

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»  
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХІМІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ  
Кафедра фізичної та колоїдної хімії



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор Навчально-наукового  
Інституту хімії та екології

(Лендел В.Г.)

« 24 » вересня 2023 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ФІЗИЧНА ХІМІЯ**

Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	102 Хімія
Освітня програма	Хімія
Статус дисципліни	обов'язкова
Мова навчання	українська

Ужгород 2023

Робоча програма навчальної дисципліни «**Фізична хімія**» для здобувачів вищої освіти галузі знань **10 Природничі науки** спеціальності **102 Хімія** освітньої програми «**Хімія**» (2019 р.) першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

**Розробник:** Голуб Неля Петрівна, кандидат хімічних наук, доцент, завідувач кафедри фізичної та колоїдної хімії ДВНЗ «УжНУ»;  
Козьма Антон Антонович, кандидат хімічних наук, доцент кафедри фізичної та колоїдної хімії ДВНЗ «УжНУ»

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри фізичної та колоїдної хімії ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Протокол №10 від «20» червня 2023 р.

Завідувач кафедри  Голуб Н.П.

Схвалено науково-методичною комісією Навчально-наукового інституту хімії та екології ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Протокол №10 від «26» червня 2023 р.

Голова науково-методичної комісії  Сливка М.В.

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом		
	Денна форма навчання	Денна форма навчання	Денна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС –20: 5-ий семестр – 4 кредити; 6-ий семестр – 8+2 кредити (разом 10 кредитів); 7-ий семестр – 6 кредитів	Рік підготовки:		
Загальна кількість годин – 600: 5-ий семестр – 120 годин; 6-ий семестр – 240+60 годин (разом 300 годин); 7-ий семестр – 180 годин	<b>3-ий</b>	<b>3-ий</b>	<b>4-ий</b>
Кількість модулів – 6: 5-ий семестр – 2 модулі; 6-ий семестр – 2 модулі; 7-ий семестр – 2 модулі	Семестр:		
Тижневих годин для денної форми навчання:	<b>5-ий</b>	<b>6-ий</b>	<b>7-ий</b>
аудиторних:	Лекції:		
5-ий семестр – 3 години; 6-ий семестр – 7+2 години (разом 9 годин); 7-ий семестр – 5 годин	<b>42 години</b>	<b>8+30 годин</b> (разом <b>38 годин</b> )	<b>30 годин</b>
самостійної роботи студента:	Практичні:		
5-ий семестр – 3 години; 6-ий семестр – 7+2 години (разом 9 годин); 7-ий семестр – 5 годин	<b>18 годин</b>	-	-
Вид підсумкового контролю:	Лабораторні:		
5-ий семестр – залік; 6-ий семестр – екзамен; 7-ий семестр – екзамен	-	<b>110 годин</b>	<b>60 годин</b>
Форма підсумкового контролю:	Самостійна робота:		
5-ий семестр – усна; 6-ий семестр – усна; 7-ий семестр – усна	<b>60 годин</b>	<b>122+ 30 годин</b> (разом <b>152 години</b> )	<b>90 годин</b>

## 2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «Фізична хімія» як однієї з основних найважливіших фундаментальних дисциплін у системі вищої хімічної освіти, є формування та забезпечення необхідної ґрунтовної та якісної базової хімічної підготовки висококваліфікованих, конкурентоспроможних фахівців зі спеціальності 102 Хімія, які здобувають вищу освіту першого (бакалаврського) рівня в Навчально-науковому інституті хімії та екології ДВНЗ «Ужгородський національний університет» та володіють необхідними знаннями, практичними вміннями й навичками для успішної реалізації і виконання завдань майбутньої професійної діяльності, а також розширення при цьому власної компетентності і самостійності як висококваліфікованого фахівця-хіміка.

Знання теоретичних основ «Фізичної хімії», що ґрунтується на поєднанні навчального матеріалу з фізики, хімії та вищої математики, необхідні для глибшого і більш повного розуміння й належного засвоєння інших фахових хімічних дисциплін та одержання якісної професійної підготовки на сучасному рівні. При вивченні студентами «Фізична хімія» всебічно інтегрується зі знаннями з неорганічної хімії, аналітичної хімії, органічної хімії, фізики, фізичних методів дослідження, вищої математики і закладає основи вивчення ними колоїдної хімії та інших хімічних фахових дисциплін.

Навчальна дисципліна «Фізична хімія» є поглибленим теоретичним фундаментом всієї сучасної хімії, тому засвоєння студентами знань основних фундаментальних законів фізичної хімії, її сучасних теорій, теоретичних і експериментальних фізико-хімічних методів дослідження та їх практичного використання дає змогу встановити ґрунтовний взаємозв'язок і розуміння суті фізичних й хімічних явищ та механізму протікання різних видів хімічних процесів, електрохімії, хімічної кінетики й каталізу. Знання теоретичних основ фізичної хімії також необхідні для розуміння особливостей хімічних процесів, які відбуваються при різних умовах і широко використовуються в різних галузях промисловості та протікають в природі й живих організмах, відіграючи особливо важливу роль. При цьому вивчення зазначеної навчальної дисципліни та одержані знання з неї дають змогу студентам, оволодівши відповідними законами та теоріями фізичної хімії, розуміти суть і принципові можливості сучасних фізико-хімічних методів дослідження для розв'язання конкретних хімічних проблем; сприяють інтеграції та узагальненню попередньо набутих студентами знань та умінь з хімічних дисциплін щодо будови та властивостей речовин; грамотної організації і проведення ними фізико-хімічних дослідів та наукових фізико-хімічних досліджень хімічних процесів в різних умовах; встановлення взаємозв'язку фізичних, хімічних, біологічних та фізіологічних явищ та закономірностей процесів з використанням теоретичних та експериментальних методів фізичної хімії, а також сучасних математичних та обчислювальних методів.

Водночас вивчення навчальної дисципліни «Фізична хімія» забезпечує здобуття студентами професійних знань, умінь, навичок та інших компетентностей для розв'язання комплексних наукових проблем, а також вміння

прогнозувати можливість, напрямок і межу проходження хімічних процесів при різних умовах, їх особливості, передбачати властивості індивідуальних речовин та їх сумішей, здійснювати прогнозований синтез нових речовин із заданими параметрами та їх аналіз, інтерпретувати результати наукових досліджень, пропонувати конкретні шляхи вирішення теоретичних та практичних хімічних проблем. При цьому вивчення навчальної дисципліни «Фізична хімія» і застосування сучасних форм самостійної роботи студента для активізації його пізнавальної та практичної діяльності сприяють інтеграції попередньо набутих знань і вмінь та забезпеченню високопрофесійної та якісної підготовки фахівця-хіміка зі спеціальності 102 Хімія відповідно до сучасних вимог.

Відповідно до освітньої програми «Хімія» (2019 р.), вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу

ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями

ЗК 4. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації

ЗК 5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій

ЗК 10. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел

ЗК 14. Здатність до системного творчого мислення, наполегливість у досягненні мети професійної та науково-дослідницької діяльності, гнучкість мислення

ЗК 15. Здатність організовувати та визначати цілі і завдання власної та колективної діяльності, забезпечувати їхнє ефективне та безпечне виконання

ЗК 16. Навички роботи в комп'ютерних мережах, використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) та програмних засобів для обробки хімічних даних

Фахові компетентності (ФК):

ФК 1. Здатність застосовувати знання і розуміння математики та природничих наук для вирішення якісних та кількісних проблем в хімії.

ФК 2. Здатність розпізнавати і аналізувати проблеми, застосовувати обґрунтовані методи вирішення проблем, приймати обґрунтовані рішення в області хімії.

ФК 3. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт, виходячи із вимог хімічної метрології та професійних стандартів в галузі хімії.

ФК 4. Здатність до використання спеціального програмного забезпечення та моделювання в хімії.

ФК 5. Здатність здійснювати сучасні методи аналізу даних.

ФК 8. Здатність здійснювати кількісні вимірювання фізико-хімічних величин, описувати, аналізувати і критично оцінювати експериментальні дані.

ФК 9. Здатність використовувати стандартне хімічне обладнання

ФК 12. Здатність використовувати теоретичні знання та практичні навички застосування комунікативних технологій, ораторського мистецтва та риторики для здійснення ділових комунікацій у професійній сфері

ФК 13. Здатність використовувати теоретичні знання, експериментально-практичні навички та вміння в області хімії для практичної реалізації та розробки нових високоселективних методів аналізу речовин, для розробки нових наукоємних матеріалів зі спеціальними властивостями та технології їх одержання

ФК 14. Здатність до використання спеціального програмного забезпечення та моделювання в хімії, володіти навичками роботи з комп'ютером на рівні користувача, використовувати інформаційні технології для рішення експериментальних і практичних завдань у галузі професійної діяльності .

### 3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «**Фізична хімія**» є опанування таких навчальних дисциплін (НД) освітньої програми «Хімія» (ОП) (2019 р.) підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти:

- ОК 6 Вища математика;
- ОК 7 Фізика;
- ОК 11 Неорганічна хімія;
- ОК 13 Аналітична хімія;
- ОК 15 Будова речовини;
- ОК 16 Фізичні методи дослідження.

### 4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «Хімія» (2019 р.), вивчення навчальної дисципліни «**Фізична хімія**» повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Розуміти ключові хімічні поняття, основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються природничих наук та наук про життя і землю, а також хімічних технологій на рівні, достатньому для їх застосування у професійній діяльності та для забезпечення можливості в подальшому глибоко розуміти спеціалізовані області хімії.	ПРН 1
Розуміти основи математики на рівні, достатньому для досягнення інших результатів навчання, передбачених цим стандартом та освітньою програмою.	ПРН 2
Описувати хімічні дані у символічному вигляді.	ПРН 3

Розуміти основні закономірності та типи хімічних реакцій та їх характеристики.	ПРН 4
Розуміти зв'язок між будовою та властивостями речовин.	ПРН 5
Знати принципи і процедури фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типові обладнання та прилади.	ПРН 8
Планувати та виконувати хімічний експеримент, застосовувати придатні методики та техніки приготування розчинів та реагентів.	ПРН 9
Застосовувати основні принципи термодинаміки та хімічної кінетики для вирішення професійних завдань.	ПРН 10
Аналізувати та оцінювати дані, синтезувати нові ідеї, що стосуються хімії та її прикладних застосувань.	ПРН 13
Здійснювати експериментальну роботу з метою перевірки гіпотез та дослідження хімічних явищ і закономірностей.	ПРН 14

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Фізична хімія»:

Шифр ОРН	Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
ОРН 1	Одержання ґрунтовних знань в області фізичної хімії, засвоєння основних ідей курсу фізичної хімії, суті основних сучасних проблем та практичного значення фізичної хімії для їх ефективного вирішення для майбутньої професійної діяльності фахівця-хіміка; розуміння та знання ключових хімічних та фізико-хімічних понять, основних фактів, наукових концепцій фізичної хімії, її принципів та сучасних теорій, що описують хімічні процеси при різних умовах, формулювання та математичні вирази законів фізичної хімії; фундаментальних основ суміжних природничих наук та наук про життя і землю: фізики, біології, вищої математики тощо, а також хімічних технологій на рівні, достатньому для їх застосування у професійній діяльності та для забезпечення можливості в подальшому глибоко розуміти спеціалізовані області хімії. Вміти кваліфіковано застосовувати одержані знання, сучасні експериментальні фізико-хімічні методи дослідження, набуті практичні навички та уміння для науково обґрунтованого прогнозування, формулювання, оцінювання та розв'язання конкретних практичних завдань в області хімії у майбутній професійній діяльності фахівця-хіміка.	ПРН 1
ОРН 2	Формування ґрунтовної теоретичної бази та набуття практичних навичок і умінь в області фізичної хімії для ефективного здійснення професійної діяльності хіміка, що потребує оновлення та інтеграції його знань; засвоєння	ПРН 1

	<p>фізико-хімічних теорій, які дозволяють пояснювати відомі і передбачати нові наукові результати, шляхи та можливості одержання нових перспективних неорганічних і органічних матеріалів, дослідження їх властивостей та прогнозування практичного використання; вміти здійснювати науково грамотний підхід при застосуванні одержаних знань і нести відповідальність за професійний розвиток як висококваліфікованого фахівця-хіміка, а також формування здатності до подальшого професійного навчання з високим рівнем автономності.</p>	
ОРН 3	<p>Володіти знаннями та розумінням основ математики на рівні, достатньому для обробки та аналізу експериментальних результатів з хімічної термодинаміки простих і складних систем, електрохімії, хімічної кінетики та каталізу, здійснення оцінки та прогнозування можливості, напрямку та межі протікання хімічних реакцій, способів визначення термодинамічних, фізико-хімічних, кінетичних та каталітичних параметрів речовин та різних процесів; володіти математичним апаратом для проведення необхідних фізико-хімічних розрахунків параметрів та характеристик речовин і хімічних процесів при різних умовах; вміти використовувати теоретичні знання для практичного розв'язання задач з фізичної хімії; вміти робити об'єктивні логічні висновки щодо особливостей та закономірностей хімічних процесів на основі математичних розрахунків; використовувати їх для вирішення складних завдань і проблем, а також проведення досліджень з відповідного напрямку фізичної хімії.</p>	ПРН 2
ОРН 4	<p>Вміти описувати хімічні дані у символічному вигляді; вміти кваліфіковано, на основі отриманих теоретичних знань, набутих навичок, умінь, відповідних фізико-хімічних розрахунків розв'язувати нові якісні та кількісні задачі з фізичної хімії, вирішувати нові складні завдання та проблеми в області хімії; визначати відповідні фізико-хімічні параметри речовин, розчинів і хімічних реакцій; встановлювати та робити об'єктивні, науково обґрунтовані, логічні висновки про суть та причини досліджуваних явищ і процесів, фізико-хімічні властивості індивідуальних речовин, їх сумішей, механізм і стадії протікання досліджуваних хімічних реакцій в залежності від різних умов; правильно орієнтуватись та користуватись відповідною науковою і довідниковою літературою в практичній діяльності фахівця-хіміка.</p>	ПРН 3
ОРН 5	<p>Вміти застосовувати набуті знання, навички та уміння, основні теорії і методи фізичної хімії для опису хімічних</p>	ПРН 4

	законів і конкретних явищ, синтезу нових хімічних сполук із заданими властивостями, вміти аналізувати їх та оцінювати відповідність заданим вимогам; правильно застосовувати їх для розробки, прогнозування, створення нових речовин, сумішей, розчинів, каталізаторів, процесів, дослідження їх фізико-хімічних властивостей, встановлення і розуміння основних класифікацій, фізико-хімічних і кінетичних закономірностей та характеристик для різних типів хімічних реакцій: простих односторонніх реакцій I-го, II-го, нульового та від'ємного порядків; складних паралельних реакцій I-го та II-го порядків; складних зворотних реакцій I-го та II-го порядків; складних послідовних і спряжених реакцій; розгалужених та нерозгалужених ланцюгових реакцій; фото- та радіаційно-хімічних реакцій тощо.	
ОРН 6	Вміти проводити зіставлення і встановлення зв'язків між будовою, складом, фізико-хімічними, сорбційними та каталітичними властивостями індивідуальних речовин, характеристиками складних хімічних систем, явищами, процесами і механізмами, розуміти зв'язки між ними, вміти аналізувати вплив різних факторів на кінетику різних процесів, вплив кристалічної структури або аморфності, температури, площі поверхні й інших факторів на особливості формування, природу, концентрацію, силу та активність каталітичних центрів, а також для пояснення відомих та прогнозування нових наукових результатів.	ПРН 5
ОРН 7	Знати та вміти усвідомлено застосовувати знання, принципи і процедури фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, відповідні теоретичні та експериментальні методи дослідження фізичної хімії різноманітних явищ і процесів у природі, техніці та промисловості, типові обладнання, матеріали, прилади й устаткування для хімічних, фізико-хімічних, кінетичних та каталітичних досліджень різних речовин, розчинів, сумішей, каталізаторів, хімічних процесів на практиці для вирішення професійних завдань та розв'язання практичних проблем в області фізичної хімії.	ПРН 8
ОРН 8	Вміти планувати та виконувати фізико-хімічний експеримент; володіти методикою і технікою фізико-хімічного експерименту; застосовувати придатні методики та техніки приготування відповідних розчинів та реагентів для фізико-хімічних досліджень; володіти методологією та правильною організацією наукових фізико-хімічних досліджень речовин, розчинів, хімічних процесів при різних умовах.	ПРН 9

ОРН 9	Розуміти суть теоретичних та експериментальних фізико-хімічних методів дослідження для одержання та вивчення фізико-хімічних властивостей нових речовин, встановлення закономірностей та особливостей хімічних реакцій; для термодинамічних, поверхневих, кріоскопічних, ебуліоскопічних, термічних, електрохімічних, кінетичних, каталітичних та інших фізико-хімічних досліджень речовин і хімічних процесів.	ПРН 9
ОРН 10	Знати техніку виконання та проводити фізико-хімічні експериментальні дослідження і визначати відповідні параметри простих та складних термодинамічних систем: при визначенні термодинамічних властивостей речовин та процесів, молярної маси досліджуваних речовин методом Мейєра, кріоскопічними та ебуліоскопічними методами, при вимірюваннях в'язкості, поверхневого натягу рідин та розчинів речовин, для визначення різних видів теплових ефектів хімічних реакцій, теплот розчинення та теплот гідратації солей, для визначення тиску насиченої пари, прихованих молярних теплот випаровування різних рідин, електропровідності розчинів різних видів електролітів та обчислення їх ступеня дисоціації, при визначенні концентрації розчинів різними сучасними фізико-хімічними методами: калориметричними методами, методами кондуктометричного титрування, електрометричного титрування, потенціометричного титрування тощо, при дослідженні рухливостей та чисел переносу різних іонів, при визначенні добутку розчинності важкорозчинних солей, іонного добутку води, при вимірюванні електрорушійних сил гальванічних елементів та визначенні електродних потенціалів окремих електродів, при визначенні величини потенціалу розкладу, водневого показника рН різних буферних систем та їх буферної ємності, при визначенні кінетичних параметрів простих та складних хімічних процесів: швидкості реакції, її молекулярності, порядку реакції, енергії активації та ін., при визначенні швидкостей гомогенних і гетерогенних каталітичних процесів та їх кінетичних параметрів, при вивченні кінетики фотохімічних реакцій, кінетики термічного розкладу речовин тощо та інших фізико-хімічних вимірювань; вміти збирати, оцінювати та аналізувати відповідні літературні наукові дані.	ПРН 9
ОРН 11	Вміти застосовувати основні принципи хімічної термодинаміки, електрохімії, хімічної кінетики та каталізу для розуміння суті й пояснення різноманітних явищ і процесів у природі, промисловості та живих організмах на основі відповідних теорій і законів фізичної хімії;	ПРН 10

	прогнозувати можливість, напрямок і межу проходження хімічних процесів при різних умовах, їх особливості та закономірності; передбачати фізико-хімічні властивості індивідуальних речовин та їх сумішей, хімічних процесів; здійснювати прогнозований синтез та підбір нових речовин, складних систем та каталізаторів із заданими параметрами та їх аналіз для різних видів процесів; розраховувати кінетичні параметри простих та складних хімічних процесів, оцінювати ефективність відповідних фізико-хімічних методів для вирішення практичних проблем та професійних завдань.	
ОРН 12	Вміти аналізувати та оцінювати фізико-хімічні дані, одержані шляхом термодинамічних, електрохімічних, кінетичних або каталітичних досліджень; синтезувати нові ідеї, що стосуються фізичної хімії та її прикладних застосувань; вміти адаптуватись та діяти в новій ситуації, застосовувати здобуті фундаментальні знання з фізичної хімії при розробці нових наукових методик в новітніх промислових технологіях, зразках нової техніки і апаратури.	ПРН 13
ОРН 13	Вміти здійснювати експериментальну роботу на рівні лабораторного практикуму з метою перевірки гіпотез та досліджень хімічних та фізико-хімічних явищ і закономірностей; вміти планувати, організовувати та приймати участь у проведенні експериментальних наукових досліджень в області фізичної хімії з використанням сучасного фізико-хімічного обладнання; володіти дослідницькими навичками щодо використання лабораторного обладнання і приладів для визначення термодинамічних, фізико-хімічних, кінетичних та каталітичних параметрів речовин, розчинів, сумішей, каталізаторів, хімічних процесів в різних умовах та проведення відповідних експериментальних досліджень.	ПРН 14
ОРН 14	Вміти грамотно обробляти одержані результати та робити обґрунтовані висновки; вміти кваліфіковано інтерпретувати експериментально отримані дані дослідження та співвідносити їх з відповідними теоріями фізичної хімії, відомими гіпотезами та закономірностями протікання хімічних явищ та процесів, які стосуються хімічної термодинаміки простих та складних систем, електрохімії, хімічної кінетики та каталізу.	ПРН 14

## **5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ**

### **Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання**

У процесі вивчення навчальної дисципліни використовуються різноманітні методи навчання:

- за джерелом інформації (словесні: розповідь, бесіда, лекція; наочні: ілюстрація, демонстрація; практичні: задачі тощо);
- за логікою передачі і сприймання навчальної інформації (індуктивні, дедуктивні, аналітичні, синтетичні);
- за ступенем самостійності мислення студентів при засвоєнні знань (репродуктивні, пошукові, дослідницькі) та ін.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни «**Фізична хімія**» є:

- усна відповідь (колоквіум) або есе (письмовий колоквіум);
- стандартизовані тести (за необхідності);
- завдання на лабораторному обладнанні (лабораторні заняття);
- розрахункові роботи;
- розв'язування задач.

### **Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання**

Враховуючи достатню складність теоретичного та експериментального навчального матеріалу, а також великий обсяг інформації з навчальної дисципліни «Фізична хімія», вивчення якого передбачає та потребує необхідності ґрунтовних знань студента з хімії, фізики та вищої математики та поєднання їх з відповідними практичними навичками та вміннями, тому з метою ефективного та якісного його засвоєння студентами на належному науково-методичному рівні, вивчення навчальної дисципліни «Фізична хімія» для здобувачів вищої освіти галузі знань 10 Природничі науки спеціальності 102 Хімія освітньої програми «Хімія» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти здійснюється протягом 5-7 семестрів.

Процедура оцінювання знань здобувачів вищої освіти відбувається згідно з відповідними положеннями, що затверджені в ДВНЗ «УжНУ» і здійснюється за накопичувальною бально-рейтинговою системою, що передбачає оцінювання студентів за усі види аудиторної та навчальної діяльності. Поточне оцінювання рівня засвоєння теми здійснюється на практичних заняттях (*5-ий семестр*) та лабораторних заняттях (*6-ий і 7-ий семестри*). Рейтингова оцінка формується на основі поточних оцінок та результатів виконання модульних контрольних робіт, підсумкова оцінка за дисципліну може дорівнювати рейтинговій або ж встановлюватись за підсумками складання заліку.

Форми контролю:

**поточний контроль** здійснюється на кожному лабораторному занятті відповідно до конкретних цілей теми, а також під час індивідуальної роботи викладача зі студентом для тих програмних питань, які студент опрацьовує самостійно та вони не входять до структури лабораторного заняття.

Застосовуються види об'єктивного (стандартизованого) контролю теоретичної та практичної підготовки студентів, які включають: усну відповідь (колоквіум) або есе (письмовий колоквіум), тестовий контроль (за необхідності), розв'язування задач на практичному занятті, розв'язування задач для самостійної роботи (письмово), виконання лабораторного практикуму.

Поточний контроль під час вивчення навчальної дисципліни проходить в індивідуальній, груповій, фронтальній формі.

Методи поточного контролю: усний, письмовий, тестовий (за необхідності), практичний. Методи підсумкового контролю: *залік (5-ий семестр), екзамен (6-ий семестр)* та *екзамен (7-ий семестр)*, які проводяться усно.

Поточний контроль знань та умінь студентів з навчальної дисципліни «Фізична хімія» поєднується з проведенням по розділах «Хімічна термодинаміка простих та складних систем»: **двох** модульних контрольних робіт та підсумкового контролю у формі **заліку** (5-ий семестр) та **двох** модульних контрольних робіт й підсумкового контролю у формі **екзамену** (6-ий семестр); а також по розділах «Електрохімія. Кінетика. Каталіз»: **двох** модульних контрольних робіт й підсумкового контролю у формі **екзамену** (7-ий семестр).

Форма *модульного контролю*: здійснюється у письмовій формі.

При визначенні оцінки за модуль враховуються результати модульної контрольної роботи та поточного контролю під час практичних або лабораторних занять, колоквіумів, контрольних робіт, самостійної роботи (та за необхідності, індивідуальної роботи). Максимальна оцінка з кожного модульного контролю – 100 балів.

Згідно «Положення про систему оцінювання навчальної діяльності, порядок переведення, відрахування та поновлення студентів, які навчаються за кредитно-модульною системою організації навчального процесу в УжНУ» навчальна діяльність студента оцінюється наступним чином.

Для лекційно-практичних та лекційно-лабораторних навчальних дисциплін кількість балів, яку студент набирає за один модуль, визначається як сума балів за поточну навчальну діяльність (50%) та балів модульної контрольної роботи (50%).

**Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти  
з навчальної дисципліни «Фізична хімія»:**

**Розділи «Хімічна термодинаміка простих та складних систем»:**

**Практичні заняття**

**5 семестр**

**Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (Модуль 1)**

Поточне оцінювання та самостійна робота					Модульна контрольна робота 1	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	50	<b>100</b>
10	10	10	10	10		

T1, T2, T3, T4, T5 – теми;

**Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (Модуль 2)**

Поточне оцінювання та самостійна робота				Модульна контрольна робота 2	Сума
T6	T7	T8	T9	50	<b>100</b>
12	14	12	12		

T6, T7, T8, T9 – теми.

**Лабораторні заняття**

**6 семестр**

**Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (Модуль 1)**

Поточне оцінювання та самостійна робота				Модульна контрольна робота 1	Сума
T1	T2	T3	T4	50	<b>100</b>
12	12	12	14		

T1, T2, T3, T4 – теми;

**Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (Модуль 2)**

Поточне оцінювання та самостійна робота			Модульна контрольна робота 2	Сума
T5	T6	T7	50	<b>100</b>
16	18	16		

T5, T6, T7 – теми.

**Розділи «Електрохімія. Кінетика. Каталіз»:  
Лабораторні заняття  
7 семестр**

**Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (Модуль 3)**

Поточне оцінювання та самостійна робота						Модульна контрольна робота 1	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	50	<b>100</b>
8	8	9	8	8	9		

T1, T2, T3, T4, T5, T6 – теми;

**Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (Модуль 4)**

Поточне оцінювання та самостійна робота						Модульна контрольна робота 2	Сума
T7	T8	T9	T10	T11	T12	50	<b>100</b>
8	8	9	8	8	9		

T8, T9, T10, T11, T12 – теми.

**Оцінювання окремих видів навчальної роботи  
з навчальної дисципліни «Фізична хімія»**

**Розділи «Хімічна термодинаміка простих та складних систем»:**

**Практичні заняття  
5 семестр**

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількіс ть	Максималь на кількість балів (сумарна)	Кількі сть	Максималь на кількість балів (сумарна)
Усне опитування теоретичного матеріалу	2	15	2	15
Розв'язування задач на практичному занятті	2	15	2	15
Самостійна робота студента	2	20	2	20
Модульна контрольна робота	1	50	1	50
<b>Разом</b>		<b>100</b>		<b>100</b>

**Лабораторні заняття**  
**6 семестр**

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)	2	15	2	15
Усний колоквиум або есе (письмовий колоквиум)	2	15	2	15
Самостійна робота студента	2	20	2	20
Модульна контрольна робота	1	50	1	50
<b>Разом</b>		<b>100</b>		<b>100</b>

**Розділи «Електрохімія. Кінетика. Каталіз»:**  
**Лабораторні заняття**  
**7 семестр**

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)	6	10	5	10
Комп'ютерне тестування при тематичному оцінюванні	6	10	5	10
Есе (письмовий колоквиум)	6	10	5	10
Самостійна робота студента	6	20	5	20
Модульна контрольна робота	1	50	1	50
<b>Разом</b>		<b>100</b>		<b>100</b>

Максимальна оцінка з підсумкового (семестрового) контролю становить 100 балів. Студенти, підсумкова модульна оцінка яких становить 35-59 балів, зобов'язані пройти підсумковий (семестровий) контроль у формі, передбаченій навчальним планом з даної дисципліни - **заліку** (5-ий семестр), **екзамену** (6-ий семестр) та **екзамену** (7-ий семестр). До підсумкового (семестрового) контролю з даної навчальної дисципліни не допускаються студенти, які не виконали усі види обов'язкових робіт (лабораторних, розрахункових, (тестових (за необхідності)

тощо), передбачених робочою програмою, а також підсумкова модульна оцінка яких становить менше 35 балів.

Форма проведення **підсумкового контролю** є стандартизованою та включає контроль теоретичної та практичної підготовки, проводиться у вигляді **заліку** (5-ий семестр), **екзамену** (6-ий семестр) та **екзамену** (7-ий семестр).

Максимальна кількість балів модульного підсумкового контролю дорівнює **100 балів**. Кількість балів, яку студент набирає за один модуль, визначається як сума балів за поточну навчальну діяльність (максимум **50 балів**) та балів модульної контрольної роботи (максимум **50 балів**). Модульний підсумковий контроль вважається зарахованим, якщо студент сумарно набрав не менше **60 балів**.

### **Критерії оцінювання поточної навчальної діяльності**

Оцінку *«відмінно»* (90-100 % балів) одержує студент, який брав активну участь в обговоренні найбільш складних питань з теми заняття, дав не менше 90% правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, без помилок відповів на письмові завдання, виконав практичну роботу та виклав її результати у належній формі.

Оцінку *«добре»* (74-89 % балів) одержує студент, який брав участь в обговоренні найбільш складних питань з теми, дав не менше 74% правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, припустився окремих незначних помилок у відповідях на письмові завдання, виконав практичну роботу та виклав її результати у належній формі.

Оцінку *«задовільно»* (60-73 % бали) одержує студент, який брав участь в обговоренні найбільш складних питань з теми, дав не менше 60% правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, припустився значних помилок у відповідях на письмові завдання, виконав практичну роботу та виклав її результати у належній формі.

Оцінку *«незадовільно»* (0-59 % балів) одержує студент, який не брав участь в обговоренні найбільш складних питань з теми, дав менше 60 % правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, припустився грубих помилок у відповідях на письмові завдання або взагалі не дав відповідей на них, не виконав практичну роботу та не виклав її результати у належній формі.

### **Критерії оцінювання модульної контрольної роботи**

Модульна контрольна робота складається за підготовленими завданнями (білетами) з варіантами однакового рівня складності. Тривалість виконання усієї модульної контрольної роботи становить 1,5 години (тобто 2 академічні години). Під час виконання модульної контрольної роботи користуватись будь-якими інформаційними джерелами заборонено. Модульна контрольна робота здійснюється у письмовій формі шляхом відповідей на теоретичні питання (та тестові завдання за необхідності). Кожна правильна відповідь оцінюється певною кількістю балів.

У модульну контрольну роботу входять: відповіді на теоретичні питання, (за необхідності може містити питання по самостійній роботі, або тести, або розв'язування задач). Наприклад, модульний білет може містити три теоретичні питання та питання по самостійній роботі (або двадцять тестових питань за необхідності). Теоретичні питання потребують розлогої письмової відповіді. (На тестових завданнях до кожного питання пропонується чотири варіанти відповіді, серед яких тільки один є правильним). Розподіл максимально можливих балів здійснюється таким чином: 60% балів студент може здобути правильно відповівши на три теоретичні питання (давши розлогу відповідь на основні визначення, записавши та пояснивши необхідні формули, схематично зарисувавши графічні залежності до певного теоретичного питання) та 40 % балів за розлогу письмову відповідь на питання по самостійній роботі (або відповівши правильно на усі двадцять тестових завдань за необхідності). Із двох академічних годин (традиційної пари тривалістю 90 хвилин) приблизно 60 хвилин виділяється на письмові відповіді на три теоретичні питання та до 30 хвилин на відповідь на питання по самостійній роботі (або на відповіді на тестові завдання за необхідності).

Оцінку «*відмінно*» (90-100 % балів) одержує студент, який дав не менше 90 % правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, без помилок відповідей на письмові завдання.

Оцінку «*добре*» (74-89 % балів) одержує студент, який дав не менше 74 % правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, припустився окремих незначних помилок у відповідях на письмові завдання.

Оцінку «*задовільно*» (60-73 % бали) одержує студент, який дав не менше 60 % правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, припустився значних помилок у відповідях на письмові завдання.

Оцінку «*незадовільно*» (0-59 % балів) одержує студент, який дав менше 60 % правильних відповідей на стандартизовані тестові завдання, припустився грубих помилок у відповідях на письмові завдання або не надав відповіді на поставлені перед ним письмові завдання.

### **Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю**

Підсумковий семестровий рейтинг виводиться як середнє арифметичне двох модулів. Відповідно до Положення про оцінювання навчальних досягнень студентів за кредитно-модульною системою, якщо підсумкова модульна оцінка становить не менше 60 балів, то за згодою студента вона може бути зарахована як підсумкова (семестрова) оцінка з навчальної дисципліни. Студенти, яких не влаштовує підсумкова позитивна оцінка, виставлена викладачем за результатами модульних контролів, а також ті, хто отримав оцінку «незадовільно» і при цьому не мають невідпрацьованих практичних або лабораторних занять, мають право складати залік (5-ий семестр), **екзамен** (6-ий семестр), **екзамен** (7-ий семестр) з дисципліни. До підсумкового (семестрового) контролю з конкретної дисципліни у вигляді заліку студент денної форми навчання допускається тоді, коли за результатами модульних контролів він набрав не менше 35 % можливих балів. За

результатами відповіді на заліку або екзамені виставляється оцінка за стобальною шкалою. Незалежно від того, чи студент складає залік або екзамен у зв'язку з тим, що в нього підсумкова модульна оцінка незадовільна (35-59 балів), чи з метою підвищення позитивної оцінки, викладач виставляє студенту оцінку, керуючись виключно рівнем його знань, виявлених на заліку, тобто, виходячи зі 100 балів, але при цьому виставлена підсумкова (семестрова) оцінка не може бути нижчою за підсумкову модульну оцінку.

Критерії оцінювання модульного та підсумкового семестрового контролю:

- оцінку «*відмінно*» (90-100 балів, А) заслуговує студент, який: всебічно, систематично і глибоко володіє навчально-програмовим матеріалом; вміє самостійно виконувати завдання, передбачені програмою, використовує набуті знання і вміння у нестандартних ситуаціях; засвоїв основну і ознайомлений з додатковою літературою, яка рекомендована програмою; засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни та усвідомлює їх значення для професії, яку він набуває; вільно висловлює власні думки, самостійно оцінює різноманітні життєві явища і факти, виявляючи особистісну позицію; самостійно визначає окремі цілі власної навчальної діяльності, виявив творчі здібності і використовує їх при вивченні навчально-програмового матеріалу, проявив нахил до наукової роботи.
- оцінку «*добре*» (82-89 балів, В) – заслуговує студент, який: повністю опанував і вільно (самостійно) володіє навчально-програмовим матеріалом, в тому числі застосовує його на практиці, має системні знання в достатньому обсязі відповідно до навчально-програмового матеріалу, аргументовано використовує їх у різних ситуаціях; має здатність до самостійного пошуку інформації, а також до аналізу, постановки і розв'язування проблем професійного спрямування; під час відповіді допустив деякі неточності, які самостійно виправляє, добирає переконливі аргументи на підтвердження вивченого матеріалу;
- оцінку «*добре*» (74-81 бал, С) заслуговує студент, який: в загальному роботу виконав, але при підсумковому контролі робить певну кількість помилок; вміє порівнювати, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом викладача, в цілому самостійно застосовувати на практиці, контролювати власну діяльність; опанував навчально-програмовий матеріал, успішно виконав завдання, передбачені програмою, засвоїв основну літературу, яка рекомендована програмою;
- оцінку «*задовільно*» (64-73 бали, D) – заслуговує студент, який: знає основний навчально-програмовий матеріал в обсязі, необхідному для подальшого навчання і використання його у майбутній професії; виконує завдання непогано, але зі значною кількістю помилок; ознайомлений з основною літературою, яка рекомендована програмою; допускає на заняттях чи екзамені помилки при виконанні завдань, але під керівництвом викладача знаходить шляхи їх усунення.
- оцінку «*задовільно*» (60-63 балів, E) – заслуговує студент, який: володіє основним навчально-програмовим матеріалом в обсязі, необхідному для

подальшого навчання і використання його у майбутній професії, а виконання завдань задовольняє мінімальні критерії. Знання мають репродуктивний характер.

- оцінка «незадовільно» (35-59 балів, FX) – виставляється студенту, який: виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань.
- оцінку «незадовільно» (0-34 балів, F) – виставляється студенту, який володіє навчальним матеріалом тільки на рівні елементарного розпізнавання і відтворення окремих фактів або не володіє зовсім; допускає грубі помилки при виконанні завдань, передбачених програмою; не може продовжувати навчання і не готовий до професійної діяльності після закінчення університету без повторного вивчення даної дисципліни.

Переведення результатів, отриманих за 100-бальною шкалою оцінювання в національну 4-х бальну та шкалу за системою ECTS здійснюється за наступною схемою:

Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		Іспит	Залік
90-100	A	Відмінно	Зараховано
82-89	B	Добре	
74-81	C		
64-73	D	Задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання	Незараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	Незараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Студент, який отримав за результатами підсумкового контролю оцінку «незараховано» (0-34 бали, F), зобов'язаний пройти повторний курс вивчення дисципліни (під час додаткового семестру) і скласти **залік** (5-ий семестр), **екзамен** (6-ий семестр) та **екзамен** (7-ий семестр).

Результати підсумкового контролю знань заносяться до залікової (5-ий семестр), та екзаменаційних (6-ий та 7-ий семестри) відомостей.

## **6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **6.1. Зміст навчальної дисципліни**

#### **Модуль 1. ТЕОРІЯ АГРЕГАТНИХ СТАНІВ. ОСНОВИ ХІМІЧНОЇ ТЕРМОДИНАМІКИ**

##### **Змістовий модуль №1. ВСТУП. ПРЕДМЕТ ФІЗИЧНОЇ ХІМІЇ**

##### **Тема 1. Вступ. Предмет фізичної хімії.**

Предмет і завдання фізичної хімії, її значення. Основні розділи фізичної хімії. Методи дослідження фізичної хімії: теоретичні та експериментальні. Історичний огляд розвитку фізичної хімії. Сучасний стан та перспективи розвитку фізичної хімії в світі та Україні. Досягнення вітчизняних вчених та науковців кафедри фізичної та колоїдної хімії ННІХЕ ДВНЗ «УжНУ» в галузі фізичної хімії.

##### **Змістовий модуль №2. АГРЕГАТНИЙ СТАН РЕЧОВИН**

##### **Тема 2. Агрегатний стан речовин. Ідеальні та реальні гази.**

Агрегатний стан речовин. Властивості газів у стані плазми. Природа газоподібного стану. Ідеальні та реальні гази. Основні закони ідеальних газів. Рівняння стану ідеального газу. Універсальна газова стала, її фізичний зміст. Зв'язок універсальної газової сталої з теплоємностями. Реальні гази. Аналіз рівняння стану реального газу. Діаграми стиснення ідеальних та реальних газів.

##### **Тема 3. Рідини.**

Загальна характеристика рідкого стану. В'язкість і текучість рідин. Одиниці вимірювання в'язкості. Основні рівняння гідродинаміки потоку Ньютона і Пуазейля. Умови їх застосування. Фактори, що впливають на величину в'язкості. Причини відхилення від ламінарного потоку. Методи визначення в'язкості. Практичне застосування в'язкості та методів її визначення в різних галузях н/г та промисловості.

##### **Змістовий модуль №3. ПОВЕРХНЕВІ ЯВИЩА**

##### **Тема 4. Поверхневі явища.**

Поверхневий натяг як вільна поверхнева енергія на межі розділу двох фаз. Одиниці вимірювання поверхневого натягу. Фактори, що впливають на величину поверхневого натягу. Поверхнево-активні та поверхнево-інактивні речовини. Їх характеристика, особливості будови, приклади. Ізотерми поверхневого натягу. Правило Траубе – Дюкло.

##### **Тема 5. Адсорбція.**

Основні поняття адсорбції. Рівняння Гіббса. Поверхнева активність. Позитивна та негативна адсорбція. Методи визначення поверхневого натягу та закони, на

яких ці методи ґрунтуються. Формула Бачинського. Парахор. Практичне застосування поверхневого натягу та адсорбції в різних галузях.

## **Змістовий модуль №4. ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА**

### **Тема 6. Хімічна термодинаміка, її основні поняття.**

Термодинаміка, її зміст, основні поняття. Термодинамічна система. Термодинамічний процес. Параметри стану системи. Внутрішня енергія та ентальпія. Теплоота та робота. Теплоємність речовин. Рівняння взаємозв'язку між середньою та дійсною теплоємностями.

### **Тема 7. I закон термодинаміки. Робота різних процесів.**

I закон термодинаміки, висновки з нього. Зв'язок теплових ефектів при сталому об'ємі та при постійному тиску. Термодинамічне обґрунтування закону Гесса. Обороти та необороти процеси. Рівноважні та нерівноважні процеси. Робота та теплоота різних процесів для ідеального газу: ізобарного, ізохорного, ізотермічного та адіабатичного.

### **Тема 8. Термохімія.**

Термохімія. Теплові ефекти хімічних реакцій. Теплоти утворення, згорання, розчинення, нейтралізації тощо. Енергія хімічного зв'язку. Закон Гесса, висновки з нього. Застосування закону Гесса для розрахунків теплових ефектів хімічних реакцій. Залежність теплового ефекту хімічних реакцій від температури. Формула Кірхгофа, виведення та аналіз. Калориметричні методи вимірювання теплових ефектів. Застосування I закону термодинаміки до хімічних та біологічних систем.

### **Тема 9. II закон термодинаміки. Методи розрахунку ентропії.**

II закон термодинаміки, його формулювання та аналітичний вираз. Застосування ентропії як критерію рівноваги та направленості самовільних процесів в ізольованих системах. Доведення існування ентропії за допомогою циклу Карно. Об'єднане начало термодинаміки, його характеристика. Статистичний характер II начала термодинаміки. Формула Больцмана. Методи розрахунку ентропії для різних процесів: ізобарного, ізохорного, ізотермічного, адіабатичного. Зміна ентропії при фазових переходах. Застосування таблиць стандартних величин для розрахунків зміни ентропії. Постулат Планка. Абсолютне значення ентропії.

### **Тема 10. III закон термодинаміки. Характеристичні функції та термодинамічні потенціали.**

III закон термодинаміки та існування природного начала відліку температур. Теплова теорема Нернста. Характеристичні функції та термодинамічні потенціали. Енергія Гельмгольца (ізохорно-ізотермічний потенціал, вільна внутрішня енергія). Енергія Гіббса (ізобарно-ізотермічний потенціал, вільна ентальпія), їх фізичний зміст. Диференціальні рівняння для термодинамічних потенціалів та зв'язок їх частинних похідних з параметрами стану системи.

## **Тема 11. Умови рівноваги в термодинамічних системах. Рівняння максимальної роботи хімічної реакції.**

Застосування енергії Гельмгольца та енергії Гіббса в якості критеріїв направленості самовільних процесів. Розрахунок енергії Гельмгольца та енергії Гіббса за допомогою таблиць стандартних величин. Загальні умови рівноваги, їх вираження через характеристичні функції. Рівняння максимальної роботи Гіббса-Гельмгольца. Рівняння з калоричними коефіцієнтами.

## **Модуль 2. ТЕРМОДИНАМІКА РОЗЧИНІВ. ФАЗОВІ РІВНОВАГИ**

### **Змістовий модуль №5. РОЗЧИНИ.**

#### **Тема 12. Розчини. Основи термодинаміки розчинів.**

Загальне поняття розчину. Практичне значення розчинів в різних галузях промисловості та життєдіяльності живих організмів. Концентрація розчину та методи її вираження. Фактори, що впливають на розчинність речовин. Закон Генрі, його застосування для ідеальних та реальних розчинів. Рівняння Сеченова. Основи термодинаміки розчинів. Хімічний потенціал. Рівняння Гіббса-Дюгема. Термодинамічні функції ідеальних та реальних розчинів. Парціальні мольні величини.

#### **Тема 13. Ідеальні та реальні розчини, їх властивості.**

Закони Рауля. Позитивне і негативне відхилення від закону Рауля. Закони Коновалова. Розділення сумішей шляхом перегонки. Азеотропні суміші. Взаємна розчинність рідин. Нижня і верхня критичні температури.

#### **Тема 14. Ебуліоскопія. Кріоскопія. Осмос.**

Температура кипіння розчинів нелетких речовин. Ебуліоскопія. Температура замерзання розчинів нелетких речовин. Кріоскопія. Ебуліоскопічна та кріоскопічна сталі, їх фізичний зміст. Вивід формули для обчислення молекулярної маси. Осмос. Осмотичний тиск розчинів. Закон Вант-Гоффа. Біологічна роль осмосу.

### **Змістовий модуль №6. РІВНОВАГИ. ФАЗОВІ ПЕРЕТВОРЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ РЕЧОВИН**

#### **Тема 15. Рівноваги в газах і розчинах. Їх характеристики.**

Загальне поняття про рівноваги. Загальні ознаки фізичних та хімічних рівноваг. Якісна характеристика рівноваг. Принцип Ле Шательє-Брауна. Кількісна характеристика рівноваг. Константа хімічної рівноваги. Способи вираження константи рівноваги в гомогенних системах. Особливості хімічної рівноваги в розчинах. Закон діючих мас Гульдберга-Вааге, його застосування. Виведення закону діючих мас кінетичним та термодинамічним методами. Зв'язок між  $K_p$  і  $K_c$ ,  $K_f$  і  $K_a$ . Області їх застосування.

## **Тема 16. Рівняння ізотерми, ізобари та ізохори хімічної реакції. Хімічна спорідненість речовин.**

Рівняння ізотерми хімічної реакції (рівняння максимальної корисної роботи Вант-Гоффа), його виведення. Особливості вираження константи рівноваги для гетерогенної реакції. Рівняння ізотерми для гетерогенної реакції. Залежність константи рівноваги від температури. Рівняння ізобари та ізохори хімічної реакції, їх виведення. Інтегрування рівняння ізобари. Хімічна спорідненість речовин. Принцип Бертоло та його спрощення. Методи розрахунку хімічної спорідненості. Експериментальні методи визначення констант рівноваги та хімічної спорідненості в гомогенних та гетерогенних системах.

## **Тема 17. Фазові перетворення індивідуальних речовин.**

Фазові переходи індивідуальних речовин I та II роду. Термодинаміка фазових переходів. Вивід рівняння Клапейрона-Клаузіуса. Застосування рівняння Клапейрона-Клаузіуса до процесів плавлення. Застосування рівняння Клапейрона-Клаузіуса до процесів випаровування. Правила Трютонна, Кістяківського, Антуана. Залежність тиску насиченої пари рідин та твердих тіл від температури.

## **Змістовий модуль №7. ГЕТЕРОГЕННІ РІВНОВАГИ**

### **Тема 18. Правило фаз Гіббса. Однокомпонентні системи.**

Загальні умови рівноваги в гетерогенних системах. Поняття: фаза, компонент, ступінь вільності. Хімічний потенціал багатоконпонентних систем. Правило фаз Гіббса, його виведення. Однокомпонентні системи. Діаграми стану однокомпонентних систем: води (неповна та повна діаграми стану), сірки та фосфору.

### **Тема 19. Двокомпонентні системи.**

Двокомпонентні системи. Діаграми стану двокомпонентних систем. Бінарні сплави, евтектика. Хімічні сполуки в бінарних сплавах з конгруентною та інконгруентною точками плавлення. Тверді розчини. Дальтоніди і бертоліди.

### **Тема 20. Основи фізико-хімічного аналізу. Трикомпонентні системи.**

Основи фізико-хімічного аналізу. Термічний аналіз. Принцип побудови діаграм стану склад – властивості. Загальна характеристика трикомпонентних систем. Діаграми стану трикомпонентних систем. Метод трикутника: Розебома та Гіббса. Обмежена розчинність трьох рідин.

## **Модуль 3. ЕЛЕКТРОХІМІЯ**

### **Змістовий модуль №8. ЕЛЕКТРОПРОВІДНІСТЬ РОЗЧИНІВ ЕЛЕКТРОЛІТІВ**

#### **Тема 21. Розчини електролітів.**

Теорія електролітичної дисоціації Арреніуса. Причини дисоціації, сольватація іонів у розчинах. Сильні, середні та слабкі електроліти. Теорії кислот і основ: Арреніуса, Бренстеда – Лоурі, Льюїса. Провідники першого та другого роду. Типи електропровідності: загальна, питома та еквівалентна. Фактори, що впливають на електропровідність сильних та слабких електролітів. Закон розбавлення Оствальда. Активність іонів. Іонна сила розчину. Теорія Дебая – Гюккеля. Електрофоретичний та релаксаційний ефекти. Практичне застосування електропровідності.

### **Тема 22. Рухливість іонів. Кондуктометрія.**

Фактори, що впливають на рухливість іонів. Закон незалежності руху іонів (закон Кольрауша). Числа переносу. Метод (схема) Гітторфа. Електрохімічний метод рухомої межі. Кондуктометрія. Кондуктометричне титрування сильною кислотою сильною основою. Кондуктометричне титрування слабкої кислоти сильною основою. Кондуктометричне титрування суміші сильною та слабкої кислот сильною основою. Ефект Віна та Дебая – Фолькенгагена.

## **Змістовий модуль №9. ЕЛЕКТРОХІМІЯ ГАЛЬВАНІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ**

### **Тема 23. Електроодні потенціали.**

Теорія електродного потенціалу. Виникнення та будова подвійного електричного шару. Електрохімічний ряд напруг металів. Газові та окисно-відновні електроди або напівелементи. Стандартний водневий електрод. Формула Нернста. Електроди I та II роду. Електроди порівняння: каломельний електрод. Електроди порівняння: хлорсрібний електрод. Виникнення електрорушійної сили (ЕРС) між електродами з різними потенціалами. Залежність ЕРС від різних факторів. Вимірювання електрорушійних сил. Нормальний елемент Вестона.

### **Тема 24. Гальванічні елементи.**

Сучасне значення гальванічних елементів для практики. Історія відкриття та розвитку гальванічних елементів. Елемент Гальвані. Гальванічний стовп Вольти. Хімічні гальванічні елементи. Класичний елемент Даніеля – Якобі (цинк-мідний елемент). Термодинаміка гальванічного елемента. Концентраційний (аргентум-нітратний) гальванічний елемент. Окисно-відновний (олов'яний) гальванічний елемент. Сухий гальванічний елемент Лекланше (цинк-графітовий елемент). Акумулятори як вторинні хімічні джерела електричного струму або гальванічні елементи багаторазового використання. Кислотний (свинцевий) та лужний (залізо-нікелевий) акумулятори. Літій-іонні та літій-полімерні батареї.

## **Змістовий модуль №10. ЕЛЕКТРОХІМІЧНА РІВНОВАГА**

### **Тема 25. Водневий показник. Буферні системи.**

Електролітична дисоціація води. Іонний добуток води та його практичне значення. Водневий показник. Шкала рН. Методи визначення рН: колориметричний та потенціометричний. Індикаторні електроди: скляний та

хінгідронний. Іонселективні електроди. Гідроліз. Застосування методів гідролізу. Буферні суміші. Механізм дії буферних систем. Буферна ємність та фактори, що впливають на неї. Роль буферних систем в організмі людини.

### **Змістовий модуль №11. КІНЕТИКА ЕЛЕКТРОДНИХ ПРОЦЕСІВ**

#### **Тема 26. Електроліз. Поляризація. Корозія.**

Закони Фарадея. Хімічні перетворення в процесах електролізу. Електроліз водних розчинів. Потенціал розкладу. Електродна поляризація. Перенапруга виділення водню. Рівняння Тафеля. Теорія сповільненого розряду. Полярографія. Теорії корозії. Методи захисту від корозії. Катодний та анодний захист. Покриття та легування металів. Інгібітори корозії.

### **Модуль 4. ХІМІЧНА КІНЕТИКА ТА КАТАЛІЗ**

### **Змістовий модуль №12. ОСНОВИ ХІМІЧНОЇ КІНЕТИКИ**

#### **Тема 27. Кінетика хімічних реакцій.**

Основні поняття хімічної кінетики. Механізм реакцій, прості та складні хімічні реакції. Швидкість хімічної реакції та фактори, що на неї впливають. Енергія активації. Енергетичні діаграми хімічної реакції. Молекулярність реакції. Порядок реакції. Константа швидкості реакції. Прості реакції. Кінетика та константа швидкості для простої односторонньої (необоротної) реакції першого порядку. Кінетичні рівняння та кінетичні криві. Період напівперетворення. Прості односторонні (необоротні) реакції другого, нульового та від'ємного порядків. Зв'язок між кінетикою та термодинамікою хімічної реакції. Складні реакції, їх типи та кінетика. Складні паралельні реакції I-го та II-го порядків. Складні зворотні реакції I-го та II-го порядків. Складні послідовні та спряжені реакції.

### **Змістовий модуль №13. ТЕОРІЯ ХІМІЧНОЇ КІНЕТИКИ**

#### **Тема 28. Кінетичні теорії та експериментальні методи хімічної кінетики.**

Теорія (рівняння) Арреніуса. Теорія активних зіткнень Гіншельвуда. Розрахунки швидкості реакції за кількістю зіткнень. Квазімономолекулярні реакції. Теорія (схема) Ліндемана. Методи визначення порядку реакції. Метод підстановки. Метод початкових швидкостей. Метод ізоляції за Оствальдом. Методи Вант-Гоффа. Метод побудови графіка. Метод мінімізації. Кінетика гомогенних реакцій у потоці. Поточні реактори з та без перемішування. Теорія активованого комплексу. Метод активованого комплексу.

### **Змістовий модуль №14. ЛАНЦЮГОВІ РЕАКЦІЇ**

#### **Тема 29. Ланцюгові хімічні перетворення. Фотохімія.**

Ланцюгові реакції. Реакції із замкнутими циклами. Складні хімічні реакції за участю активних проміжних сполук. Кінетика та термодинаміка складних процесів. Методи активації молекул. Оцінка концентрації атомів та радикалів у реакційній системі. Типи ланцюгових реакцій. Нерозгалужені ланцюгові реакції.

Механізм та кінетика нерозгалужених ланцюгів. Розгалужені ланцюгові реакції. Теорії ланцюгових реакцій. Довжини ланцюга та розгалужень. Індукційний період. Межі спалаху та вибухів. Інгібування ланцюгових процесів. Закони фотохімії. Квантовий вихід та типи фотохімічних реакцій. Фотосенсибілізовані реакції. Фотохімічне ініціювання реакцій полімеризації. Фотохімічні перетворення в атмосфері Землі.

### **Змістовий модуль №15. ГОМОГЕННИЙ КАТАЛІЗ**

#### **Тема 30. Гомогенні каталітичні процеси.**

Загальна характеристика каталітичних процесів. Каталіз та каталізатори. Гомогенний каталіз у газовій фазі. Енергетична діаграма для гомогенних газових процесів. Гомогенний каталіз у рідкій фазі. Каталіз у розчинах. Загальний та специфічний кислотно-основний каталіз. Рівняння Бренстеда. Функція Гаммета. Окисно-відновний каталіз. Теорія проміжних сполук гомогенного каталізу.

### **Змістовий модуль №16. ГЕТЕРОГЕННИЙ КАТАЛІЗ**

#### **Тема 31. Гетерогенні каталітичні процеси.**

Загальні положення гетерогенних каталітичних процесів. Активність та продуктивність каталізаторів. Удавана (видима) енергія активації гетерогенного каталізатора. Вибірковість дії або селективність каталізаторів. Об'ємна швидкість і час контактування. Метали як гетерогенні каталізатори. Оксиди як каталізатори. Солі як каталізатори. Складні суміші як каталізатори. Промотовані й змішані каталізатори. Носії каталізаторів. Отруєння каталізаторів. Теорії гетерогенного каталізу. Теорія проміжних сполук. Одностадійна теорія (схема). Теорія поверхневих проміжних з'єднань. Теорія активних центрів. Мультиплетна теорія. Теорія активних ансамблів. Електронні й ланцюгові механізми. Макрокінетика гетерогенних процесів. Кінетика і механізм гетерогенних реакцій.

### **Змістовий модуль №17. РАДІАЦІЙНІ ХІМІЧНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ**

#### **Тема 32. Радіаційна хімія.**

Взаємодія іонізуючих випромінювань з речовиною. Кількісні характеристики радіаційно-хімічних перетворень. Швидкості радіаційно-хімічних реакцій. Види радіаційно-хімічних перетворень. Дія іонізуючого випромінювання на воду та водні розчини. Дія іонізуючого випромінювання на органічні речовини. Механізми первинної (ініціюючої) дії проникаючих випромінювань.

## 6.2. Структура навчальної дисципліни

### РОЗДІЛИ: «ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА ПРОСТИХ ТА СКЛАДНИХ СИСТЕМ»

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин: <b>360</b>					
	Форма навчання: <b>денна</b>					
	Усього	у тому числі				
лекції		практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна а робота	самостійна робота	
<b>Розділи: Хімічна термодинаміка простих та складних систем</b>						
<b>Рік підготовки: 3-ій</b>						
<b>5-ий та 6-ий семестри</b>						
<b>Модуль 1. Теорія агрегатних станів. Основи хімічної термодинаміки</b>						
<b>Змістовий модуль 1. Вступ. Предмет фізичної хімії</b>						
Тема 1. Вступ. Предмет фізичної хімії.	23	2		6		15
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>23</b>	<b>2</b>		<b>6</b>		<b>15</b>
<b>Змістовий модуль 2. Агрегатний стан речовин</b>						
Тема 2. Агрегатний стан речовин. Ідеальні та реальні гази.	24	4	2	12		6
Тема 3. Рідини.	25	4		6		15
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>49</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>18</b>		<b>21</b>
<b>Змістовий модуль 3. Поверхневі явища</b>						
Тема 4. Поверхневі явища.	10	4		6		
Тема 5. Адсорбція.	19	4				15
<b>Разом за змістовим модулем 3</b>	<b>29</b>	<b>8</b>		<b>6</b>		<b>15</b>
<b>Змістовий модуль 4. Хімічна термодинаміка</b>						
Тема 6. Хімічна термодинаміка, її основні поняття.	2	2				
Тема 7. I закон термодинаміки. Робота різних процесів.	32	2	2	6		22
Тема 8. Термохімія.	10	2	2			6
Тема 9. II закон термодинаміки. Методи розрахунку ентропії.	17	2	2	6		7
Тема 10. III закон термодинаміки. Характеристичні функції та термодинамічні потенціали.	17	2	2	6		7
Тема 11. Умови рівноваги в термодинамічних системах. Рівняння максимальної роботи хімічної реакції.	2	2				

<b>Разом за змістовим модулем 4</b>	<b>80</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>18</b>		<b>42</b>
<b>Модульна контрольна робота 1</b>						
<b>Разом за Модуль 1</b>	<b>181</b>	<b>30</b>	<b>10</b>	<b>48</b>		<b>93</b>
<b>Модуль 2. Термодинаміка розчинів. Фазові рівноваги</b>						
<b>Змістовий модуль 5. Розчини</b>						
Тема 12. Розчини. Основи термодинаміки розчинів.	30	2		6		22
Тема 13. Ідеальні та реальні розчини, їх властивості.	10	2	2	6		
Тема 14. Ебуліоскопія. Кріоскопія. Осмос.	19	4	2	6		7
<b>Разом за змістовим модулем 5</b>	<b>59</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>18</b>		<b>29</b>
<b>Змістовий модуль 6. Рівноваги. Фазові перетворення індивідуальних речовин</b>						
Тема 15. Рівноваги в газах і розчинах. Їх характеристики.	8	2		6		
Тема 16. Рівняння ізотерми, ізобари та ізохори хімічної реакції. Хімічна спорідненість речовин.	34	2				32
Тема 17. Фазові перетворення індивідуальних речовин.	17	2	2	6		7
<b>Разом за змістовим модулем 6</b>	<b>59</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>12</b>		<b>39</b>
<b>Змістовий модуль 7. Гетерогенні рівноваги</b>						
Тема 18. Правило фаз Гіббса. Однокомпонентні системи.	21	2	1	12		6
Тема 19. Двокомпонентні системи.	17	2	1	14		
Тема 20. Основи фізико-хімічного аналізу. Трикомпонентні системи.	23	2		6		15
<b>Разом за змістовим модулем 7</b>	<b>61</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>32</b>		<b>21</b>
<b>Модульна контрольна робота 2</b>						
<b>Разом за Модуль 2</b>	<b>179</b>	<b>20</b>	<b>8</b>	<b>62</b>		<b>89</b>
<b>Усього годин</b>	<b>360</b>	<b>50</b>	<b>18</b>	<b>110</b>		<b>182</b>

**РОЗДІЛИ: «ЕЛЕКТРОХІМІЯ. ХІМІЧНА КІНЕТИКА. КАТАЛІЗ»**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин <b>60</b>					
	Форма навчання: <b>денна</b>					
	Усього	у тому числі				
лекції		практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота	
<b>Розділи: Електрохімія. Хімічна кінетика. Каталіз</b>						
Рік підготовки: <b>3-ій</b>						
<b>6-ий семестр</b>						
<b>Модуль 3. Електрохімія</b>						
<b>Змістовий модуль 8. Електропровідність розчинів електролітів</b>						
Тема 21. Розчини електролітів	12	6				6
Тема 22. Рухливість іонів. Кондуктометрія	8	4				4
<b>Разом за змістовим модулем 8</b>	<b>20</b>	<b>10</b>				<b>10</b>
<b>Змістовий модуль 9. Електрохімія гальванічних елементів</b>						
Тема 23. Електродні потенціали	8	4				4
Тема 24. Гальванічні елементи	12	6				6
<b>Разом за змістовим модулем 9</b>	<b>20</b>	<b>10</b>				<b>10</b>
<b>Змістовий модуль 10. Електрохімічна рівновага</b>						
Тема 25. Водневий показник. Буферні системи	8	4				4
<b>Разом за змістовим модулем 10</b>	<b>8</b>	<b>4</b>				<b>4</b>
<b>Змістовий модуль 11. Кінетика електродних процесів</b>						
Тема 26. Електроліз. Поляризація. Корозія	12	6				6
<b>Разом за змістовим модулем 11</b>	<b>12</b>	<b>6</b>				<b>6</b>
<b>Разом за Модуль 3 (6-ий семестр)</b>	<b>60</b>	<b>30</b>				<b>30</b>
<b>Усього годин (6-ий семестр)</b>	<b>60</b>	<b>30</b>				<b>30</b>
<b>Розділи: Електрохімія. Хімічна кінетика. Каталіз (продовження)</b>						
Рік підготовки: <b>4-ий</b>						

<b>7-ий семестр</b>						
<b>Модуль 3. Електрохімія (продовження)</b>						
<b>Змістовий модуль 8. Електропровідність розчинів електролітів</b>						
Тема 21. Розчини електролітів	12			6		6
Тема 22. Рухливість іонів. Кондуктометрія	8			4		4
<b>Разом за змістовим модулем 8</b>	<b>20</b>			<b>10</b>		<b>10</b>
<b>Змістовий модуль 9. Електрохімія гальванічних елементів</b>						
Тема 23. Електродні потенціали	8			4		4
Тема 24. Гальванічні елементи	12			6		6
<b>Разом за змістовим модулем 9</b>	<b>20</b>			<b>10</b>		<b>10</b>
<b>Змістовий модуль 10. Електрохімічна рівновага</b>						
Тема 25. Водневий показник. Буферні системи	12			6		6
<b>Разом за змістовим модулем 10</b>	<b>12</b>			<b>6</b>		<b>6</b>
<b>Змістовий модуль 11. Кінетика електродних процесів</b>						
Тема 26. Електроліз. Поляризація. Корозія	8			4		4
<b>Разом за змістовим модулем 11</b>	<b>8</b>			<b>4</b>		<b>4</b>
<b>Модульна контрольна робота</b>						
<b>Разом за Модуль 3 (7-ий семестр)</b>	<b>60</b>			<b>30</b>		<b>30</b>
<b>Модуль 4. Хімічна кінетика та каталіз</b>						
<b>Змістовий модуль 12. Основи хімічної кінетики</b>						
Тема 27. Кінетика хімічних реакцій	24	6		6		12
<b>Разом за змістовим модулем 12</b>	<b>24</b>	<b>6</b>		<b>6</b>		<b>12</b>
<b>Змістовий модуль 13. Теорії хімічної кінетики</b>						
Тема 28. Кінетичні теорії та експериментальні методи хімічної кінетики	18	4		6		8
<b>Разом за змістовим модулем 13</b>	<b>18</b>	<b>4</b>		<b>6</b>		<b>8</b>
<b>Змістовий модуль 14. Ланцюгові реакції</b>						
Тема 29. Ланцюгові хімічні перетворення. Фотохімія	24	6		6		12
<b>Разом за змістовим модулем 14</b>	<b>24</b>	<b>6</b>		<b>6</b>		<b>12</b>
<b>Змістовий модуль 15. Гомогенний каталіз</b>						
Тема 30. Гомогенні каталітичні процеси	18	4		6		8
<b>Разом за змістовим модулем 15</b>	<b>18</b>	<b>4</b>		<b>6</b>		<b>8</b>
<b>Змістовий модуль 16. Гетерогенний каталіз</b>						
Тема 31. Гетерогенні каталітичні процеси	24	6		6		12
<b>Разом за змістовим модулем 16</b>	<b>24</b>	<b>6</b>		<b>6</b>		<b>12</b>
<b>Змістовий модуль 17. Радіаційні хімічні перетворення</b>						
Тема 32. Радіаційна хімія	12	4				8
<b>Разом за змістовим модулем 17</b>	<b>12</b>	<b>4</b>				<b>8</b>
<b>Модульна контрольна робота</b>						
<b>Разом за Модуль 4 (7-ий семестр)</b>	<b>120</b>	<b>30</b>		<b>30</b>		<b>60</b>
<b>Усього годин (7-ий семестр)</b>	<b>180</b>	<b>30</b>		<b>60</b>		<b>90</b>
<b>Усього годин (6-ий та 7-ий семестри)</b>	<b>240</b>	<b>60</b>		<b>60</b>		<b>120</b>

Усього годин (5-ий, 6-ий та 7-ий семестри)	600	110	18	170		302
--	-----	-----	----	-----	--	-----

### 6.3. Теми практичних занять з курсу «Фізична хімія»

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна
<b>Розділи: Хімічна термодинаміка простих та складних систем</b>		
<b>Рік підготовки: 3-ій</b>		
<b>5-ий семестр</b>		
<b>Модуль 1</b>		
1.	Агрегатний стан речовин. Ідеальні та реальні гази.	2
2.	I закон термодинаміки. Робота різних процесів. Ізобари, ізотерми, ізохори, адіабати.	2
3.	Термохімія. Закон Гесса, висновки з нього.	2
4.	II закон термодинаміки. Цикл Карно. Розрахунки ККД теплових машин і холодильника. Методи розрахунку ентропії.	2
5.	III закон термодинаміки. Характеристичні функції та термодинамічні потенціали. Умови рівноваги та направленості процесів. Рівняння максимальної роботи Гіббса-Гельмгольца.	2
<b>Модуль 2</b>		
6.	Розчини. Концентрація розчинів. Основи термодинаміки розчинів. Закони Рауля. Закони Коновалова.	2
7.	Ебуліоскопія. Кріоскопія. Осмос.	2
8.	Фазові перетворення індивідуальних речовин. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса.	2
9.	Гетерогенні рівноваги. Правило фаз Гіббса. Діаграми стану систем.	2
	<b>Разом:</b>	<b>18</b>

#### 6.4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми, назва лабораторної роботи*	Кількість годин
		денна
<b>Розділи: Хімічна термодинаміка простих та складних систем</b>		
<b>Рік підготовки: 3-ій</b>		
<b>6-ий семестр</b>		
<b>Модуль 1</b>		
1.	Вступне заняття. Організація лабораторних занять з курсу «Фізичної хімії». Ознайомлення з правилами охорони праці та техніки безпеки.	6
2.	Визначення густини пари та молярного об'єму речовини в пароподібному стані.	6
3.	Дослідження рівняння стану ідеального газу.	6
4.	Визначення в'язкості системи етиловий спирт-вода.	6
5.	Визначення поверхневого натягу на межі рідина-повітря і парахору індивідуальних речовин.	6
6.	Визначення теплоти згорання речовин за допомогою калориметра Юнкерса.	6
7.	Визначення теплоти розчинення і теплоти гідратації солі.	6
8.	Визначення концентрації сильної кислоти при нейтралізації її сильним лугом.	6
<b>Модуль 2</b>		
9.	Визначення критичної температури взаємного розчинення рідин.	6
10.	Визначення молярної маси розчиненої речовини криоскопічним методом.	6
11.	Ебуліоскопічний метод визначення молярної маси розчиненої речовини по Сиволобову.	6
12.	Визначення тиску насиченої пари рідин і молярної прихованої теплоти пароутворення.	6
13.	Рівновага реакції дисоціації $N_2O_4 \leftrightarrow 2NO_2$ та її залежність від температури.	6
14.	Градуювання термометра опору.	6
15.	Калібрування термопари.	6
16.	Термічний аналіз двокомпонентної системи.	8
17.	Побудова діаграми плавлення двокомпонентної $KNO_3-NaNO_3$ .	6
18.	Вивчення взаємної розчинності в трикомпонентній системі.	6
<b>Разом (за 6-ий семестр):</b>		<b>110</b>

Примітка \*- Використання викладачем по мірі необхідності.

№ з/п	Назва теми та лабораторної роботи *	Кількість годин
		денна
<b>Розділи: Електрохімія. Хімічна кінетика. Каталіз</b>		
<b>7-ий семестр</b>		
<b>Модуль 3</b>		
1.	Розчини електролітів. Лабораторна робота 1. Визначення електропровідності електролітів та обчислення ступеня дисоціації; Лабораторна робота 2. Визначення розчинності малорозчинних сполук; Лабораторна робота 3. Визначення іонного добутку води.	6
2.	Рухливість іонів. Кондуктометрія. Лабораторна робота 4. Визначення рухливості іонів перманганату; Лабораторна робота 5. Визначення чисел переносу іонів $H^+$ і $SO_4^{2-}$ ; Лабораторна робота 6. Визначення концентрації кислоти методом кондуктометричного титрування.	4
3.	Електродні потенціали. Лабораторна робота 7. Вимірювання електрорушійних сил гальванічних елементів та визначення електродних потенціалів окремих електродів; Лабораторна робота 8. Визначення зміни термодинамічних функцій реакції, що проходить в хінгідронному електроді (напівелементі).	4
4.	Гальванічні елементи. Лабораторна робота 9. Визначення зміни термодинамічних функцій реакцій, що проходять в гальванічному елементі Даніеля–Якобі; Лабораторна робота 10. Визначення добутку розчинності важкорозчинних солей.	6
5.	Водневий показник. Буферні системи. Лабораторна робота 11. Визначення водневого показника потенціометричним методом; Лабораторна робота 12. Визначення концентрації кислоти методом електрометричного титрування.	6
6.	Електроліз. Поляризація. Корозія. Лабораторна робота 13. Визначення потенціалу розкладу розчинів електролітів.	4

<b>Модуль 4</b>		
7.	Кінетика хімічних реакцій. Лабораторна робота 14. Визначення константи швидкості інверсії тростникового цукру.	6
8.	Кінетичні теорії та експериментальні методи хімічної кінетики: Лабораторна робота 15. Визначення константи швидкості реакції другого порядку.	6
9.	Ланцюгові хімічні перетворення. Фотохімія. Лабораторна робота 16. Фотохімічний розклад пероксиду водню; Лабораторна робота 17. Визначення молекулярної рефракції органічних речовин.	6
10.	Гомогенні каталітичні процеси. Лабораторна робота 18. Визначення швидкості гомогенного розкладу пероксиду водню.	6
11.	Гетерогенні каталітичні процеси. Лабораторна робота 19. Визначення швидкості гетерогенного розкладу пероксиду водню.	6
<b>Разом (за 7-ий семестр):</b>		<b>60</b>

**Примітка** \*- Використання викладачем по мірі необхідності.

### 6.5. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна
<b>Розділи: Хімічна термодинаміка простих та складних систем</b>		
<b>Рік підготовки: 3-ій</b>		
<b>5-ий семестр</b>		
<b>Модуль 1</b>		
1.	Розв'язування задач по темі: «Агрегатний стан речовин. Ідеальні та реальні гази».	6
2.	Розв'язування задач по темі: «I закон термодинаміки. Робота різних процесів. Ізобари, ізотерми, ізохори, адіабати».	6
3.	Розв'язування задач по темі: «Термохімія. Закон Гесса, висновки з нього».	7
4.	Розв'язування задач по темі: «II закон термодинаміки. Цикл Карно. Розрахунки ККД теплових машин і холодильника. Методи розрахунку ентропії».	7
5.	Розв'язування задач по темі: «III закон термодинаміки. Характеристичні функції та термодинамічні потенціали. Умови рівноваги та направленості процесів. Рівняння максимальної роботи Гіббса-Гельмгольца».	7
<b>Модуль 2</b>		
6.	Розв'язування задач по темі: «Розчини. Концентрація розчинів. Основи термодинаміки розчинів. Закони Рауля. Закони Коновалова».	7
7.	Розв'язування задач по темі: «Ебуліоскопія. Кріоскопія. Осмос».	7
8.	Розв'язування задач по темі: «Фазові перетворення індивідуальних речовин. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса».	7
9.	Розв'язування задач по темі: «Гетерогенні рівноваги. Правило фаз Гіббса. Діаграми стану систем».	6
<b>Разом (за 5-ий семестр):</b>		<b>60</b>
<b>Розділи: Хімічна термодинаміка простих та складних систем</b>		
<b>Рік підготовки: 3-ій</b>		
<b>6-ий семестр</b>		
1.	Сучасний стан та перспективи розвитку фізичної хімії в світі та Україні. Досягнення вітчизняних вчених та науковців кафедри фізичної та колоїдної хімії ННІХЕ	15

	ДВНЗ «УжНУ» в галузі фізичної хімії.	
2.	Практичне застосування в'язкості та методів її визначення в різних галузях н/г та промисловості.	15
3.	Практичне застосування поверхневого натягу та адсорбції в різних галузях.	15
4.	Калориметричні методи вимірювання теплових ефектів. Застосування І закону термодинаміки до хімічних та біологічних систем.	15
5.	Практичне значення розчинів в різних галузях промисловості та життєдіяльності живих організмів.	15
6.	Рівняння ізотерми хімічної реакції (рівняння максимальної корисної роботи Вант-Гоффа), його виведення. Особливості вираження константи рівноваги для гетерогенної реакції. Рівняння ізотерми для гетерогенної реакції. Залежність константи рівноваги від температури. Рівняння ізобари та ізохори хімічної реакції, їх виведення. Інтегрування рівняння ізобари. Хімічна спорідненість речовин. Принцип Бертло та його спрощення. Методи розрахунку хімічної спорідненості. Експериментальні методи визначення констант рівноваги та хімічної спорідненості в гомогенних та гетерогенних системах.	32
7.	Тверді розчини. Дальтоніди і бертоліди.	15
	<b>Разом (за 6-ий семестр):</b>	<b>122</b>
	<b>Всього:</b>	<b>182</b>

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна
<b>Розділи: Електрохімія. Хімічна кінетика. Каталіз</b>		
<b>Рік підготовки: 3-ій</b>		
<b>6-ий семестр</b>		
<b>Модуль 3</b>		
1.	Електрофоретичний та релаксаційний ефекти.	6
2.	Ефект Віна та Дебая – Фолькенгагена.	4
3.	Нормальний елемент Вестона.	4
4.	Сухий гальванічний елемент Лекланше (цинк-графітовий елемент).	6
5.	Роль буферних систем в організмі людини.	6
6.	Перенапруга виділення водню. Рівняння Тафеля.	4
	<b>Разом (за 6-ий семестр):</b>	<b>30</b>
<b>Розділи: Електрохімія. Хімічна кінетика. Каталіз (продовження)</b>		
<b>Рік підготовки: 4-ий</b>		

<b>7-ий семестр</b>		
<b>Модуль 3 (продовження)</b>		
1.	Практичне застосування електропровідності.	6
2.	Кондуктометричне титрування суміші сильної та слабкої кислот сильною основою.	4
3.	Вимірювання електрорушійних сил.	4
4.	Літій-іонні та літій-полімерні батареї.	6
5.	Гідроліз. Застосування методів гідролізу.	4
6.	Покриття та легування металів. Інгібітори корозії.	6
<b>Разом за Модуль 3 (за 7-ий семестр):</b>		<b>30</b>
<b>Модуль 4</b>		
7.	Зв'язок між кінетикою та термодинамікою хімічної реакції. Складні послідовні та спряжені реакції.	12
8.	Теорія активованого комплексу. Метод активованого комплексу.	8
9.	Кінетика та термодинаміка складних процесів. Оцінка концентрації атомів та радикалів у реакційній системі.	12
10.	Окисно-відновний каталіз. Теорія проміжних сполук гомогенного каталізу.	8
11.	Макрокінетика гетерогенних процесів. Кінетика і механізм гетерогенних реакцій.	12
12.	Дія іонізуючого випромінювання на органічні речовини. Механізми первинної (ініціюючої) дії проникаючих випромінювань.	8
<b>Модуль 4 (за 7-ий семестр):</b>		<b>60</b>
<b>Разом (за 7-ий семестр):</b>		<b>90</b>
<b>Всього (за 6-ий та 7-ий семестри):</b>		<b>120</b>

## **7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА**

Для належного забезпечення освітнього процесу при вивченні навчальної дисципліни «Фізична хімія» використовуються аудиторії та лабораторії Навчально-наукового інституту хімії та екології як окремого корпусу структурного підрозділу ДВНЗ «Ужгородський національний університет». Наявні лекційні аудиторії, що обладнані мультимедійним обладнанням, комп'ютерний клас, спеціалізовані навчальні та науково-дослідні лабораторії, зокрема, й кафедри фізичної та колоїдної хімії, які теж забезпечені комп'ютерною технікою з необхідним програмним забезпеченням для інформаційного пошуку та обробки даних. В корпусі Навчально-наукового інституту хімії та екології ДВНЗ «УжНУ» забезпечено необмежений відкритий доступ до Інтернет-мережі. Для забезпечення освітнього процесу залучаються прилади Центру колективного

користування науковим обладнанням «Лабораторія експериментальної та прикладної фізики».

Аудиторії (навчально-лабораторний корпус Навчально-наукового інституту хімії та екології, м. Ужгород, вул. Фединця, 53)

Технічні засоби: Мультимедійне забезпечення (комп'ютер, проектор), персональний комп'ютер Samsung, персональний комп'ютер LG – 4 шт., мультимедійний проектор EPSON EB-X-400, мультимедійний проектор EPSON EB-X05, комп'ютер портативний Lenovo V15 ADA – 5 шт., комп'ютер портативний Samsung RV 518, комп'ютер портативний Acer E5-521, принтер – 2 шт.

Обладнання: Навчальне та лабораторне обладнання спеціалізованих навчальних та науково-дослідних лабораторій кафедри фізичної та колоїдної хімії, згідно з діючими нормами оснащення: атомно-адсорбційний спектрометр Aurora Instrument AI 1200 (2016), кріостат Termex КРІО-ВТ-01 (2016), електрична муфельна піч СНО 8,2/1100 И4А (2022), аналітичні терези WA-21 - 2 шт., терези технічні ВКЛТ-160 - 8 шт., терези електронні AVAgo з 2 чашами 0,1-2000 г MHZ (2020) – 2 шт., терези електронні Pocket Scale MH 200 TS-C06 (2019) - 4 шт., рефрактометр П-161, сталагмометр – 8 шт., віскозиметр – 4 шт., прилад Ребіндера – 4 шт., прилад Мейера для випаровування речовини і визначення молярної маси і молярного об'єму пари досліджуваної речовини – 3 шт., калориметр Юнкерса для визначення теплоти згорання органічних речовин – 3 шт., установка для визначення теплоти розчинення та теплоти гідратації солі – 2 шт., калориметрична установка для визначення концентрації кислоти методом при нейтралізації її лугом – 2 шт., прилад для кріоскопічних вимірювань (у т.ч. холодильник, кріоскоп, термометр Бекмана), прилад для ебуліоскопічних вимірювань, установка для визначення критичної температури взаємного розчинення рідин – 4 шт., установка для вимірювання тиску насиченої пари і молярної прихованої теплоти пароутворення – 2 шт., прилад для градування термометра опору – 2 шт., прилад для калібрування термопари – 2 шт., установка для термічного аналізу двокомпонентної системи – 2 шт., установка для вивчення взаємної розчинності в трикомпонентній системі та побудови діаграми стану системи – 2 шт., установка для дослідження кінетики термічного розкладу речовини (у т.ч. реактор, термостат) – 2 шт., установка для визначення електропровідності електролітів і обчислення їх ступеня дисоціації (у т.ч. реохордний міст, електроди) – 4 шт., установка для визначення розчинності малорозчинних сполук – 2 шт., установка для визначення іонного добутку води – 2 шт., установка для визначення рухливості іонів перманганату – 2 шт., установка для визначення чисел переносу іонів  $H^+$  і  $SO_4^{2-}$  – 2 шт., установка для визначення концентрації кислоти методом кондуктометричного титрування – 2 шт., установка для визначення добутку розчинності важкорозчинних солей (у т.ч. нормальний елемент Вестона, гальванометр, реохорд, електроди, акумулятор) – 2 шт., установка для вимірювання електроушійної сили гальванічних елементів та

визначення електродних потенціалів окремих електродів (у т.ч. нормальний елемент Вестона, гальванометр, реохорд, набір електродів для створення гальванічних елементів, акумулятор) – 3 шт., вольтметр, універсальний напівпровідниковий випрямляч) – 2 шт., установка для визначення зміни термодинамічних функцій реакції, що проходить в хінгідронному електроді (напівелементі) – 2 шт., установка для визначення зміни термодинамічних функцій реакцій, що проходять в гальванічному елементі Даніеля–Якобі– 2 шт., установка для визначення водневого показника буферних систем потенціометричним методом (у т.ч. потенціометр, нормальний елемент Вестона, гальванометр, хінгідронно-каломельний елемент, акумулятор) – 2 шт., установка для електрометричного титрування (у т.ч. електролізер, нормальний елемент Вестона, каломельний електрод, гальванометр, потенціометр, акумулятор) – 2 шт., установка для визначення потенціалу розкладу розчинів електролітів – 2 шт., кінетична установка для визначення константи швидкості реакції другого порядку – 2 шт., кінетична установка для визначення константи швидкості реакції другого порядку – 2 шт., установка для визначення молекулярної рефракції органічних речовин – 2 шт., кінетична установка для визначення швидкості фотохімічних реакцій та енергії активації процесів – 2 шт., каталітична установка для визначення швидкості гомогенних каталітичних реакцій та енергії активації процесів – 3 шт., каталітична установка для визначення швидкості гетерогенних каталітичних реакцій та енергії активації процесів – 3 шт., реохордний міст Р-4833– 4 шт., звуковий генератор – 2 шт., осцилограф – 2 шт., магазин опорів Р-33 – 4 шт., реохорди – 4 шт., електроди – 10 шт., терези технічні – 8 шт., насос Комовського – 2 шт., сушильна шафа, електроплитки – 8 шт., тощо.

Штативи з пробірками, штативи з мірними пробірками, лабораторні залізні штативи, хімічний посуд та реактиви, гумові груші, наважки та інші.

Програмне забезпечення, інформаційні технології та засоби онлайн навчання: Windows 10, Microsoft Power Point, система електронного навчання (віртуальне навчальне середовище) Moodle (<https://elearn.uzhnu.edu.ua>); Google Meet, Viber, Zoom (безкоштовна версія), електронна пошта на базі глобальних інформаційно-комунікаційних порталів, внутрішня корпоративна електронна пошта ДВНЗ «УжНУ»; особистий кабінет викладача на основі відкритих медіа ресурсів корпорації Google; офіційний веб-сайт ДВНЗ «УжНУ» <http://www.uzhnu.edu.ua>; сайт інституту ННІХЕ ДВНЗ «УжНУ»; Наукова бібліотека ДВНЗ «УжНУ» (м.Ужгород, вул. Університетська, 14), <http://www.lib.uzhnu.edu.ua/>), читальні зали; електронний репозитарій ДВНЗ «УжНУ» <https://dspace.uzhnu.edu.ua>; доступ до пошукових ресурсів (Reaxys та ін.); сайт МОН України <http://www.mon.gov.ua> тощо.

## 8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

### Основна література

1. Гомонай В.І., Гомонай О.В. Фізична хімія (Затверджено Міністерством освіти і науки України як підручник для студентів хімічних спеціальностей вищих навчальних закладів). – Ужгород: ВАТ «Патент».- 2004. – 712 с.
2. Гомонай В.І., Гомонай О.В. Фізична хімія. Частина 1. Хімічна термодинаміка. – Ужгород: Мистецька лінія.- 2000.- 292 с.
3. Гомонай В.І., Гомонай О.В. Фізична хімія. Частина 2. Хімічна кінетика. Каталітичні реакції. Фізико-хімія поверхневих явищ. Фото- та радіаційно-хімічні процеси. Електрохімія. – Ужгород: Мистецька лінія.- 2003.- 479 с.
4. Гомонай В.І. Фізична та колоїдна хімія: підручник для студ. вищ. навч. заклад. (Затверджено Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України як підручник для студентів вищих навчальних закладів). – Вид. 3-тє.- Вінниця: Нова Книга. – 2014. – 498 с.
5. Гомонай В.І. Фізична та колоїдна хімія: підручник для студ. вищ. навч. заклад. (Затверджено Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України як підручник для студентів вищих навчальних закладів). – Вид. 2-ге, переробл. і допов.- Вінниця: Нова Книга. – 2012. – 498 с.
6. Гомонай В.І. Фізична та колоїдна хімія. Підручник. (Затверджено Міністерством освіти і науки України як підручник для студентів вищих навчальних закладів). – Вінниця: Нова книга. – 2007. – 496 с.
7. Гомонай В.І. Фізична та колоїдна хімія. (Затверджено Міністерством освіти і науки України як підручник для студентів вищих навчальних закладів) – Ужгород: ВАТ «Патент» – 2006.- 494 с.
8. Яцимирський В.К. Фізична хімія: підручник для студ. вищих навч. закл. Ірпінь: Перун.- 2007.- 512 с.
9. Голуб Н.П., Козьма А.А. Методичні вказівки до лабораторного практикуму з курсу «Фізичної хімії» (Частина 1) для студентів ОС «Бакалавр» (спеціальність 102 Хімія та спеціальність 014.06 Середня освіта. Хімія) Навчально-наукового інституту хімії та екології ДВНЗ «Ужгородський національний університет».- Ужгород: ПП Роман О.І.- 2023.- 108 с.
10. Козьма А.А., Голуб Н.П. Методичні вказівки до лабораторного практикуму «Хімічна кінетика» для студентів ОС «Бакалавр» (спеціальність 102 Хімія та спеціальність 014.06 Середня освіта. Хімія). - Ужгород: ПП Роман О.І.- 2023.- 60 с.
11. Єршов Б.М., Гам М.С., Голуб Н.П. Електрохімія, Кінетика, Каталіз. Методичний посібник до лабораторного практикуму з фізичної хімії для студентів хімічного факультету. – Ужгород: ТОВ Колір принт. – 2002. – 84 с.
12. Рубцов В.І. Фізична хімія. Задачі та вправи.- Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна.- 2016.- 416 с.
13. Цветкова Л.Б. Фізична хімія: теорія і задачі: Навч. посібник. 3-тє вид, перер. І допов.- Київв: Вид-во «Каравела».- 2020. - 416 с.

14. Янчук О.М., Марчук О.В. Фізична хімія. Збірник задач: посібник для вузів.- Луцьк: *ЛДТУ*.- 2005. – 332 с.

### Допоміжна література

1. Лебідь В. І. Фізична хімія : підручник. - Харків : *Фоліо*.- 2005.- 478 с.
2. Кожухар В.Я., Усатюк І.І., Брем В.В., Єпутатов Ю.М. Фізична хімія: навчальний посібник. Одеса: *Одеська політехніка*.- 2021.- 302 с.
3. Яцимирський А.В., Болдирева О.Ю., Роїк О.С. Фізична хімія. Електрохімія: навч. посіб. для студ. хім. ф-тів вищ. навч. закл. - Київ: *LAT&K*.- 2015.- 138 с.
4. Янчук О.М., Марчук О.В. Фізична хімія. Хімічна та статистична термодинаміка: конспект лекцій для студентів факультету хімії, екології та фармації.- Луцьк: *ЛДТУ*.- 2020.- 132 с.
5. Раєвський Ю.А., Ван-Чин-Сян Ю.Я., Дібрівний В.М., Мельник Г.В. Фізична хімія: навчальний посібник для студентів. Частина 2. Львів: *Львівська політехніка*.- 2010. - 135 с.
6. Голуб Н.П., Гомонай В.І., Баренблат І.О., Козьма А.А., Дзямко В.М., Мільович С.С., Стерчо І.П. Медична хімія (фізична, колоїдна та біонеорганічна хімія). Навчальний посібник до лабораторного практикуму для студентів медичного факультету.- Ужгород: *Вид-во ФОП Сабов А.М.*- 2017. – 104 с.
7. Дзямко В.М., Голуб Н.П., Козьма А.А. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів з курсу «Фізична хімія об'єктів довкілля» ОС «Бакалавр» (спец. 101- Екологія).- Ужгород: *ПП Роман О.І.*- 2023.- 111 с.
8. Дзямко В.М., Голуб Н.П. Самостійна робота студентів з курсу «Фізична хімія». Навчально-методичний посібник для студентів 3-го курсу хімічного факультету УжНУ спеціальності – Екологія та охорона навколишнього середовища, Ужгород: *Вид-во УжНУ*.- 2013.- 100 с.
9. Голуб Н.П., Гомонай В.І., Секереш К.Ю., Богоста А.С. Медична хімія (Фізична, колоїдна та біонеорганічна хімія). Навчальний посібник до лабораторного практикуму для студентів медичного факультету. - Ужгород: *Вид-во «Патент»*.- 2007.- 135 с.
10. Голуб Н.П., Гомонай В.І., Секереш К.Ю., Богоста А.С. Фізична, колоїдна та біонеорганічна хімія. Навчальний посібник до лабораторного практикуму для студентів медичного факультету.–Ужгород: *Вид-во «Патент»*.- 2005.- 136 с.
11. Фізична хімія. Хімічна термодинаміка [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / уклад.: Т.А. Каменська, Г.А. Рудницька, М.Є. Пономарьов ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 2,594 Мбайт). – Київ : *КПІ ім. Ігоря Сікорського*.- 2021. – 257 с.
12. Юрченко І.О., Авраменко А.І. , Щербак М.О. Фізична та колоїдна хімія / Physical and colloidal chemistry.- Львів: *Вид-во «Магнолія-2006»*.- 2021.- 950 с.
13. Костржицький А. І., Калінов О. Ю., Тіщенко В. М., Берегова О. М. Фізична та колоїдна хімія / - Київ: *Центр учбової літератури*. - 2008.- 496 с.
14. Воловик Л.С. та ін. Фізична хімія: підручник. - Київ.- 2007.- 496 с. URL: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/889>

## Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

1. Електронний репозитарій Ужгородського національного університету - [dspace.uzhnu.edu.ua](https://dspace.uzhnu.edu.ua)
2. Служба пошуку наукових статей та матеріалів Google Академія [scholar.google.com.ua](https://scholar.google.com.ua)
3. [www.nbuv.gov.ua](http://www.nbuv.gov.ua) (бібліотека ім. В.І. Вернадського).
4. Система електронного навчання УжНУ - [e-learn.uzhnu.edu.ua](https://e-learn.uzhnu.edu.ua)

**Результати перегляду  
робочої програми навчальної дисципліни**

Робоча програма перезатверджена на 20\_\_ / 20\_\_ н.р. без змін; зі змінами  
(потрібне підкреслити)

(Додаток \_\_).

протокол № \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20\_\_ / 20\_\_ н.р. без змін; зі змінами  
(Додаток \_\_).

(потрібне підкреслити)

протокол № \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20\_\_ / 20\_\_ н.р. без змін; зі змінами  
(Додаток \_\_).

(потрібне підкреслити)

протокол № \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20\_\_ / 20\_\_ н.р. без змін; зі  
змінами(Додаток \_\_).

(потрібне підкреслити)

протокол № \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (Прізвище ініціали)