

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою хіміко-технологічного факультету

Протокол № 2 від « 24 » « лютого » 2020 р.

Голова вченої ради  І.М. Астрелін

м.п.

## ПРОГРАМА

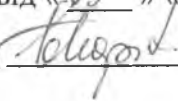
### комплексного фахового випробування

для вступу на освітню програму підготовки магістра  
«Хімічні технології неорганічних керамічних матеріалів»  
*за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія*

Програму рекомендовано кафедрою

Хімічної технології кераміки та скла

Протокол № 8 від « 19 » « лютого » 2020 р.

Завідувач кафедри  Б.Ю. Корнілович

Програма комплексного фахового випробування складена для випускників бакалаврату і їх подальшої підготовки для вступу на навчання за програмою підготовки магістра. Вона має на меті відбір на конкурсній основі найбільш здібних і перспективних студентів.

Програма орієнтована на освітню програму підготовки магістра «Хімічні технології неорганічних керамічних матеріалів» за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія».

Програма складається з трьох блоків, за якими відповідно передбачено три теоретичних питання в екзаменаційному білеті. Кількість екзаменаційних білетів – 15. Питання в кожному блоці складені відповідно до фахових дисциплін, які викладалися в рамках бакалаврської підготовки.

Блок 1. Фізична хімія тугоплавких неметалевих і силікатних матеріалів.

Блок 2. Основи технології силікатних матеріалів (технологія кераміки і технологія скла).

Блок 3. Технічний аналіз кераміки та скла.

Тривалість екзамену 4 академічні години (180 хв. без перерви).

## ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

### БЛОК 1

#### ФІЗИЧНА ХІМІЯ ТУГОПЛАВКИХ НЕМЕТАЛЕВИХ І СИЛІКАТНИХ МАТЕРІАЛІВ

##### 1. Силікати. Загальна характеристика

Методи досліджень. Визначення, склад і систематика силікатів і тугоплавких речовин. Основні методи їх досліджень: термічні, рентгеноструктурні, мікроскопічні, електронно-мікроскопічні і інші методи аналізу. Термічні і гідротермальні синтези силікатів.

##### 2. Фазова рівновага в силікатних системах

Система, параметри системи, компонент, фаза, ступені свободи, варіантність системи, термодинамічна рівновага. Правило фаз Гіббса. Рівняння Клаузіуса-Клапейрона. Загальні поняття про діаграми стану. Використання правила фаз для силікатних систем. Використання діаграм стану для рішення технічних задач.

**Діаграма стану однокомпонентної системи.** Діаграма із сполукою, що має кілька поліморфних модифікацій. Поліморфізм. Енантіотропні і монотропні поліморфні перетворення. Змінення питомих об'ємів при поліморфних перетвореннях. Діаграма стану системи  $\text{SiO}_2$ . Характеристика окремих поліморфних модифікацій і фаз в системі  $\text{SiO}_2$ : кварц, триміт, кристобаліт, кремнеземисте (кварцове) скло, коесіт, китіт, стишовіт, волокнистий кремнезем, конденсоване кварцове скло. Значення діаграми стану  $\text{SiO}_2$  для хімії і технології силікатів.

**Діаграма стану двокомпонентних (бінарних) систем.** Діаграми стану: з евтектикою (без хімічних сполук і твердих розчинів), з хімічною сполукою, що плавиться без розкладу (конгруентно) із розкладом (інконгруентно), з хімічною сполукою, що розпадається чи утворюється при зміні температури в твердому стані, з розшаруванням рідкої фази, ліквідацією, з поліморфними перетвореннями, з безперервним рядом твердих розчинів, з обмеженим рядом твердих розчинів.

Елементи будови діаграми стану бінарних систем: криві ліквідусу і солідусу, точки евтектики і перитектики. Евтектичний склад і евтектична температура. Перитектична реакція. Шляхи фазових перетворень при нагріві і охолодженні в бінарних системах. Правило важеля.

Діаграма стану систем  $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O}$  і  $\text{SiO}_2\text{-K}_2\text{O}$ . Значення систем для технології силікатів. Силікати натрію і калію в гідратованому стані. Розчинне або рідке скло. Модуль рідкого скла. Методи отримання, властивості і використання рідкого скла.

Діаграма стану систему  $\text{SiO}_2\text{-CaO}$ . Особливості системи і характеристика сполук, що існують в ній. Синтез і характеристика окремих модифікацій. Тверді розчини в двокальцієвім силікаті. Трикальцієвий силікат, синтез, особливості його структури і властивості. Значення системи для технології силікатів.

технології силікатів.. Значення для технології кераміки.

Діаграма стану системи  $\text{SiO}_2 - \text{MgO}$ . Особливості системи і характеристика сполук, що існують в ній. Периклаз - отримання, властивості, використання. Форстерит і олівіновий ряд твердих розчинів. Метасилікат магнію і його поліморфні різновиди: енстатит, кліноенстатит, протоенстатит. Піроксени. Значення системи для технології силікатів..

Характеристика інших двокомпонентних систем і їх значення в технології силікатів.

**Діаграми стану трикомпонентних систем.** Просторові зображення трикомпонентних діаграм. Елементи будови діаграм. Визначення кількісного співвідношення фаз за правилом важеля.

Діаграма стану системи  $\text{SiO}_2 - \text{CaO} - \text{Na}_2\text{O}$ . Особливості діаграми і характеристика потрібних сполук, що існують в ній. Значення системи для технологій вапняно-натрієвих силікатних стекло.

Діаграма стану системи  $\text{SiO}_2 - \text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3$ . Особливості діаграми і характеристика потрібних сполук, що існують в ній. Значення системи для технологій в'язучих речовин, кераміки, вогнетривів. Области складу різних силікатних матеріалів на цій діаграмі.

Діаграма стану систему  $\text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ . Особливості діаграми і характеристика потрібних сполук, що існують в ній. Значення системи для технологій ситалів, кераміки, вогнетривів. Области складу різних силікатних матеріалів на цій діаграмі.

### **3. Силікати в кристалічному стані**

Особливості кристалічного стану речовини. Дефекти кристалічних ґраток. Типи і класифікація дефектів. Тверді розчини. Класифікація. Ізоморфізм. Умови утворення твердих розчинів і їх властивості.

Структура кристалічних силікатів. Класифікація структур силікатів. Відображення структурних формул. Острівні силікати з ізольованими тетраедрами. Силікати з радикалами кінцевих розмірів. Ланцюгові силікати. Стрічкові силікати. Шаруваті силікати, каркасні силікати. Тверді розчини в силікатах. Особливості структури силікатів з великими катіонами. Вплив структури силікатів на їх властивості.

### **4. Силікати в склоподібному стані.**

Особливості склоподібного стану речовин. Гіпотези будови скла. Роль окремих оксидів у склі. Умови утворення оксидних стекло. Роль температури, складу і інших факторів на процес склоподібного затвердіння речовини. Залежність в'язкості від температури. Температури  $T_g$  і  $T_f$ . Аномальний інтервал склоутворення.

Властивості силікатних стекло. Адитивність властивостей. Фізико-механічні, термічні, оптичні, хімічні і інші властивості. Особливості методів їх дослідження. Внутрішні напруження у склі, їх причини і знешкодження.

Кристалізаційна здатність скла. Умови кристалізації скла. Методи визначення кристалізаційної здатності. Процес керованої кристалізації скла. Склокристалічні матеріали. Властивості ситалів.

## **БЛОК 2**

### **ОСНОВИ СИЛІКАТНИХ МАТЕРІАЛІВ**

#### **ТЕХНОЛОГІЯ КЕРАМІКИ**

##### **1. Поняття про кераміку**

Класифікація керамічних виробів. Галузі застосування кераміки. Нові напрямки в кераміці.

##### **2. Основна керамічна сировина – пластичні і непластичні матеріали**

Класифікація сировинних матеріалів. Пластичні матеріали. Глини і каоліни, їх специфічні властивості та склад (речовинний, хімічний, гранулометричний). Пісні матеріали і плавні, їх призначення. Домішки, що вигорають.

Властивості пластичних матеріалів, що проявляються у технологічних процесах – водні, механічні, сушильні, термічні. Підготовка сировини та її збереження. Обробка глин, опіснювачів, флосів, домішок, що вигорають.

### **3. Методи приготування керамічних мас і формування керамічних виробів**

Приготування пластичних мас, прес-порошків, шлікерів. Методи фізико-хімічної обробки пластичних керамічних мас. Методи формування керамічних виробів. Пластичне формування. Пресування з порошків, лиття з водних і гарячих шлікерів.

### **4. Процеси утворення керамічних матеріалів**

Сушка керамічних виробів. Основні процеси, що протікають при сушці керамічних виробів. Методи сушки. Сушильні установки. Класифікація, принцип роботи.

Основні процеси, що протікають при обпаленні керамічних виробів. Типи печей, що застосовуються при обпаленні різних видів керамічних виробів.

### **5. Види і методи виробництва кераміки**

Кам'яно-керамічні матеріали. Класифікація. Виробництво кам'яно-керамічних виробів. Види і галузі застосування виробів. Основні вимоги до виробів.

Тонка кераміка. Поняття про поливу. Види полив та їх складі. Одержання полив. Методика підбору полив до керамічних виробів. Основні методи глазурування. Фаянс. Класифікація, види виробів. Вимоги до господарського, санітарного і будівельного фаянсу. Технологічні схеми і особливості виробництва різних видів фаянсових виробів. Властивості фаянсу.

Фарфор. Класифікація. Види виробів. Поняття про м'який і твердий фарфор. Технологічні схеми і особливості виробництва м'якого і твердого фарфору. Фізико-хімічні процеси, які протікають при обпаленні фарфорової маси. Основні вимоги до фарфору.

## **ТЕХНОЛОГІЯ СКЛА**

### **1. Поняття про скло та склоподібний стан речовини.**

**Теорії будови скла.** Теорії Менделєєва, Лебедева, Захаріасена. Поняття про ближній і дальній порядок.

**2. Загальні фізико-хімічні характеристики типових склоутворювачів і склоподібних тіл у розплавленому стані.** В'язкість. Залежність від хімічного складу, температури. Значення в'язкості у виробництві скла. Поверхневий натяг. Роль поверхневого натягу в технології скла. Кристалізаційна здатність скла. Види кристалізації: спонтанна і примусова. Вплив хімічного складу на кристалізаційну здатність.

Ліквіційні явища в склі. Стабільна і метастабільна ліквіція. Кінетика процесу ліквіції.

### **3. Властивості скла у твердому стані**

Хімічна стійкість скла. Корозійні агенти. Руйнування скла реагентами 1 і 2 групи. Вплив хімічного складу на хімічну стійкість. Механічні властивості скла. Щільність скла. Міцність на розтяг, стискання і згин. Зміцнення скла. Термічні властивості скла. Теплоємність, теплопровідність, термічне розширення, термостійкість, вплив температури і хімічного складу. Електричні властивості скла. Об'ємна і поверхнева електропровідність. Вплив хімічного складу і температури. Оптичні властивості скла. Оптичні константи скла.

### **4. Теорія забарвлення скла**

Кольорове скло. Вибіркове поглинання видимого випромінювання. Поняття кольору. Молекулярне і колоїдне забарвлення. Іонні, молекулярні і колоїдні барвники. Приклади. Знебарвлення скла.

### **5. Шихтові матеріали і шихтування**

Головні сировинні матеріали і допоміжні. Готування шихти. Вимоги до шихти. Зволоження шихти. Підготовка матеріалів, подрібнення, помел. Обладнання. Сушка, сушарки. Сорткування та збагачення матеріалів.

### **6. Теорія і практика скловаріння**

Стадії варіння скла. Фізико-хімічні процеси при нагріванні шихти. Окислювальні і відновлювальні процеси у скломасі. Леткість компонентів. Газу в скломасі. Механізм процесу освітлювання. Гомогенізація скломаси. Конструкції печей. Теплообмін в печі. Склад газового

середовища і режим тиску. Температурний режим ванних печей. Класифікація видів браку. Вогнетриві в скляній промисловості.

#### **7. Технологія скловиробів**

Теоретичні основи формування. Роль в'язкості і поверхневого натягу. Швидкість твердіння. В'язкісні і температурні інтервали для основних способів формування. Основні методи формування. Пресування, пресовидування, витягування, прокат.

#### **8. Обробка скляних виробів**

Термічна обробка виробів. Відпал виробів із скла. Температурно-часовий режим відпалу. Гартування. Властивості загартованого скла. Обладнання для відпалу і гартування. Інші види термічної обробки скла.

Механічна і хімічна обробка скла. Види механічної обробки. Хімічна і фізична обробка скла.

### **БЛОК 3**

## **ТЕХНІЧНИЙ АНАЛІЗ КЕРАМІКИ ТА СКЛА**

#### **1. Технічний аналіз**

Технічний аналіз – найважливіших засобів правильного ведення технологічного виробництва і забезпечення якості продукту на підприємствах. Хімічні, фізико-хімічні і фізичні методи в технічному аналізі, які застосовуються у технології кераміки та скла, їх коротка характеристика.

#### **2. Методи технічного аналізу**

Маркувальні, експресні і арбітражні види аналізу. Математична обробка результатів аналізу. Принципи дії приладів та інструментів. Задачі стандартизації, її економічна ефективність. Основні поняття і визначення метрології, стандартизації, сертифікації і документації систем якості.

#### **3. Організація технічного контролю виробництва керамічних та скломатеріалів**

Стандарти і оцінка якості матеріалів. Комплексна система управління якістю продукції. Функції і завдання відділу управління якістю продукції, відділу технічного контролю і заводської лабораторії. Вхідний контроль сировини, матеріалів. Автоматизація контролю технологічних процесів.

#### **4. Методи відбору середніх проб сировини, напівфабрикатів і готових виробів.**

Приймання і відбір проб кускових і сипучих матеріалів. Відбір проб суспензій. Автоматичний відбір проб. Відбір середньої проби готових виробів. Макроскопічний опис сировини. Підготовка керамічних мас і виготовлення зразків для випробувань. Підготовка зразків скломас для випробувань.

#### **5. Визначення основних властивостей сировинних матеріалів.**

Водозатворюваність глинистих матеріалів. Пластичність глин. Зв'язність і зв'язуюча здатність глин. Чутливість глин до сушки. Усадка глин і керамічних мас при сушінні і випаленні. Спінання глин і керамічних мас (температура і інтервал спінання). Вогнетривкість керамічних матеріалів.

#### **6. Визначення технічних властивостей керамічних мас і шлікерів**

Гранулометричний склад і площа питомої поверхні подрібнених матеріалів. Вологість керамічних шлікерів. Показники пружності і порогу структуроутворення каолінової суспензії. Розріджуваність керамічних мас і ливарні властивості водних шлікерів. Концентрація водневих іонів в шлікерах. Вміст органічної зв'язки в шлікерах для гарячого литва. Технологічні властивості термопластичних керамічних лікерів.

#### **7. Хімічні методи дослідження.**

Основні хімічні (якісні та кількісні) методи дослідження силікатів – гравіметричний, об'ємний методи аналізу. Гравіметрична форма. Точка еквівалентності. Індикатори. Вибір індикатора для аналізу. Вимоги до реакцій в титриметричному аналізі. Концентрації. Границі визначення.

#### **8. Фізико-хімічні методи визначення мінералогічного та хімічного складу силікатів.**

Основні фізичні та фізико-хімічні методи дослідження силікатів. Класифікації методів за різними ознаками - вимірюваними властивостями. Кристалооптичний метод аналізу.

Рентгенівські, термічні, оптичні методи аналізу. ІЧ-спектроскопія. Спектральний аналіз (емісійна, полуменева, атомно-адсорбційна спектроскопія). Фотометричний аналіз. Спеціальні інструментальні методи дослідження силікатів.

#### **9. Визначення термомеханічних, електричних, хімічних і спеціальних властивостей керамічних матеріалів і виробів.**

Пористість, водопоглинання і середня щільність. Механічна міцність. Твердість. Деформаційні властивості. Температурні коефіцієнти лінійного і об'ємного розширення. Узгодженість ТКЛР глазури і кераміки. Термічна стійкість. Теплопровідність і температуропровідність. Газопроникність. Водопроникність. Морозостійкість. Хімічна стійкість. Білизна. Просвічуваність. Електричні властивості.

### **ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ**

На комплексному фаховому випробуванні абітурієнт отримує екзаменаційний білет, який включає три теоретичні питання однакової складності (з кожної з дисциплін). Кінцева оцінка визначається як сума балів набраних за відповіді на кожне з трьох питань екзаменаційного білету. При перевірці завдань застосовують критерії оцінювання, при розробці яких береться за основу повнота, логічність та правильність розкриття питання. Максимальний ваговий бал для першого питання – 34, другого та третього – 33.

Критерій оцінювання питання та кількість балів:

- повна відповідь з поясненнями (не менше 90% потрібної інформації), не містить зайвої інформації – 34 (33)...31 балів;
- повна відповідь з неprincipовими неточностями (не менше 80% необхідної інформації), зайвої інформації немає – 30...27 балів;
- принципowo правильна відповідь з неprincipовими неточностями (не менше 70% необхідної інформації), є зайва інформація – 26...23 бали;
- повна відповідь з неточностями (не менше 60% потрібної інформації) – 22...20 балів;
- неповна відповідь, в якій відсутні принципovi неточности (не менше 50% потрібної інформації), але є помилки – 19...17 балів;
- неповна відповідь з грубими помилками та (або) принципovими неточностями (менше 50% потрібної інформації) 16...1 балів;
- відсутність відповіді – 0 балів.

Оскільки, вступний іспит до магістратури з іноземної мови проходить у форматі ЗНО та у відповідності до «Правил прийому до КПІ ім. Ігоря Сікорського в 2020 році» наводимо таблицю переведення оцінок за шкалою ECTS в 100-200 бальну (шкала відповідності оцінкам ЄВІ).

| Оцінка<br>PCO | Оцінка<br>ЄВІ | Оцінка<br>PCO | Оцінка<br>ЄВІ | Оцінка<br>PCO | Оцінка<br>ЄВІ | Оцінка<br>PCO | Оцінка<br>ЄВІ |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 60            | 100           | 70            | 125           | 80            | 150           | 90            | 175           |
| 61            | 102,5         | 71            | 127,5         | 81            | 152,5         | 91            | 177,5         |
| 62            | 105           | 72            | 130           | 82            | 155           | 92            | 180           |
| 63            | 107,5         | 73            | 132,5         | 83            | 157,5         | 93            | 182,5         |
| 64            | 110           | 74            | 135           | 84            | 160           | 94            | 185           |
| 65            | 112,5         | 75            | 137,5         | 85            | 162,5         | 95            | 187,5         |
| 66            | 115           | 76            | 140           | 86            | 165           | 96            | 190           |
| 67            | 117,5         | 77            | 142,5         | 87            | 167,5         | 97            | 192,5         |
| 68            | 120           | 78            | 145           | 88            | 170           | 98            | 195           |
| 69            | 122,5         | 79            | 147,5         | 89            | 172,5         | 99            | 197,5         |
|               |               |               |               |               |               | 100           | 200           |

### Допоміжний матеріал

В разі необхідності дозволяється користуватися наступним допоміжним матеріалом.  
Блок 1. Діаграми стану силікатних систем: 6 бінарних діаграм і 3 потрійні діаграми.

### Приклад типового завдання комплексного фахового випробування

#### ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № N

1. Правило фаз. Рівняння Клаузіуса-Клапейрона. Загальні поняття про діаграми стану.
2. Хімічна стійкість скла. Корозійні агенти. Руйнування скла реагентами 1 і 2 групи.
3. Основні фізичні та фізико-хімічні методи дослідження силікатів.

#### РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

##### Блок 1

1. Пащенко А.А., Мясников А.А., Мясникова Е.А. и др. Физическая химия силикатов. Учебник для вузов. – М.: Высш. шк., 1986.
2. Куколев Г.В., Пивень И.Я. Задачник по химии кремния и физической химии силикатов. Учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. шк., 1971.
3. 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.
4. Бобкова Н.М., Силич Л.М., Терещенко И.М. Сборник задач по физической химии силикатов и тугоплавких соединений. Учебное пособие для вузов. – Минск: Университет, 1990.
5. Бабушкин В.Н., Матвеев Т.М., Мчедлов-Петросян О.П. Термодинамика силикатов. М.: Стройиздат, 1986. – 408 с.
6. Ралко А.В. и др. Термодинамические и термографические исследования процессов обжига керамики. Киев, Высшая школа, 1980.
7. Корнілович Б.Ю., Андрієвська О.Р., Племянников М.М., Спасьонова Л.М. Фізична хімія кремнезему і нанодисперсних силікатів / Навчальний посібник – К.: «Освіта України», 2013. – 178 с.
8. Крупа О.А., Племянников М.М. Фізико-хімія та діаграми стану силікатних систем (Потрійні системи). Методичні вказівки по вивченню дисципліни «Фізична хімія тугоплавких неметалевих та силікатних матеріалів», 1999.

## Блок 2

1. Пашенко А.А. и др. Общая технология силикатов. – Киев: Вища школа, 1983. – 408 с.
2. Сулименко, Л. М. Основы технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов: учеб. пособие / Л. М. Сулименко, И. Н. Тихомирова. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2000. – 248 с.
3. Бобкова Н.М., Дятлова Е.М., Куницкая Т.С. Общая технология силикатов. – Минск: Вышэйшая школа, 1987. – 288 с.
4. Химическая технология керамики: Учебн. Пособие для вузов /Под. Ред. Проф. И.Я. Гузмана. – М.: ООРИФ «Стройматериалы» 2003. – 496с
5. Мороз И.И. Технология строительной керамики. – Киев: Вища школа, 1980. – 384 с.
6. Мороз И.И. Фарфор, фаянс, майолика. Киев: Техніка, 1975. – 352 с.
7. Павлушкин Н.М. Химическая технология стекла и ситаллов. – М.: Стройиздат, 1983. – 431 с
8. Яцишин Й.М. Технологія скла: Ч.1. «Фізика і хімія скла» – Львів: Видавництво НТУ «Львівська політехніка», 2001. – 188 с.
9. Яцишин Й.М. Технологія скла: Ч.2. «Технологія скляної маси» – Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2004. – 250 с.
10. Аппен А.А. Химия стекла. – Из-во «Химия», 1970.
11. Шелби Дж. Структура, свойства и технология стекла. Перевод с английского. Москва. «Мир». 2006.
12. Шаеффер Н.А. Технология стекла. Пер. с немецкого /Под общ. ред. Н.И.Минько. – Кишинев: Изд-во «СТІ-Print», 1998. – 179 с.
13. Павлушкин Н.М. Основы технологии ситаллов. – М.: Стройиздат, 1979. – 359 с.
14. Племянников М.М., Яценко А.П., Корнілович Б.Ю. Хімія і технологія скла. Високотемпературні процеси / Навчальний посібник. – К.: «Освіта України», 2015. – 183 с.
15. Величко Ю.М., Племянников М.М., Яценко А.П., Корнілович Б.Ю. Хімія і технологія кераміки. Високотемпературні процеси / Навчальний посібник. – К. : «Освіта України», 2016. – 160 с.

## Блок 3

1. Годовская К.И., Рябина Л.В., Новик Г.Ю., Гернер М.М. Технический анализ: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 1972. – 48с.
2. Лукин Е.С., Андрианов Н.Т. Технический анализ и контроль производства керамики.–М.: Стройиздат, 1986. – 272с.
3. Горшков В.С., Савельев В.Г., Федоров Н.Ф. Физическая химия силикатов и других тугоплавких соединений. – М.: Высшая школа, 1981. – 335 с.
4. Топор Н.Д., Огородова Л.П., Мельчакова Л.В. Термический анализ минералов и неорганических соединений. – М.: Изд-во МГУ, 1987. – 190 с.
5. Самчук А.И., Пилипенко А.Т. Аналитическая химия минералов. – Киев: Наук.думка, 1982. – 200 с.
6. Практика по технологии керамики: Учеб. пособие для ВУЗов/ Под ред. И.Я. Гузмана. – М.: ООРИФ «Стройматериалы», 2003. – 336 с.
7. Пентин Ю.А. Физические методы исследования в химии. – М.: Мир, 2006. – 638с.
8. Ляликов Ю.С. Физико-химические методы анализа. – М.: Химия, 1974.
9. Бабко А.К., Пилипенко А.Т. Фотометрический анализ. – М.: Химия, 1968.
10. Коренман И.М. Фотометрический анализ. – М.: Химия, 1975.

Розробники програми:

Професор кафедри ХТКС

Доцент кафедри ХТКС



Микола ПЛЕМЯННИКОВ

Лариса СПАСЬОНОВА