



Донбаська державна машинобудівна академія

Силабус навчальної дисципліни

**«Фізична хімія та аналітичний контроль»**

на 2025/ 2026 навчальний рік

Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	136 Металургія
ОПП (ОНП)	«ЛИВАРНЕ ВИРОБНИЦТВО ЧОРНИХ ТА КОЛЬОРОВИХ МЕТАЛІВ І СПЛАВІВ»
Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський).
Форма навчання	денна форма
Семестр, в якому викладається дисципліна	2а, 2б
Статус дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни	180 годин (6,0 кредитів ЕКТС)
Мова викладання	українська
Оригінальність навчальної дисципліни	авторський курс
Факультет	інтегрованих технологій і обладнання
Кафедра	хімії і охорони праці
Розробник	Марченко Інна Леонідівна кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії та охорони праці. <a href="mailto:inna.leonidovna@ukr.net">inna.leonidovna@ukr.net</a> 05017-062-17
Викладач, який забезпечує проведення лекційних занять	Марченко Інна Леонідівна кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії та охорони праці. <a href="mailto:inna.leonidovna@ukr.net">inna.leonidovna@ukr.net</a> 05017-062-17
Викладач, який забезпечує проведення практичних/ лабораторних занять	Марченко Інна Леонідівна кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії та охорони праці <a href="mailto:inna.leonidovna@ukr.net">inna.leonidovna@ukr.net</a> 05017-062-17
Локація та матеріально-технічне забезпечення	1 корпус ДДМА, ауд.1405 Технічне забезпечення – графопроектор, проектор, ноутбук, аудіосистема
Лінк на дисципліну	Посилання на розроблений електронний курс: <a href="http://moodle-new.dgma.donetsk.ua/course/view.php?id=987">http://moodle-new.dgma.donetsk.ua/course/view.php?id=987</a>

Кількість годин	Лекції	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота	Вид підсумкового контролю
180	27	18	18	117	Екзамен

## Опис навчальної дисципліни.

<b>Предмет навчання</b>	<p>Фізична хімія вивчає взаємозв'язок хімічних процесів і фізичних явищ, що їх супроводжують, установлюють закономірності між хімічним складом, будовою речовин і їх властивостями. Фізична хімія існує на межі між хімією і фізикою, оскільки вона вивчає закони взаємоперетворення хімічних і фізичних форм руху матерії. Користуючись теоретичними й експериментальними методами обох наук, а також власними методами, фізична хімія встановлює закони перебігу хімічних процесів і умови досягнення хімічної рівноваги.</p>
<b>Мета дисципліни</b>	<p>Метою викладання фізичної хімії є вивчення закономірностей хімічної кінетики та хімічної термодинаміки, термодинамічної рівноваги в різних умовах та їх зв'язок з особливостями внутрішньої будови речовин. Важливість цих проблем полягає в можливості кількісного обґрунтування нових технологічних процесів та підвищення ефективності існуючих. Знання умов протікання процесу дає можливість керувати ним, тобто забезпечити підвищення швидкості хімічного процесу та збільшення виходу продукту.</p>
<b>Чому можна навчитися (результати навчання)</b>	<p>В результаті вивчення дисципліни студенти повинні знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основні закономірності термодинаміки хімічних реакцій;</li> <li>• основні закони фазової та хімічної рівноваги;</li> <li>• основи сучасної теорії розчинів як ідеальних, так і реальних;</li> <li>• орієнтуватися в основних закономірностях електрохімічних процесів;</li> <li>• закономірності кінетики гомогенних і гетерогенних процесів;</li> </ul> <p>вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• визначати можливість та напрямок процесу в даних умовах з використанням розрахунків термодинамічних параметрів реакції;</li> <li>• розрахувати константу рівноваги реакції та вихід продукту при даних умовах;</li> <li>• користуватися діаграмами стану подвійних та потрійних металевих систем;</li> <li>• розв'язувати практичні задачі, пов'язані з температурою замерзання, кипіння розчинів та їх очищення від домішок;</li> <li>• використовувати принцип зміщення рівноваги для якісної оцінки впливу зовнішніх факторів на перебіг хімічної реакції;</li> <li>• визначати швидкість реакції та вплив на неї різних факторів;</li> <li>• навчитися користуватися точними потенціометрами, реохордними мостами та іншою апаратурою для визначення фізико-хімічних властивостей речовин;</li> </ul> <p>Навчальна дисципліна забезпечує програмні результати навчання:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ПР 11 – Вміння поєднувати теорію і практику для вирішення інженерних завдань відповідної спеціалізації металургії.</li> <li>- ПР 16 – Розуміння широкого міждисциплінарного контексту металургії.</li> </ul>

	<p>- ПР 32 – Розуміння особливостей базових методів досліджень та оброблення експериментальних даних.</p>
<p><b>Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями (компетентності)</b></p>	<p>Процес вивчення дисципліни спрямований на формування таких <b>компетентцій</b>:</p> <p><b>Загальні компетентності:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ЗК 9 – Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</li> <li>- ЗК 12 – Здатність генерувати нові ідеї (креативність).</li> </ul> <p><b>Фахові компетентності :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ФК 4 – Здатність застосовувати і інтегрувати знання на основі розуміння інших інженерних спеціальностей.</li> <li>- ФК 8 – Усвідомлення контекстів, в яких можуть бути застосовані знання металургії (наприклад, управління процесами та обладнанням, менеджмент, розробка технології тощо).</li> <li>- ФК 11 – Здатність працювати з технічною невизначеністю.</li> <li>- ФК 20 – Здатність застосовувати та демонструвати базові знання з фундаментальних розділів фізичної хімії, ливарної гідравліки, металургійних та ливарних процесів і технологій виробництва, основ одержання якісних металів і сплавів.</li> <li>- ФК 30 – Здатність обирати та застосовувати стандартні методи випробувань та розрахунків для визначення властивостей матеріалів та готової продукції і здійснювати їх контроль.</li> <li>- ФК 32 – Здатність розробляти та оформлювати проектно-конструкторську та технологічну документацію у відповідності до нормативних документів.</li> <li>- ФК 33 – Здатність проводити дослідження, оброблювати та аналізувати результати, роботи висновки і надавати рекомендації.</li> </ul>
<p><b>Навчальна логістика</b></p>	<p><b>Зміст дисципліни.</b> Програма навчальної дисципліни «Фізична хімія» складається з шести змістовних модулів, які мають наступні теми:</p> <p style="text-align: center;"><b>МОДУЛЬ 1</b></p> <p><b>Змістовний модуль 1. Хімічна термодинаміка</b></p> <p><b>Тема 1.1</b> Вступ. Перший закон термодинаміки. Теплоємність</p> <p>Предмет та задачі фізичної хімії. Роль фізичної хімії в розвитку хімічної та металургійної промисловості. Хімічна термодинаміка. Перший закон термодинаміки. Предмет хімічної термодинаміки. Основні поняття термодинаміки: система, фаза, внутрішня енергія, ентальпія, теплота, робота, параметр, процес. Перший закон термодинаміки та його аналітичний вираз. Робота розширення ідеального газу. Термодинамічні процеси: ізотермічний, ізохорний, ізобарний, адіабатичний.</p> <p>Теплоємність. Істинна та середня теплоємність. Теплоємність молярна та питома. Теплоємність ізохорна та ізобарна. Залежність теплоємності від температури. Співвідношення між ізохорною та ізобарною теплоємностями. Теплоємність металів.</p> <p><b>Тема 1.2</b> Термохімія. Закон Кірхгофа</p> <p>Теплові ефекти при сталому об'ємі та сталому тиску. Співвідношення між <math>Q_p</math> та <math>Q_v</math>. Закон Гесса та його наслідки. Застосування закону Гесса для обчислення теплових ефектів процесу. Термохімічні рівняння. Теплота (ентальпія) утворення сполук. Стандартні умови. Таблиці теплот (ентальпій) утворення та теплот (ентальпій) згоряння речовин. Залежність теплового ефекту від температури.</p>

Закон Кірхгофа. Виведення формули Кірхгофа. Інтегрування формули Кірхгофа. Перерахунок стандартних теплових ефектів на теплові ефекти при інших температурах.

### **Тема 1.3** Другий закон термодинаміки. Ентропія

Необоротні та оборотні процеси. Напрямок термодинамічних процесів. Другий закон термодинаміки, його суть та формулювання. Коефіцієнт корисної дії оборотного ідеального циклу.

Ентропія та її зростання в ізольованій системі. Обчислення ентропії, виходячи з теплоємностей та теплот фазових перетворень. Абсолютне значення ентропії. Абсолютна ентропія речовини в стандартних та нестандартних умовах. Стандартна ентропія речовин. Розрахунок ентропії хімічної реакції. Молекулярно-статистичне тлумачення другого закону термодинаміки. Ентропія як міра термодинамічної імовірності стану системи.

### **Тема 1.4** Термодинамічні потенціали.

Аналітичний вираз першого та другого законів термодинаміки. Максимальна робота. Вільна енергія при сталому об'ємі або енергія Гельмгольца. Зв'язана енергія. Залежність енергії Гельмгольца від об'єму та температури. Умови рівноваги. Вільна енергія при сталому тиску або енергія Гіббса. Максимальна корисна робота.

Залежність енергії Гіббса від тиску та температури. Умови рівноваги. Співвідношення між енергією Гельмгольца та енергією Гіббса. Термодинамічні функції. Залежність термодинамічних функцій від температури. Рівняння Гіббса Гельмгольца. Хімічний потенціал компонента. Напрямок переходу компонента з однієї фази до іншої. Умови рівноваги.

## **МОДУЛЬ 2**

### **Змістовний модуль 2. Фазова рівновага**

#### **Тема 2.1** Фазова рівновага в багатокомпонентних системах.

##### Правило фаз

Рівновага. Умова рівноваги між фазами. Вплив температури та тиску на стан рівноваги.

Компонент. Число незалежних компонентів системи. Ступінь свободи системи та число ступенів свободи системи. Правило фаз для визначення ступенів свободи системи в залежності від числа компонентів. Класифікація систем.

#### **Тема 2.2** Діаграма стану одно- та двокомпонентної системи.

Термодинаміка фазових перетворень

Діаграма стану однокомпонентної системи. Число фаз і число ступенів свободи системи. Потрійна точка. Діаграма стану двокомпонентної металевої системи. Лінії ліквідуса та солідуса. Евтектика, евтектичний склад та евтектична температура. Фізико-хімічний аналіз академіка І.С. Курнакова та його застосування в металургії.

Термодинаміка фазових перетворень. Залежність тиску насиченої пари від температури під час переходу речовини з однієї фази до іншої. Рівняння Клаузіуса Клапейрона. Залежність тиску насиченої пари від температури рідини. Інтегрування рівняння Клаузіуса Клапейрона.

### **Змістовний модуль 3. Хімічна рівновага**

#### **Тема 3.1** Хімічна рівновага. Константа рівноваги

Природа хімічної рівноваги. Кінетичний та термодинамічний методи виведення закону діючих мас. Константа рівноваги. Способи вираження константи рівноваги. Співвідношення між  $K_p$  та  $K_c$ .

<p><b>Тема 3.2</b> Рівняння ізотерми хімічної реакції. Хімічна спорідненість</p> <p>Рівняння ізотерми хімічної реакції. Виведення рівняння ізотерми хімічної рівноваги при сталому тиску. Максимальна корисна робота. Рівняння ізотерми реакції при сталому об'ємів. Напрямок перебігу реакції в залежності від складу системи.</p> <p>Хімічна спорідненість. Енергія Гіббса реакції в стандартних умовах. Спорідненість елементів до кисню. Тиск (пружність) дисоціації карбонатів в залежності від температури. Температури розкладу карбонатів. Тиск (пружність) дисоціації оксидів в залежності від температури. Температура розкладу оксидів.</p> <p><b>Тема 3.3</b> Залежність константи рівноваги від температури</p> <p>Залежність константи рівноваги від температури. Виведення рівнянь ізобари та ізохори хімічної реакції. Інтегрування рівняння ізобари хімічної реакції в залежності від граничних умов [<math>\Delta C_p=0</math>; <math>\Delta C_p=\text{const}</math>; <math>\Delta C_p=f(T)</math>]. Постулат Планка.</p> <p>Розрахунок константи рівноваги. Методи обчислення енергії Гіббса реакції. Енергія Гіббса утворення речовини. Тепловий ефект реакції та ентропія реакції. Метод Тьомкіна-Шварцмана. Енергія Гіббса проміжних реакцій. Наближений метод розрахунку константи рівноваги за методом Владимірова.</p> <p><b>Змістовний модуль 4. Розчини</b></p> <p><b>Тема 4.1</b> Способи виразу складу розчину. Гідратна (сольватна) теорія розчинів</p> <p>Загальна характеристика розчинів. Гідратна (сольватна) теорія розчинів Д.І.Менделєєва. Розчинення як фізико-хімічний процес. Теплота розчинення кристалогідрату. Теплота гідратації. Загальна теплота розчинення. Способи виразу складу розчину. Масовий відсоток. Мольна доля. Мольний процент. Молярність, молярність, нормальність. Об'ємна частка. Ідеальні розчини. Термодинамічні властивості ідеальних розчинів. Ентальпія розчину. Ентропія та енергія Гіббса утворення розчину. Розчинність. Розчинність газоподібних речовин в рідинах. Закон Генрі. Коефіцієнт Генрі.</p> <p><b>Тема 4.2</b> Закони ідеальних розчинів. Реальні розчини</p> <p>Тиск насиченої пари над розчином. Відносне зниження тиску насиченої пари розчинника над розчином. Закон Рауля. Підвищення температури кипіння розчинів. Ебуліоскопічна стала розчинника. Зниження температури замерзання розчинів. Кріоскопічна стала розчинника. Температура початку кристалізації металів в залежності від вмісту супутніх компонентів. Визначення молекулярної маси розчиненої речовини та атомної маси металів.</p> <p><b>МОДУЛЬ 3</b></p> <p><b>Змістовний модуль 5. Електрохімія</b></p> <p><b>Тема 5.1</b> Електролітична дисоціація. Електропровідність розчинів електролітів</p> <p>Електроліти. Особливості розчинів електролітів. Ступінь та константа дисоціації слабких електролітів. Закон розведення Оствальда. Активність та коефіцієнт активності електроліту та його іонів. Іонна сила електроліту. Електропровідність розчину електроліту. Абсолютна швидкість іонів. Рухливість іонів. Питома та еквівалентна електропровідність. Еквівалентна електропровідність при нескінченному розведенні. Визначення ступеню та константи дисоціації слабких електролітів.</p> <p><b>Тема 5.2</b> Електродний потенціал. Гальванічний елемент</p>
--

Різниця потенціалів на поверхні поділу метал-розчин. Подвійний електричний шар. Робота гальванічного елементу, окислювально-відновлювальні процеси. Електрорушійна сила гальванічного елементу. Термодинаміка гальванічного елементу. Оборотні та необоротні ланцюги. Виведення рівняння Нернста із рівняння ізотерми окислювально-відновлювальної реакції.

Енергія Гіббса та ентропія процесу, що відбувається на електродах. Обчислення константи рівноваги реакції, що відбувається на електродах. Електродний потенціал.

Нормальний (стандартний) потенціал електроду. Ряд напруги металів. Основні типи електродів. Оборотні та необоротні електроди.

Електроди першого роду, електроди другого роду. Окислювально-відновлювальні електроди.

Водневий електрод, його будова. Залежність потенціалу водневого електроду від активності іонів водню та парціального тиску водню. Стандартний водневий електрод, його застосування.

Каломельний електрод, його будова. Потенціал каломельного електроду в залежності від концентрації КСІ, застосування каломельного електроду. Головні типи гальванічних елементів. Нормальний елемент Вестона, вимірювання ЕРС гальванічного елемента.

### **Тема 5.3 Електроліз**

Потенціал розкладу електроліту. Перенапруга при електролізі. Потенціал виділення (або розчинення) речовини. Послідовність розрядки іонів на електродах. Основні стадії процесу відновлення водню на катоді.

### **Змістовний модуль 6. Хімічна кінетика**

**Тема 6.1** Швидкість хімічної реакції, її залежність від концентрацій реагентів.

Швидкість хімічної реакції. Істинна та середня швидкість реакції. Залежність швидкості реакції від концентрацій реагуючих речовин. Закон дії мас. Константа швидкості реакції. Кінетична класифікація реакції.

Молекулярність та порядок реакції. Реакції першого порядку. Виведення рівняння. Реакції другого порядку, виведення рівняння. Період напівреакції (піврозпаду). Визначення порядку реакції. Метод підстановки, графічний метод.

**Тема 6.2** Залежність швидкості реакції від температури. Кінетика гетерогенних реакцій

Залежність швидкості реакції від температури. Енергія активації. Природа енергетичного бар'єру. Активні молекули. Температурний коефіцієнт швидкості реакції (правило Вант Гоффа). Рівняння Арреніуса. Послідовні стадії гетерогенної реакції, поняття лімітуючої стадії. Кінетичний та дифузний режими гетерогенної реакції.

### **Змістовний модуль 7. Поверхневі явища**

#### **Тема 7.1** Адсорбція.

Сорбція, види сорбції. Адсорбція газів і речовин з розчину. Ізотерма адсорбції. Рівняння Ленгюмра. Теорія адсорбції і будова адсорбційного шару. Теплота адсорбції. Адсорбція з розчинів. Позитивні та негативна адсорбція. Поверхнево активні речовини. Рівняння Гіббса. Поверхневий натяг. Умови змочування. Поверхневі явища в металургії. Флотація руд.

**Змістовний модуль 8. Аналітичний контроль металургійного виробництва**

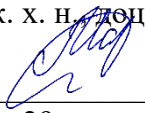
	<p><b>Тема 8.1</b> Предмет і завдання аналітичної хімії Успіхи і проблеми аналітичної хімії. Основні розділи аналітичної хімії. Науково-методична класифікація аналітичних методів.</p> <p><b>Тема 8.2.</b> Методи якісного аналізу Класифікація методів. Аналітичні реакції. Зовнішні ефекти аналітичних реакцій. Умови проведення аналітичних реакцій. Хіміко-аналітичні властивості елементів та їх сполук, класифікація катіонів та аніонів. Ідентифікація металургійних об'єктів. Крапельний аналіз.</p> <p><b>Тема 8.3.</b> Хімічні методи кількісного аналізу Гравіметричний метод. Аналітичні операції методу. Наважка. Титрометричний аналіз. Титрування. Кінцева точка титрування. Нормальність та титр робочого розчину. Кислотно-лужне титрування. Індикатори. Методи окиснення-відновлення. Еквіваленти. Перманганатометрія. Іодометрія. Комплексонометрія. Значення хіміко-аналітичного контролю в металургійній промисловості. Організація і робота хімічних лабораторій. Виробнича класифікація методів аналізу. Стандарти в методах аналізу. Стандартні зразки. Відбір та підготовка проб в розчин. Сплавлення. Точність аналізу. Класифікація помилок. Математична обробка результатів аналізу.</p> <p><b>Тема 8.4.</b> Фізико-хімічні та фізичні методи аналізу Класифікація і характеристика фізико-хімічних методів. Електрограві-метричний метод. Біамперометричний метод. Полярнографічний метод. Фотометричний метод. Класифікація та кратка характеристика фізичних методів. Емісійний спектральний аналіз. Атомні спектри. Якісний та кількісний аналіз сплавів.</p> <p><b>Види занять: лекційні/практичні</b> При вивченні навчальної дисципліни «Фізична хімія» використовуються наступні <b>методи навчання:</b> <i>Словесні:</i> лекції, доповіді, повідомлення, дискусії, бесіди, дидактичне тестування; <i>Наочні:</i> демонстрація з залученням мультимедійних проєкторів, презентації, відеоматеріалів. <i>Практичні:</i> виконання графічних робіт, проведення експерименту; <i>Репродуктивний</i> – в основу якого покладено виконання різного роду завдань за зразком; <i>Метод проблемного викладу.</i> <i>Частково-пошуковий або евристичний.</i> <i>Дослідницький.</i></p>
<b>Пререквізити</b>	Навчальні дисципліни, на основі яких базується вивчення курсу: Неорганічна хімія, Аналітична хімія, Фізика, Математика.
<b>Постреквізити</b>	Навчальні дисципліни, де будуть використовуватись знання отримані під час вивчення курсу: Колоїдна хімія, Харчова хімія, Хімія високомолекулярних сполук, Фізико-хімічні методи модифікації харчових продуктів.

<b>Політика курсу</b>	<p>Курс передбачає індивідуальну та групову роботу. Усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконані у встановлений термін.</p> <p>Якщо здобувач відсутній з поважної причини, він/вона презентує виконані завдання під час консультації викладача.</p> <p>Під час роботи над індивідуальними завданнями та проектами не допустимо порушення академічної доброчесності.</p> <p>Презентації та виступи мають бути авторськими оригінальними.</p>
<b>Оцінювання досягнень</b>	<p>При визначенні загальної оцінки враховуються результати поточного контролю з практичних та лабораторних занять, а також результати захисту індивідуальних завдань та самостійної роботи.</p> <p>55-100 балів - виставляється, якщо здобувач виявив певні знання основного програмного матеріалу в обсязі, що необхідний для подальшого навчання і роботи, у цілому впорався з поставленим завданням, припустився незначних помилок в арифметичних розрахунках, демонстрував здатність упоратися з виконанням завдань, передбачених програмою на рівні репродуктивного відтворення.</p> <p>0-55 балів – «Не зараховано» - виставляється, якщо здобувач виявив серйозні прогалини в знаннях основного матеріалу, зробив принципові помилки, не зміг розв'язати типові задачі, провести розрахунки тощо.</p>
<b>Інформаційне забезпечення</b>	<p><b>Література:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Поляков О.Є, Кузнецов А.А., Авдєєнко А.П. Скорочений курс лекцій з фізичної хімії. – Краматорськ: ДДМА, 2002. – 312 с. ISBN 5-7763-1840-8 (Рекомендовано методичною радою ДДМА для подальшого використання, протокол № 6 від 16.02.2012)</li> <li>2 Кузнецов А.А, Авдєєнко А.П., Філенко А.І. Збірник задач з фізичної хімії. – Краматорськ: ДДМА, 2007. – 244 с. ISBN 978-966-379-134-0 (Рекомендовано методичною радою ДДМА для подальшого використання, протокол № 6 від 16.02.2012)</li> <li>3 Поляков О.Є., Авдєєнко А.П., Кузнецов А.А. Лабораторний практикум з дисципліни «Фізична хімія та аналітичний контроль металургійного виробництва» для студентів металургійних спеціальностей. – Краматорськ: ДДМА, 2006. – 312 с. ISBN 5-7763-2681-8 (Рекомендовано методичною радою ДДМА для подальшого використання, протокол № 6 від 16.02.2012).</li> <li>4 Авдєєнко А.П., Кузнецов А.А., Поляков О.Є. Посібник-довідник до лекційного курсу “Фізична хімія”. – Краматорськ: ДДМА, 1999.– 190 с. (Перезатверджено на засіданні методичної комісії Машинобудівного Факультету ДДМА, протокол № 5 від 30.01.2012).</li> <li>5 Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни "Фізична хімія.". Лабораторні роботи 1...9 / Кузнецов А.А., Поляков О.Є., Євграфова Н.І. Краматорськ: ДДМА, 2003. – 68 с. (Перезатверджено на засіданні методичної комісії Машинобудівного Факультету ДДМА, протокол № 5 від 30.01.2012).</li> <li>6 Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни "Фізична хімія." Лабораторні роботи 10...18 / Кузнецов А.А., Поляков О.Є. Краматорськ: ДДМА, 2003. – 63 с. (Перезатверджено на засіданні методичної комісії Машинобудівного Факультету ДДМА, протокол № 5 від 30.01.2012).</li> <li>7 Поляков О.Є., Кузнецов А.А. Організація самостійної роботи студента з дисципліни «Фізична хімія та аналітичний контроль металургійного виробництва». – Краматорськ: ДДМА, 2006. – 96 с. (Перезатверджено на засіданні методичної комісії Машинобудівного Факультету ДДМА, протокол № 5 від 30.01.2012).</li> </ol>

	<p>8 Фізична хімія : підручник / Л. С. Воловик, Є. І. Ковалевська, В. В. Манк. та ін. — К.: Фірма "ІНКОС", 2007. — 496 с.</p> <p>О.Г.Філенко. Збірник задач з фізичної хімії. К.: Вища школа, 1973. 183 с.</p> <p>9 Ненастіна Т. О., Єгорова Л. М., Даценко В. В. Фізична хімія : навчальний посібник / Харків. нац. автомоб.-дорож. ун-т. Харків : ХНАДУ, 2025. Ч. 1. 138 с.</p>
--	---

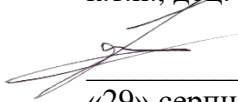
Розробник:

к. х. н., доцент каф.ХіОП

 / І. Л. Марченко/  
« 29 » серпня 2025 р.

Гарант освітньої програми:

к.т.н., доц.


 /М. М. Федоров/  
«29» серпня 2025 р.

Розглянуто і схвалено

на засіданні кафедри

Протокол № 1 від 29.08.2025 р.

Завідувач кафедри

 /А. П. Авдєєнко/  
«29» серпня 2025 р.

Затверджую:

Декан ФІТО

 /О. Г. Гринь/  
« 29 »серпня 2025 р.