2). – P.11-20.
33. Piasecki M., Brik M.G., Barchiy I.E., Ozga K., Kityk I.V., Al-Naggar A.M., Albassam A.A., Malakhovskaya T.A., Lakshminarayana G. Band structure, electronic and optical features of Ti_4SnX_3 ($\text{X}=\text{S}, \text{Te}$) ternary compounds for optoelectronic applications. // *J. Alloys and Compounds.* – 2017. – V.710. – P.600-607.
34. Стерчо І.П., Зубака О.В., Барчій І.Є., Переш Є.Ю., Кохан О.П., Погодін А.І. Аналіз зміни типу хімічного зв'язку та прогнозування взаємодії в системах на основі перовскітних сполук $\text{Cs}_3\text{Sb}_2\text{Br}_9(\text{I}_9)$ та $\text{Cs}_2\text{TeBr}_6(\text{I}_6)$. // *Наук. вісник Ужгородського ун-ту. Серія "Хімія"*. – 2017. – Вип. 1 (37). – С.48-54.
35. Товт В.О., Барчій І.Є., Федорчук А.О., П'ясецькі М., Кітик І.В., Соломон А.М., Погодін А.І. Взаємодія в системі $\text{TlInSe}_2\text{--Ti}_4\text{P}_2\text{Se}_6$. // *Наук. вісник Ужгородського ун-ту. Серія "Хімія"*. – 2017. – Вип. 1 (37). – С.55-58.
36. Valeria Tovt, Igor Barchiy, Michal Piasecki, Iwan Kityk, and Anatolii Fedorchuk. Investigations of $\text{TlInP}_2\text{Se}_6\text{--In}_4(\text{P}_2\text{Se}_6)_3$ system and optical properties of complex compounds. // *Hungarian Journal of Industry and Chemistry.* – 2017. – V.3. – P.146-152.
37. Товт В.О., Барчій І.Є., Федорчук А.О., П'ясецькі М., Кітик І.В., Філеп М.Й., Погодін А.І., Белей М.М. СИСТЕМА $\text{In}_2\text{Se}_3\text{--TlInP}_2\text{Se}_6$. // *Наук. вісник Ужгородського ун-ту. Серія "Хімія"*. – 2017. – Вип. 2 (38). – С.48-54.
38. Малаховська Т.О., Філеп М.Й., Погодін А.І., Сабов М.Ю., Стасюк Ю.М., Барчій І.Є., Переш Є.Ю. Особливості вирощування монокристалів тетраталію(І) тритіостанату(ІІ) // *Наук. вісник Ужгородського ун-ту. Серія "Хімія"*. – 2018. – Вип. 2 (40). – С.20-23.
39. Палкин А.П., Поливанова Т.А. Четверная взаимная система из хлоридов, бромидов, сульфатов натрия и таллия. // *ЖНХ.* – 1962. – Т.7, В.8. – С.1983.
40. Палкин А.П., Поливанова Т.А. Четверная система $\text{Ti}_2\text{Cl}_2\text{--Ti}_2\text{Br}_2\text{--Na}_2\text{SO}_4$. // *ЖНХ.* – 1963. – Т.8, В.4. – С.959.
41. Ильясов И.И. и др. Четверная взаимная система из хлоридов, бромидов натрия, таллия и кадмия. // *УХЖ.* – 1973. – Т.39. – С.31.
42. Сафонов В.В., Кузина Т.В., Малышева Е.С. Плавкость в системе $\text{K}_2\text{TeBr}_6\text{--Rb}_2\text{TeBr}_6\text{--Cs}_2\text{TeBr}_6$. // *ЖНХ.* – 1975. – Т.20. – С.3391-3392.
43. Барчій І.Є., Слободян Л.А., Переш Є.Ю., Сабов М.Ю. Взаємодія в системах $\text{TiSe--TiCl--TiBr(I)}$ та TiSe--TiBr--TiI . // В зб.: Тези доповідей IX науково-технічної конференції "Хімія, фізика і технологія халькогенідів і халькогалогенідів", Ужгород. – 1998. – С.65.
44. Барчій І.Є., Слободян Л.А., Переш Є.Ю., Сабов М.Ю. Фазові рівноваги в системі $\text{Ti}_2\text{S--Ti}_2\text{Se--TiI}$. // В зб.: Тези доповідей IX науково-технічної конференції "Хімія, фізика і технологія халькогенідів і халькогалогенідів", Ужгород. – 1998. – С.69.
45. Барчій І.Є., Слободян Л.А., Переш Є.Ю., Сабов М.Ю. Фізико-хімічна взаємодія в системі TiSe--TiCl--TiBr . // *УХЖ.* – 2000. – Т.66, №4. – С.71-75.
46. Барчій І.Є., Переш Є.Ю., Сабов М.Ю., Габорець Н.Й. Вивчення взаємодії в системі TiSe--TiCl--TiI . // В зб.: Тези доповідей X НТК "Складні оксиди, халькогеніди та галогеніди для функціональної електроніки", Ужгород, 26-29 вересня. – 2000. – С.51.
47. Барчій І.Є., Переш Є.Ю., Сабов М.Ю., Габорець Н.Й. Дослідження фазових рівноваг у квазітернарній системі $\text{TiI--Ti}_6\text{SI}_4\text{--Ti}_6\text{SeI}_4$. // В зб.: Тези доповідей X НТК "Складні оксиди, халькогеніди та галогеніди для функціональної електроніки", Ужгород, 26-29 вересня. – 2000. – С.52.
48. Барчій І.Є., Переш Є.Ю., Сабов М.Ю., Габорець Н.Й., Кун С.В. Фазовые равновесия в системе $\text{Ti}_2\text{S--Ti}_2\text{Se--TiI}$. // *ЖНХ.* – 2001. – Т.46, №10. – С.1729-1732.
49. Барчій І.Є., Переш Є.Ю., Габорець Н.Й., Сабов М.Ю., Цигика В.В. Фазові рівноваги у квазіпотрійній системі $\text{Ti}_2\text{S--Ti}_2\text{Se--Ti}_5\text{Se}_2\text{Br}$. // *Науковий вісник УжНУ. Серія Хімія.* – 2001. – В.6. – С.108-112.
50. Барчій І.Є., Переш Є.Ю., Габорець Н.Й., Сабов М.Ю., Цигика В.В., Кун Г.В. Фазоутворення в системах $\text{Ti}_2\text{S--Ti}_2\text{Se--TiBr(I)}$. // В зб.: Тези доп. XV наук. конф. з неорганічної хімії за міжнародною участю, Київ, 3-7 вересня. – 2001. – С.212.
51. Barchij I., Haborets N.Y., Peresh E.Yu., Tzihika V.V., Kun A.V., Halahovets I.V. The $\text{Ti}_2\text{S--Ti}_2\text{Se--TiBr(I)}$ Systems. // 6th International School-Conference "Phase Diagrams in Materials Science", Kyiv, 14-20 October. – 2001. – P.94-95.
52. Барчій І.Є., Переш Є.Ю., Сабов М.Ю., Габорець Н.Й. Фазові рівноваги у квазіпотрійній системі TiSe--TiCl--TiI . // *УХЖ.* – 2002. – Т.68, №6. – С.71-75.

53. Барчий І.Е., Переш Е.Ю., Габорец Н.Й., Сабов М.Ю., Цигика В.В. Фазові рівноваги в квазіпотрійній системі $Tl_2S-Tl_2Se-Tl_5Se_2Br$. // Науковий вісник УжНУ. Серія Хімія. –2001. –В.7. –С.108-112.
54. Габорец Н.И., Переш Е.Ю., Барчий И.Е., Цигика В.В., Сабов М.Ю. Фазовые равновесия в квазитройной системе $TlI-Tl_6SI_4-Tl_6SeI_4$. // В сб.: I Всероссийская конференция «Физико-химические процессы в конденсированном состоянии и на межфазовых границах». Материалы конференции «ФАГРАН 2002» секция 3, Воронеж. –2002. –С.279-280.
55. Barchij I.E., Peresh E.Yu., Sabov M.Yu., Gaborets N.I., Kun A.V. Phase Equilibria of the $Tl_2S-Tl_2Se-TlI$ System. // Journal of Inorgan. Chem. –2002. –V.47, №10. –P.1568-1571.
56. Barchij I.E., Peresh E.Yu., Haborets N.J., Sabov M.Yu., Tzigika V.V. Phase relations in the $Tl_2S-Tl_5Se_2Br-TlBr$ ternary system. // Journal of Alloys and Compounds. –2003. –№353. –P.180-183.
57. Barchij I.E., Peresh E.Yu., Haborets N.J., Tzigika V.V. The $TlSe-TlBr-TlI$ quasi-ternary system // J. Alloys and Compounds. – 2003. – V.358. – P.93-97.
58. Барчий І.Е., Переш Е.Ю., Габорец Н.Й., Цигика В.В. Взаимодействие в системе $TlCl-TlBr-TlI$. // ЖНХ. – 2003. – Т.48, №5. – С. 745-749.
59. Pogodin A.I., Kokhan A.P., Barchii I.E., Solomon A.M., Stasuk Yu.M. Physicochemical interaction in the $CuBr-Cu_2S-Cu_6PS_5Br$ quasi-ternary system. // Russ. J. Inorg. Chem.. – 2015. – №60.(6) – С. 741-745.
60. Plucinski K. J., Sabov M., Fedorchuk A. O., Barchij I., Lakshminarayana G, Filep M. UV laser induced second order optical effects in the Tl_4PbTe_3 , Tl_4SnSe_3 and Tl_4PbSe_3 single crystals // Opt. Quant. Electron.–2015.–V.47, Issue 2–P.185-192.
61. Reshak A.H., Alahmed Z.A., Barchij I., Sabov M., Plucinski K.J., Kityk I.V., Fedorchuk A.O. The influence of replacing Se by Te on electronic structure and optical properties of Tl_4PbX_3 ($X=Se$ or Te): Experimental and Theoretical investigations. / RSC Adv., 2015, p.1-9.
62. Малаховська Т.О., Філеп М.Й., Сабов М.Ю., Барчий І.Є., Переш Є.Ю., Соломон А.М. Квазібінарні перерізи та порівняльний аналіз взаємодії в потрійних системах $Tl-Pb-Se(Te)$ // УХЖ. – 2015. - Т.81, №4. - С.92-95.
63. Масалович О.О., Сабов М.Ю., Барчий І.Є., Соломон А.М. Фазові рівноваги в системі $Tl_2Se-Tl_9BiSe_6-Tl_4SnSe_3$ // УХЖ. – 2015. – Т.81, №8. – С.98-100.
64. Барчий І.Є., Федорчук А.О., Тацькар А.Р., П'ясецькі М., Кітик І.В. Хімічний зв'язок у тернарних сполуках квазіпотрійної системи $Tl_2Se-SnSe_2-Sb_2Se_3$ // Наук. вісник Ужгородського ун-ту. Сер. "Хімія" – 2015. – Вип. 2 (34). – С.
65. Barchiy I.E.; Tatzkar A.R.; Fedorchuk A.O., Plucinski K. Phase diagrams of novel $Tl_4SnSe_4-TlSbSe_2-Tl_2SnSe_3$ quasi-ternary system following DTA and X-ray diffraction // J. Alloys and Compounds. – 2016. – V.671. – P.109-113.
66. Barchij I.E., Sabov M.Yu., El-Naggar A.M., AlZayed N. S., Albassam A.A., Fedorchuk A.O., Kityk I.V. Tl_4SnS_3 , Tl_4SnSe_3 and Tl_4SnTe_3 crystals as novel IR induced optoelectronic materials // J. Mater. Sci.: Mater. Electron. – 2016. – V.27. –P.3901-3905.
67. E. E. Masalovich, M. Yu. Sabov, I. E. Barchii, A. M. Solomon. Interaction in the Systems $TlBiSe_2-Tl_9BiSe_6-PbSe$ and $Tl_9BiSe_6-Tl_4PbSe_3-PbSe$ // Russian Journal of Inorganic Chemistry, 2016, Vol. 61, No. 4, pp. 507-510.
68. Козьма А.А., Переш Є.Ю., Барчий І.Є., Сабов М.Ю., Зубака О.В. Термоелектричні властивості евтектичних сплавів квазіпотрійної системи $SnSe_2-TlBiSe_2-Bi_2Se_3$ // Наук. вісник Ужгородського ун-ту. Серія "Хімія". – 2016. – Вип. 1 (35).–С.22-27
69. Зубака О.В., Переш Є.Ю., Барчий І.Є., Кохан О.П., Соломон А.М., Погодін А.І. Фізико-хімічна взаємодія компонентів у взаємній системі $Rb_2TeI_6+Cs_2TeBr_6 \leftrightarrow Cs_2TeI_6+Rb_2TeBr_6$ // Наук. вісник Ужгородського ун-ту. Серія "Хімія". – 2016. – Вип. 2 (36). –С.22-25.
70. I.E.Barchii, A.R.Tats'kar, A.A.Fedorchuk, A.I.Pogodin, A.M.Solomon. Phase Equilibria in the System $Tl_9SbSe_6-TlSbSe_2-Tl_4SnSe_4$. // Russian Journal of Inorganic Chemistry, 2018, Vol. 63, No. 1, pp. 104-110.
71. I.E.Barchii, V.A.Tovt, M.Piasecki, A.A.Fedorchuk, A.M.Solomond, A.I.Pogodin. Physicochemical Interaction in the $TlInSe_2-TlInP_2Se_6$ System. // Russian Journal of Inorganic Chemistry, 2018, Vol. 63, No. 4, pp. 537-542.
72. I.Stercho, A.Pogodin, O. Kokhan, I. Barchiy, A. Fedorchuk, I. Kityk, M. Piasecki. Interaction in the system based on the $Cs_3Sb_2Br_9(I_9)$ and $Cs_2TeBr_6(I_6)$ compounds. // Chem. Met. Alloys. – 2017 – V.10. – P. 113-119. (available on-line April 1, 2018) (<http://chemetal-journal.org/>)
73. Малаховська Т.О., Погодін А.І., Філеп М.Й., Сабов М.Ю., Мункачі О.Й., Стасюк Ю.М., Барчий І.Є. Вивчення фізико-хімічної взаємодії в системі $Se-SnSe_2-Tl_2SnSe_3$ // Наук. вісник Ужгородського ун-ту. Серія "Хімія". – 2018. – Вип. 2 (40). – С.31-36.
74. Barchiy, I., Tovt, V., Piasecki, M., Fedorchuk, A., Pogodin, A., Filep, M., Stercho, I. $Tl_2Se-TlInSe_2-Tl_4P_2Se_6$ quasiternary system. *Ukrainian Chemistry Journal*, (2019). 85(2), 101-110. <https://doi.org/10.33609/0041-6045.85.2.2019.101-110>
75. Барчий І.Є., Федорчук А.О., Павлюк В.В., Товт В.О., П'ясецькі М., Стерчо І.П. Кристалічна будова та хімічний зв'язок у проміжних сполуках системи $Tl_2Se-In_2Se_3-P_2Se_4$ // Наук. вісник Ужгород. ун-ту (Сер. Хімія), 2019, № 1 (41) 11-19.
76. Малаховська Т.О., Глух О.С., Погодін А.І., Філеп М.Й., Сабов М.Ю., Стасюк Ю.М., Барчий І.Є. Фізико-хімічна взаємодія в системі $Tl_4PbTe_3-Tl_9BiTe_6-TlBiTe_2$ // Наук. вісник Ужгород. ун-ту (Сер. Хімія), 2019, № 1 (41) 32-37.