



**Хімічна технологія скла**  
**Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)**

**Реквізити навчальної дисципліни**

<b>Рівень вищої освіти</b>	<i>Перший (бакалаврський)</i>
<b>Галузь знань</b>	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
<b>Спеціальність</b>	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
<b>Освітня програма</b>	<i>Для всіх освітніх програм спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія</i>
<b>Статус дисципліни</b>	<i>професійний</i>
<b>Форма навчання</b>	<i>змішана</i>
<b>Рік підготовки, семестр</b>	<i>4 курс, осінній семестр, 18 тижнів</i>
<b>Обсяг дисципліни</b>	<i>4 кредити</i>
<b>Семестровий контроль/ контрольні заходи</b>	<i>Залік</i>
<b>Розклад занять</b>	<i>Лекція 2 години на тиждень (1 пара), практичні заняття 2 години на тиждень (1 пара) за розкладом на rozklad.kpi.ua</i>
<b>Мова викладання</b>	<i>Українська</i>
<b>Інформація про керівника курсу / викладачів</b>	Лектор: <i>к.т.н., доцент Яценко Артем Павлович, <a href="mailto:ar.iatsenko@gmail.com">ar.iatsenko@gmail.com</a></i> <i>к.т.н., ст..вickl.. Жданюк Наталія Василівна, <a href="mailto:zhdanyukn.kpi@gmail.com">zhdanyukn.kpi@gmail.com</a></i> Практичні заняття: <i>к.т.н., доцент Яценко Артем Павлович, <a href="mailto:ar.iatsenko@gmail.com">ar.iatsenko@gmail.com</a></i> <i>-к.т.н., ст..вickl.. Жданюк Наталія Василівна <a href="mailto:zhdanyukn.kpi@gmail.com">zhdanyukn.kpi@gmail.com</a></i>
<b>Розміщення курсу</b>	Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); доступ за запрошенням викладача

**Програма навчальної дисципліни**

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

Неможливо уявити сучасну цивілізацію без скла. Величезні можливості в цьому плані таять у собі спеціальні стекла. Піддані особливим інноваційним методам обробки скла стають дуже міцними. Таке скло - справжня «невидима» броня, використовувана в будівництві, на транспорті, в авіації, у військовій справі і космонавтиці.

Винайдено стекла зі змінною прозорістю. Застосування таких стекол для застосування будинків дозволить ефективно автоматично регулювати освітленість усередині приміщень, це прекрасний спосіб боротьби з підвищеною інсоляцією

Будучи речовиною вкрай інертною, скло стає незамінним для застосування в хімії, біології, фармакології, медицині, а так само в харчовій промисловості. Сполучаючи в собі такі

властивості, як міцність, прозорість, неелектропровідність, газонепроникність, протистояння дії високих температур, скло стає незамінним матеріалом в електротехніці й електроніці.

Оптика, як область людських знань, без скла не існувала б взагалі. Найбільш цікава й перспективна область застосування скла у вигляді найтонших ниток (світловодів) - в оптоелектроніці. Волоконно-оптичні лінії зв'язку відрізняються рядом переваг перед звичайними провідними. Вони здатні пропускати величезний обсяг інформації. Оптичний комп'ютер буде використовувати світловий імпульс, що дозволить прискорити у десять тисяч разів роботу комп'ютера. Медичний інструмент – ендоскоп, зроблений зі джгута оптичних волокон, дозволяє лікареві побачити внутрішності людини без хірургічного втручання. Волоконну оптику використовують і в інших областях. Наприклад, для того, щоб бачити в небезпечних або важкодоступних місцях: реактори в АЕС, реактивні двигуни літаків, турбіни, котли, трубопроводи й т.д. Скловолокно ідеально для військових цілей. Детектори металів не можуть їх виявити. Оптоволокна неможливо прослухати. На них не впливає радіація.

Розвиток нанотехнологій змушує по-новому підходити до технології навіть такого матеріалу, як скло. Сьогодні вже з елементами нанотехнології розроблені нелінійно-оптичні наноконструкції на основі оксидних стекел, скловолокно, армоване наноструктурами, покриття з наноструктурованих матеріалів, світлодіоди й інші скломатеріали.

За допомогою нанотехнологій можна зробити абсолютно прозоре скло, що взагалі не втрачає світло. Таке відкриття може привести до другої революції в оптиці.

Покриття на склі, склади і інноваційні технології яких особливо інтенсивно розвиваються в останнє десятиліття, надають склу специфічні властивості: теплозахисні, антиблікові, електрообогріваємі, зміцнюючі, самоочисні й ін.

Дуже перспективним серед наноматеріалів є наноструктуровані стекла. Більшість скломатеріалів, особливо розроблених в останній час, є, по суті, наноконструкціями, тому що містять нанорозмірну складову.

В наш час ринок скла й виробів на його основі – є один з найбільш розвинутих й перспективних. Об'єм потужностей по випуску скляної продукції щорічно зростає. Ці особливості визначають провідне місце, що займають скловидні матеріали й вироби зі скла в сучасному матеріалознавстві й промисловому виробництві.

**Предмет дисципліни:** Існуючі технології сучасного склоробства і пошук методів їх удосконалення з метою одержання виробів з надзвичайними експлуатаційними властивостями

**Метою** дисципліни є формування у студентів здатностей:

- використовувати сучасні надбаня світової науки про скло для пошуку можливостей інноваційного удосконалення існуючих технологій;
- використовувати професійно профільовані знання в галузі неорганічної хімії, фізичної хімії, фізики, математики, теоретичних основ хімічної технології кераміки та скла, фізичної хімії тугоплавких неметалевих та силікатних матеріалів моделювання новітніх хіміко-технологічних процесів виробництва скла;
- використовувати інформаційні технології для рішення експериментальних і практичних завдань у хімічних технологіях та інженерії.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

**ЗНАННЯ:**

- основних технологічних рішень та питань, у виробництві скла;
- технологічні схеми виробництва скла різного хімічного складу та призначення;
- використання виробів зі скла у сучасній техніці;

- перспективи та наукові напрямки у виробництві скляних виробів;
- умови експлуатації керамічних та скляних виробів;
- властивості скляних виробів;
- закономірності зміни властивостей скла під впливом різних факторів;
- методи одержання скляних виробів із заданими властивостями;

#### **уміння:**

- обґрунтовувати основні технологічні рішення для конкретного виду скляних виробів;
- аналізувати вплив на властивості скляних виробів при зміні технологічних параметрів;
- розробляти технологічну схему виробництва скляних виробів;
- визначати оптимальні умови та технологічні параметри виробництва;
- оцінювати властивості та якість виробів;
- аналізувати інформацію по основним напрямкам розвитку технологічних процесів.

#### **досвід:**

- планувати та організовувати технологічний процес одержання скляних виробів;
- проектувати склад скла для реалізації заданих властивостей та моделювати процеси виробництва;
- використовувати сучасні досягнення науки і технології;
- користуватись сучасними методами контролю для визначення якості сировини, напівфабрикатів та готової продукції;
- проектувати нові технологічні лінії та реконструювати старі;

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

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

Загальна та неорганічна хімія	Теорія хімічного зв'язку
Фізика	Квантово-оптичні, електро-магнітні явища
Теплові процеси і агрегати в технології кераміки і скла	Теплообмінні і аеродинамічні процеси в агрегатах скляного виробництва. Конструкції скловарних печей. Паливні процеси. Теплообмінні пристрої.
Енерготехнологія хіміко-технологічних процесів	Ендо- і екзоперетворення в сировинних матеріалах. Кінетика хімічних реакцій.
Теоретичні основи хімічної технології кераміки та скла	Сировинна база галузі. Методи обробки сировини. Асортимент виробів зі скла. Основи технології скляного виробництва.
Фізична хімія тугоплавких неметалевих та силікатних матеріалів	Теорія фазової рівноваги. Будова речовини у скловидному стані.
Екологічна безпека технологічних процесів у галузі	Екологічні аспекти скляного виробництва. Шляхи можливого забруднення навколишнього середовища. Очисні споруди

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Перелік розділів і тем всієї дисципліни.

### **Тема 1. Теорія скловидного стану**

Скло як особливий стан матерії. Термодинамічні аспекти склоподібного стану. Температурні явища в склі. Зміна фізичних властивостей при склуванні. Явища запізнювання в склі. Унікальні і специфічні властивості стекол.

Будова скла. Теорія Менделєєва. Теорія Таммана. Кристалітна теорія. Теорія Захаріасена. Склоутворювачі. Модифікатори. Проміжні оксиди. Агрегативна теорія. Теорія хімічної мікрогетерогенності

Критерії скло утворення. Критерій Гольдшмідта. Критерії Захаріасена. Критерій „змішаного” зв'язку - критерій Смекала. Критерій електронегативності - критерій Стенворта. Критерій Сана. Критерій Роусона. Р- електронний критерій

### **Тема 2. Властивості стекол у розплавленому стані**

Властивості розплавів стекол

В'язкість. Температурна залежність в'язкості склоподібних розплавів. Залежність в'язкості від хімічного складу.

Поверхневий натяг. Роль поверхневого натягу в скляній технології. Процес гомогенізації. Взаємодія з вогнетривами. Роль поверхневих сил при кристалізації й рідкофазовому розшаруванні (ліквації).

Кристалізаційна здатність скломаси. Фактори, що впливають на кристалізаційну здатність скломаси. Вид застосовуваної сировини. Температура й тривалість варки. Температуро-часові характеристики вироблення й формування скломаси.

Лікваційні явища в стеклах. Методи визначення діаграм ліквації. Кристалохімічні уявлення про лікваційні явища. Ліквація у двокомпонентних системах

### **Тема 3 Властивості стекол в твердому стані (виробів зі скла)**

Механічні властивості стекол. Щільність. Міцність. Міцність на розтяг, стиск, вигин. Вплив хімічного складу на міцність. Теоретична міцність скла. Вплив на міцність зовнішніх факторів. Пружність. Хімічна стійкість скла. Теплові властивості стекол. Температурний коефіцієнт розширення. Дилатометричні характеристики скла. Термічна стійкість. Електричні властивості. Оптичні явища у склі. Основні закони геометричної оптики. Закон заломлення світла. Закон відбиття світла. Ефект Френеля. Дисперсія світла. Поглинання й відбиття світла в оптичних системах.

Кольорові стекла. Іонні барвники. Молекулярні барвники. Колоїдні барвники.

### **Тема 4. Технологія одержання склоутворюючих розплавів**

Головні сировинні матеріали. Матеріали, що вводять кислотні оксиди. Матеріали для введення кремнезему, оксиду бору, оксиду алюмінію. Матеріали для введення інших кислотних оксидів. Матеріали, що вводять лужні оксиди. Матеріали для введення оксиду натрію, оксиду калію, оксиду літію. Матеріали, що вводять оксиди лужноземельних металів. Матеріали для введення оксиду магнію, кальцію, оксиду барію. Матеріали для введення оксидів свинцю, цинку й стронцію. Допоміжні сировинні матеріали. Прискорювачі. Окиснювачі й відновники. Барвники. Молекулярні барвники. Колоїдні барвники. Знебарвлювачі. Глушители.

### **Тема 5. Фізико-хімія скловаріння.**

Стадії скловаріння. Силікатоутворення. Склоутворення. Освітлення. Гомогенізація. Охолодження. Силікатоутворення в безсульфатних шихтах. Силікатоутворення в сульфатних шихтах. Інтенсифікація процесів силікатоутворення. Виділення міхурів зі скломаси. Хімічне освітлення. Механізм хімічного освітлення. Кисневе освітлення. Миш'якове освітлення. Сульфатне освітлення. Фізичні способи освітлення.

Вади скловаріння. Міхури. Свилі. Тверді включення. Типи кристалів. Походження каменів. Металеві включення. Кристалізація скла. Загальні форми кристалізації.

**Тема 6. Ситали: фізико-механічні властивості, структура, сировина.** Процес перетворення скла в ситал. Зародкоутворення. Зростання кристалів та особливості теплового режиму

**Тема 7. Теплотенічні агрегати для варки скла.** Особливості конструкцій скловарних печей. Використання скловарених печей у країнах ЄС. Технологічні режими варки скла у теплотехнічних агрегатів різного типу. Особливості подачі шихти до печі. Технологічні стадії процесів силікатутворення, склоутворення, гомогенізації та освітлення у печах різної конструкції. Підготовка скломаси до формування. Використання регенераторів та рекуператорів печей. Контроль роботи печей.

**Тема 8. Технологія виготовлення штучних скляних виробів.** Теоретичні основи. Способи формування скловиробів. Формування штучних виробів зі скла. В'язкісні і температурні інтервали основних способів формування скловиробів. Ручне формування. Приладдя. Виготовлення художньо-декоративних порожнистих виробів. Виготовлення виробів складної конфігурації. Пресування. Пряме пресування. Непряме пресування. Пресовидування. Процес подвійного видування.

**Тема 9. Технологія виготовлення скляної тари.** Пресовидування на карусельних машинах. Циклограма роботи пресовидувних машин типу ПВМ. Пресовидування на секційних машинах. Формування на машині Гартфорд IS (пресовидувний спосіб). Стадії формування на секційній машині пресовидувним способом. Видування. Послідовність процесів формування виробів на машині Гартфорд IS (спосіб подвійного видування);

**Тема 10. Технологія виготовлення листового скла флоат-методом.** Особливості технологічного процесу виготовлення флоат-скла. Формування полірованої поверхні скла.

**Тема 11. Технологія виготовлення виробів з тягнутого скла.** Витягування листового скла. Човниковий спосіб (метод Фурко). Безчовниковий спосіб (метод Піттсбурга). Прокат. Витягування трубок. Метод Даннера. Метод Шуллера. Метод Велло.

**Тема 11. Виробництво скляних волокон і виробів з них.** Штабиковий спосіб. Штабиковий метод виготовлення скловолокна для світловодів. Фільєрний спосіб. Метод витягування. Фільєрний метод виготовлення скловолокна для світловодів. Дуттьовий фільєрний спосіб виготовлення прядильного скловолокна. Виробництво штапельного скловолокна і виробів з них. Дуттьові методи. Дуттьовий спосіб виготовлення непряндильного скловолокна. Відцентровий спосіб. Відцентрово-дуттьовий спосіб

**Тема 12. Термообробка виробів зі скла.** Відпал скловиробів. Схема появи залишкових напружень у скляному виробі підчас проходження інтервалу відпалу. Схема зусиль, що виникають у склі. Епюра залишкових напружень. Залишкові напруги. Тимчасові напруги. Основні показниками режиму відпалу скляних виробів. Вища температура відпалу. Нижча температура відпалу. Розрахунок режиму відпалу. Устаткування для відпалу. Контроль якості. Гартування скловиробів. Асортимент виробів. Стадії процесу гартування. Температурний режим.

#### **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 – факультативні. Розділи та теми, з якими студент має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на лекційних 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.

3. Племянников М. М. Хімія і технологія скла. Високотемпературні процеси / М. М. Племянников, 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.

#### **Додаткова**

1. Племянников Н.Н., Крупа А.А. Хімія та теплофізика скла. Навчальний посібник. – К.: НТУУ"КПІ" 2000. – 559 с.
2. Шелби Дж. Структура, свойства и технология стекла. Перевод с английского. Москва. «Мир». 2006.
3. Шаеффер Н.А. Технология стекла. Пер. с немецкого /Под общ. ред. Н.И.Минько. – Кишинев: Изд-во «СТІ-Print», 1998. – 179 с.

#### **Інформаційні ресурси**

4. Дистанційний курс Google G Suite for Education. Режим доступу: Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); код курсу I65ahdc.

### **Навчальний контент**

#### **5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

##### *Лекційні заняття*

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

<b>№</b>	<b>Дата</b>	<b>Опис заняття</b>
1	1 тиждень	<b>Тема 1. Теорія скловидного стану</b> Скло як особливий стан матерії. Термодинамічні аспекти склоподібного стану. Температурні явища в склі. Зміна фізичних властивостей при склуванні. Явища запізнювання в склі. Унікальні і специфічні властивості стекол.
2	2 тиждень	Будова скла. Теорії будови скла. Критерії скло утворення.
3	3 тиждень	<b>Тема 2. Властивості стекол у розплавленому стані</b> В'язкість. Залежність в'язкості склоподібних розплавів від хімічного складу і температури. Поверхневий натяг. Роль поверхневого натягу в скляній технології.
4	4 тиждень	Кристалізаційна здатність скломаси. Фактори, що впливають на кристалізаційну здатність скломаси. Ліквідаційні явища в стеклах.
5	5 тиждень	<b>Тема 3 Властивості стекол в твердому стані (виробів зі скла)</b> Механічні властивості стекол. Вплив хімічного складу на міцність. Теоретична міцність скла. Вплив на міцність зовнішніх факторів. Пружність.
6	6 тиждень	Хімічна стійкість скла. Теплові властивості стекол. Електричні властивості. Оптичні явища у склі. Кольорові стекла
7	7 тиждень	<b>Тема 4. Технологія одержання склоутворюючих розплавів</b>



		Головні сировинні матеріали. Матеріали, що вводять кислотні оксиди. Матеріали, що вводять лужні оксиди. Матеріали, що вводять оксиди лужноземельних металів. Матеріали для введення оксидів свинцю, цинку й стронцію.
8	8 тиждень	Введення допоміжних сировинні матеріали: Прискорювачі. Окиснювачі і відновники. Барвники. Молекулярні барвники. Колоїдні барвники. Знебарвлювачі. Глушители.
9	9 тиждень	<b>Тема 5. Фізико-хімія скловаріння.</b> Стадії скловаріння. Силікатоутворення. Склоутворення. Освітлення. Гомогенізація. Охолодження. Силікатоутворення в безсульфатних і сульфатних шихтах. Інтенсифікація процесів силікатоутворення. Виділення міхурів зі скломаси. Хімічне освітлення. Фізичні способи освітлення.
10	10 тиждень	Вади скловаріння. Міхури. Свилі. Тверді включення. Походження каменів. Металеві включення. Кристалізація скла.
11	11 тиждень	<b>Тема 6. Ситали: фізико-механічні властивості, структура, сировина.</b> Процес перетворення скла в ситал. Зародкоутворення. Зростання кристалів та особливості теплового режиму.
12	12 тиждень	<b>Тема 7. Теплотехнічні агрегати для варки скла.</b> Технологічні режими варки скла у теплотехнічних агрегатів різного типу. Використання скловарених печей у країнах ЄС. Особливості подачі шихти до печі. Підготовка скломаси до формування. Використання регенераторів та рекуператорів печей. Контроль роботи печей.
13	13 тиждень	<b>Тема 8. Технологія виготовлення штучних скляних виробів.</b> Способи формування скловиробів. Формування штучних виробів зі скла. В'язкісні і температурні інтервали основних способів формування скловиробів. Ручне формування. Виготовлення художньо-декоративних порожнистих виробів. Виготовлення виробів складної конфігурації. Пресування. Пресовидування. Процес подвійного видування.
14	14 тиждень	<b>Тема 9. Технологія виготовлення скляної тари.</b> Пресовидування на карусельних машинах. Циклограма роботи пресовидувних машин типу ПВМ. Пресовидування на секційних машинах. Формування на машині Гартфорд IS (пресовидувний спосіб). Видування. Послідовність процесів формування виробів на машині Гартфорд IS (спосіб подвійного видування).
15	15 тиждень	<b>Тема 10. Технологія виготовлення листового скла флоат-методом.</b> Особливості технологічного процесу виготовлення флоат-скла. Формування полірованої поверхні скла.
16	16 тиждень	<b>Тема 11. Технологія виготовлення виробів з тягнутого скла.</b> Витягування листового скла. Човниковий спосіб (метод Фурко). Безчовниковий спосіб (метод Піттсбурга). Прокат. Витягування трубок. Метод Даннера. Метод Шуллера. Метод Велло.
17	15 тиждень	<b>Тема 11. Виробництво скляних волокон і виробів з них.</b> Штабиковий спосіб. Штабиковий метод виготовлення скловолокна для світловодів. Фільєрний спосіб. Метод витягування. Фільєрний метод виготовлення скловолокна для світловодів. Дуттьовий фільєрний спосіб виготовлення прядильного скловолокна. Виробництво штапельного скловолокна і виробів з них. Дуттьові методи.

		<i>Дуттьовий спосіб виготовлення непрядильного скловолокна. Відцентровий спосіб. Відцентрово-дуттьовий спосіб</i>
18	16 тиждень	<b>Тема 12. Термообробка виробів зі скла. Відпал скловиробів. Схема появи залишкових напружень у скляному виробі під час проходження інтервалу відпалу. Схема зусиль, що виникають у склі. Еюра залишкових напружень. Залишкові напруги. Тимчасові напруги. Основні показники режиму відпалу скляних виробів. Вища температура відпалу. Нижча температура відпалу. Розрахунок режиму відпалу. Устаткування для відпалу. Контроль якості. Гартування скловиробів. Асортимент виробів. Стадії процесу гартування. Температурний режим.</b>

### **Практикичні заняття**

*Метою лабораторного практикуму є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях та в процесі самостійної роботи з літературними джерелами в ході вивчення навчальної дисципліни «Інноваційні технології у виробництві спеціального та побутового скла». Матеріал лабораторного практикуму спрямований на одержання досвіду варки стекол заданого складу і дослідження їх фізико-хімічних властивостей.*

<i>Тиж-день</i>	<i>Тема</i>	<i>Опис запланованої роботи</i>
1	<i>Дослідження мікротвердості склоподібних матеріалів в залежності від хімічного складу</i>	<i>Дослідження здійснюються на мікротвердомірі ПМТ-3. На відполірований зразок скла наноситься укол алмазною пірамідкою. Під мікроскопом замірюється розмір діагонали відбитку.</i>
2	<i>Дослідження мікротвердості склоподібних матеріалів в залежності від хімічного складу</i>	<i>Розрахунок за робочою формулою розраховується мікротвердісті в МПа.</i>
3	<i>Дослідження пружних властивостей склоподібних матеріалів ультразвуковим методом</i>	<i>Дослідження здійснюються на приладі УЗВШ (ультразвукове вимірювання швидкості). Швидкість розповсюдження ультразвукових коливань в зразку вимірюється у поздовжньому і поперечному напрямках.</i>
4	<i>Дослідження пружних властивостей склоподібних матеріалів ультразвуковим методом</i>	<i>Розрахунки модуля пружності скла.</i>
5	<i>Дослідження ударної в'язкості склоподібних матеріалів</i>	<i>Дослідження здійснюються на маятниковому копрі. Зразок – пластина скла, яка зазнає удар маятника. Прилад вимірює енергію, витрачену на руйнування зразка (Дж). Енергія, віднесена до площі поперечного перетину визначає ударну в'язкість.</i>
6	<i>Дослідження ударної в'язкості склоподібних матеріалів</i>	<i>Розрахунок ударної в'язкості стекол.</i>



7	Дилатометричні дослідження склоподібних матеріалів	Дослідження здійснюються на дилатометрі ДКВ-3. Зразок скла – штабик довжиною 50 мм. Вимірюється температурне подовження зразка при нагріві
8	Дилатометричні дослідження склоподібних матеріалів	Дилатометричні дослідження склоподібних матеріалів. Будується крива залежності відносного подовження зразка в залежності від температури.
9	Дослідження оптичних характеристик склоподібних матеріалів	Дослідження здійснюються на спектрофотометрі СФ-46. Аналізується спектр пропускання у видимому діапазоні 0,4-0,8 мкм.
10	Дослідження оптичних характеристик склоподібних матеріалів	Обчислення коефіцієнту поглинання стекол. Аналіз колір забарвлення.
11	Технологія відпалу і загартування скла	Методика розрахунків фізико-хімічних властивостей стекол в розплавленому стані (в'язкість).
12	Фізико-хімічні властивості склоподібних матеріалів.	Розрахунки фізико-хімічних властивостей стекол в розплавленому стані (в'язкість).
13	Фізико-хімічні властивості склоподібних матеріалів.	Методика розрахунків фізико-хімічних властивостей стекол в розплавленому стані (міцність).
14	Фізико-хімічні властивості склоподібних матеріалів.	Розрахунки фізико-хімічних властивостей стекол в твердому стані (міцність).
15	Фізико-хімічні властивості склоподібних матеріалів.	Методика розрахунків фізико-хімічних властивостей стекол в в твердому стані (теплопровідність).
16	Фізико-хімічні властивості склоподібних матеріалів.	Розрахунки фізико-хімічних властивостей стекол в розплавленому стані (теплопровідність).
17	Фізико-хімічні властивості склоподібних матеріалів.	Модульна контрольна робота.
18	Підсумкове заняття.	Залік

## 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, оформлення протоколів і звітів з лабораторного практикуму, виконання розрахункової роботи, підготовка до захисту практичних завдань та розрахункової роботи, підготовка до екзамену. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид СРС	Кількість годин на підготовку
Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу, складання попередніх варіантів програм для проведення розрахунків на заняттях, оформлення звітів з лабораторних практикумів	2 – 3 години на тиждень
Виконання розрахункової роботи	10 годин
Підготовка до МКР (повторення матеріалу)	8 години
Підготовка до екзамену	48 годин

## 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

У звичайному режимі роботи університету лекції та лабораторні практикуми проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський, лабораторні практикуми – у кафедральних лабораторіях. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лекцій та лабораторних практикумів є обов'язковим.

На початку кожної лекції проводиться опитування за матеріалами попередньої лекції із застосуванням інтерактивних засобів. Перед початком чергової теми лектор може надсилати питання із застосуванням інтерактивних засобів з метою визначення рівня обізнаності здобувачів за даною темою та підвищення зацікавленості.

### Правила захисту лабораторних практикумів:

1. До захисту допускаються студенти, 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.
4. Несвоєчасні захист і виконання роботи без поважної причини штрафуються відповідно до правил призначення заохочувальних та штрафних балів.

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: експрес-контроль під час читання лекцій, на лабораторних практикумах, МКР, РГР.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
3. Семестровий контроль: письмовий (тестовий) екзамен.

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

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

- Робота на практичних заняттях (8 тем занять);
- написання модульної контрольної роботи (МКР);
- виконання розрахункової роботи (РГР).

### 2. Критерії нарахування балів:

#### 2.1. Робота з практикуму (7 робіт):

- бездоганна робота – 7 балів;
- є незначні недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 4-6 балів;

- є *недоліки* у підготовці та/або виконанні роботи – 2-3 бали;
- є *суттєві недоліки* у підготовці та/або виконанні роботи –1 бал.

Робота не виконана або не захищена – 0 балів.

Таким чином, *максимальний бал, що може бути отриманий за лабораторний практикум становитиме*  $4 \times 12 = 49$  бали.

### 2.2. Модульний контроль. (1 МКР)

Ваговий бал – **17** балів. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- *творчо виконана робота, виконані всі вимоги до роботи* – 15 – 17 балів;
- *роботу виконано з незначними недоліками, виконані майже всі вимоги до роботи, або є несуттєві помилки* – 8-14 балів;
- *роботу виконано з певними помилками, є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки* – 1– 7 балів;
- *роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки)* – 0 балів.

*максимальний бал, що може бути отриманий за ДКР становитиме* **17** балів

### 2.3. Розрахункова робота (РГР).

Ваговий бал – **30** балів. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- *повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації)* – 25-30 балів;
- *достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями* – 20-24 балів;
- *неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки* – 10-19 балів;
- *неповна відповідь (не менше 30% потрібної інформації) та суттєві помилки* – 1 – 9 балів;
- *незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно»)* – 0 балів.

Таким чином, *максимальний бал, що може бути отриманий за МКР становитиме* **30** балів.

3. Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю є виконання всіх запланованих на цей час робіт (на час календарного контролю). На першому календарному контролі (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 20 балів. На другому календарному контролі (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 40 балів і зарахована розрахункова робота.

Максимальна сума балів, яку студент може набрати протягом семестру, складає 100 балів:

$$RC = r_{\text{прак}} + r_{\text{мкр}} + r_{\text{дкр}} = 49 + 17 + 30 = 100 \text{ балів}$$

Підсумковий контроль – залік, що виставляється по сумі набраних балів за семестр.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

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

## **9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

*Вимоги до оформлення розрахункової роботи, перелік запитань до МКР та екзамену наведені у Google Classroom «Інноваційні технології у виробництві спеціального та побутового скла*

- *» (платформа Sikorsky-distance).*
- *Перелік матеріалів, якими дозволено користуватись під час екзамену:*

*Робочу програму навчальної дисципліни (силабус)*

*Складено викладачами кафедри хімічної технології кераміки та скла:*

*доц., к.т.н. Яценком А.П., доц., ст.викл., к.т.н. Жданюк Н.В.*

### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

*Складено викладачем кафедри хімічної технології кераміки та скла:*

*к.т.н., ст. викл. Жданюк Н.В.*

*к.т.н., доц. Яценко А.П.*

*Ухвалено кафедрою хімічної технології кераміки та скла (протокол № 16 від 28.06.2024 р.).*

*Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 21.06.2024 р.).*