

Державний вищий навчальний заклад  
“Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника”

Кафедра теоретичної та прикладної хімії

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор \_\_\_\_\_

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## **РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **Хімічні процеси в багатокomпонентних сольових системах**

Спеціальність 102 «Хімія»

Факультет природничих наук  
(назва інституту, факультету)

Івано-Франківськ,  
2017 рік

Робоча програма навчальної дисципліни “Хімічні процеси в багатокомпонентних сольових системах” для підготовки студентів за спеціальністю 102- «Хімія» „ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_. – 20 с.

Розробник:

Хацевич О.М., доцент кафедри теоретичної та прикладної хімії, к.т.н.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри теоретичної та прикладної хімії факультету природничих наук

Протокол від “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2017 р. № \_\_\_\_

Завідувач кафедри теоретичної та прикладної хімії

\_\_\_\_\_ д.х.н. Миронюк І.Ф.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Схвалено методичною комісією факультету природничих наук

Протокол від “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2017 р. № \_\_\_\_

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2017 р.

Голова методичної комісії \_\_\_\_\_ (Шпарик Ю.С.)

(підпис)

© Хацевич О.М., 2017 рік

© Факультет природничих наук, 2017 рік

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 3	Галузь знань <u>0401</u> “ <u>Природничі науки</u> ”	<i>ДВНЗ</i>	
Модулів – 2	Спеціальність <u>102 - «Хімія»</u>	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		2-ий	
Індивідуальне науково-дослідне завдання <i>Не передбачено</i>		Семестр	
Загальна кількість годин - 90		<i>III -ий</i>	
		<b>Лекції</b>	
Тижневих годин для денної форми навчання:  аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 3	Освітньо-кваліфікаційний рівень <i>магістр</i>	14 год.	
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		-	
		<b>Лабораторні</b>	
		16 год.	-
		<b>Самостійна робота</b>	
		60 год.	
		<b>Індивідуальні завдання:</b> <i>не передбачено</i>	
		Вид контролю: попередній, поточний, підсумковий контроль <i>екзамен</i>	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

- для денної форми навчання – 34,7 %:65,3 %

## **2. Мета та завдання навчальної дисципліни**

Наукові досягнення в хімії та розвиток хімічної промисловості і модернізація існуючих підприємств значно підвищує роль курсу “Хімічні процеси в багатокомпонентних сольових системах” в університетській освіті. Сучасний розвиток хімічної галузі має не тільки кількісний, а й якісний характер, оскільки він зв’язаний з переходом на новий, вищий науково-технічний рівень із впровадженням досконалішої технології, з підвищенням продуктивності праці, з розширенням видів і джерел сировини, із підвищенням якості продукції.

Узагальнення практичного досвіду різних виробництв, ефективно використання найраціональніших підходів та їх удосконалення вимагає від спеціалістів знання не тільки загальних закономірностей і типових методів хімічної технології, а й широкого кругозору, вміння володіти сучасними методами моделювання хімічних процесів і обізнаності з основними реакціями та багатокомпонентними сольовими системами, що використовується при переробленні природної сировини та отриманні різних видів добрив та солей.

Метою курсу є широка фундаментальна підготовка спеціалістів в області хімії природних солей, набуття студентом достатніх знань для розробки і реалізації в процесі практичної діяльності інженерних, технічних та наукових заходів і рішень з питань переробки галургійної сировини на калійні добрива, хлорид натрію і магнезійні продукти. Донести до студента теоретичні знання з основ галургії, існуючих промислових методів перероблення полімінеральної сольової сировини. Пояснити в доступній формі основні закони перетворення в полімінеральних системах та їх розчинах, властивості мінералів, солей та їх розчинів. Зацікавити студента отримати ці знання, щоб в майбутньому вміти раціонально використати їх.

**Завдання** дисципліни: поглиблене вивчення теоретичних основ, специфічних прийомів під час виконанням курсових та дипломних робіт за галургійною тематикою, формування практичних навиків для планування і

проведення складних експериментів та розрахунків, а також з практичною діяльністю на галургійних виробництвах після закінчення навчання.

В результаті вивчення дисципліни “Хімічні процеси в багатокомпонентних сольових системах” студенти повинні **знати**:

- природну сировинна база для отримання солей та мінеральних добрив;
- основи аналізу багатокомпонентних водно-сольових систем;
- правило фаз Гіббса. Принципи відповідності і безперервності в графічному зображенні діаграм рівноваги сольових систем. Правила з'єднувальної прямої та важеля.

- діаграми розчинності двокомпонентних і трьохкомпонентних систем,
- загальні принципи переробки сировини з метою одержання продуктів,
- особливості застосування вторинних матеріальних ресурсів в процесі виробництва неорганічних речовин;

На основі одержаних знань спеціаліст повинен **вміти**:

- проводити якісний та кількісний аналіз з використанням хімічних та фізико-хімічних методів,

- орієнтуватися у довідникових даних для вирішення різноманітних завдань;

- проводити матеріальні, теплові розрахунки, що використовуються при отриманні неорганічних речовин;

- застосовувати теоретичні знання, розуміння та практичні навички для розв'язування задач синтезу і аналізу речовин в області хімії природних солей;

- вміти застосовувати методи фізико-хімічного аналізу багатокомпонентних водно-сольових систем при отриманні неорганічних речовин і добрив.

- здійснювати графоаналітичні розрахунки на основі робочих діаграм і вміти обґрунтувати вибір раціональних способів отримання речовин та оптимальних параметрів для їх практичної реалізації.

- застосовувати системний підхід, інтегруючи знання з інших дисциплін та враховуючи різні аспекти, під час розв'язання теоретичних і прикладних задач обраної області наукових досліджень.

- вибирати методи розв'язування науково-прикладних задач для сучасних виробництва мінеральних добрив і солей.

При вивченні дисципліни необхідно дотримуватись єдиної термінології і позначень відповідно до діючих стандартів. В процесі викладання навчального матеріалу постійно звертати увагу на питання техніки безпеки, охорони праці та навколишнього середовища, промислової санітарії, пожежної безпеки. Для закріплення теоретичних знань і набуття необхідних практичних навиків та умінь, програмою навчальної дисципліни передбачається виконання лабораторних робіт, які повинні проводитись після вивчення відповідної теми дисципліни. Студенти повинні оволодіти умінням самостійно і творчо мислити, здатністю використовувати отримані знання в майбутній практичній діяльності.

### **3. Програма навчальної дисципліни «Хімічні процеси в багатокomпонентних сольових системах»**

#### **Модуль I**

##### **Вступ**

Основні напрямки дослідження у сучасній хімії природних солей (галургії) керування хімічними процесами, пошук найефективніших шляхів одержання неорганічних солей; створення нових методів синтезу відомих продуктів та вдосконалення методів одержання калійних добрив і побічних продуктів. Предмет хімії природних солей, його значення для підготовки хіміка. Завдання хіміка на галургійному виробництві. Продукція сольових виробництв та її вплив на рослини та здоров'я людини. Історія, сучасний стан і тенденції розвитку сольових виробництв.

#### **Змістовний модуль 1**

**Тема 1.** Калій, натрій і магній в земній корі. Природні ресурси. Мінерали. Природна сировина для виробництва калійних добрив. Калій, магній і їх вплив на урожай та здоров'я людини. Калійні добрива: хлоридні, сульфатні, прості, складні, змішані.

**Тема 2.** Геометричний метод дослідження хімічних перетворень у сольових системах. Характеристика систем на основі правила фаз. Основна термінологія фізико-хімічного аналізу. Еквівалентні індекси. Розрахунки за еквівалентними індексами.

**Тема 3.** Методи зображення водно-сольових систем. Принципи відповідності та неперервності. Системи з числом компонентів не більше двох. Зображення трьохкомпонентних систем. Зображення чотирьохкомпонентних систем.

Зображення п'ятикомпонентних систем. Закон з'єднувальної прямої. Правило важеля. Правило центру ваги.

**Тема 4.** Методи розрахунків у хімії природних солей. Рівняння матеріального балансу. Хімічні методи аналізу сольових систем.

Розрахунки процесів випарювання і охолодження в чотирикомпонентній системі із трьох солей і води. Розрахунки процесів випарювання і охолодження в чотирикомпонентній взаємній системі.

**Тема 5.** Характеристика властивостей мінералів та їх розчинів. Конгруентне та інконгруентне розчинення мінералів. Розчинність. Швидкість розчинення солей і мінералів.

**Тема 6.** Теплота розчинення солей. Теплота утворення мінералів. В'язкість розчинів. Густина розчинів і мінералів. Температурна депресія розчинів.

**Тема 7.** Ізотермічне випарювання морської води і порядок виділення солей. Політермічна кристалізація солей. Насичені і пересичені розчини. Виморожування солей. Стабільні, метастабільні рівноваги

**Тема 8.** Характеристика основних соляних порід полімінеральних калійних руд. Характеристика природних соляних розсолів, хімічний склад.

### ***Теми лекцій***

*Лекція 1.* Природні мінерали, як сировина для виробництва калійних добрив. Калій, магній, їх вплив на урожай та здоров'я людини.

*Лекція 2.* Фізико-хімічний аналіз сольових систем. Зображення водно-сольових систем. Принципи відповідності та неперервності.

*Лекція 3.* Особливості хімічного аналізу сольових систем. Перерахунки з йонної форми в сольовий та мінеральний склад.

## **Змістовний модуль 2**

**Тема 9.** Технологія солей натрію і магнію. Особливості отримання солей басейновим способом та процеси, що при цьому відбуваються. Технологія хлориду натрію: приготування розсолів, їх очищення. Виділення бромоводороду і йоду із соляних розчинів та бурових вод.

**Тема 10.** Хімічні процеси, що проходять при очищенні розсолів для виробництва кальцинованої соди та для виробництва каустичної соди. Випарювання. Йодування солі. Сорти солі.



**Тема 11.** Сполуки з сульфатом натрію. Особливість процесів, що лежать в основі одержання сульфату натрію. Його застосування.

**Тема 12.** Хімічні процеси, що лежать в основі отримання сполук магнію: хлориду, сульфату, магнезій. Магнієві добрива, їх види та значення.

**Тема 13.** Підземне розчинення калійних і калійно-магнієвих солей та процеси, що їх супроводжують. Видобування калійних руд.

**Тема 14.** Механічні методи збагачення калійних соляних руд. Флотаційний метод збагачення калійних руд. Хімічний метод одержання калій хлориду із сільвінітів. Хімічний метод одержання калій хлориду із карналітів. Холодний і гарячий методи.

**Тема 15.** Хімічні процеси, що лежать в основі конверсійних методів одержання калій сульфату. Гідротермічні методи переробки калійних руд. Переробка лангбейнітових руд. Переробка полігалітових руд. Синтез сингеніту. Хімічні процеси, що відбуваються при отриманні калій сульфату на основі сингеніту.

**Тема 16.** Перероблення полімінеральних калійних руд. Характеристика полімінеральних калійних руд, їх запаси. Графо-аналітичний метод дослідження перероблення руд. Схеми перероблення полімінеральних калійних руд Прикарпаття та основні хімічні процеси, що відбуваються.

**Тема 17.** Світовий досвід перероблення калієвмісних руд.

Перероблення каїнітових руд Сицилії.

Перероблення лангбейнітових руд США.

Перероблення кізеритових хартзальців ФРН.

Перероблення алунітових руд. Переробка полігалітових руд.

**Тема 18.** Використання та утилізація побічних продуктів перероблення полімінеральних калійних руд.

Хімічні процеси, що супроводжують перероблення хлоридмагнієвих відходів. Випарювання. Кристалізація каїніту. Синтез карналіту, його застосування. Одержання бішофіту, його застосування.

Відходи галургійних виробництв, їх утилізація і складування. Охорона навколишнього середовища в зоні діяльності галургійних виробництв.

### ***Теми лекцій***

*Лекція 4.* Особливості хімічних процесів при отриманні калійних добрив: флотаційним, галургійним, конверсійним способами.

*Лекція 5.* Отримання безхлоридних калійних добрив з полімінеральних калійних руд Прикарпаття. Сучасні підходи та нові способи перероблення.

*Лекція 6.* Особливості перероблення важкорозчинних мінералів (полігаліту, кізериту, лангбейніту) на калійні добрива.

*Лекція 7.* Перероблення каїнітових руд Сицилії на сульфатні калійні добрива.

*Лекція 8.* Алуніти Закарпаття, як сировина для отримання калійних добрив.

*Лекція 9.* Особливості отримання хлориду натрію: приготування розсолів, їх очищення. Сорти солі, йодування солі.

*Лекція 10.* Натрій сульфат, як сировина для зв'язування хлоридмагнієвих солей та отримання добрив.

*Лекція 11.* Перероблення хлормагнієвих відходів. Синтез карналіту, його застосування. Хімічні процеси при отриманні бішофіту та його застосування.

## Модуль II

### Теми лабораторних занять

*Лабораторна робота 1.* Розчинення полімінеральної калійної руди, освітлення насиченого розчину і кристалізація шеніту.

*Лабораторна робота 2.* Одержання кухонної солі з природної галітової породи.

*Лабораторна робота 3.* Кристалізація натрій хлориду з насиченого розчину під час випарювання частини води і під дією однойменних йонів.

*Лабораторна робота 4.* Ізотермічне випарювання морської води і порядок виділення солей. Політермічна кристалізація солей. Насичені і пересичені розчини. Виморожування солей.

*Лабораторна робота 5.* Вивчення розчинності природних мінералів: галіту, сильвіну, шеніту і лангбейніту у воді за різних температур.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Модуль I</b>												
Змістовий модуль 1												
Тема 1.	5					5						
Тема 2.	7	1				6						
Тема 3.	7	1				6						
Тема 4.	6	2		2		2						
Тема 5.	5	1		2		2						
Тема 6.	5	1				4						
Тема 7.	5			2		3						
Тема 8.	4			2		2						
<i>Разом</i>	<i>44</i>	<i>6</i>		<i>8</i>		<i>30</i>						
Змістовий модуль 2												
Тема 9.	3	1				2						
Тема 10.	5	1		2		2						
Тема 11.	4	1				3						
Тема 12.	5	1		2		2						
Тема 13.	5					5						
Тема 14.	4	1				3						
Тема 15.	6	1				5						
Тема 16.	5	1		2		2						
Тема 17.	5	1		2		2						
Тема 18.	4	-				4						
<i>Разом</i>	<i>46</i>	<i>8</i>		<i>8</i>		<i>30</i>						
<b><i>Усього, годин</i></b>	<b><i>90</i></b>	<b><i>14</i></b>		<b><i>16</i></b>		<b><i>60</i></b>						

### 5. Теми семінарських занять

№ з/П	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачені	

### 6. Теми практичних занять

№ з/П	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачені	

### 7. Теми лабораторних занять

№ з/П	Назва теми	Кількість годин
1.	Розчинення полімінеральної калійної руди, освітлення насиченого розчину і кристалізація шеніту.	4
2.	Одержання кухонної солі з природної галітової породи.	4
3.	Кристалізація натрій хлориду з насиченого розчину під час випарювання частини води і під дією однойменних йонів.	2
4.	Ізотермічне випарювання морської води і порядок виділення солей. Політермічна кристалізація солей. Насичені і пересичені розчини. Виморожування солей	2
5.	Вивчення розчинності природних мінералів: галіту, сильвіну, шеніту і лангбейніту у воді за різних температур.	4
	<b>Усього годин</b>	<b>16</b>

### 8. Самостійна робота

№ з/П	Назва теми	Кількість годин
1	Задачі і зміст дисципліни. Предмет курсу «Хімічні процеси в багатокомпонентних сольових системах», значення для підготовки хіміка. Завдання хіміка на галургійному виробництві. Продукція сольових виробництв та її вплив на здоров'я людини. Історія, сучасний стан і тенденції розвитку сольових виробництв.	5
2	Калій, натрій і магній в земній корі. Природні ресурси. Мінерали. Калій, магній, їх вплив на урожай. Калійні добрива: прості, складні, змішані.	6
3	Геометричний метод дослідження хімічних перетворень. Характеристика систем на основі правила фаз. Основна	6

	термінологія фізико-хімічного аналізу. Еквівалентні індекси. Розрахунки з еквівалентними індексами.	
4	Методи розрахунків у хімії природних солей. Рівняння матеріального балансу. Розрахунки процесів випарювання і охолодження в чотирикомпонентній системі із трьох солей і води. Розрахунки процесів випарювання і охолодження в чотирикомпонентній взаємній системі	2
5	Характеристика властивостей мінералів та їх розчинів. Конгруентне та інконгруентне розчинення мінералів. Розчинність. Швидкість розчинення солей і мінералів.	3
6	Теплота розчинення солей. Теплота утворення мінералів. В'язкість розчинів. Густина розчинів і мінералів. Температурна депресія розчинів.	2
7	Ізотермічне випарювання морської води і порядок виділення солей. Політермічна кристалізація солей. Насичені і пересичені розчини. Виморожування солей. Стабільні і метастабільні рівноваги.	2
8	Особливості отримання солей натрію і магнію, зокрема, басейновим способом. Технологія хлориду натрію: приготування розсолів, їх очищення.	2
9	Хімічні процеси при очищенні розсолів для виробництва кальцинованої соди. Особливості очищення розсолів для виробництва каустичної соди. Випарювання. Йодування солі. Сорти солі.	2
10	Сполуки з натрій сульфатом. Одержання натрій сульфату. Його застосування.	3
11	Хімічні процеси при отриманні сполук магнію: хлориду, сульфату, магnezій. Магнієві добрива (властивості та застосування).	2
12	Виділення бром, йоду із соляних розчинів та бурових вод.	3
13	Підземне розчинення калійних і калійно-магнієвих солей. Видобування калійних руд	2
14	Механічні методи збагачення калійних та інших соляних руд. Флотаційний метод збагачення калійних руд. Хімічний метод одержання хлориду калію із сильвінітів. Хімічний метод одержання хлориду калію із карналітів. Холодний і гарячий методи.	2
15	Конверсійні методи одержання сульфату калію. Гідротермічні методи переробки калійних руд. Переробка	3

	полігалітових руд. Особливості отримання сульфату калію на основі сингеніту.	
16	Переробка полімінеральних калійних руд та хімічні процеси, що її супроводжують. Характеристика полімінеральних калійних руд, їх запаси. Графо-аналітичний метод дослідження переробки калійних руд.	5
17	Схеми переробки полімінеральних калійних руд Прикарпаття.	3
18	Хімічні процеси при переробленні хлоридмагнієвих відходів. Синтез карналіту, його застосування. Одержання бішофіту, його застосування.	2
19	Особливості випарювання хлоридмагнієвих відходів. Кристалізація каїніту.	2
20	Відходи галургійних виробництв, їх утилізація і складування. Охорона навколишнього середовища в зоні діяльності галургійних виробництв.	3
	<b>Разом</b>	<b>60</b>

## 9. Індивідуальні завдання

Не передбачені

## 10. Методи навчання

Форма навчання: лекції, лабораторні заняття, самостійна робота.

## 11. Методи контролю

- 1. Загальний поточний контроль** знань, здійснюється у формі письмової контрольної роботи (30 хв.) за матеріалами лабораторних занять і темами, що виділені на самостійну роботу, проводиться з метою активізації систематичної роботи студентів.
- 2. Лабораторно-практичний контроль** знань і умінь студентів (лабораторні роботи виконуються індивідуально і оцінюються з урахуванням рівня підготовки до роботи, виконання аналізів та якості отриманих результатів). Здійснюється у формі усної перевірки (залікова робота) знання теоретичного матеріалу, перевірки знання порядку виконання дослідів, правил техніки безпеки.
- 3. Усний метод контролю** використовується для захисту лабораторних робіт і включає оформлення звіту та його усний захист, що вимагає знання теоретичного матеріалу, знання порядку виконання дослідів, правил техніки безпеки, контролю за виконанням роботи.

4. **Модульний контроль** (№ 1-2) – письмова контрольна робота тривалістю до 60 хвилин за матеріалами робочої програми, яку студенти пишуть після проведення лабораторних робіт.
5. Після завершення вивчення дисципліни складається **письмовий екзамен**. Умовою допуску до екзамену є виконання і захист передбачених лабораторних робіт та успішне проходження контролю за модульними контрольними роботами. Підсумкова оцінка виставляється на підставі всіх елементів контролю та письмової роботи за матеріалами наведеної програми.

#### **Завдання для поточного контролю знань і умінь студентів**

1. Перероблення полімінеральних руд методами розчинення – кристалізації
2. Перероблення полімінеральних руд методами флотації.
3. Перероблення полімінеральних руд методами електростатичної сепарації.
4. Перероблення каїнітових руд Італії. Підготовка руди. Особливості процесу конверсії каїніту в шеніт.
5. Особливості перероблення кізеритових руд в Німеччині та хімічні процеси, що при цьому відбуваються. Галургійні способи. Способи з електростатичним розділенням мінералів руди.
6. Особливості перероблення лангбейнітових руд США та хімізм процесів. Продукція, яка при цьому одержується
7. Перероблення карналітових руд та хімізм процесів. Поклади карналітових руд.
8. Полігалітові руди. Родовища полігалітових руд. Особливості їх перероблення.
9. Перероблення каїнітових і каїніто-сильвінітових руд на Прикарпатті та хімізм процесів.
10. Розклад шеніту водою і розчином калію хлориду.
11. Перероблення полімінеральної калійної руди з флотаційним розділенням галіто-лангбейнітового залишку.
12. Хімічні процеси та особливості перероблення полімінеральної калійної руди методом «повного розчинення».
13. Перероблення полімінеральної калійної руди з конверсією важкорозчинного лангбейніту в шеніт.
14. Перероблення полімінеральної калійної руди з конверсією важкорозчинних лангбейніту і кізериту в каїніт.
15. Перероблення полімінеральної калійної руди методом розчинення легкорозчинних мінералів водою і донасичення одержаного розчину зворотними калійно-магнієвими солями.
16. Особливості процесів перероблення полімінеральних важкорозчинних руд з використанням мінеральних кислот.
17. Прогнозування процесів конверсії мінералів з використанням діаграм рівноваги і властивостей мінералів.
18. Одержання сульфату калію методом конверсії калію хлориду з натрію сульфатом.







### 13. Методичне забезпечення

1. Робоча навчальна програма.
2. Програма курсу: програма лабораторного практикуму та методичні вказівки до їх виконання.
3. Конспект лекцій з навчальної дисципліни.
4. Питання для поточного контролю знань та екзамену.

### 14. Рекомендована література

1. Широков Ю.Г. Теоретические основы технологии неорганических веществ: Учебное пособие для высших учебных заведений. - Иваново, 1999. – 330 с.
2. Здановський А.Б. Л.:Галургія. – Химия, 1972- 432 с.
3. Галургия. Теория и практика. Под ред. И.Д. Соколова. - Л.: Химия, 1983.- 342 с.
4. Переработка природных солей и рассолов. Справочник. Под ред. И.Д. Соколова. - Л.: Химия, 1985.
5. М.Е. Позин. Технология минеральных удобрений и солей. Т. 1, Т. 2. - Л.: Госхимиздат, 1970.
6. О.Д. Кашкаров, И.Д. Соколов. Технология калийных удобрений. - Л.: Химия, 1987– 248 с..
7. В.В. Свиридов и др. Неорганический синтез. - Мн.: Университетское, - 1996.
8. М.А. Якимов. Основы неорганического синтеза.- М.: Химия, 1978.
9. М.Е. Позин, Р.Ф. Зинюк . Физико-химические основы неорганической технологии. - Л.: Химия, 1985.- 380 с.
- 10.Кутепов А.М., Бондарева Т.И., Беренгартен М.Г. Общая химическая технология—М.: Высшая школа, 1990. – 520 с.
- 11.Технология фосфорных и комплексных удобрений / Под ред. С.Д.Эвенчика и А.А.Бродского – М.: Химия, 1987. – 464 с.
- 12.Грабовенко В.А. Производство безхлорных калийных удобрений. – Л.: Химия, 1980. – 256 с.
- 13.А.А. Фурман, М.П. Бельди, И.Д. Соколов. Поваренная соль. Производство и применение в химической промышленности.М.:Химия, 1989.- 328 с.
14. Лунькова Ю.Н. Производство концентрированных калийных удобрений из полиминеральных руд / Ю.Н. Лунькова, Н.В. Хабер. – К.: Техника, 1980. – 158 с.

**Додаткова**

1. Мальований М.С. Метод виморожування. Застосування для виділення сульфату натрію із розсолів Стебниківського ДГХП «Полімінерал»/ М.С. Мальований, Ю.Й. Ятчишин, С.Б. Мараховська // Хімічна промисловість України. – 2004. – № 6. – С. 11-14.
2. Способ обработки отходов в виде сульфата натрия: Патент РФ 2108972, С01D5/06. / Хайнц Шерцберг, Райнер Шмитц [DE]. – № 94042250/25 ; Заявл. 24.11.1994 ; Опубл. 20.04.1998.
3. Способ получения сульфата калия, сульфата натрия и хлорида натрия: Патент РФ № 97112480/12, 2157791, С01D5/06 - С01D3/04 / Ицхак Эфраим (IL), Шалом Ламперт (US), Курт Холденгрэйбер ; заявл. 13.11.1995 ; опубл. 20.10.2000.
4. Костів І.Ю. Полімінеральні калійні руди Прикарпаття. Перероблення з гідратацією лангбейніту і конверсією хлоридних калійних мінералів із мірабілітом у шеніт / І.Ю. Костів, М.І. Артус // Хімічна промисловість України. – 2011. – № 5. – С. 17-25.
5. Хацевич О.М., Костів І.Ю., Хабер М.В. Полімінеральні калійні руди Прикарпаття. Нова технологія переробки // Хімічна промисловість України. – 2005. – № – 4. – С. 3-7.
6. Хацевич О.М., Костів І.Ю. Дослідження процесу конверсії лангбейніту і кізериту з хлоридмагнієвим розчином // Вісник національного університету «Львівська політехніка». “Хімія, технологія речовин та її застосування”. – 2005. – № 536. – С. 155-160.
7. Хацевич О., Костів І. Дослідження процесу конверсії природного лангбейніту в каїніт // Вісник Прикарпатського університету ім. В. Стефаника. Серія “Хімія”. – 2004. – № 4. – С.18-22.
8. Хацевич О.М., Артус М.І., Костів І.Ю. Технологія безхлоридного калійного добрива конверсією мірабіліту з калію хлоридом у хлоридмагнієвому розчині // Хімічна промисловість України. – 2015. – № – 3. – С. 37-41.