



## Силікатне матеріалознавство

### Робоча програма освітньої компоненти (Силабус)

#### Реквізити освітньої компоненти

Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)
Галузь знань	16 Хімічна та біоінженерія
Спеціальність	161 Хімічні технології та інженерія
Освітня програма	Хімічні технології та інженерія
Статус освітньої компоненти	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна, вечірня)/змішана
Рік підготовки, семестр	2 курс, весняний семестр
Обсяг освітньої компоненти	5 кредитів
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік
Розклад занять	Лекція - 2 години раз на два тижня (1 пара), лабораторні заняття - 4 години раз на два тижні (2 пари); практичні заняття - 2 години раз на два тижні (1 пара) за розкладом на rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доцент Племянніков М.М., plemja46@gmail.com Лабораторні та практичні заняття: к.т.н., доцент Тобілко В.Ю., vtobilko@gmail.com
Розміщення освітньої компоненти	Електронний кампус

#### Програма освітньої компоненти

##### 1. Опис освітньої компоненти, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Силікатне матеріалознавство - це галузь науки і техніки, яка займається дослідженнями з проблем хімії, фізико-хімії природної мінеральної сировини та техногенних продуктів, напівпродуктів і готових матеріалів, а також включає експериментальне розроблення і теоретичне обґрунтування нових ефективних та нетрадиційних хіміко-технологічних процесів переробки природних і техногенних матеріалів з метою одержання в'язучих речовин, керамічних матеріалів, скла, створення композиційних матеріалів та захисних покриттів. Наука про матеріали спрямована на встановлення існуючих взаємозв'язків між хімічним складом (організацією будови на атомарному і молекулярному рівні) з мікроструктурними і макроскопічними властивостями матеріалів.

Предмет освітньої компоненти - існуючі технології сучасного силікатного матеріалознавства і пошук методів їх удосконалення з метою одержання виробів із унікальними експлуатаційними властивостями.

Метою освітньої компоненти є формування у здобувачів вищої освіти (з.в.о.) рівня PhD компетентностей:

Інтегральна компетентність:

- здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницької інноваційної діяльності у сфері дослідження, розробки хімічних процесів та апаратів, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики.

Загальні компетентності:

- ЗК 01 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

-- ЗК 04 Здатність слідувати етичним і правовим нормам у професійній діяльності.

Фахові компетентності:

- ФК 03 Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми в сфері хімічних процесів та апаратів, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

- ФК 04 Здатність до розробки технологічних показників одержання і практичного застосування: нанорозмірних та наноструктурованих матеріалів, нових функціональних матеріалів.

Програмні результати навчання

Після засвоєння освітньої компоненти з.в.о. рівня PhD мають продемонструвати такі результати навчання:

- ПРН 01 - Мати передові концептуальні та методологічні знання з хімічних технології та інженерії і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

- ПРН 03 - Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з хімічних технологій та інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

- ПРН 04 - Глибоко розуміти загальні принципи та методи хімічних технологій та інженерії, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері хімічних процесів та апаратів та у викладацькій практиці, зокрема:

- знання основних технологічних рішень та питань, у виробництві силікатних матеріалів;

- знання технологічних схем виробництва матеріалів різного хімічного складу та призначення;

- уміння використовувати вироби з силікатних матеріалів у сучасній техніці;

- знання перспектив та наукових напрямків у виробництві силікатних матеріалів і виробів з них;

- знання умов експлуатації керамічних та скляних виробів; властивості силікатних матеріалів;

- знання методів одержання силікатних матеріалів із заданими властивостями.

## 2. Місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою

Перелік освітніх компонент, знань та умінь, володіння якими необхідні з.в.о. рівня PhD для успішного засвоєння освітньої компоненти:

Пререквізити:	
Науково-дослідна практика	Передові концептуальні та методологічні знання з хімічних технологій та інженерії і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.
Нанохімія і наноматеріали	Загальні принципи та методи хімічного синтезу нанорозмірних та наноструктурованих матеріалів, нових функціональних матеріалів та застосування їх в сучасних технологіях та інженерії.
Постреквізити:	
Наукова складова	Планування і виконання експериментальних досліджень з хімічних технологій та інженерії з використанням сучасних інструментів, критичний аналіз результатів власних досліджень і результатів інших дослідників.

## 3. Зміст освітньої компоненти

Тема 1. Силікати і неорганічне матеріалознавство

Силікатні матеріали – різновид загального класу тугоплавких неметалічних матеріалів. Грунтові і кам'яні природні матеріали. Штучні матеріали: кераміка (цегла, вогнетриви, черепиця, майоліка,

порцеляна, фаянс), скло, склокристалічні матеріали (ситали), в'язучі матеріали, петрургічні матеріали (кам'яне литво). Особливі електрофізичні властивості. Методи синтезу силікатів: випал і спікання сумішей порошків; гаряче пресування. гідротермальна обробка; плавлення компонентів.

*Тема 2. Керамічні матеріали. Вогнетриви. В'язучі матеріали*

*Керамічні матеріали пористі і щільні; грубі і тонкі. Основні характеристики.*

*Технологія. Виготовлення з глини з добавками або без добавок речовин, що опріснюють. Виготовлення із пластичної маси або з напівсухого порошку. Керамічні матеріали господарського і побутового призначення. Виготовлення керамічних матеріалів технічного призначення. Керамічні матеріали, виготовлені без застосування глини (сегнетоелектричні матеріали, вогнетривкі матеріали із чистих оксидів)*

*Силікатні вогнетриви. Карбонові вогнетриви. Карборундові, коксові, графітові вогнетриви. Вогнетриви на основі безкисневих тугоплавких сполук Класифікація вогнетривів*

*Тонкодисперсні матеріали, що утворюють при змішуванні з водою пластичну масу, яка твердіє і утворює міцне камінно-подібне тіло. Класифікація. Гідравлічні, повітряні і кислотостійкі. Розчинне скло.*

*Тема 3. Скло. Ситали. Петрургічні матеріали*

*Скло - аморфні тверді тіла, одержувані переохолодженням рідин або розплавів, незалежно від складу, будови і температурної області затвердіння. Термодинамічні аспекти склоподібного стану. Хімія і будова стекол. Властивості розплавів стекол. Властивості стекол в твердому стані.*

*Склокристалічні матеріали (ситали) — полікристалічні матеріали, одержувані регульованою кристалізацією скла. Класифікація ситалів і провідні властивості.*

*Технологія виробництва ситалів. Скляна і керамічна технологія. Застосування ситалів.*

*Матеріали кам'яного лиття — плавлено-литі окисні матеріали, синтезовані з розплавів гірських порід, сумішей осадових порід, хімічних речовин і металургійних шлаків. Хімічний склад. Технологія.*

*Тема 4. Емалі. Глазури*

*Емалі – склоподібні легкоплавкі сплави на поверхні металевих виробів. Класифікація емалей. Емалі технічні і художні. Ґрунтові і покривні. Оптичні характеристики емалей.*

*Слоподібний покрив, утворений легкоплавкими силікатами на поверхні керамічних виробів. Класифікація глазурей. Основні вимоги до глазурей. Готування і нанесення глазурі.*

*Тема 5. Пористі, високодисперсні матеріали. Сорбенти. Молекулярні сита*

*Теорія пороутворення. Пористість відкрита і замкнена (замкнена). Штучне утворення пор. Конструкційні пористі і пінисті матеріали. Пориста фільтруюча кераміка. Теплоізоляційна легковага і вогнетривка кераміка. Легковагі вогнетриви. Піноскло. Технологія виготовлення. Природні пористі матеріали.*

*Сорбенти. Абсорбенти і адсорбенти. Абсорбція і адсорбція. Найважливіші технічні адсорбенти. Алюмогель Аеросил. Силікагель. Метод виготовлення. Використання. Регенерація. Модифікований спучений перліт*

*Цеоліти. Природні і синтетичні цеоліти. Використання. Природні молекулярні сита – цеоліти. Штучні молекулярні сита - синтетичні цеоліти. Методи синтезу. Штучні молекулярні сита - пористі стекла.*

*Тема 6. Композиційні матеріали. Армовані матеріали*

*Дисперсні фази і дисперсійне (матричне) середовище. Кераміко-металеві матеріали (кермети) Склокерамічні матеріали.*

*Армовані матеріали. Армовані матеріали на основі керамічних матеріалів і скла.*

*Склобетон. Армоване скло. Азбестоцементні матеріали.*

*Тема 7. Волокнисті матеріали*

*Природні волокнисті матеріали. Азбест. Застосування. Мінеральне волокно. Базальтове волокно. Скляне волокно. Основні різновиди скляного волокна. Фізико-хімічні властивості скловолкна і матеріалів на їх основі. Волоконна оптика.*

*Тема 8. Монокристалічні матеріали*

*Вирощування монокристалів. Два етапи процесу кристалізації. Вирощуванням з розчину. Гідротермальний синтез. Вирощування кристалів з розплаву. Устаткування і методи. Надчисті матеріали. Метод зонної плавки.*

*Тема 9. Модифікація поверхні стекол. Зміцнення скла*

*Класифікація функціональних покриттів по склу. Піролітичне, вакуумне.*

Тверде, м'яке, декоративне, сонцезахисне, дзеркальне, антиблікове, низькоемісійне, радіозахисне, струмопровідне, зміцнююче, фотохромне, електрохромне, самоочисне, антибактеріальне покриття металеві покриття (плівки). Оксидно-металеві плівки. Струмопровідні стекла. Сонцезахисні або теплозахисні стекла. Нанесення функціональних покриттів на скло.

Методи підвищення якості поверхні. Механічне полірування. Хімічне полірування. Вогневе полірування. Методи створення залишкових стискаючих напружень. Фізика процесу. Зміна ТКЛР поверхневого шару. Емалювання. Вилуговування. Високотемпературний іонний обмін. Термічна кристалізація. Загартування. Іонообмінне зміцнення. Бронескло. Способи виготовлення броньованого скла.

#### 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, інші матеріали – додаткові. Розділи та теми, з якими з.в.о. рівня PhD має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на лекційних, практичних та лабораторних заняттях.

##### Базова:

1. Інноваційні технології у виробництві спеціального та побутового скла [Електронний ресурс] / М.М. Племянніков, А.П. Яценко, І. В. Пилипенко, Б. Ю. Корнілович // Київ. КПІ ім. І. Сікорського. – 2018. - 298 с.

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

##### Додаткова:

3. Племянніков М. М. Хімія і технологія скла. Високотемпературні процеси / М. М. Племянніков, А. П. Яценко, Б. Ю. Корнілович. – Київ: Освіта України, 2015. – 183 с.

4. Яцишин Й.М. Технологія скла: Ч.1. "Фізика і хімія скла" – Львів: Видавництво НТУ "Львівська політехніка", 2001. -188 с.

5. Яцишин Й.М. Технологія скла: Ч.2. "Технологія скляної маси" – Львів: Видавництво "Бескид Біт", 2004. -250 с.

6. Племянніков М.М., Крупа О.А. Хімія та теплофізика скла. Навчальний посібник. – К.: НТУУ"КПІ" 2000. – 559 с.

### Навчальний контент

#### 5. Методика опанування освітньої компоненти

##### Лекційні заняття

Вичитування лекцій з освітньої компоненти проводиться паралельно з виконанням з.в.о. рівня PhD практичних і лабораторних занять та розглядом ними питань, що виносяться на самостійну роботу. При читанні лекцій застосовується ілюстративний матеріал у вигляді презентацій. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№	Опис заняття
1	<p><b>ТЕМА 1. СИЛІКАТИ І НЕОРГАНІЧНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО</b></p> <p>Силікатні матеріали – різновид загального класу тугоплавких неметалічних матеріалів. Силікати – сполуки хімічних елементів із кремнієм, що перебувають у найвищому ступеню окиснення і утворюють із киснем кремній-кисневі тетраедри [SiO<sub>4</sub>]. Силікати - найпоширеніші сполуки в корі і мантії Землі. Грунтові і кам'яні природні матеріали. Штучні матеріали: кераміка (цегла, вогнетриви, черепиця, майоліка, порцеляна, фаянс), скло, склокристалічні матеріали (ситали), в'язучі матеріали, петрургічні матеріали (кам'яне литво). Особливо тугоплавкі неметалічні матеріали – вогнетриви. Шамот, динас, матеріали на основі тугоплавких оксидів (корунд, оксид магнію, цирконію, гафнію), карборундові матеріали, матеріали на основі нітридів кремнію, бору, алюмінію, вуглеграфітові матеріали, вуглецеві матеріали, сльодо-кристалічні матеріали. Особливі електрофізичні властивості. Напівпровідники, діелектрики, сегнетоелектрики, п'єзоелектрики, піроелектрики, радіопрозорі, магнітні, електрооптичні, магніто-оптичні, оптоелектронні, теплоізоляційні, автоемісійні матеріали. Молекулярні сита, пінисті матеріали, радіоактивні, радіопротекторні, радіаційно-стійкі, радіаційно-чутливі</p>



	<p>матеріали, електровакуумні, електротермічні, корозійностійкі, кислото- і лугостійкі матеріали. Силікатні матеріали зі стекол з початковою стадією кристалізації — ситали. Водні силікати (цеоліти) - основа для створення адсорбентів і молекулярних сит. Методи синтезу силікатів: випал і спікання сумішей порошків; гаряче пресування. гідротермальна обробка; плавлення компонентів.</p>
2	<p><b>ТЕМА 2. КЕРАМІЧНІ МАТЕРІАЛИ. ВОГНЕТРИВИ. В'ЯЖУЧІ МАТЕРІАЛИ</b></p> <p><b>Кераміка</b> Керамічні матеріали пористі і щільні; грубі і тонкі. Груба кераміка - будівельна цегла, черепиця, теракота, керамічні плитки, стінна майоліка, деякі вогнетривкі матеріали, абразивні матеріали і інші. Груба щільна кераміка: клінкер, кислотостійка цегла, плитки для підлоги і т. п. Тонка пориста кераміка: фаянс, напівпорцеляна, майоліка. Тонка щільна кераміка: порцеляна, керамічне ядерне пальне, радіокераміка, матеріали електротехнічного призначення. Основні характеристики. Щільність. Пористість. Температура плавлення. Коефіцієнт термічного розширення. Теплопровідність. Термостійкість. Міцність. Пружність. Електричні властивості. Хімічна стійкість. Технологія. Виготовлення з глин з добавками або без добавок речовин, що опріснюють. Виготовлення із пластичної маси або з напівсухого порошку. Вологість пластичної маси і напівсухого порошку. Керамічні матеріали господарського і побутового призначення. Виготовлення керамічних матеріалів технічного призначення (електротехнічна порцеляна, кислотостійкі і вогнетривкі матеріали класу шамоту, динасу та ін. Керамічні матеріали, виготовлені без застосування глин (сегнетоелектричні матеріали, вогнетривкі матеріали із чистих оксидів).</p> <p><b>Вогнетриви</b> Силікатні вогнетриви. Динасові, кварцові, напівкислі, шамотні, високоглиноземісті, доломітові, форстеритові, хромітові, магнезитові, цирконієві, цирконові, баделіто-корундові вогнетриви (бакори). Карбонові вогнетриви. Карборундові, коксові, графітові вогнетриви. Вогнетриви на основі безкисневих тугоплавких сполук Класифікація вогнетривів: за формою і розмірами; за способом виготовлення; за видом термічної обробки; за щільністю. Вогнетриви штучні (цегла, труби, плити і ін.) і не штучні (порошки, розчини, обмазки, бетони, мертелі, набивні маси). Використання для футеровки і заповнення швів між вогнетривами при кладці печей.</p> <p><b>В'язучі матеріали</b> Тонкодисперсні матеріали, що утворюють при змішуванні з водою пластичну масу, яка твердіє і утворює міцне камінно-подібне тіло. Класифікація. Гідравлічні, повітряні і кислотостійкі. Гідравлічні в'язучі матеріали. Портландцемент і його різновиди, пуцолановий портландцемент, шлакопортландцемент, глиноземистий цемент, романцемент, гідравлічне вапно, вапняно-шлакові, вапняно-глинисті і вапняно-зольні цементи. Застосування у будівництві наземних і підземних споруджень, підданих впливу води. Повітряні в'язучі матеріали. Твердіння і збереження міцності тільки на повітрі. Гіпсові матеріали, вапно і магнезіальні в'язучі. Кислотостійкі в'язучі матеріали. довгострокове зберігання міцності при дії кислот. Розчинне скло. Найпоширеніший спосіб розчинення силікат-брили — автоклавний. Використання для виготовлення лицьовальних і кислототривких плиток, теплоізоляційних матеріалів і виробів, брикетування скляної шихти, у якості пептизатора глинистих суспензій, для готування фарб і глазурей, одержання силікатних фільтрів і ін. Застосування в будівництві для зміцнення ґрунтів, силікатизації доріг, виготовлення кислототривких цементів і бетонів, антикорозійних і вогнезахисних обмазок і т.п.</p>
3	<p><b>ТЕМА 3. СКЛО. СИТАЛИ. ПЕТРУРГІЧНІ МАТЕРІАЛИ</b></p> <p><b>Скло</b> Стекла - аморфні тверді тіла, одержувані переохолодженням рідин або розплавів, незалежно від складу, будови і температурної області затвердіння. Термодинамічні аспекти склоподібного стану. Термодинамічно нерівноважний (метастабільний стан). Процес скловання. Інтервал скловання. Характеристичні температури. Аномальна зміна фізико-хімічних властивостей скла в «аномальному інтервалі». Два типи температурних залежностей властивостей при переході зі склоподібного стану в рідкий. Характерні властивості стекол. Хімія і будова стекол. Склоутворювачі. Класи стекол. Оксидні силікатні, халькогенідні, галогенідні. Модифікатори. Проміжні оксиди. Оксид алюмінію — типовий приклад проміжного оксиду. Властивості розплавів стекол. В'язкість. «Довжина» скла. Температурна залежність в'язкості «довгих» і «коротких»</p>

стекло. Вплив хімічного складу на в'язкість. Поверхневий натяг. Вплив на процес гомогенізації, освітлення скломаси на процеси формування виробів, на взаємодію з вогнетривами. Кристалізаційна здатність скломаси. Процеси самочинної (спонтанної) і примусової (каталізованої) кристалізації стекло. Властивості стекло. Щільність. Міцність. Пружність. Хімічна стійкість. Теплові властивості стекло. Температурний коефіцієнт лінійного розширення (ТКЛР). Термічна стійкість. Електричні властивості. Оптичні властивості. Кольорові стекла. Іонні, молекулярні і колоїдні барвники.

#### Ситали

Склокристалічні матеріали (ситали) — полікристалічні матеріали, одержувані регульованою кристалізацією скла. Відрізняються тоннокристалічною мікроструктурою і залишковою склоподібною фазою. Класифікація ситалів і провідні властивості.

Технологія виробництва ситалів. Скляна і керамічна технологія. Хімічний спосіб. Скляна технологія - формування виробів з розплаву скла і наступна термообробка.

Керамічна технологія - з розплаву скла одержання грануляту; формування виробів; спікання з одночасною кристалізацією. Хімічний спосіб - використання реакції гідролізу і конденсації металоорганічних сполук елементів, що утворюють скло, при температурі нижче температури плавлення скляної шихти. Застосування ситалів. Термостійкі ситали - виготовлення деталей апаратів і приладів, експлуатованих при різких перепадах температур. Хімічно- і зносостійкі ситали - у хімічній промисловості. Оптичні ситали з коефіцієнтом термічного розширення, близьким до нуля - виготовлення астродзеркал телескопів. Ситали, прозорі для інфрачервоного випромінювання, - матеріали інфрачервоної техніки. Електроізоляційні і радіопрозорі ситали - для виготовлення конденсаторів і діелектриків, високовольтних ізоляторів. Ситалоцементи - для одержання спаїв з тугоплавкими металами, боросилікатними стеклами і керамікою.

Силікатні вогнетриви. Динасові, кварцові, напівкислі, шамотні, високоглиноземісті, доломітові, форстеритові, хромітові, магнезитові, цирконієві, цирконові, баделіто-корундові вогнетриви (бакори). Карбонові вогнетриви. Карборундові, коксові, графітові вогнетриви. Вогнетриви на основі безкисневих тугоплавких сполук. Класифікація вогнетривів за формою і розмірами; за способом виготовлення; за видом термічної обробки; за щільністю. Вогнетриви штучні (цегла, труби, плити і ін.) і не штучні (порошки, розчини, обмазки, бетони, мертелі, набивні маси). Використання для футеровки і заповнення швів між вогнетривами при кладці печей.

#### Петрургічні матеріали

Матеріали кам'яного лиття — плавлено-литі окісні матеріали, синтезовані з розплавів гірських порід, сумішей осадових порід, хімічних речовин і металургійних шлаків. Хімічний склад. Піроксеніві петрургічні матеріали. Синтез на основі моноклінних піроксенів: авгіту і діопсиду. Базальтові петрургічні матеріали з домішками піроксенів і олівінів, базальто-доломітові, діабазові, граніто-шлакові, шлакові і інші. Висока корозійна стійкість, ерозійна стійкість, кислотостійкість, лугостійкість. Використання для захисту від абразивного і хімічного агресивного зношування технологічного встаткування. Мелілітові. Одержання із доменних шлаків. Застосування для виготовлення технічних і дорожньо-будівельних деталей. Мулітові, корундові, баделіто-корундові. Основа - муліт, баделіт і корунд. Висока працездатність в контакті з розплавами скла, шлаків і металів. Використання як вогнетривких матеріали. Фторфлогопітові. Синтез на основі слюд. Утворення кристалів шпінелей, енстатиту і форстериту. Стійкість в розплавах алюмінію, цинку, сурми, хлоридів натрію, магнію, калію. Виготовлення відливанням фасонних виробів (труб, плит, футеровки плавильних печей, високотемпературних ізоляторів і т.д). Мала відкрита пористість і низьке водопоглинання. Одержування розплавів у полумєневих або в дугових електричних печах. Формування у піскових, оболонкових формах, або у формах з металу і електродного графіту методами статичного або відцентрового лиття. Охолодження - повільне (відпал).

#### 4 ТЕМА 4. ЕМАЛІ. ГЛАЗУРІ

##### Емалі

Емалі – склоподібні легкоплавкі сплави на поверхні металевих виробів. Класифікація емалей. Емалі технічні і художні. Грунтові і покривні. Покривні емалі - глухі (білі, пофарбовані) і прозорі (безбарвні, пофарбовані). Декоративні покривні емалі, захисно-декоративні, хімічно стійкі,

	<p>самоочисні, електролюмінесцентні, жаростійкі, електроізолюючі, електропровідні і ін. Твердість, зносостійкість, абразивостійкість, корозійна стійкість, стійкість проти вивітрювання, жаростійкість і кольоростійкість.</p> <p>Напруження в емалевому шарі. Залежність міцності від напружень, що виникають у системі емаль-метал. Причина виникнення напруг - різниця коефіцієнтів термічного розширення емалі і металу. Фритовані емалі. Виплавлення у печах. Мокра і суха грануляція. Нефритовані емалі. Одержання шлікеру тонким помелом нерозчинних у воді сировинних матеріалів. Температура випалу. «Плавкість» емалей. В'язкість, необхідна для гладкого розтікання по металу. Оптичні характеристики емалей. Блиск. Дзеркально відбите світло. Залежність блиску від показника заломлення. Глушіння. Здійснення глушіння емалі введенням глушителів у шихту і добавкою їх при помелі фрити і емалі. Механізм глушіння. Глушіння внаслідок виділення глушителів з розплаву. Глушіння добавками при помелі емалі. Газове глушіння. Фарбування. Введення в емаль барвників або пігментів. Фарбування барвниками. Іонні барвники. Оксиди перехідних елементів. Вплив на фарбування валентності барвників. Колоїдні барвники. Фарбування пігментами (кольорове глушіння).</p> <p>Глазурі</p> <p>Слоподібний покрив, утворений легкоплавкими силікатами на поверхні керамічних виробів. Ціль - захист черепка від руйнуючої дії води, кислот, лугів, а також для декорування. Класифікація глазурей. За компонентами шихти, за способом готування - сирі і фритовані, за ознакою плавкості - тугоплавкі і легкоплавкі, за зовнішнім видом - прозорі, глухі, кольорові, безбарвні, і декоративні, за ознакою застосування - порцелянова, фаянсова, для гончарного, кам'яного товару та ін. Полевошпатові, земляні, свинцеві, борні, борно-свинцеві, змішані, соляні, сирі, фритовані, тугоплавкі, легкоплавкі, глухі, кольорові, матові, кристалічні глазурі. Декоративні глазурі (потечні, інкрустовані, самосвітні, авантюринові, кракле та інші). Порцелянова глазур. Фаянсова глазур. Глазур для майоліки і гончарного товару, глазур для кам'яного товару. Основні вимоги до глазурей. Фізико-хімічні процеси, що протікають при фарбуванні глазурі. Молекулярні і дисперсійні барвники. Барвники шпинелевого типу. Глушіння глазурі. Готування і нанесення глазурі. Сировинні матеріали, застосовувані для виробництва глазурі і вплив їх на властивості глазурі. Поділ сировинних матеріалів на дві основні групи: - головні - для створення склоподібної основи глазурі; - допоміжні - для фарбування або для глушіння глазурі. Відновники. Окисники. Знебарвлювачі.</p>
5	<p><b>ТЕМА 5. ПОРИСТІ, ВИСОКОДИСПЕРСНІ МАТЕРІАЛИ. СОРБЕНТИ. МОЛЕКУЛЯРНІ СИТА</b></p> <p>Пористі, високодисперсні матеріали</p> <p>Теорія пороутворення. Поєднання властивостей: низька уявна щільність (конструкційні матеріали) або насипна щільність (сипучі матеріали), низька теплопровідність і акустична провідність. Унікальна трансфузійна здатність - здатність пропускати через себе рідкі і газоподібні субстанції. Застосування в якості сит, сорбентів, носіїв каталізаторів. Пористість відкрита і замкнена (замкнена). Штучне утворення пор — введення летких пороутворювачів у керамічні матеріали або спінювання і швидке охолодження силікатних розплавів. Методи поризації матеріалів. Спосіб введення добавок, що вигорають при випалі. Спосіб хімічного случування. Конструкційні пористі і пінисті матеріали. Ніздрюваті бетони. Пориста кераміка. Пористе скло. Пориста фільтруюча кераміка. Фільтруючі елементи для очищення повітря і різних газів, води, кислих і лужних розчинів, для очищення стічних вод і інших рідин різноманітного призначення. Теплоізоляційна легковага і вогнетривка кераміка. Легковагі вогнетриви. Виробництво легковагих вогнетривів. Піноскло - легкий ніздрюватий формований матеріал зі скла, що представляє собою затверділу скляну піну. Теплоізоляційне, звукопоглинаюче і спеціальне піноскло. Теплоізоляційне піноскло - ізоляційно-будівельне і ізоляційно-монтажне. Негорючість, морозостійкість і біостійкість. Технологія виготовлення Залежність структури пор від температури і терміну витримки. Порошковий і холодний спосіб. Природні пористі матеріали. Пемза. Туфи. Трахіт. Трепел. Діатоміт. Штучні пористі матеріали. Шлаки. Зола. Аглопорит. Перліт. Керамзит. Вермікуліт.</p> <p>Сорбенти</p> <p>Сорбенти - речовини, що поглинають рідкі або газоподібні субстанції. Сорбція - процес поглинання цих речовин. Абсорбенти і адсорбенти. Абсорбція і адсорбція. Адсорбція фізична і</p>

хімічна (хемосорбція). Зворотний процес — видалення адсорбованих часток поверхнею адсорбенту, тобто десорбція. Динамічна рівновага. Найважливіші технічні адсорбенти - дрібнозернисті (високодисперсні) і пористі тверді тіла. Питома поверхня. Використання процесу адсорбції для поділу газових і рідких сумішей (методом хроматографії), при модифікуванні поверхні матеріалів, фарбуванні тканин, флотації, для добування деяких металів з розведених розчинів, стабілізації електричних властивостей напівпровідникових приладів і ін. Алюмогель - активний оксид алюмінію. Метод виготовлення. Використання: глибока осушка газів, очищення води, повітління розчинів, очищення масел, гасу, бензину, попутного і природного газів, хроматографічний поділ сумішей, уловлювання парів спиртів, ефіру, ацетону, бензолу, поглинання шкідливих домішок. Алюмогель - носій каталізаторів. Аеросил – високодисперсний синтетичний двоокис кремнію. Метод виготовлення. Використання. Силікагель - збездоднений і прожарений активний гель двоокису кремнію. Силікагель — гідрофільний сорбент. Метод виготовлення. Використання. Регенерація. Модифікований спучений перліт - сорбент, на основі спученого перліту, хімічно модифікованого кремнійорганічними речовинами. Використання - для ліквідації розливів нафти і нафтової плівки на акваторії морів, рік, озер. Можливість регенерації відпрацьованого сорбенту (із залишковою нафтою).

#### Молекулярні сита

Цеоліти - матеріали, у яких розміри пор сумірні з розмірами молекул. Здатність фільтрувати і поглинати лише ті речовини, діаметри молекул яких менше або дорівнюють діаметрам їхніх пор. Природні і синтетичні цеоліти - мінерали, що представляють собою пористі кристали алюмосилікатів, до складу яких входять також здатні до іонного обміну катіони лужних і лужноземельних елементів. Використання для глибокої осушки і тонкого очищення газів і рідин, поділу сумішей, одержання мономерів високої чистоти, для одержання високоякісних бензинів, осушення холодильних сумішей (фреонів), носіїв каталізаторів. Природні молекулярні сита – цеоліти. Штучні молекулярні сита - синтетичні цеоліти. Методи синтезу. Штучні молекулярні сита - пористі стекла. Утворення в результаті переходу зі скла в розчин окремих його компонентів при обробці скла розчинами кислот. Типовий приклад вихідного скла, що дає пористе скло – натрієвоборосилікатне скло. Використання: поділ і очищення сумішей полімерів і біополімерів в біохімічному синтезі, як носії фіксованих ферментів і в газо-рідинній хроматографії

### 6 ТЕМА 6. КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ. АРМОВАНІ МАТЕРІАЛИ

#### Композиційні матеріали

Дисперсні фази і дисперсійне (матричне) середовище. Впровадження дисперсних включень, в матричне середовище у вигляді часток, волокон, двовірних або ж просторових сіток, строго орієнтованих волокнистих або пластинчастих фаз. Можливість реалізації в композиційних матеріалах широкого спектра властивостей. Склад і будова композиційних матеріалів - стабільні або метастабільні фаз, що не змішуються у всьому інтервалі робочих температур. Дисперсійне (матричне) середовище - неметалічні речовини типу кераміки, скла, бетону. Проблема сумісності матеріалу матриці і матеріалу дисперсного наповнювача. Вимога сумісності: високий адгезійний зв'язок між матрицею і дисперсною фазою і взаємна їхня фізико-хімічна інертність. Дисперсна фаза в матриці: нитковидні кристали муліту, сапфіра і інші дисперсні монокристалічні фази. Кераміко-металеві матеріали (кермети) - гетерофазні композиції, одержувані методом порошкової металургії, що складаються з металу або сплаву і однієї або декількох керамічних фаз. Набуття комплексу поліпшених властивостей, невластивих вихідним компонентам. Умова сумісності фаз у керметах - близькі значення коефіцієнтів термічного розширення і відсутність поліморфних перетворень. Оптимальні умови вибору металу. Склокерамічні матеріали - спечені кристалічні матеріали, що складаються зі склоподібної і кристалічної фаз. Відрізняються досить високою щільністю і механічною міцністю. Одержання спіканням суміші тонкоподрібненого скляного порошку і неорганічних кристалічних сполук при температурі, що перевищує температуру розм'якшення компонентів.

#### Армовані матеріали

Армовані матеріали - матеріали, посилені (армовані) іншими, звичайно більш міцними, матеріалами або виробами з них. Збільшення міцності, жароміцності, ударної в'язкості, тріщиностійкості, довговічності. Армовані матеріали на основі керамічних матеріалів і скла.



	<p>Використання металевих і неметалічних волокон, нитковидних кристалів, а також сіток на основі волокон. Склобетон. Бетон, армований скло- або склопластиковими волокнами. Армоване скло. Листове скло, посилене (армоване) дротяною сіткою. Азбестоцементні матеріали. Будівельні матеріали, що складаються із затверділого портландцементного каменю, армованого волокнами азбесту.</p>
7	<p><b>ТЕМА 7 ВОЛОКНИСТІ МАТЕРІАЛИ</b></p> <p>Волокнисті матеріали — матеріали, що складаються (повністю або частково) з волокон. Природні волокнисті матеріали. Азбест. Тонковолокнисті мінерали класу силікатів, групи серпентину і амфіболів. Різновиди серпентинових: хризотил-азбест. Мінерал групи серпентину, водний силікат магнію. Застосування у текстильній, цементній, паперовій, радіотехнічній промисловості, у виробництві електроізоляційних матеріалів, дорожніх покриттів. Азбестовий папір. Електро-, тепло- і гідроізоляційний папір. Застосування. Азбестова тканина — тканина, що складається цілком або переважно з азбестового волокна. Мінеральне волокно. Базальтове волокно. Основні компоненти. Особливість - висока міцність, хімічна стійкість, зносостійкість. Виготовлення роздуванням струменя базальтового розплаву. Використання як фільтрувальний і теплоізоляційний матеріал. Застосування в якості звукоізоляційного матеріалу. Сляне волокно. Основні різновиди сляного волокна. Безперервне і штапельне. Штабиковий спосіб. Фільтрний спосіб. Дуттьові методи. Дуттьовий фільтрний спосіб. Відцентровий спосіб. Відцентрово-дуттьовий спосіб. Фізико-хімічні властивості скловолокна і матеріалів на їх основі. Склади стекол. Механічні властивості. Гіроскопічність. Хімічна стійкість. Електричні властивості. Теплопровідність. Температуростійкість. Світлотехнічні властивості. Волоконна оптика.</p>
8	<p><b>ТЕМА 8 МОНОКРИСТАЛІЧНІ МАТЕРІАЛИ</b></p> <p>Вирощування монокристалів. Утворення і ріст кристалів - складний фізико-хімічний процес, пов'язаний зі стрибкоподібним переходом з неупорядкованого стану речовини, розплаву, розчину, пару, у кристалічну тверду фазу. Необхідна умова початку кристалізації - порушення рівноваги системи шляхом переохолодження або перенасичення розчину. Два етапи процесу кристалізації: утворення кристалічного зародка і росту зародка в кристал. Спонтанне відкладення на зародку речовини, що утворює правильний багатогранний кристал. Вирощуванням з розчину. Гідротермальний синтез - для вирощування синтетичних кристалів кварцу. Устаткування для вирощування кристалів.</p> <p>Вирощування кристалів з розплаву. Устаткування для вирощування кристалів з розплаву. Метод Чохральського. Метод Киропулоса. Метод Вернейля. Надчисті матеріали. Проблеми сучасного матеріалознавства (в ядерних технологіях, напівпровідниковій техніці, волоконній оптиці та інших) - отримання особливо чистих речовин. Метод зонної плавки. Схема методу зонної плавки. Схема розподілу концентрації домішок в зразку.</p>
9	<p><b>ТЕМА 9. МОДИФІКАЦІЯ ПОВЕРХНІ СТЕКОЛ. ЗМІЦНЕННЯ СКЛА.</b></p> <p><b>Модифікація поверхні стекол</b></p> <p>Модифікація поверхні - певний механічний, термічний, хімічний і інші впливи (дії) на поверхню виробу зі скла, що призводить до кардинальної зміни експлуатаційних властивостей усього виробу в цілому. Метод нанесення на поверхню скла функціонального покриття у вигляді плівки, яка через високу адгезію міцно утримується на поверхні скла. Метод іонообмінної модифікації поверхневого шару скла за рахунок дифузії у скло деяких сторонніх іонів з розплавів солей. Класифікація функціональних покриттів по склу. Піролітичне, Вакуумне. Тверде, м'яке, декоративне, сонцезахисне, дзеркальне, антиблікове, низькоемісійне, радіозахисне, струмопровідне, зміцнююче, фотохромне, електрохромне, самоочисне, антибактеріальне покриття. Види стекол із плівковими покриттями. Металеві покриття (плівки). Оксидно-металеві плівки. Струмопровідні стекла. Сонцезахисні або теплозахисні стекла. Нанесення функціональних покриттів на скло. Технологія одержання. Піролітичне нанесення. Хімічне осадження з газової фази. Вакуумне нанесення покриттів. Катодне розпилення. Магнетронне напилювання.</p> <p><b>Зміцнення скла</b></p> <p>Методи підвищення якості поверхні. Механічне полірування. Хімічне полірування. Вогневе полірування. Різновид вогневого полірування - спосіб формування скломаси над розплавом олова, так званий флоат-процес. Переваги і недоліки зміцнення шляхом підвищення якості поверхні.</p>

<p>Методи створення залишкових стискаючих напружень. Фізика процесу. Зміна ТКЛР поверхневого шару. Емалювання. Вилугування. Високотемпературний іонний обмін. Термічна кристалізація. Загартування. Іонообмінне зміцнення. Загартування і термозміцнення. Фізичний смисл зміцнення стекол методом створення поверхневого попередньо напруженого стислого шару. Схема розподілу напружень усередині листа загартованого скла. Порівняння епюр напружень у загартованому і термозміцненому склі</p> <p>Бронескло. Вимоги до прозорості броні. Кулестійке скло – багатшарова конструкція. Механізм руйнування. Способи виготовлення броньованого скла. Плівкова технологія. Заливна технологія. Основні етапи і методи виготовлення скла броні. Роль захисної плівки. Запобігання потраплянню осколків у приміщенні навіть коли скло все-таки розбивається. Захист від проникнення - збереження цілісності вікна (навіть після розбивання). Шумоізоляція. Неможливість прослуховування розмов в приміщенні шляхом зняття звукових коливань зі скла спеціальною апаратурую.</p>
---

#### Практичні заняття

Метою практичних занять є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях та в процесі самостійної роботи з літературними джерелами в ході вивчення освітньої компоненти «Силікатне матеріалознавство». Матеріал практичних занять спрямований на одержання досвіду розв'язання практичних задач хімічної технології шляхом розрахунків фізико-хімічних процесів в технології кераміки і скла.

Тиждень	Тема	Опис запланованої роботи
1	Практичне заняття №1 Вогнетриви	Аналіз динаміки наростання рідкої фази в системі $Al_2O_3-SiO_2$ при випалі шамотних вогнетривів
3	Практичне заняття №2 Ситали	Аналіз діаграми стану системи $Li_2O-Al_2O_3-SiO_2$ і розрахунок хімічного складу евкриптит-сподуменових ситалів
5	Практичне заняття №3 Петрургічні матеріали	Вибір діаграми стану, що відповідає базальтовим петрургічним матеріалам. Оцінка температури повного розплавлення матеріалу
7	Практичне заняття №4 В'язучі матеріали	Розрахунок хімічного складу шихти для одержання портланд-цементного клінкеру
9	Практичне заняття №5 Композиційні матеріали	Складання каталогів кераміко-металевих композиційних матеріалів (керметів)
11	Практичне заняття №6 Армовані матеріали	Якісна оцінка епюр напруження у виробках, армованих скловолокном
13	Практичне заняття №7 Сорбенти	Складання технологічної схеми синтезу силікагелю
15	Практичне заняття №8 Монокристалічні матеріали	Складання каталогів монокристалічних матеріалів, що являють інтерес для сучасних технологій
17	Практичне заняття №9 Підсумкове заняття.	Написання МКР

#### Лабораторні заняття

Метою лабораторних занять є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях та в процесі самостійної роботи з літературними джерелами в ході вивчення освітньої компоненти «Силікатне матеріалознавство».

Тиждень	Тема	Опис запланованої роботи	Години
1	Лабораторна робота №1 Вогнетриви	Дослідження фізико-хімічних властивостей шамотних вогнетривів	4
3	Лабораторна робота №2	Синтез стекол системи $Na_2O-CaO-SiO_2$ і дослідження із властивостей	4

	<i>Скло</i>		
5	<i>Лабораторна робота №3 Ситали</i>	<i>Дослідження термічної стійкості евкриптит-сподуменових ситалів</i>	4
7	<i>Лабораторна робота №4 Петрургічні матеріали</i>	<i>Експериментальне визначення температурної стійкості виробів з базальту.</i>	4
9	<i>Лабораторна робота №5 В'язучі матеріали</i>	<i>Дослідження кінетики твердіння портландцементу</i>	4
11	<i>Лабораторна робота №6 Емалі</i>	<i>Нанесення емалі на алюміній</i>	4
13	<i>Лабораторна робота №7 Композиційні матеріали</i>	<i>Синтез кераміко-металевих композиційних матеріалів (керметів) і дослідження їх властивостей</i>	4
15	<i>Лабораторна робота №8 Сорбенти</i>	<i>Дослідження кінетики поглинання парів води силікагелем</i>	4
17	<i>Підсумкове заняття</i>	<i>Захист лабораторних робіт</i>	4

## 6. Самостійна робота з.в.о. рівня PhD

Самостійна робота з.в.о. рівня PhD (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, оформлення протоколів і звітів з лабораторних робіт, підготовка до захисту практичних завдань та модульної контрольної роботи, підготовка до заліку. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

<i>Вид СРС</i>	<i>Кількість годин на підготовку</i>
<i>Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу</i>	<i>1 – 2 години на тиждень</i>
<i>Підготовка до захисту лабораторних робіт</i>	<i>1-2 години на тиждень</i>
<i>Підготовка до МКР</i>	<i>4 години</i>
<i>Підготовка до заліку</i>	<i>4 години</i>

## Політика та контроль

### 7. Політика освітньої компоненти

У звичайному режимі роботи університету лекції, практичні та лабораторні заняття проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лекцій, практичних та лабораторних робіт є обов'язковим.

На початку кожної лекції проводиться опитування за матеріалами попередньої лекції із застосуванням інтерактивних засобів із метою визначення рівня обізнаності з.в.о. рівня PhD за даною темою та підвищення зацікавленості.

Правила захисту лабораторних робіт:

1. До захисту допускаються з.в.о. рівня PhD, які правильно виконали розрахунки (при неправильно виконаних розрахунках їх слід усунути).
2. Захист відбувається за графіком, зазначеним у п.5 за індивідуальними завданнями.

3. Після перевірки завдання викладачем на захист виставляється загальна оцінка і робота вважається захищеною.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

Заохочувальні бали можуть нараховуватись викладачем виключно за виконання творчих робіт з освітньої компоненти або додаткового проходження он-лайн профільних курсів з отриманням відповідного сертифікату:

<https://prometheus.org.ua/courses-for-teachers/>

Але їхня сума не може перевищувати 25% від рейтингової шкали.

Штрафні бали в рамках освітньої програми не передбачені.

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:

Поточний контроль: опитування під час читання лекцій, на практичних та лабораторних заняттях, МКР.

Семестровий контроль: залік.

### **Рейтингова система оцінювання результатів навчання**

**1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали. Рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що з.в.о. рівня PhD отримує за:**

- активну участь впродовж лекційних занять (дискусійні коментарі, запитання тощо);
- на запитання лектора впродовж лекційних занять;
- роботу з лабораторного практикуму (9 занять);
- роботу на практичних заняттях (9 занять);
- написання модульної контрольної роботи (МКР);
- відповідь на заліку

### **2. Критерії нарахування балів:**

#### **2.1. Робота впродовж лекційних занять**

активна участь – 1 бал за 1 заняття (максимум 9 балів)

правильна відповідь на запитання лектора – 1 бал (максимум 10 балів)

#### **2.2. Робота з лабораторного практикуму:**

бездоганна робота – 4 бали;

є певні недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 3 бали;

є недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 2 – 1 бали.

Робота не виконана або не захищена – 0 балів.

Виконання роботи:

робота виконана повністю і вірно протягом відведеного часу – 2 бали;

робота виконана майже повністю і вірно протягом відведеного часу або має неprincipові неточності – 1,5 балів;

робота виконана більше ніж наполовину протягом відведеного часу – 0,5 балів;

робота виконана протягом відведеного часу менше, ніж наполовину, результати роботи містять грубі помилки, відсутність виконання роботи – 0 балів.

Якість захисту роботи:

З.в.о. вірно і повністю виконав всі надані до захисту завдання (відповів на запитання) – 2 бали;

З.в.о. вірно виконав всі надані для захисту завдання, але допустив несуттєві неточності – 1,5 бали;

З.в.о. при виконанні завдання (відповідях на запитання) допустив ряд суттєвих неточностей – 0,5 бал;

З.в.о. при виконанні завдання (відповідях на запитання) допустив суттєві неточності – 0 балів.

#### **2.3. Робота на практичних заняттях:**

бездоганна робота – 4 бали;

є певні недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 3 бали;

є недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 2 – 1 бали.

#### **2.4. Модульна контрольна робота**



Ваговий бал – 5 балів. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 19 балів;

достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 14 балів;

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

незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

Максимальна сума балів, яку з.в.о. може набрати протягом семестру, складає 100 балів:

$$RC = r_{лек} + r_{лаб} + r_{пр} + r_{мкр} = 9 + 36 + 36 + 19 = 100 \text{ балів}$$

Умовою допуску до заліку є зарахування всіх лабораторних робіт, завдань на практичних заняттях, позитивної оцінки з МКР.

**3.** Сума рейтингових балів, отриманих здобувачем вищої освіти рівня PhD протягом семестру, за умови зарахування модульної контрольної роботи, переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею (п. 6). Якщо сума балів менша за 60, але модульна контрольна робота зарахована, з.в.о. виконує залікову контрольну роботу. У цьому разі сума балів за виконання модульної контрольної роботи та залікову контрольну роботу переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею п. 6.

**4.** Здобувач вищої освіти рівня PhD, який у семестрі отримав більше 60 балів, але бажає підвищити свій результат, може взяти участь у заліковій контрольній роботі. У цьому разі остаточний результат, складається із балів, що отримані на заліковій контрольній роботі та балів з модульної контрольної роботи.

**5.** На заліку здобувачі вищої освіти рівня PhD виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два теоретичних запитання (завдання) і одне практичне. Кожне запитання (завдання) оцінюється за такими критеріями: 41

Кожне теоретичне питання оцінюється у 15 балів, а практичне – 9 балів.

Система оцінювання теоретичних питань:

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

- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 12 балів;

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

- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Система оцінювання практичного запитання:

- «відмінно», повне безпомилкове розв'язування завдання – 9 балів;

- «добре», повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями – 7 балів;

- «задовільно», завдання виконане з певними недоліками – 5 балів;

- «незадовільно», завдання не виконано – 0 балів.

**6.** 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
Не виконані умови допуску	Не допущено

## 9. Додаткова інформація з освітньої компоненти

Перелік запитань до МКР та заліку викладач оголошує з.в.о. рівня PhD на відповідних практичних заняттях.

Робочу програму освітньої компоненти (силабус):

Складено викладачами кафедри хімічної технології кераміки та скла:

доц., к.т.н. Племянніковим М.М.

доц., к.т.н. Тобілко В.Ю.

Ухвалено кафедрою ХТКС (протокол № 7 від 19.10.2020 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 2 від 14.10.2020 р.)