



СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ СИЛІКАТНОГО МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА

Робоча програма освітнього компонента (Силабус)

Реквізити освітнього компонента

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна інженерія та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>G1 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Хімічні технології та інженерія</i>
Статус освітнього компонента	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг освітнього компонента	<i>4 кредити ЕКТС (120 год); аудиторні заняття – 30 год: лекції – 16 год, лабораторні роботи – 14 год</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, модульна контрольна робота, розрахункова робота</i>
Розклад занять	<i>Лекція 2 години 1 раз два тижні (1 пара), лабораторна робота 2 години 1 раз на 2 тижні (1 пара), за розкладом на https://schedule.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.х.н., доцент Ковальчук Ірина Андріївна, kowalchukiryna@gmail.com Лабораторні роботи: д.х.н., доцент Ковальчук Ірина Андріївна, kowalchukiryna@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>Google Classroom (Google G Suite for Education, домен kovalchuk.iryna@LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); доступ за запрошенням викладача</i>

Програма освітнього компонента

1. Опис освітнього компонента, його мета, предмет вивчення та результати навчання

Предметом освітнього компонента «Сучасні проблеми силікатного матеріалознавства» є фізико-хімічні закономірності формування структури і властивостей сучасних силікатних дисперсних, наноструктурованих, керамічних та склоподібних матеріалів, сучасні методи їх синтезу і модифікування, функціональні застосування, а також актуальні напрями сталого та цифрового матеріалознавства.

Метою освітнього компонента є формування та закріплення у здобувачів вищої освіти компетентностей:

Інтегральна компетентність: Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми хімічних технологій та інженерії, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій, які характеризуються невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності: ЗК 01 - Здатність генерувати нові ідеї (креативність); ЗК 02 - Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Фахові компетентності: ФК 03 - Здатність використовувати результати наукових досліджень і дослідноконструкторських розробок для вдосконалення існуючих та/або розробки нових технологій і обладнання хімічних виробництв; ФК 07 - Здатність використовувати сучасні методи досліджень, проводити наукові експерименти та вирішувати актуальні технічні задачі в області хімічних технологій та інженерії; ФК 11 - Здатність створювати екологічні, безвідходні, «зелені», «чисті», ресурсоефективні хімічні технології та сучасні технології моніторингу навколишнього середовища на основі стандартних та оригінальних підходів.

Після засвоєння освітнього компонента здобувачі вищої освіти мають продемонструвати такі **результати навчання**: ПРН 10 - Планувати та виконувати експериментальні і теоретичні дослідження в сфері хімічних технологій і інженерії, формулювати і перевіряти гіпотези, аргументувати висновки, презентувати результати досліджень; ПРН 12 - Вміти застосовувати методи і підходи передових досліджень в сфері хімічних технологій та інженерії; ПРН 13 - Вирішувати проблеми в області хімічної технології та інженерії як за стандартними підходами, так й власними оригінальними методиками.

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

Пререквізити	
«Зелена хімія для чистих хімічних технологій», «Ресурсоефективні хімічні технології та циркулярна економіка», «Хімічні технології захисту навколишнього середовища», «Теоретичні засади наукових досліджень», «Експериментальні методи в наукових дослідженнях».	ПРН 01 - Критично осмислювати наукові концепції та сучасні теорії хімічних процесів та хімічної інженерії, застосовувати їх при проведенні наукових досліджень та створенні інновацій. ПРН 07 - Здійснювати у науково-технічній літературі, патентах, базах даних, інших джерелах пошук необхідної інформації з хімічної технології, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі, систематизувати, і аналізувати та оцінювати відповідну інформацію. ПРН 08 - Застосовувати передові знання сучасних концепцій, практик та методів для вдосконалення існуючих матеріалів та функціональних покриттів для визначення та прогнозування ключових параметрів і властивостей нових матеріалів та функціональних покриттів, в умовах лабораторії або виробництва.
Постреквізити:	
Науково-дослідна практика; виконання магістерської дисертації.	ПРН 10 - Планувати та виконувати експериментальні і теоретичні дослідження в сфері хімічних технологій і інженерії, формулювати і перевіряти гіпотези, аргументувати висновки, презентувати результати досліджень. ПРН 12 - Вміти застосовувати методи і підходи передових досліджень в сфері хімічних технологій та інженерії. ПРН 13 - Вирішувати проблеми в області хімічної технології та інженерії як за стандартними підходами, так й власними оригінальними методиками.

3. Зміст навчальної освітнього компонента

Розділ 1. Дисперсні силікатні системи та структуроутворення

Тема 1. Дисперсні силікатні системи: поверхня, міжчастинкові взаємодії та реологія. Подвійний електричний шар, ζ -потенціал, агрегативна стійкість, коагуляція і пептизація. Основні реологічні моделі. Вплив дисперсності, концентрації, рН та складу рідкої фази. Тема 2. Структуроутворення в силікатних матеріалах. Коагуляційне та конденсаційно-кристалізаційне структуроутворення. Шлікерне лиття, формування міцності, сушіння та термічна обробка.

Розділ 2. Наноструктура та сучасні методи синтезу

Тема 3. Наноструктуровані силікатні матеріали: розмірні ефекти, поверхня та пористість. Зерна, шари, пори, міжфазні границі, дефекти, дифузія та ріст зерен. Тема 4. Сучасні методи синтезу і модифікування силікатних матеріалів. Стратегії формування структури: зверху вниз і знизу вверху; механохімія; осадження; гідро- і сольвотермальний та темплатний синтез.

Розділ 3. Золь-гель та адитивні технології

Тема 5. Сучасний золь-гель синтез, поруваті та гібридні силікатні матеріали. Золі, гелі, ксерогелі, аерогелі, органічно модифіковані силікати, функціональні покриття. Тема 6. Адитивне виробництво кераміки та скла. Метод прямого екструзійного друку, фотополімеризаційні методи, реологія композицій, видалення зв'язувальної речовини, спікання, усадка, дефекти, золь-гель скло, функціонально-градієнтні структури.

Розділ 4. Функціональні та сталі силікатні матеріали

Тема 7. Функціональні силікатні матеріали: сорбційні, каталітичні, мембранні, іонообмінні, оптичні, біоактивні та енергетичні матеріали.

Тема 8. Силікатні матеріали ХХІ століття: вторинна сировина, енергоощадне спікання, іммобілізація небезпечних компонентів, економіка замкненого циклу, інформатика матеріалів і машинне навчання.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці університету та у бібліотеці кафедри хімічної технології кераміки та скла. Обов'язковою до вивчення є базова література. Розділи та теми, з якими студент має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на лекційних та лабораторних заняттях.

Основна література:

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. Корнілович Б.Ю., Пилипенко І.В., Ковальчук І.А. Фізико-хімія сучасних неорганічних матеріалів: підручник для студ. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 134 с.
3. Ковальчук І.А. Нові керамічні матеріали і методи їх синтезу [Електронний ресурс] : навч. посіб.– Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 198 с.
4. Силікатне матеріалознавство [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня доктора філософії за освітньою програмою «Хімічні технології та інженерія» спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / М. М. Племянніков, В. Ю. Тобілко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,38 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 103 с. Кількість авторських аркушів: 5.66; <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/44496>.
5. Племянніков М.М., Жданюк Н.В. Нові склоподібні матеріали і методи їх синтезу. Склоподібні матеріали і вироби. Функціональні матеріали [Електронний ресурс] : навч. посіб - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 100 с.

Додаткова література:

6. *Encyclopedia of Materials: Technical Ceramics and Glasses*. Ed.: M. Pomeroy.- Elsevier.-2021.- 2674 p.
7. *Handbook of Advanced Ceramics. Materials, Applications, Processing, and Properties*. - Second Ed. – 2013. – 1229 p.
8. Gharehparagh B. et al. Multi-material glass additive manufacturing: a review of materials, techniques, and integration challenges. *Progress in Additive Manufacturing*. 2026.
9. Klein L.C. Some Thoughts on the Status of Sol–Gel Processing of Silicates and Organically Modified Silicates. *International Journal of Applied Ceramic Technology*. 2026.
10. Raza M. et al. Additive Manufacturing of Polymer-Derived SiOC Ceramics: A Review. *Advanced Engineering Materials*. 2026.
11. Chen Z. et al. Direct ink writing of ceramics: from fundamentals to industrial applications. *Advanced Materials Joining*. 2026.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Лекції проводяться паралельно з лабораторними роботами та самостійною роботою студентів. При читанні лекцій застосовуються засоби для відеоконференцій (Google Meet, Zoom тощо) та ілюстративний матеріал у вигляді презентацій. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№	Тиждень	Опис заняття
1	1-й тиждень	Лекція 1. Дисперсні силікатні системи: поверхня, міжчастинкові взаємодії та реологія. Поверхневий заряд і ζ -потенціал. Подвійний електричний шар. Теорія DLVO та обмеження DLVO для глин. Коагуляція, пептизація. Ньютонівські та неньютонівські системи, граничне напруження зсуву, тиксотропія.
2	3-й тиждень	Лекція 2. Структуроутворення в силікатних матеріалах. Коагуляційні та конденсаційно-кристалізаційні структури. Контакти між частинками. Фізико-хімічні засади шлікерного лиття. Формування міцності. Зміни структури при сушінні та термічній обробці.
3	5-й тиждень	Лекція 3. Наноструктуровані силікатні матеріали. Класифікація наноструктур. Питома поверхня, пористість, межі зерен і дефекти. Розмірні ефекти. Термодинамічна нестабільність, дифузія, ріст зерен. Взаємозв'язок «наноструктура – властивості».
4	7-й тиждень	Лекція 4. Сучасні методи синтезу і модифікування. Стратегії формування структури: зверху вниз і знизу вгору. Високоенергетичне подрібнення та механохімічна активація. Осадження, гідротермальний, ольвотермальний і темплатний синтез. Керування фазовим складом, дисперсністю і поверхнею. Модульна контрольна робота (частина 1).

5	9-й тиждень	Лекція 5. Сучасний золь-гель синтез. Гідроліз і поліконденсація прекурсорів. Золі, гелі, ксерогелі та аерогелі. Органічно модифіковані силікати і гібридні системи. Функціональні покриття. Екоефективні та низькотемпературні золь-гель синтези.
6	11-й тиждень	Лекція 6. Адитивне виробництво кераміки та скла. Метод прямого екструзійного друку (Direct Ink Writing, DIW), стереолітографічний 3D-друк та 3D-друк методом цифрової світлової обробки (SLA/DLP) та інші методи. Вимоги до реології. Дебіндинг (видалення зв'язувальної речовини) і спікання, усадка та дефекти. Золь-гель підходи до 3D-друку скла. Функціонально-градієнтні матеріали і структури.
7	13-й тиждень	Лекція 7. Функціональні силікатні матеріали. Сорбційні, каталітичні, мембранні та іонообмінні системи. Оптичні, біоактивні та енергетичні склоподібні і склокерамічні матеріали. Модифікування поверхні. Взаємозв'язок «склад – структура – властивості – застосування».
8	15-й тиждень	Лекція 8. Силікатні матеріали XXI століття. Вторинна сировина, економіка замкненого циклу, енергоощадне спікання, зниження температури синтезу. Імобілізація небезпечних компонентів. Інформатика матеріалів та машинне навчання для прогнозування властивостей і оптимізації складів. Модульна контрольна робота (частина 2).

Лабораторні роботи

Метою лабораторних занять є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях та в процесі самостійної роботи з літературними джерелами. Матеріал лабораторних робіт спрямований на одержання досвіду розв'язання задач хімічної технології в практичному руслі шляхом використання сучасних методів та підходів.

№	Тиждень	Тема	Опис запланованої роботи	Години
1	2	Підготовка силікатного матеріалу до досліджень	Подрібнення та фракціонування силікатного матеріалу (адсорбента з нанесеним цеолітним шаром). Підготовка проб до фізико-хімічних досліджень.	2
2	4	Модифікування поверхні адсорбенту часточками нульвалентного заліза або феритами	Одержання адсорбенту із шаром часточок, які мають магнітні властивості.	2

3	6	Дослідження фазового складу та структурно-сорбційних характеристик зразків	Інтерпретація результатів інструментальних методів досліджень вихідних та модифікованих силікатних матеріалів 1. Аналіз фаз вихідного силікатного матеріалу та адсорбенту на його основі за результатами рентгенофазового аналізу. 2. Обробка результатів дослідження структурно-сорбційних характеристик зразків (побудова ізотерм сорбції-десорбції азоту, визначення розміру та об'єму пор тощо).	2
4	8	Дослідження морфології зразків	Аналіз фото, одержаних з допомогою скануючої мікроскопії	2
5	10	Оцінка методів розділення фаз після сорбційного експерименту.	Вивчення способів ефективного розділення твердої та рідкої фази після сорбційного вилучення іонів металів.	2
6	12	Дослідження сорбційних властивостей силікатного матеріалу	Проведення сорбційного експерименту з модельним розчином та інтерпретація отриманих результатів з урахуванням властивостей поверхні сорбенту.	2
7	14	Обробка та інтерпретація експериментальних даних: взаємозв'язок «склад–структура–властивості»	Обробка результатів лабораторного циклу, побудова графічних залежностей, порівняння вихідного та модифікованого матеріалів. Формулювання висновків щодо взаємозв'язку складу, структури та функціональних властивостей; підсумковий захист лабораторного циклу.	2

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів – це підготовка до аудиторних занять, проведення розрахунків за даними, отриманими на лабораторних заняттях, підготовка до захисту лабораторних робіт, оформлення протоколів дослідження, підготовка до МКР, виконання індивідуального завдання – РР в межах часу відведеного на СРС.

Вид СРС	Кількість годин на підготовку
Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу, оформлення звітів з практичних робіт	1-2 годин на тиждень
Підготовка до МКР (повтор матеріалу)	6 годин
Підготовка до виконання РР (повтор матеріалу)	20 годин
Підготовка до заліку	6 годин

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

У звичайному режимі роботи університету лекції та лабораторні заняття проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський, а лабораторні роботи – у лабораторіях.

Перед проведенням лабораторних робіт студенти отримують завдання, ознайомлюються з його змістом і повинні бути готові до допуску до лабораторної роботи. Після її виконання здобувачі самостійно проводять розрахунки, будують графіки, оформлюють висновки.

Правила захисту лабораторних робіт:

1. До захисту допускаються студенти, які виконали та належно оформили завдання.
2. Захист відбувається за графіком.
3. Після перевірки завдання викладачем на захист виставляється загальна оцінка і робота вважається захищеною.

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.

8. 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 лекціях та лабораторних заняттях, МКР, розрахункова робота.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
3. Семестровий контроль: залік.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

1. Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за:
 - виконання завдань на лабораторних заняттях;
 - виконання модульної контрольної роботи (МКР);
 - виконання розрахункової роботи (РР).

Оцінювання результатів навчання (компетентностей) здобувачів здійснюється за 100-бальною шкалою з подальшим переведенням до оцінок за університетською шкалою (п. 5).

2. **ритерії нарахування балів:**

2.1. Виконання завдань на лабораторних заняттях:

Оцінюється 7 лабораторних робіт (вступне заняття та заключне - не оцінюється):

Допуск до роботи - максимум 1 бал (повна відповідь - не менше 90% потрібної інформації);
0,8 бала (достатньо повна відповідь - не менше 75% потрібної інформації);
0,6 бала - неповна відповідь - не менше 60% потрібної інформації).

Виконання роботи – максимум 3 бали - вірно проведені розрахунки, результати оформлені у вигляді графічних залежностей (при необхідності), у висновку представлено аналіз отриманих експериментальних даних);

2 бали (в розрахунках є незначна кількість помилок, результати оформлені у вигляді графічних залежностей (при необхідності), у висновку представлено аналіз

отриманих експериментальних даних);

1 бал (невірно проведені розрахунки, результати не оформлені у вигляді графічних залежностей, у висновку не представлено аналіз отриманих експериментальних даних).

Робота не виконана – 0 балів.

Захист роботи – максимум 1 бал - повна відповідь - не менше 90% потрібної інформації);

0,8 бала - достатньо повна відповідь - не менше 75% потрібної інформації);

0,6 бала - неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації).

Робота не захищена – 0 балів.

За семестр максимально можна набрати 35 балів.

2.2. Виконання модульної контрольної роботи:

Згідно з розподілом навчального часу освітнього компонента заплановано 1 модульну контрольну роботу. В даному курсі МКР поділяється на дві одногодинні контрольні роботи відповідно до календарного контролю студентів на 8 та 14 тижнях семестру.

За кожну МКР нараховується максимально 15 балів згідно критеріїв нарахування балів, тобто за дві можна отримати 30 балів:

- «відмінно» - повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 15 балів;

- «добре» - достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або повна відповідь з незначними неточностями – 12 балів;

- «задовільно» - неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 9 балів;

- «незадовільно» - відповідь не відповідає вимогам до «задовільно» - 0 балів.

НЕПРОХОДЖЕННЯ ЗАХОДУ СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ В СИНХРОННОМУ РЕЖИМІ БЕЗ ПОВАЖНИХ ПРИЧИН ОЦІНЮЄТЬСЯ В 0 БАЛІВ

2.3. Виконання розрахункової роботи (РР):

Розрахункова робота виконується у вигляді презентації і доповіді:

Критерії оцінювання:

- «відмінно» - повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 20 балів;

- «добре» - достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або повна відповідь з незначними неточностями – 15 балів;

- «задовільно» - неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 12 балів;

- «незадовільно» - відповідь не відповідає вимогам до «задовільно» - 0 балів.

2.4. Залікова контрольна робота оцінюється із 65 балів і містить 3 запитання.

Перше і друге запитання оцінюються в 25 балів кожне за такими критеріями:

- «відмінно» - повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 25 балів;

- «добре» - достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або повна відповідь з незначними неточностями – 19 балів;

- «задовільно» - неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації, завдання виконане з певними недоліками) – 15 балів;

- «незадовільно» - відповідь не відповідає умовам до «задовільно» - 0 балів.

Третє запитання оцінюється в 15 балів за такими критеріями:

- «відмінно» - повна правильна відповідь – 15 балів;

- «добре» - повна відповідь з незначними неточностями – 11 балів;

- «задовільно» - завдання виконане з певними недоліками – 9 балів;

- «незадовільно» - відповідь не відповідає умовам до «задовільно» - 0 балів.

3. Умовою позитивного першого календарного контролю є отримання не менше 15 балів на момент його проходження, другого календарного контролю - отримання не менше 30 балів.

4. Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку (виконані та захищені 7 лабораторних робіт, зарахована модульна контрольна робота (МКР), яка складається з двох частин, розрахункова робота (РР)) **та набрали 60 і більше балів, отримують відповідну рейтингову оцінку без потреби проходження заходу семестрового контролю.** Сума рейтингових балів, отриманих студентом протягом семестру, переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею (п. 5).

Здобувачі, які виконали умови допуску до заліку, але набрали менше 60 балів, а також ті, хто бажають підвищити свою рейтингову оцінку, проходять захід семестрового контролю у формі, яка визначена в силабусі. У цьому разі остаточний результат складається із балів, що отримані за РР та залікової контрольної роботи.

5. Таблиця переведення рейтингових балів до оцінок:

Кількість балів	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Вимоги до оформлення лабораторних робіт, перелік запитань до МКР, РР та заліку наведені у Google Classroom „Сучасні проблеми силікатного матеріалознавства” (платформа Sikorsky-distance).

Визнання результатів навчання, здобутих у неформальній та/або інформальній освіті, зокрема, при проходженні здобувачем навчання/мовного або наукового стажування, здійснюється відповідно до чинного Положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті. Для валідації результатів навчання за розпорядженням декана факультету створюється предметна комісія, до якої входять: завідувач кафедри; науково-педагогічний працівник, відповідальний за освітній компонент або його окремі складові (змістовні модулі, окремі теми тощо), що пропонується до зарахування; куратор академічної групи здобувача або його науковий керівник. Предметна комісія розглядає надані здобувачем необхідні документи (спільний диплом, диплом, сертифікат, академічна довідка/виписка навчальних досягнень (Transcript of Records) тощо), проводить аналіз їх відповідності силабусу (робочій програмі навчальної дисципліни/освітнього компонента), проводить співбесіду із здобувачем (за потреби) та приймає одне з рішень:

1. Визнати результати, набуті під час неформальної/інформальної освіти та зарахувати їх як оцінку семестрового контролю з відповідної навчальної дисципліни/освітнього компонента;

2. Не визнавати результати, набуті під час неформальної/інформальної освіти;

3. Призначити дату проведення позачергового контрольного заходу, відповідно до зазначеного у навчальному плані для навчальної дисципліни/освітнього компонента, що може бути зарахований.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри хімічної технології кераміки та скла д.х.н., ст. досл. І.А. Ковальчук Ухвалено кафедрою хімічної технології кераміки та скла (протокол № 15 від 09.06.2026 р.).

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 18.06.2026 р.).