

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
 Декан факультету технологій і дизайну  
**Тетяна ІВАНІШЕНА**  
 Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ  
 29 серпня 2025 р.

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Інноваційні адсорбційні і каталітичні технології

<b>Призначення Робочої програми</b>	Для освітніх програм різних спеціальностей
<b>Рівень вищої освіти</b>	Перший (бакалаврський)
<b>Мова навчання</b>	Українська
<b>Обсяг дисципліни, кредитів ЄКТС</b>	4
<b>Статус дисципліни</b>	Вибіркова
<b>Факультет</b> (до якого відноситься кафедр)	Технологій і дизайну
<b>Кафедра</b> (за якою закріплена дисципліна)	Хімії та хімічної інженерії

Форма здобуття освіти	Обсяг дисципліни		Кількість годин						Форма семестрового контролю
			Аудиторні заняття					Самостійна робота (в т.ч. ІРС)	
	Кредити ЄКТС	Години	Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	Семінарські заняття		Залік
Д	4	120	50	16	34			70	+
З	4	120	10	4	6			110	+

Робоча програма складена на основі освітніх програм підготовки бакалавра та стандарту вищої освіти спеціальності.

Робоча програма складена  Підпис Оксана БОЙКО Науковий ступінь, учене звання Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Схвалена на засіданні кафедри Хімії та хімічної інженерії Протокол №1 від 29 серпня 2025 р.  
 Назва

Зав. кафедри Хімії та хімічної інженерії  Підпис Ольга ПАРАСКА Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Хмельницький 2025

## 2. Пояснювальна записка

Дисципліна «Інноваційні адсорбційні і каталітичні технології» є однією із вибіркових дисциплін у фаховій підготовці здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, очної (денної) (далі – денної) та заочної форм здобуття вищої освіти. Викладання даної дисципліни спрямоване на теоретичне та практичне опанування основними закономірностями вибору адсорбентів-каталізаторів, методами дослідження та застосування адсорбентів-каталізаторів.

**Мета дисципліни.** Формування особистості фахівця, здатного володіти методами оцінки властивостей сорбентів та каталізаторів, особливостей їх вибору і застосування у різних промислових галузях, інноваційних шляхів вдосконалення адсорбентів-каталізаторів з використанням сучасних технологій..

**Предмет дисципліни.** «Інноваційні адсорбційні і каталітичні технології » розглядає роль адсорбційних і каталітичних процесів в хімічній технології, умови та методи використання адсорбентів-каталізаторів.

**Завдання дисципліни.** Формування фахових знань щодо уміння аналізувати та обирати адсорбенти і каталізатори; ідентифікувати типи каталізаторів-адсорбентів та оцінювати рівень небезпеки; надавати інженерну оцінку технологічних умов використання адсорбентів-каталізаторів.

**Результати навчання.** Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни вміє обирати адсорбенти і каталізатори для очищення стічних вод різного походження, промислових газових і рідких викидів, рекуперації з них цінних компонентів, а також підбирати найбільш ефективні адсорбенти і каталізаторів, придатні до роботи за даних технологічних умов. Застосовувати концепції сучасних теорій хімічних процесів та хімічної інженерії при проведенні наукових досліджень та створенні інновацій; реалізації технології неорганічних, електродних матеріалів та підготовки/очищення води із урахуванням захисту обладнання від корозії.

### 3. Структура залікових кредитів дисципліни

Назва розділу (теми)	Кількість годин, відведених на:					
	Денна форма			Заочна форма		
	Лекції	Лабораторні роботи	СРС	Лекції	Лабораторні роботи	СРС
Тема 1. Технологія виробництва та застосування адсорбентів.	8	20	42	2	4	60
Тема 2. Технологія виробництва та застосування каталізаторів.	8	14	28	2	2	50
<b>РАЗОМ:</b>	<b>16</b>	<b>34</b>	<b>70</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>110</b>

### 4. Програма навчальної дисципліни

#### 4.1 Зміст лекційного курсу для студентів денної форми навчання

Номер лекції	Перелік тем лекції, їх анотації	Кількість годин
1	<b>Роль адсорбційних та каталітичних процесів у хімічній технології, особливості структури, фізико-хімічних властивостей та умов використання адсорбентів-каталізаторів .</b> Визначення адсорбції. Адсорбент, адсорбтив, адсорбат. Надлишкова або Гіббсівська адсорбція, абсолютна та питома адсорбція. Фізико-хімічні основи та особливості фізичної адсорбції. Фізико-хімічні основи та особливості хімічної адсорбції. Літ.: [1] с.7-25; [2] с.7-30; [3] с.7-30.	2
2	<b>Технологія виробництва та застосування адсорбентів.</b> Вугільні адсорбенти, технологія їх виробництва (вироблення вугілля, торф та торф'яний напівкокс; рослинна та тваринна сировина: солома, тростинна, рисова та соняшникова шкарлупа, кукурудзяні качани, шкарлупа горіхів та кісточки плодів, шкіра, вовна, м'ясо, кров та кістки тварин, риба, морські водорості; синтетичні полімери, гідратцелюлозне волокно, відходи целюлозно-паперової, гідролізної та цукрової промисловості тощо). Літ.: [1] с.46-128; [3] с.36-75.	2
3	<b>Технологія виробництва та застосування адсорбентів.</b> Сфери застосування вугільних сорбентів (хімічна промисловість, водоочищення, медицина, фармацевтична промисловість, екологізація виробництва). Технологічна схема установки синтезу активованих з рослинної сировини (кукурудзяні качани, стебла з листям, листя та рильця сорту цукрової кукурудзи та буряковий жом). УЗ-обробка вугільних адсорбентів як спосіб їх активації.. Літ.: [1] с.48-55; [3] с.77-137	2
4	<b>Технологія виробництва та застосування адсорбентів.</b> Технологія застосування цеолітів, як адсорбентів сучасних каталізаторів. Основні типи промислово використовуваних цеолітів .Літ.: [1] с.56-85; [3] с.203-220.	2
5	<b>Технологія виробництва та застосування каталізаторів.</b> Технології одержання каталізаторів методами осадження з розчинів. Технології приготування розчинів солей металів, рН осадження солей металів. Метод прямого осадження, метод зворотного осадження твердої фази з розчинів. Золь-гель метод одержання каталізаторів. Основи гідротермального синтезу Літ.: [1] с. 87-117; с. 182-211.	2

6	<b>Технологія виробництва та застосування каталізаторів.</b> Метод темплатного синтезу. Використання гідротермального та золь-гель методу для приготування наноструктурних каталізаторів. Метод Печіні (цитратний золь-гель синтез). Хімічні технології виробництва металоксидних каталізаторів на основі $TiO_2$ , $ZrO_2$ . Літ.: [1] с. 120-131; с. 214-224.	2
7	<b>Технологія виробництва та застосування каталізаторів.</b> Технологія приготування каталізаторів з газової фази методом CVD, PVD. Технологічні характеристики методу CVD і PVD (тип газу-носія, швидкість потоку, конструкційні особливості печі). Приготування каталізаторів заданої морфології. Синтез вуглецевих нанотрубок (ВНТ) (нанотрубки, фулерени). Каталітичний синтез вуглецевих нанотрубок. Парофазна епітаксія. Клонування ВНТ з контрольованою хіральністю. Перспективи застосування ВНТ.. Літ.: [1] с.133-143; с. 227-335; [4] с.30-38	2
8	<b>Специфіка технології застосування адсорбентів-каталізаторів в системах очищення газових та рідких викидів.</b> Технологія очищення розчинів від органічних поллютантів фотокаталізаторами. Основи створення безвідходних технологій з використанням наноструктурних матеріалів як фотокаталізаторів. Дослідження структури адсорбентів-каталізаторів. Методи визначення макроструктури, площі поверхні, пористості адсорбентів каталізаторів. Об'ємний метод визначення поверхні. Схема установки для визначення поверхні об'ємним методом. Хроматографічний метод визначення поверхні. Адсорбційний метод визначення радіуса пор при виробництві. Літ.: [5] с.29-95.	2
<b>Разом за семестр</b>		16

#### Перелік оглядових лекцій для заочної форми навчання

Номер лекції	Перелік тем лекції, їх анотації	Кількість годин
1	<b>Роль адсорбційних та каталітичних процесів у хімічній технології, особливості структури, фізико-хімічних властивостей та умов використання адсорбентів-каталізаторів .</b> Визначення адсорбції. Адсорбент, адсорбтив, адсорбат. Надлишкова або Гіббсівська адсорбція, абсолютна та питома адсорбція. Фізико-хімічні основи та особливості фізичної адсорбції. Фізико-хімічні основи та особливості хімічної адсорбції. Літ.: [1] с.7-25; [2] с.7-30; [3] с.7-30.	2
2	<b>Технологія виробництва та застосування каталізаторів. Специфіка технології застосування адсорбентів-каталізаторів в системах очищення газових та рідких викидів.</b> .Літ.: [1] с.133-143; с. 227-335; [4] с.30-38; [5] с.29-95	2
<b>Разом за семестр:</b>		<b>4</b>

#### 4.2.Зміст лабораторних занять

##### Перелік лабораторних занять для студентів денної форми навчання

№ п/п	Теми лабораторних занять	Кількість годин
1	Синтез активного вугілля. Літ.: [3] с.139-144.	4
2	Визначення сумарного об'єму пор та граничного об'єму адсорбційного простору адсорбента рослинного походження. 2.1 Підготовка адсорбента для дослідження.	4
	2.2 Дослідження адсорбційного простору. Літ.: [3]с.144-150.	4
3	Вивчення властивостей поверхні адсорбенту рослинного походження. Літ.: [3] с.157-163.	4
4	Методи випробування адсорбентів. Літ.: [3] с.163-168.	4
5	Дослідження об'ємів пор та питомої площі поверхні активного вугілля. Літ.: [3] с.150-157.	6
6	Одержання $\gamma$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> золь-гель методом. 6.1 Підготовка каталізатора для дослідження	4
	6.2 Приготування каталізатора методом просочення. Літ.: [3] с. 179-184.	4
<b>Разом за семестр</b>		<b>34</b>

##### Перелік лабораторних занять для студентів заочної форми навчання

№ п/п	Теми лабораторних занять	Кількість годин
1	Синтез активного вугілля. Літ.: [3] с.139-144.	2
2	Вивчення властивостей поверхні адсорбенту рослинного походження. Літ.: [3] с.157-163.	2
3	Вивчення властивостей поверхні адсорбенту рослинного походження. Літ.: [3] с.157-163	2
<b>Разом за семестр</b>		<b>6</b>

#### 4.3 Зміст самостійної (у т.ч. індивідуальної) роботи

Самостійна робота студентів усіх форм здобуття освіти полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу з відповідних джерел інформації, підготовці до виконання і захисту лабораторних робіт, формування порт фоліо, тестування з теоретичного матеріалу тощо. Студенти *заочної* форми здобуття освіти виконують ще й контрольну роботу. Вимоги до її виконання та варіанти визначаються методичними рекомендаціями до виконання контрольних робіт, які кожний здобувач вищої освіти отримує у викладача у період настановної сесії. Крім цього до послуг студентів сторінка навчальної дисципліни у Модульному середовищі для навчання, де розміщені Робоча програма дисципліни та необхідні документи з її навчально-методичного забезпечення та контролю результатів навчання

### Зміст самостійної роботи студентів денної форми навчання

Номер тижня	Вид самостійної роботи	Кількість годин
1-2	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР1.	7
3-4	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР2 та захисту ЛР1.	7
5-6	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР2	8
7-8	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР3 та захисту ЛР2	8
9-10	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР3	8
11-12	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР4 та захисту ЛР3	8
13-14	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР5 та захисту ЛР4.	8
15-16	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР6 та захисту ЛР5. Підготовка до здачі тестового контролю (ТК).	8
17	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до захисту ЛР6.	8
<b>Разом за семестр:</b>		<b>70</b>

Зміст самостійної роботи здобувачів вищої освіти, які навчаються за *заочною* формою здобуття вищої освіти, полягає у виконанні у повному обсязі усіх видів робіт відповідно до Робочої програми навчальної дисципліни, зокрема: самостійна робота над засвоєнням теоретичного матеріалу; виконання контрольної роботи; виконання лабораторних робіт, підготовка до тестового контролю в період проведення лабораторно-екзаменаційної сесії. Детальніше програма дисципліни та завдання для самостійної роботи здобувачів вищої освіти, які поєднують навчання з виробництвом, викладено у Методичних рекомендаціях з дисципліни для цієї категорії здобувачів.

### 5. Технології та методи навчання

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних технологій, зокрема: лекції (з використанням наочних методів (слайдів), пояснення, бесіди); лабораторні заняття (з використанням практикумів), самостійна робота (опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до поточного контролю).

Здобувачі при вивченні дисципліни можуть користуватись як наявним в аудиторіях кафедри комп'ютерним обладнанням, так і власними пристроями (ноутбуками, планшетами, смартфонами). Власними пристроями можна користуватись як для роботи в системі Модульного середовища, так і для доступу до зовнішніх інформаційних ресурсів, які необхідні для виконання лабораторних робіт.

### 6. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється під час аудиторних лабораторних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочою програмою і графіком освітнього процесу, в т.ч. з використанням Модульного середовища для навчання. При цьому використовуються такі методи поточного контролю:

- усне опитування перед допуском до лабораторного заняття;
- оцінювання результатів захисту портфоліо лабораторних робіт;

- письмове опитування (тестування) ;
- оцінювання контрольних робіт (відповідно до графіка проведення лабораторно-екзаменаційних сесій для студентів заочної форми).

При виведенні підсумкової семестрової оцінки враховуються результати поточного контролю. Здобувач вищої освіти, який набрав з будь-якого виду навчальної роботи, суму балів нижчу за 60 відсотків від максимального балу, не допускається до семестрового контролю, поки не виконає весь обсяг, передбачений Робочою програмою для цього виду роботи. Ліквідація академічної заборгованості здійснюється за графіком, встановленим деканатом відповідно до «положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ»

## **7. Політика дисципліни**

Успішне опанування дисципліни передбачає необхідність підготовки до лабораторного заняття (вивчення теоретичного матеріалу з теми роботи, попередню підготовку протоколу роботи, підготовку до усного опитування для допуску до заняття (наведені у Методичних рекомендаціях до лабораторних робіт), активно працювати, якісно підготувати звіт (протокол роботи відповідно до теми), захистити результати виконаної роботи, брати участь у дискусіях щодо прийнятих конструктивних рішень при виконанні здобувачами лабораторних робіт тощо).

Здобувачі вищої освіти зобов'язані дотримуватися термінів виконання усіх видів робіт у встановлені терміни, передбачених Робочою програмою навчальної дисципліни. Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її на наступному після виконання роботи занятті.

Пропущене лабораторне заняття студент зобов'язаний відпрацювати в лабораторіях кафедри у встановлений викладачем термін, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі.

Лабораторні роботи виконуються індивідуально або групами, згідно з варіантами, що представлені у методичних вказівках до лабораторних робіт.

Здобувач вищої освіти, виконуючи лабораторну роботу, має дотримуватися політики доброчесності (заборонені списування, підказки, плагіат, використання штучного інтелекту (без відповідного цитування). У разі наявності плагіату, здобувач вищої освіти отримує незадовільну оцінку і має повторно виконати лабораторну роботу згідно із його варіантом. Будь-які форми порушення академічної доброчесності не допускаються.

Засвоєння студентом теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюється тестуванням.

У межах вивчення навчальної дисципліни здобувачам вищої освіти передбачено визнання і зарахування результатів навчання, набутих шляхом неформальної освіти. Порядок зарахування результатів навчання, здобутих у неформальній (інформальній) освіті здійснюється згідно Положення про порядок визнання та зарахування результатів навчання здобувачів вищої освіти у Хмельницькому національному університеті.

## **8. Оцінювання результатів навчання студентів у семестрі**

Оцінювання академічних досягнень здобувача вищої освіти здійснюється відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ».

При поточному оцінюванні виконаної здобувачем роботи з кожної структурної одиниці і отриманих ним результатів викладач виставляє йому певну кількість балів із призначених робочою програмою для цього виду роботи. При цьому кожна структурна одиниця (робота) може бути зарахована, якщо здобувач набрав не менше 60 відсотків (мінімальний рівень для позитивної оцінки) від максимально можливої суми балів, призначеної структурній одиниці.

Будь-які форми порушення академічної доброчесності не допускаються та не толеруються.

Отриманий здобувачем бал за зарахований вид навчальної роботи (структурну одиницю) після її оцінювання викладач виставляє в електронному журналі обліку успішності здобувачів вищої освіти. Позитивну підсумкову оцінку здобувач може отримати, якщо за результатами поточного контролю набере від 60 до 100 балів.

Семестрова підсумкова оцінка розраховується в автоматизованому режимі в інформаційній підсистемі «Електронний журнал» (ІС «Електронний університет») і відповідно до накопиченої суми балів визначається оцінка за інституційною шкалою та шкалою ЄКТС (див. таблицю Співвідношення...), яка заноситься в екзаменаційну відомість, а також до Індивідуального навчального плану здобувача вищої освіти.

При оцінюванні результатів навчання здобувачів вищої освіти викладач користується наведеними нижче критеріями:

**Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти**

Оцінка та рівень досягнення здобувачем запланованих ПРН та сформованих компетентностей	Узагальнений зміст критерія оцінювання
Відмінно (високий)	Здобувач вищої освіти глибоко і у повному обсязі опанував зміст навчального матеріалу, легко в ньому орієнтується і вміло використовує понятійний апарат; уміє пов'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, впевнено висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає логічний виклад відповіді мовою викладання (в усній або у письмовій формі), демонструє якісне оформлення роботи і володіння спеціальними приладами та інструментами. Здобувач не вагається при видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки, демонструє практичні навички з вирішення фахових завдань. При відповіді допустив дві–три несуттєві <i>похибки</i> .
Добре (середній)	Здобувач вищої освіти виявив повне засвоєння навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом, орієнтується у вивченому матеріалі; свідомо використовує теоретичні знання для вирішення практичних задач; виклад відповіді грамотний, але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі неточності, нечіткі формулювання правил, закономірностей тощо. Відповідь здобувача вищої освіти будується на основі самостійного мислення. Здобувач вищої освіти у відповіді допустив дві–три <i>несуттєві помилки</i> .
Задовільно (достатній)	Здобувач вищої освіти виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь здобувача вищої освіти будується на рівні репродуктивного мислення, здобувач вищої освіти має слабкі знання структури навчальної дисципліни, допускає неточності і <i>суттєві помилки</i> у відповіді, вагається при відповіді на видозмінене запитання. Разом з тим, набув навичок, необхідних для виконання нескладних практичних завдань, які відповідають мінімальним критеріям оцінювання і володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.
Незадовільно	Здобувач вищої освіти виявив розрізнені, безсистемні знання, не вміє

(недостатній)	виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекручує їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати знання при вирішенні практичних завдань. Як правило, оцінка «незадовільно» виставляється здобувачеві вищої освіти, який не може продовжити навчання без додаткової роботи з вивчення навчальної дисципліни.
---------------	--

### Структурування дисципліни за видами навчальної роботи і оцінювання результатів навчання студентів денної форми здобуття освіти у семестрі

Аудиторна робота						Контрольні заходи	Семестровий контроль
Лабораторні роботи №:						Тестовий контроль: Т	Залік
1	2	3	4	5	6		
Кількість балів за вид навчальної роботи (мінімум-максимум)							
6-10	6-10	6-10	6-10	6-10	6-10	24-40	За рейтингом
<b>36-60</b>						<b>24-40</b>	<b>60-100</b>

*Примітки: \*Т – тема навчальної дисципліни;*

*\*\*За набрану з будь-якого виду навчальної роботи з дисципліни кількість балів, нижче встановленого мінімуму, здобувач отримує незадовільну оцінку і має її перездати у встановлений викладачем (деканом) термін. Інституційна оцінка встановлюється відповідно до таблиці «Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС».*

### Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів заочної форми здобуття освіти у семестрі

Аудиторна робота			Самостійна, індивідуальна робота		Семестровий контроль
Лабораторна робота №:			Тестування	Контрольна робота	
1	2	3		Якість виконання роботи	
Кількість балів за кожний вид навчальної роботи (мінімум-максимум)					
6-10	6-10	6-10	24-40	18-30	За рейтингом
18-30					60-100**

*Примітки: \*Т – тема навчальної дисципліни;*

*\*\*За набрану з будь-якого виду навчальної роботи з дисципліни кількість балів, нижче встановленого мінімуму, здобувач отримує незадовільну оцінку і має її перездати у встановлений викладачем (деканом) термін. Інституційна оцінка встановлюється відповідно до таблиці «Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС».*

### Оцінювання якості виконання контрольної роботи студентами заочної форми здобуття освіти

Контрольна робота передбачає відповіді на три теоретичні питання. Варіанти контрольних робіт і зміст завдань і наводяться у Методичних рекомендаціях до виконання контрольної роботи. При оцінюванні контрольної роботи враховуються: повнота відповіді на теоретичні питання та якість виконання. Кожне з теоретичних питань оцінюється від 6 до 10 балів, загальна сума балів на позитивну оцінку становить від 18 до 30.

#### Розподіл балів при оцінюванні завдань контрольної роботи

Види завдань	Кількість балів для певного рівня досягнення результатів навчання		
	Достатній	Середній	Високий
Теоретичне питання № 1	6	8	10
Теоретичне питання № 2	6	8	10
Теоретичне питання № 3	6	8	10
Всього балів	18	24	30

*Примітка.* \*Позитивний бал за контрольну роботу, відмінний від мінімального (18 балів) та максимального (30 балів), знаходиться в межах 19-29 балів та розраховується як сума балів за усі структурні елементи (завдання) контрольної роботи.

Кожне завдання контрольної роботи здобувача вищої освіти оцінюється викладачем з використанням таблиці критеріїв оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти (**Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти**).

#### **Оцінювання результатів захисту лабораторної роботи.**

Виконана й оформлена відповідно до встановлених Методичними рекомендаціями вимог лабораторна робота комплексно оцінюється викладачем при її захисті з урахуванням таких елементів: усне опитування студентів перед допуском до виконання лабораторної роботи; знання теоретичного матеріалу з теми; якість оформлення протоколу; вміння студента обґрунтувати прийняті технологічні рішення; своєчасний захист лабораторної роботи.

Результат виконання і захисту здобувачем вищої освіти кожної лабораторної роботи оцінюється відповідно до таблиці критеріїв оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти (**Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти**): достатній рівень - 6 балів, середній рівень – 8 балів, високий рівень – 10 балів.

У випадку виявлення здобувачем рівня знань, нижчого ніж 60 відсотків від максимального балу, встановленого Робочою програмою для кожної структурної одиниці, лабораторна робота йому *не зараховується* і для її захисту він має детальніше опрацювати матеріал з теми роботи, методику її виконання, виправити грубі помилки та повторно вийти на її захист у призначений для цього викладачем час.

#### **Оцінювання результатів навчання з теоретичного матеріалу (тестовий контроль)**

Тест для студентів *денної* форми, а також тест для студентів *заочної* форми здобуття освіти, передбачені Робочою програмою, складаються із 40 тестових завдань, кожне з яких є рівнозначним. Максимальна сума балів, яку може набрати студент, складає 40.

Відповідно до таблиці структурування видів робіт, за тематичний контроль здобувач, залежно від кількості правильних відповідей, може отримати від 24 до 40 балів.

**Таблиця – Розподіл балів в залежності від наданих правильних відповідей на тестові завдання:**

Кількість правильних відповідей	0-11	12-13	14	15-16	17	18-20
Відсоток правильних відповідей	0-59	60-65	66-72	73-82	83-89	90-100
Кількість отриманих балів	22	26	28	32	36	40

На тестування відводиться 50 хвилин. Студент може пройти тестування в он-лайн режимі у Модульному середовищі для навчання. Тестування здобувачів вищої освіти у Модульному середовищі для навчання автоматично оцінюються за критеріями оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти (**Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти**). При отриманні негативної оцінки тест слід перездати до терміну наступного контролю.

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС встановлюється в автоматизованому режимі після внесення викладачем усіх оцінок до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені нижче у таблиці «Співвідношення».

### Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Інституційна інтервальна шкала балів	Інституційна оцінка, критерії оцінювання	
A	90-100	Зараховано	<i><b>Відмінно/Excellent</b></i> – високий рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни, що свідчить про безумовну готовність здобувача до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
B	83-89		<i><b>Добре/Good</b></i> – середній (максимально достатній) рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
C	73-82		<i><b>Задовільно/Satisfactory</b></i> – Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати навчання з навчальної дисципліни
D	66-72		
E	60-65		
FX	40-59	Незараховано	<i><b>Незадовільно /Fail</b></i> – Низка запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни відсутня. Рівень набутих результатів навчання є недостатнім для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
F	0-39		<i><b>Незадовільно/Fail</b></i> – Результати навчання відсутні

Семестровий залік виставляється на останньому занятті за умови, якщо загальна сума балів, яку накопичив здобувач з дисципліни за результатами *поточного* контролю, знаходиться у межах від 60 до 100 балів. При цьому за інституційною шкалою ставиться оцінка «зараховано», а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом сумі балів відповідно до таблиці Співвідношення.

#### 9. Питання для самоконтролю результатів навчання

1. Явище адсорбції. Види адсорбційних взаємодій.
2. Фізична адсорбція і хемосорбція.
3. Адсорбція газів. Енергетичні параметри адсорбції.
4. Ізотерми адсорбції газів. Рівняння Генрі.
5. Ізотерма Фройндліха.
6. Теорія мономолекулярної адсорбції Ленгмюра.
7. Ступінчаста адсорбція.
8. Полімолекулярна адсорбція газів.
9. Теорія БЕТ.
10. Методи синтезу активного вугілля.
11. Сировина для отримання активного вугілля.
12. Способи модифікування активного вугілля.
13. Потенціальна теорія адсорбції Полянї.
14. Адсорбційний потенціал.
15. Рівняння адсорбції Дубінїна-Радускевича.
16. Структурно-морфологічні властивості адсорбентів.
17. Типи адсорбентів.
18. Високодисперсні адсорбенти і матеріали із внутрішньою і текстурованою пористістю.
19. Капілярна конденсація.
20. Теорія об'ємного заповнення мікропор.

21. Кінетика адсорбції газів.
22. Молекулярна адсорбція з розчинів.
23. Експериментальні методи визначення параметрів адсорбції.
24. Визначення питомої поверхні матеріалів за адсорбцією молекул речовин і за теплою змочування.
25. Йонообмінна адсорбція.
26. Адсорбенти для вилучення катіонів важких металів із водного середовища.
27. Вуглецеві адсорбенти.
28. Методи активації вуглецю
29. Темплатний синтез вуглецевих адсорбентів.
30. Вуглецеві молекулярні сита.
31. Адсорбційний метод очищення води.
32. Технологічні аспекти доочищення питної води з використанням вуглецевих адсорбентів.
33. Силікагель. Способи одержання силікагелю і його структурно-морфологічні характеристики.
34. Адсорбційні властивості аеродисперсного кремнезему.
35. Адсорбенти на основі хімічно модифікованого кремнезему.
36. Адсорбенти для еферентної медицини.
37. Адсорбція білків аеродисперсним кремнеземом.
38. Механізм лікувальної дії адсорбентів.
39. Пряма і опосередкована дія ентеросорбентів.
40. Фармакологічні властивості вуглецевих адсорбентів.
41. Ентеросорбенти на основі алюмосилікатних і глинистих матеріалів.
42. Ентеросорбенти на основі діоксиду кремнію і органосилоксанів.
43. Ентеросорбенти на основі біополімерів і синтетичних органічних полімерів.
44. Фотокаталізатори очищення розчинів від органічних поллютантів.
45. Принцип дії фотокаталізаторів.
46. Способи зменшення ширини забороненої зони для підвищення ефективності фотокаталізаторів.
47. Основи створення безвідходних технологій з використанням наноструктурних матеріалів як фотокаталізаторів.
48. Дослідження структури адсорбентів-каталізаторів.
49. Методи визначення макроструктури, площі поверхні, пористості адсорбентів-каталізаторів.
50. Об'ємний метод визначення поверхні.
51. Схема установки для визначення поверхні об'ємним методом.
52. Хроматографічний метод визначення поверхні.
53. Адсорбційний метод визначення радіуса пор.
54. Ртутна порометрія.
55. Визначення істинної та уявної щільності адсорбентів-каталізаторів.
56. Ртутна установка для визначення уявної щільності каталізаторів.
57. Визначення механічної міцності адсорбентів-каталізаторів.
58. Методи дослідження механічних властивостей адсорбентів-каталізаторів в статичних та динамічних умовах.
59. Метод темплатного синтезу.
60. Використання гідротермального та золь-гель методу для приготування наноструктурних каталізаторів.

## 10. Навчально-методичне забезпечення

Інноваційні адсорбційні і каталітичні технології: методичні рекомендації до лабораторних робіт для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / О.Г.Бойко/- Хмельницький, ХНУ, 2025.

## 11. Матеріально-технічне та програмне забезпечення дисципліни (за потреби)

Обладнання та інструменти: аналітичні ваги, термошафа, рН метр, бюретки, мірні колби, піпетки, пробрки, мірні циліндри та стакани, конічні колби, воронки, ступки та товкачки, термометри та реактиви .

Інформаційна та комп'ютерна підтримка: ПК, планшет, смартфон або інший мобільний пристрій, проектор.

Програмне забезпечення: програми Microsoft Office або аналогічні, доступ до мережі Інтернет, робота з презентаціями.

Вивчення навчальної дисципліни не потребує використання спеціального програмного прикладного забезпечення, крім загальнозживаних програм і операційних систем.

## 12. Рекомендована література

### Основна

1. Хімічна технологія каталізаторів та каталітичних процесів : навчальний посібник А. Л. Концевой ; Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського 2018. – 183 с.
2. Теоретичні основи, технологія і обладнання адсорбційних процесів: навчальний посібник І. М. Іваненко ; Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 36 с.
3. І.М. Іваненко, Т.А. Донцова, Ю.М. Феденко. Адсорбція, адсорбенти і каталізатори на їх основі. Нав. посібник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 232 с
4. Сучасні методи синтезу і використання неорганічних матеріалів: Підручник Т. А. Донцова, О. І. Янушевська, С. О. Кирій; КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2021. – 92 с.

### Додаткова

5. Металоксидні наноматеріали і нанокompозити екологічного призначення: монографія / Тетяна Донцова ; Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2021. – 296 с.

## 13. Інформаційні ресурси

6. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу: <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=9611>.
7. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: <http://library.khmnu.edu.ua/>
8. Репозитарій ХНУ. URL.: <https://library.khmnu.edu.ua/#>