



Фізична хімія силікатних матеріалів -1

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Для всіх освітніх програм спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>2 кредити</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік усний</i>
Розклад занять	<i>Лекція 1 години на тижді (0,5 пари), практичні заняття 1 година на тижді (0,5 пари) за розкладом на rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська/Англійська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор <i>Професор Ілюха Микола Григорович iliukha.nick@gmail.com</i> Практичні роботи <i>асистент Коваленко Юрій Олексійович, kovalenko91993@gmail.com</i>
Розміщення курсу	Google Classroom (Google G Suite for Education, домен ill.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); доступ за запрошенням викладача

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Фізична хімія силікатних матеріалів є самостійною дисципліною, яка включає в себе розділи, що висвітлюють фазові рівноваги та діаграми стану гетерогенних систем, будову і властивості силікатів в різних станах, а також процеси формування силікатних продуктів при високотемпературному синтезі.

.Предмет дисципліни: фізична хімія рідких, склоподібних, кристалічних матеріалів в системах тугоплавких речовин, фазові рівноваги і діаграми стану залежно від хімічного фазового складу і структури виробів з силікатних матеріалів.

Метою дисципліни є формування у студентів здатностей:

- вибирати раціональну схему виробництва силікатних матеріалів (кераміки, скла, в'язучих речовин) з використанням сучасного обладнання і приладів;
- проводити дослідження різних сировинних матеріалів з урахуванням їх особливостей, аналізувати отримані результати;
- здатність враховувати зміну фізико-хімічних процесів під впливом температурних факторів ;
- скласти якісний і кількісний прогноз синтезованих новоутворень;
- здатність до впровадження досконалих матеріалів на силікатній основі

- використовувати сучасну літературу при проведенні науково-дослідних робіт.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- наукові основи фізичної хімії тугоплавких силікатних матеріалів;
- особливості досліджуваних матеріалів;
- типові процеси і обладнання хімічної технології силікатних матеріалів;
- роль енерго- та ресурсозберігаючих процесів у виробництві.

уміння:

- розуміння хімічних процесів і розробка хімічних технологій;
- аналіз сировинних матеріалів і синтезованих продуктів;
- аналізувати результати, застосовувати отримані знання для розуміння властивостей силікатних матеріалів і сутності фізико-хімічних процесів, що протікають при їх синтезі

досвід:

- володіти необхідними знаннями для вирішення завдань професійної діяльності;
- використовувати отримані знання для вирішення фізичних завдань;
- знати методики дослідження властивостей і структури силікатних матеріалів;
- мати чітке уявлення про принципи роботи приладів і пристроїв хімічної технології, в тому числі інших спрямувань;
- мати навичками роботи на приладах, вміти самостійно вивчати нові;
- володіти методами регулювання хіміко-технологічних процесів.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Зазначається перелік дисциплін, знань та умінь, володіння якими необхідні студенту для успішного засвоєння дисципліни:

Фізика	Закон збереження повної механічної енергії системи. Робота. Загальні закономірності руху тіл в потенційному полі.
Фізична хімія	Елементи вчення про будову речовини. Хімічна рівновага. Дисперсні системи. Реологія рідин.
Інструментальні методи дослідження	Сучасні інструментальні методи визначення базових характеристик композиційних матеріалів. Фізико-хімічні методи аналізу.
Матеріалознавство	Будова і властивості матеріалів, методи виміру параметрів і властивостей матеріалів

Дисципліни, які базуються на результатах навчання: дисципліни циклу професійної підготовки, в рамках яких передбачена використання попередніх знань та умінь, для підготовки до дипломного проектування, для вирішення практичних задач.

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1 Вступ.. Основи вчення про фазові рівноваги і діаграми стану силікатних та інших тугоплавких матеріалів.

.Тема 2. Однокомпонентні діаграми стану

Тема 3. Двокомпонентні системи. Елементи будови і правила роботи з діаграмами стану двокомпонентних систем різних типів.

Тема 4. Трьохкомпонентні діаграми плавкості. Елементи будови. Графічне зображення в просторі і на площині

Тема 5. Кристалохімічні принципи будови речовин в конденсованому стані

Тема 6. Будова речовин в рідкому стані

Тема 7. Будова речовин в склоподібного стані

Тема 8. Фізико-хімічні процеси синтезу силікатних матеріалів

Тема 9. Процес спікання

3. Навчальні матеріали та ресурси

Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці університету та у бібліотеці кафедри хімічної технології композиційних матеріалів. Обов'язковою до вивчення є базова література, інші матеріали – факультативні. Розділи та теми, з якими студент має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на лекційних та практичних заняттях.

Базова:

1. Корнілович Б.Ю., Андрієвська О.Р., Племянніков М.М., Спасьонова Л.М. Фізична хімія кремнезему і нанодисперсних силікатів: навчальний посібник за ред чл.-кор. НАН України Б.Ю. Корніловича. – К.: «Освіта України», 2013. – 178 с.

2. Скиба Г. В., Герасимчук О. Л. Фізична хімія та хімія силікатів: Навчально методичний посібник для виконання лабораторних робіт та самостійної роботи студентів. - Житомир : Вид. О. О. Євенок, 2016. – 272 с.

3. Кабачний В. І. Фізична і колоїдна хімія. / В. І. Кабачний, Л. К. Осіпенко, Л. Д. Грицан та ін. – Х.: Прапор, 1999. – 368 с.

4. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни “Теоретичні та практичні проблеми хімічних технологій тугоплавких неметалічних матеріалів” для аспірантів 3 року денної та заочної форм навчання спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія / Укл.:В.І. Голєус, О.О. Сігунов, Я.І. Кольцова – Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2019. – 25 с.

5. Федоренко, О. Ю. Хімічна технологія тугоплавких неметалевих і силікатних матеріалів у прикладах і задачах. В 2 ч. Ч. 2. Фізико-хімічні системи і фазові рівноваги, термодинаміка, ресурсо- та енергозбереження в технології ТНСМ [Текст]: навч. посібник / О. Ю. Федоренко, Я. М. Пітак, М. І. Рищенко та ін.; за ред. М. І. Рищенко. – Харків: НТУ «ХПІ», 2013. – 326 с.

Додаткова

6. Куколев Г.В. Химия кремния и физическая химия силикатов. М.: Высшая школа, 1966.-463с.

7. Рябухин, А.И. Физическая химия силикатов и других тугоплавких соединений. Фазовые равновесия и диаграммы состояния гетерогенных систем [Текст] / А.И. Рябухин, В.Г. Савельев. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2003. – 96 с.

8. Бережний А.С., Питак Я.М., Пономаренко О.Д., Соболев Н.П. Фізико- хімічні системи тугоплавких неметалічних і силікатних матеріалів. Навчальний посібник. – К.: НМК ВО, 1992. -399 с.

9. Бобкова Н.М., Силич Л.М., Терещенко И.М. Сборник задач по физической химии силикатов и тугоплавких соединений. Минск: Университетское, 1990. – 176с.

10. Эйтель, В. Физическая химия силикатов [Текст] / В. Эйтель. – М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1966. – 1056с.

11. А.С. Бережной. Многокомпонентные системы окислов – К.: Наукова думка, 1970. – 544с.

Інформаційні ресурси

12. Дистанційний курс Google G Suite for Education. Режим доступу: Google Classroom (Google G Suite for Education, домен ill.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); код курсу [ibug5r6](https://classroom.google.com/c/Mzk2NTE5NzAyNTIw?cjc=ibug5r6), <https://classroom.google.com/c/Mzk2NTE5NzAyNTIw?cjc=ibug5r6>.

Навчальний контент

4. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Вичитування лекцій з дисципліни проводиться паралельно з відвідуванням студентами практичних робіт та розглядом ними питань, що виносяться на самостійну роботу. При читанні лекцій застосовуються засоби для відеоконференцій (Google Meet, Zoom тощо) та ілюстративний матеріал у вигляді презентацій, які розміщені на платформі Sikorsky-distance [12]. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№	Дата	Опис заняття
1	8 - 21 вересня 2021 р.	Тема 1. Вступ.. Основи вчення про фазові рівноваги і діаграми стану силікатних та інших тугоплавких матеріалів. Загальне уявлення про діаграми стану. Правило фаз Гіббса. Однокомпонентні діаграми стану. Поліморфізм. Елементи будови, діаграм і правила роботи з ними. Діаграма стану SiO_2 . Послідовність фазових перетворень, характеристика поліморфних форм, відхилення від рівноважних станів, значення системи для хімії і технології силікатів.
2	22 – 5 жовтня 2021 р.	Тема 2. Двокомпонентні системи. Елементи будови і правила роботи з діаграмами стану двокомпонентних систем різних типів. Правила важеля і його застосування для кількісних розрахунків. Діаграми стану двокомпонентних систем: $\text{Na}_2\text{O} - \text{SiO}_2$; $\text{CaO} - \text{SiO}_2$; $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$; $\text{FeO} - \text{SiO}_2$; $\text{MgO} - \text{SiO}_2$; $\text{PbO} - \text{SiO}_2$ та їх роль в технології силікатних матеріалів. Характеристика бінарних сполук. Мета- і ортосилікати, алюмінати кальцію, енстатит, форстерит, гідросилікати Al і Mg.
3	06 - 19 жовтня 2021р.	Тема 3. Трикомпонентні діаграми плавкості. Елементи будови. Графічне зображення в просторі і на площині. Трикомпонентні діаграми плавкості складного складу різних типів. Процеси кристалізації в трьохкомпонентних системах. Правило важеля і його застосування для комплексних розрахунків фаз в трьохкомпонентних системах. Спеціальні трьохкомпонентні діаграми плавкості. Діаграми стану силікатних систем $\text{Na}_2\text{O} - \text{CaO} -$

		SiO_2 ; $K_2O - Al_2O_3 - SiO_2$; $CaO - SiO_2 - Al_2O_3$; $MgO - Al_2O_3 - SiO_2$; $MgO - CaO - SiO_2$. Характеристика потрібних сполук в цих системах.
4	20 жовтня – 02 листопада 2021 р.	Тема 4. Кристалохімічні принципи будови речовин в конденсованому стані Будова речовин в кристалічному стані. Дефекти кристалічної решітки. Тверді розчини заміщення, впровадження. Особливості будови кристалічних силікатів. Природні і технічні силікати. Правило Полінга. Структура силікатів.
5	03 листопада - 16 листопада 2021 р.	Тема 5. Будова речовин в рідкому стані. Моделі будови рідин. Будова силікатних розплавів. Ступінь асоціації кремнійкисневих аніонів в силікатних розплавах і вплив на неї температури і складу розплаву.
6	17- 30 листопада 2021 р.	Тема 6. Будова речовин в склоподібного стані. Особливості склоподібного стану речовини. Гіпотези будови скла.
7	01 -14 грудня 2021 р.	Тема 7. Фізико-хімічні процеси синтезу силікатних матеріалів. Твердофазові реакції тугоплавких речовин. Умови протікання реакцій. Фактори що впливають на їх перебіг. Роль мінералізаторів в твердофазових процесах.
8	15– 28 грудня 2021 р.	Тема 8. Процес спікання. Сутність, ознаки і рушійна сила процесу спікання. Види спікання в технології силікатних матеріалів. Дифузійний процес твердофазового спікання. Механізм інших видів спікання. Кінетика процесу спікання. Фактори що впливають на процес спікання.

Практичні заняття

Метою практичних занять є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях та в процесі самостійної роботи з літературними джерелами в ході вивчення навчальної дисципліни. Матеріали практичних занять спрямовані на поглиблення знань, одержаних в аудиторії.

Тиждень	Тема	Опис запланованої роботи
1	Вступне заняття. Однокомпонентні системи.	Правила техніки безпеки в лабораторії. Вступний інструктаж. Визначення швидкості та ступеня переродження кремнезему (вивчити однокомпонентну систему SiO_2 , поліморфні модифікації кремнезему.
2	Двохкомпонентні системи	Знаходження шляхів кристалізації в двокомпонентних системах. Визначення за правилом важеля кількості твердої і рідкої фаз.
3	Двохкомпонентні системи (продовження)	Вивчення спеціальних двокомпонентних систем і їх застосування в технології силікатів.
4	Трьохкомпонентні системи	Вивчення правил пошуку шляхів кристалізації в трьохкомпонентних системах Застосування правил при знаходженні шляхів кристалізації в потрібних системах.

5	Трьохкомпонентні системи (продовження)	Спеціальні трьохкомпонентні системи. Основні фази. Застосування систем при розробці технологій.
6	Практичне застосування термічного аналізу	Побудова кривої дегідратації лужних гідросилікатів (глин); розглянути термічні властивості глин, вивчити типи і кількість води, що містяться в глинах.
7	Високотемпературні процеси	Види спікання в технології силікатних матеріалів. Модульна контрольна робота. Додаткова здача тем.
8	Підсумкове заняття. Залік	До відома студентів доводиться кількість балів, яку вони набрали протягом семестру. Студенти, які були не допущеними до семестрової атестації з кредитного модуля, мають усунути причини, що призвели до цього.

5. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (CPC) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, складання попередніх варіантів програм для проведення розрахунків на заняттях, оформлення звітів з комп'ютерних практикумів, виконання розрахункової роботи, підготовка до захисту практичних завдань та розрахункової роботи, підготовка до екзамену. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид CPC	Кількість годин на підготовку
Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу, робота з підручниками для підготовки до колоквиумів, пошук інноваційних рішень у науково-технічній літературі.	2 – 3 години на тиждень
Підготовка до МКР (повторення матеріалу)	4 години
Підготовка до заліку	4 години

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

У звичайному режимі роботи університету лекції та практичні заняття проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський, практичні заняття – у аудиторних класах. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лекцій та практичних занять є обов'язковим.

На початку кожної лекції проводиться опитування за матеріалами попередньої лекції із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms, menti.com, Kahoot тощо). Перед початком чергової теми лектор може надсилати питання із застосуванням інтерактивних засобів з метою визначення рівня обізнаності здобувачів за даною темою та підвищення зацікавленості.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

1. Відсутність на практичних заняттях без поважної причини штрафується 1 балом;

2. Несвоєчасна участь у колоквіумі за темою без поважної причини штрафуються 1 балом;
3. За модернізацію занять нараховується від 1 до 6 заохочувальних балів;
4. За виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни нараховується від 1 до 6 заохочувальних балів;
5. За активну роботу на лекції нараховується до 0,5 заохочувальних балів (але не більше 10 балів на семестр).

Політика дедлайнів та перескладань: визначається п. 8 Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського

Політика щодо академічної доброчесності: визначається політикою академічної чесності та іншими положеннями Кодексу честі університету.

7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Види контролю встановлюються відповідно до Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського:

1. Поточний контроль: опитування на практичних заняттях, МКР.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
3. Семестровий контроль: усний залік.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 60 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- роботу з практичних занять (7 тем занять);
- написання модульної контрольної роботи (МКР);

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Робота на практичних заняттях:

- бездоганна робота – 7 балів;
- є певні недоліки у підготовці роботи – 6 балів;
- є недоліки у підготовці роботи – 3 бали.

Робота не виконана – 0 балів.

Якість виконання колоквіуму:

- студент вірно і повністю виконав всі надані завдання та відповів на запитання – **7 балів**;
- студент вірно виконав всі надані завдання, але допустив несуттєві неточності – 6 балів;
- студент при відповідях на запитання допустив ряд суттєвих неточностей – 3 бали;
- студент при відповідях на запитання допустив суттєві неточності – 0 балів.

2.2. Модульний контроль.

Ваговий бал – **11 балів**. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 11 – 9 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 8,9 – 7,9 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 7,8 – 5 балів;
- незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

3. Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю є виконання всіх запланованих на цей час робіт (на час календарного контролю). На **першому календарному контролі** (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \cdot 21^1 = 10$ балів. На **другому календарному контролі** (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \cdot 42^2 = 21$ балу і зарахована розрахункова робота.

4. **На заліку** студенти усно відповідають на теоретичні запитання (завдання). Кожне запитання (завдання) оцінюється за такими критеріями:

Кожне теоретичне питання оцінюється у 13,5 балів.

Система оцінювання теоретичних питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 13,0–11,7 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 11,6 – 9,8 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 9,7– 7,8 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Максимальна сума балів, яку студент може набрати протягом семестру, складає 60 балів:

$$RC = r_{пр} + r_{мкр} = 49 + 11 = 60 \text{ балів}$$

Умовою допуску до заліку є зарахування всіх завдань, написання МКР та кількість рейтингових балів не менше 30.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- Вимоги до роботи під час практичних занять, перелік запитань до МКР та заліку наведені у Google Classroom «Фізична хімія силікатних матеріалів-1» (платформа Sikorsky-distance).
- Перелік матеріалів, якими дозволено користуватись під час заліку:

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професором кафедри хімічної технології композиційних матеріалів:

д.т.н. проф. Ілюхою М.Г.

асистентом Пахомовою В.М.

¹ Максимальна кількість балів, яку може набрати студент протягом 8 тижнів.

² Максимальна кількість балів, яку може набрати студент протягом 14 тижнів.

Ухвалено кафедрою хімічної технології композиційних матеріалів (протокол № 15 від 02.06. 2021 р.)³

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 23.06. 2021 р.)

³ Силабус спочатку погоджується метод. Комісією, а потім Ухвалюється кафедрою.