

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТУСА

МАЛАХОВСЬКА АНАСТАСІЯ ОЛЕКСАНДРІВНА

Допускається до захисту:
в.о. завідувача кафедри
фундаментальної та прикладної хімії,
д-р фіз-мат. наук, с. н. с.

Юлія РАССОХІНА
« » 2026 р.

**МОДЕРНІЗАЦІЯ КУРСУ «ФІЗИЧНА ХІМІЯ: ХІМІЧНА
ТЕРМОДИНАМІКА» В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ НАВЧАННЯМ
MOODLE**

Спеціальність 102 Хімія

Кваліфікаційна робота магістра

Науковий керівник:
С. В. Жильцова, доцент кафедри
фундаментальної та прикладної хімії,
канд. хім. наук, доцент

підпис

Оцінка: / / / /
(бали / за шкалою ЄКТС/ за національною шкалою)

Голова ЕК: _____
(підпис)

Вінниця 2026

АНОТАЦІЯ

Малаховська А. О. Модернізація курсу «Фізична хімія: хімічна термодинаміка» в системі управління навчанням Moodle. Спеціальність 102 Хімія, освітня програма «Хімія». Донецький національний університет імені Василя Стуса, Вінниця, 2026.

У магістерській роботі здійснено модернізацію електронного навчального курсу «Фізична хімія: хімічна термодинаміка» в LMS Moodle Донецького національного університету імені Василя Стуса. У результаті модернізації оновлено структуру курсу: розроблено глосарій термінів українською та англійською мовами, додано відеоматеріали, ресурси для самостійної роботи, тести для самоконтролю. Оптимізовано систему оцінювання відповідно до силабусу освітнього компонента. Проведено статистичний аналіз тестових завдань модульних контролів, який підтвердив їх високу надійність (близько 90% внутрішньої узгодженості) та дозволив виявити і скоригувати завдання з невідповідним критеріям індексом легкості. Оновлено банк тестових питань.

Встановлено, що модернізований курс відповідає більшості критеріїв внутрішньої сертифікації та готовий до впровадження в освітній процес.

Ключові слова: фізична хімія, термодинаміка, система управління навчанням, Moodle.

Табл. 5. Рис. 17. Бібліограф.: 46 найм.

Malakhovska A. Modernization of the “Physical Chemistry: Chemical Thermodynamics” Course in the Moodle Learning Management System. Specialty 102 Chemistry, educational program “Chemistry”. Vasyl’ Stus Donetsk National University, Vinnytsia, 2026.

This master’s thesis presents the modernization of the e-learning course “Physical Chemistry: Chemical Thermodynamics” in the Moodle LMS at Vasyl’ Stus Donetsk National University. As a result of the modernization, the course structure was updated, including the development of a glossary of terms in Ukrainian and English, the addition of video materials, study resources for independent work, and self-assessment quizzes.

The grading system was optimized in accordance with the course syllabus. A statistical analysis of module quizzes confirmed their high reliability (approximately 90 % internal consistency) and allowed the identification and correction of items with inappropriate difficulty levels based on the item facility index. The test bank was updated accordingly.

It was established that the modernized course meets most internal certification requirements and is ready for implementation in the educational process.

Keywords: physical chemistry, thermodynamics, learning management system, Moodle.

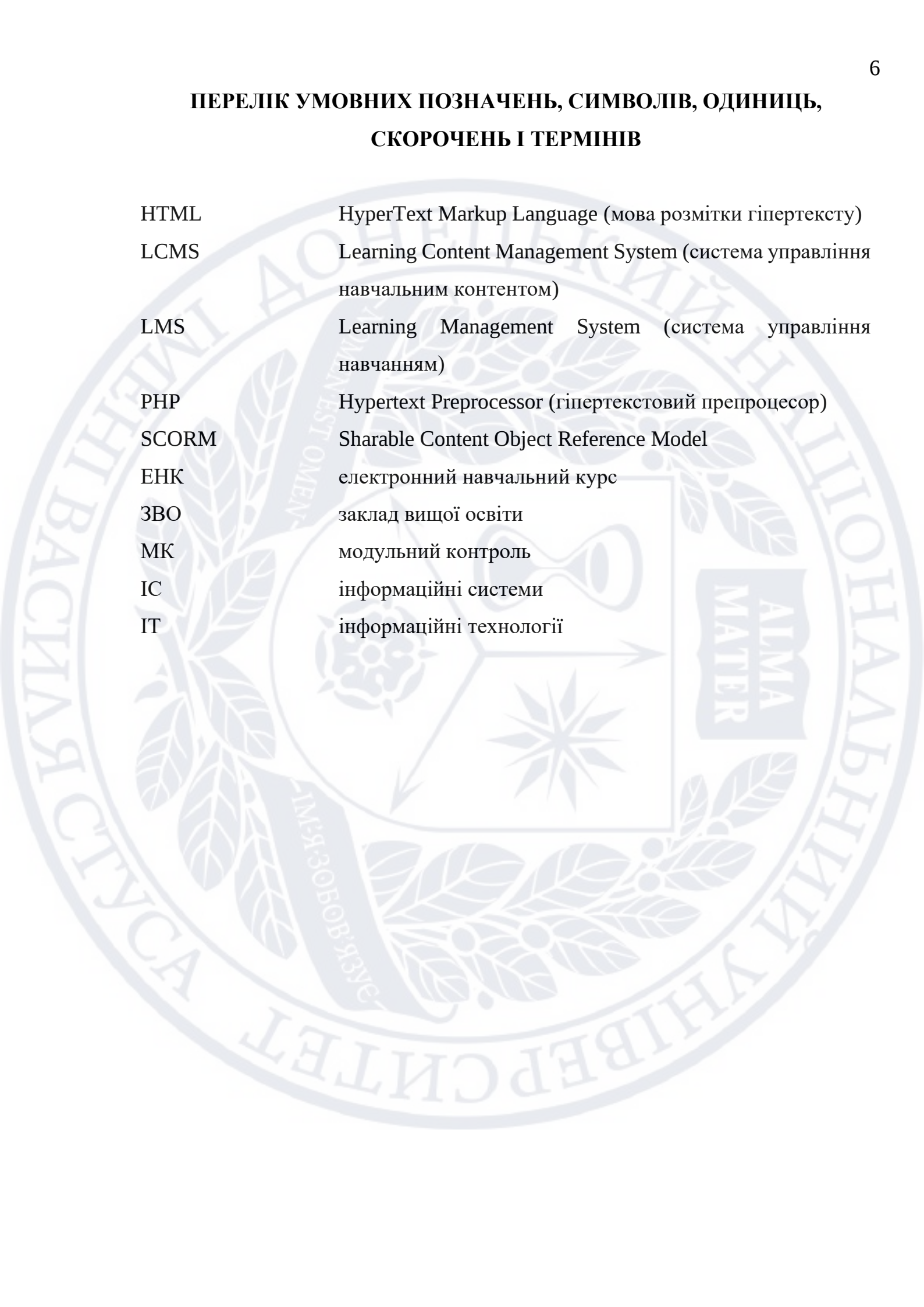
Tabl. 5. Fig. 17. Bibliography: 46 items.

ЗМІСТ

ЗМІСТ	4
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	6
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД	11
1.1 Сучасний стан розвитку дистанційної освіти в Україні та світі	11
1.2 Поняття дистанційного навчання	14
1.3 Переваги та недоліки дистанційного навчання.....	15
1.4 Системи управління навчанням.....	18
1.4.1 Основні функціональні можливості систем управління навчанням ..	19
1.4.2 Приклади систем управління навчанням.....	22
1.4.3 Переваги та недоліки Moodle.....	25
1.5 Використання LMS Moodle у STEM-освіті	25
РОЗДІЛ 2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	28
2.1 Об'єкт дослідження.....	28
2.2 ЕНК «Фізична хімія: хімічна термодинаміка» в LMS Moodle	33
2.2.1 Глосарій.....	34
2.2.2 Чат.....	34
2.2.3 Завдання	35
2.2.4 Тест	35
2.2.5 Журнал оцінок	36
2.3 Статистична обробка результатів тестування.....	37
2.4. Метод аналізу ЕНК щодо відповідності вимогам, які висуваються при процедурі внутрішньої сертифікації	39
2.5 Техніка безпеки	39
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	41
3.1 Аналіз електронного навчального курсу «Фізична хімія: хімічна термодинаміка»	41
3.2. Удосконалення структури електронного курсу в системі Moodle.....	45

	5
3.2.1 Створення елементу курсу «Глосарій»	45
3.2.2 Чат як елемент он-лайн спілкування для проведення консультацій	46
3.2.3 Елемент «завдання» для оцінювання задач, лабораторних робіт, колоквиумів та індивідуальних завдань	47
3.2.4 Англомовні відео як елемент мультимедійної підтримки навчання	49
3.2.5 Інформаційні ресурси курсу.....	50
3.2.6 Тести для самоконтролю знань здобувачів вищої освіти	51
3.3 Статистичний аналіз тестових модульних контролів	51
3.4 Оновлення банку питань ЕНК	58
3.5 Готовність ЕНК «Фізична хімія: хімічна термодинаміка» до внутрішньої сертифікації.....	62
ВИСНОВКИ.....	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ	66
ДОДАТОК А Елементи глосарію термінів ЕНК «Фізична хімія: хімічна термодинаміка»	72
ДОДАТОК Б Розроблені тестові завдання для оновлення банку питань	83

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**



HTML	HyperText Markup Language (мова розмітки гіпертексту)
LCMS	Learning Content Management System (система управління навчальним контентом)
LMS	Learning Management System (система управління навчанням)
PHP	Hypertext Preprocessor (гіпертекстовий препроцесор)
SCORM	Sharable Content Object Reference Model
ЕНК	електронний навчальний курс
ЗВО	заклад вищої освіти
МК	модульний контроль
ІС	інформаційні системи
ІТ	інформаційні технології

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Сьогодні в Україні та світі все більшого поширення набуває використання дистанційного навчання, спрямованого на гнучкість та доступність освіти. Цей напрям є одним із ключових у програмі реформування та модернізації системи вищої освіти в Україні [1]. Отримання вищої освіти дистанційно дає змогу здобувати вищу освіту людям з обмеженими можливостями, а також навчатися без відриву від виробництва. Згідно Закону України «Про вищу освіту», «дистанційна форма здобуття освіти – це індивідуалізований процес здобуття освіти, що відбувається в основному за опосередкованої взаємодії віддалених один від одного учасників освітнього процесу в спеціалізованому середовищі, що функціонує на основі сучасних психолого-педагогічних та інформаційно-комунікаційних технологій» [2].

Сучасний етап розвитку вищої освіти характеризується активною цифровізацією освітнього процесу та впровадженням дистанційних і змішаних форм навчання. Це узгоджується з завданнями Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2022–2032 роки [3]. Одним із стратегічних завдань Операційної цілі 2 «Створення умов для розвитку інновацій, ефективне впровадження нових знань і технологій за участю закладів вищої освіти» є «цифрова трансформація процесів управління, регулювання та моніторингу в закладах вищої освіти та ефективне використання цифрових (дистанційних) технологій в освітньому процесі» [4].

Процес цифровізації навчання в закладах вищої освіти України у часи пандемії COVID-19, а пізніше – повномасштабного вторгнення – охопив усі галузі знань і спеціальності. Забезпечення ефективного і якісного процесу дистанційного здобуття вищої освіти в цих умовах є важливою задачею, покликаною забезпечити набуття компетентностей і результатів навчання, передбачених відповідним стандартом вищої освіти та освітньою програмою. Особливо важливим це є для дисциплін природничого циклу, які потребують не лише теоретичних знань, а і практичних навичок. Однією з таких дисциплін є

фізична хімія, що належить до фундаментальних дисциплін професійної підготовки здобувачів спеціальності «Хімія» бакалаврського рівня.

Серед інструментів, активно використовуваних для цифровізації освітнього процесу у закладах вищої освіти, є система управління навчальним контентом Moodle [5]. Її використання дозволяє інтегрувати теоретичні матеріали, мультимедійні ресурси, віртуальні лабораторні роботи, тестові завдання та елементи інтерактивної взаємодії, що сприяє підвищенню мотивації здобувачів вищої освіти, індивідуалізації навчання та об'єктивності оцінювання результатів. Розробка і модернізація курсів з урахуванням сучасних педагогічних та інформаційно-комунікаційних технологій забезпечує більш ефективне засвоєння складних понять хімічної термодинаміки, розвиток аналітичного мислення та підготовку здобувачів вищої освіти до професійної діяльності в умовах цифрового освітнього середовища.

Об'єктом дослідження є процес навчання фізичної хімії здобувачів спеціальності «Хімія» із застосуванням системи управління навчанням Moodle.

Предметом дослідження є методичне забезпечення, структура та інструменти електронного навчального курсу «Фізична хімія: хімічна термодинаміка» в системі Moodle, а також підходи до його модернізації.

Метою дослідження є теоретичне обґрунтування та практична реалізація модернізації електронного навчального курсу «Фізична хімія» (розділ «Хімічна термодинаміка») в системі управління навчанням Moodle для підвищення якості організації освітнього процесу здобувачів бакалаврського рівня спеціальності «Хімія». Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі завдання:

- здійснити пошук і критичний аналіз літератури про застосування платформ дистанційного навчання у закладах вищої освіти;
- проаналізувати підходи до організації навчання у закладах вищої освіти з використанням системи управління навчанням Moodle, зокрема, при викладанні природничих дисциплін;

- проаналізувати існуючий електронний навчальний курс «Фізична хімія: хімічна термодинаміка», визначити напрями його вдосконалення;

- здійснити статистичну обробку результатів тестових контролів знань для оцінювання якості тестових завдань і напрямів оновлення банку питань;

- оновити методичне забезпечення курсу та здійснити його модернізацію шляхом розробки глосарію термінів, додавання відеоматеріалів, налаштування журналу оцінювання, приведення у відповідність до вимог внутрішньої сертифікації.

Методи дослідження: теоретичний аналіз, узагальнення та систематизація літератури з теми дослідження; аналіз методичного забезпечення електронного навчального курсу; статистичний аналіз тестових завдань здійснювався із застосуванням ресурсів платформи Moodle; метод порівняння було використано для зіставлення оновленої структури курсу та перевірки відповідності вимогам до внутрішньої сертифікації.

Наукова новизна дослідження полягає у тому, що було удосконалено методичне забезпечення освітнього компоненту «Фізична хімія» (розділ «Хімічна термодинаміка») освітньо-професійної програми «Хімія» спеціальності «Хімія» бакалаврського рівня шляхом модернізації електронного навчального курсу «Фізична хімія: хімічна термодинаміка» на платформі дистанційного навчання Moodle Донецького національного університету імені Василя Стуса. Оновлено банк тестових завдань на основі статистичного аналізу модульних тестових контролів знань. Удосконалено підходи до організації самостійної роботи здобувачів вищої освіти шляхом впровадження тестових контролів для самопідготовки і додаткових матеріалів для розв'язування задач. Розроблено елементи курсу, які сприяють засвоєнню фахової термінології, зокрема, глосарій термінів та відеоматеріали, в тому числі англomовні ресурси. Удосконалено систему оцінювання навчання шляхом структурування журналу оцінок у відповідності до силабусу освітнього компонента «Фізична хімія».

Практичне значення отриманих результатів. Модернізований електронний навчальний курс «Фізична хімія: хімічна термодинаміка»,

розроблений у системі управління навчанням Moodle, буде використаний при підготовці здобувачів вищої освіти освітньо-професійної програми «Хімія» бакалаврського рівня. Результати дослідження та використані підходи можуть бути застосовані викладачами для розробки методичного забезпечення дисциплін та/або модернізації електронних навчальних курсів.

Апробація результатів дослідження. Результати роботи обговорювались на міжнародній та всеукраїнській наукових конференціях:

1. **Малаховська А. О., Жильцова С. В.** Модернізація курсу «Фізична хімія: хімічна термодинаміка» для здобувачів спеціальності «Хімія» на платформі Moodle. *Хімічні проблеми сьогодення (ХПС-2026): збірник тез доповідей IX Міжнародної (XIX Української) наукової конференції студентів, аспірантів і молодих учених, 24–26 березня 2026 р., м. Вінниця / Донецький національний університет імені Василя Стуса; редколегія: С. В. Жильцова (відп. ред.) [та ін.]. Вінниця, 2026. С. 120;*

2. **Малаховська А. О., Жильцова С. В.** Статистичний аналіз результатів модульного контролю з дисципліни «Фізична хімія I (хімічна термодинаміка)» засобами системи Moodle. *Актуальні задачі хімії: дослідження та перспективи: матеріали X Всеукраїнської наукової конференції, 15 квітня 2026 р., м. Житомир. Житомир : Житомирський державний університет імені Івана Франка, 2026. С. 350.*

Структура роботи. Магістерська робота складається зі вступу, 3 розділів, списку використаних посилань із 46 найменувань, 2 додатків. Обсяг основної частини роботи (без списку використаних джерел та додатка) становить 63 сторінки. Загальний обсяг роботи становить 95 сторінок.

РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1 Сучасний стан розвитку дистанційної освіти в Україні та світі

Конкурентоспроможність закладів вищої освіти (ЗВО) залежить від їх гнучкості та швидкості реагування на зовнішні зміни. Система вищої освіти в Україні функціонує в складні часи, реагуючи на нові виклики та шукаючи шляхи реагування на них, вона адаптувалася до війни. Досвід навчання під час пандемії COVID-19 допоміг швидко перейти до онлайн навчання після початку повномасштабної війни в 2022 році. При цьому учасники освітнього процесу перебувають у різних обставинах: навчаються безпосередньо в ЗВО, перебувають на окупованих територіях (часто з відсутністю зв'язку), перемістилися в межах України або виїхали за кордон [6].

Початок військової агресії призвів до тимчасового припинення навчання на всіх рівнях освіти, яке продовжилось у дистанційному форматі після нетривалої перерви. Автори роботи [7] зазначають, що навчання в умовах війни принесло свої унікальні особливості і вважають, що перспективним напрямком розвитку безперервної освіти, її доступності, особистісної орієнтованості є оптимальне поєднання традиційних форм і методів навчання та дистанційних технологій.

Режим дистанційного навчання потребує розробки повноцінних курсів з усіх навчальних дисциплін закладів вищої освіти. При цьому тривале дистанційне навчання має відбуватись із застосуванням єдиної для всього ЗВО спеціальної платформи [6].

Основними вимогами до дистанційної освіти є диференціація процесу навчання; контроль процесу навчання; забезпечення самоконтролю навчальної діяльності здобувача вищої освіти; підвищення інтересу до процесу навчання тощо. Для таких цілей перспективним є використання електронних систем управління навчанням (Learning Management System, LMS), серед яких можна виділити модульне об'єктно-орієнтоване динамічне навчальне середовище MOODLE [6].

Як показано у роботі [8], широке впровадження LMS є не лише відповіддю на нещодавні глобальні потрясіння, а й відображає ширшу тенденцію до цифрової трансформації в освіті. Ще до зростання залежності від цифрових інструментів університети почали інтегрувати асинхронні методи та LMS у свої освітні програми [8]. Однак прискорені темпи технологічних інновацій сприяли розвитку розширених функціональних можливостей та покращених функцій безпеки на цих платформах, пропонуючи більш комплексний та захопливий навчальний досвід. Ця постійна еволюція підкреслює важливість розуміння того, як ці інструменти, зокрема Moodle, сприймаються їхніми основними користувачами (здобувачами освіти) і як можна покращити їхній дизайн та зручність використання, щоб задовольнити потреби сучасної освіти, що постійно змінюються [8].

Зазвичай для забезпечення дистанційного навчання здобувачів вищої освіти (ЗВО) може створювати власні або використовувати інші електронні освітні ресурси, які підлягають перевірці самим закладом (на відповідність державним освітнім стандартам, типовим освітнім і модельним навчальним планам, мовним вимогам тощо) [7, 9].

Серед сучасних принципів системи дистанційної освіти виокремлюються такі: гнучкість, адаптивність, неперервність, динамічність, креативність, відкритість. Для успішного засвоєння курсу важливою є наявність у здобувачів вищої освіти таких умінь і навичок [10]:

- здатність самостійно планувати свою діяльність;
- здатність самостійно робити вибір і нести за нього відповідальність;
- здатність приймати усвідомлені рішення;
- здатність відбирати необхідну інформацію, структурувати її та використовувати для прийняття рішень і розв'язку певних завдань);
- здатність представляти результати власної діяльності з використанням інформаційних технологій (ІТ);
- здатність до самоосвіти [10].

Така форма здобуття освіти і розвиток цих навичок сприяють підвищенню творчого та інтелектуального потенціалу здобувачів вищої освіти [10].

Як показано у дослідженні [10], для ефективного забезпечення онлайн-навчання найбільшу популярність мають LMS-платформи, які використовувалися і для розміщення контенту, і для перевірки знань здобувачів освіти. Крім того, використовуються вебінари для проведення онлайн-лекцій і консультацій, соціальні мережі та месенджери для комунікації, а також розсилка освітнього контенту електронною поштою [10, 11].

Вкрай важливою в умовах дистанційного навчання є робота педагога, який повинен володіти вміннями і навичками, що не лише забезпечують розробку та підтримку в належному стані курсу, але і стимулювання і заохочення здобувачів освіти до навчання в онлайн-режимі, їх підтримку в подоланні труднощів і бар'єрів електронного спілкування [10]. Крім того, викладач сприяє набуттю навичок до самодисципліни, дотримання дедлайнів при здачі виконаних завдань, здійснюючи при цьому своєчасну оцінку виконаних робіт і забезпечуючи надання оперативного зворотного зв'язку [10, 12]. Дистанційне навчання потребує забезпечення постійної комунікації та своєчасного зворотного зв'язку від усіх учасників освітнього процесу [13].

За результатами аналізу досліджень науковців та експертів [10], можна зробити висновок, що неможливо повністю замінити очну форму здобуття освіти дистанційною, проте, з урахуванням останніх світових тенденцій, найімовірніше, відбудеться (і вже активно відбувається) масштабний перехід до змішаного навчання. Це потребуватиме певних змін (в тому числі на законодавчому рівні), оновлення підходів до нормування праці в дистанційному форматі, набуття нових навичок викладачами, забезпечення всесторонньої підтримки освітнього процесу, що реалізуватиметься повністю або частково дистанційно. Перехід на онлайн-форму здобуття освіти, який відбувся через пандемію COVID-19 в усьому світі, а тепер продовжується в Україні в умовах війни, в допоміг закладам освіти, їх керівництву, викладачам і здобувачам освіти,

крім недоліків, побачити й нові можливості та набути новий позитивний досвід [10, 12-15].

1.2 Поняття дистанційного навчання

В літературі існує кілька визначень поняття дистанційної освіти. Так, у концепції розвитку дистанційної освіти в Україні дистанційне навчання розглядається як «сукупність технологій, що забезпечують доступ до навчального матеріалу здобувачам освіти та їх інтерактивну взаємодію у процесі навчання в умовах просторової віддаленості» [16].

У Законі України «Про вищу освіту» це поняття формулюється так: «дистанційна форма здобуття освіти – це індивідуалізований процес здобуття освіти, що відбувається в основному за опосередкованої взаємодії віддалених один від одного учасників освітнього процесу в спеціалізованому середовищі, що функціонує на основі сучасних психолого-педагогічних та інформаційно-комунікаційних технологій» [2].

У глосарії на платформі *European Agency for Special Needs and Inclusive Education* можна знайти таке визначення: *Distance learning refers to 'methods of teaching that take place entirely outside of the classroom environment'* [Дистанційне навчання означає «методи навчання, що відбуваються повністю поза межами аудиторного середовища»] (Education Endowment Foundation, 2020, р. 2) [17]. На сторінці глосарію є також визначення в більш широкому сенсі. *Дистанційне навчання* – це термін, який часто використовується як синонім онлайн-навчання, електронного навчання (e-learning), дистанційної освіти, заочного навчання, гнучкого навчання та масових відкритих онлайн-курсів [17]. Спільними рисами будь-якої форми дистанційного навчання є: розділення викладача і здобувача освіти у просторі або часі, або в обох вимірах, а також використання медіа та технологій для забезпечення комунікації та взаємодії в процесі навчання попри це розділення. Це може реалізовуватися через друковані навчальні матеріали, одностороннє масове мовлення (телевізійні та радіопрограми) або через веб-обмін із використанням соціальних медіа-каналів чи навчальних платформ.

Дистанційне навчання зазвичай вимагає високого рівня самостійної навчальної діяльності з боку здобувача освіти та сформованих навичок навчання, які мають підтримуватися новими стратегіями викладання, навчання та супроводу [17].

1.3 Переваги та недоліки дистанційного навчання

Дистанційне навчання має і переваги, і недоліки, які визначають особливості використання під час освітнього процесу.

На рис. 1.1 наведено переваги й недоліки застосування дистанційної освіти в Україні [9]. На сьогодні в Україні завдяки доступності дистанційної освіти для здобувачів стає дедалі зручнішим розширювати свої соціальні межі й мережі серед однолітків. Однак обмеження проявляються в новому соціальному середовищі (онлайн-просторі), що може бути досить незвичним для деяких учасників освітнього процесу. Викладачі отримують ширші можливості для застосування нових методів навчання, аби зробити свої дисципліни більш інтерактивними [9]. Після понад трьох років пандемії COVID-19 механізми співпраці викладачів і здобувачів вищої освіти в освітньому процесі стали більш налагодженими. Крім того, доопрацьовано технічну базу, що уможливило запровадження відповідної форми здобуття освіти як повноцінної альтернативи денній формі навчання. Дистанційна освіта сприяє покроковій цифровізації освіти, тобто обмін інформацією здійснюється на централізованих порталах, а відстеження виконаних завдань або записи лекцій завжди доступні на серверах закладів освіти. Оцифрування полегшує відстеження плагіату (особливо в текстах), що створює відкрите й чесне середовище для обміну знаннями та потенційно сприяє зменшенню корупції [9].

Існують два основні варіанти реалізації дистанційного навчання [1]:

- як окрема форма здобуття освіти (дистанційна), коли здобувачі освіти не відвідують заклад вищої освіти та опановують передбачені програмою матеріали лише віддалено;

– як допоміжний ресурс за будь-якої форми здобуття освіти (очна, заочна, індивідуальна, дуальна), коли здобувачі освіти частково навчаються офлайн, частково – онлайн (так зване «змішане навчання») [1].



Рисунок 1.1. Переваги та недоліки застосування дистанційної освіти в Україні [9]

Розрізняють синхронний та асинхронний формати дистанційного навчання. У синхронному співпраця учасників освітнього процесу відбувається в режимі реального часу (наприклад, вебінар, відеоконференція, онлайн-тренінг). Він забезпечує безпосередню комунікацію через відео- чи аудіозв'язок, або спілкування в чаті [1]. У випадку асинхронного формату здобувачі вищої освіти працюють у зручний для себе час у власному темпі. Його елементами є масові відкриті онлайн-курси, блоги, форуми тощо [1].

Синхронний формат дозволяє забезпечити швидкий зворотний зв'язок від викладача, організувати взаємодію в групах; сприяє розвитку навичок комунікації та взаємодії; мотивує до навчання в процесі спілкування. Асинхронний формат дає здобувачеві гнучкість графіка здобуття освіти і

можливість засвоєння матеріалу курсу у власному темпі; сприяє розвитку навичок самоорганізації та самоосвіти [1].

Крім переваг, кожен із цих підходів має недоліки. Зокрема, у випадку синхронного формату навчання є певні вимоги до якості зв'язку, навичок комунікації та організації заняття з боку викладача. В асинхронному форматі неможливо швидко отримати пояснення та зворотний зв'язок від викладача, є високі вимоги до організації самостійного навчання [1].

У роботі [18] наведено результати опитування студентів Польщі у період пандемії. Як найважливіші переваги визначено такі: відсутність необхідності у поїздках; можливість навчатися з власної країни/міста; економія часу; нижчі витрати; зручність; обмеження поширення вірусу SARS-CoV-2; легкий доступ до матеріалів. Водночас до найсуттєвіших недоліків віднесено: відсутність безпосереднього контакту з колегами; труднощі у викладанні практичних дисциплін; відсутність прямого контакту з викладачем; надмірний час, проведений перед комп'ютером/телефоном або іншим мобільним пристроєм. Варто зазначити, що переваги дистанційного навчання були оцінені як більш значущі, ніж його недоліки.

Автори дослідження майбутніх вчителів математики щодо методології викладання лабораторних занять у дистанційному форматі в Україні до недоліків віднесли такі: витрата великої кількості часу на розробку необхідних матеріалів, перевірку завдань, виконаних під час аудиторної та самостійної роботи, а також на запис відеоматеріалів; не всі студенти мають відповідальне ставлення до своїх обов'язків; дистанційне навчання не сприяє розвитку комунікативних навичок майбутніх учителів; за умов тривалого дистанційного навчання порушується щоденний режим; проблема ідентифікації студента у зв'язку з можливостями фальсифікації результатів (виконання завдання іншою особою) [19]. Водночас, перевагами були: можливість ознайомлення з різними цікавими онлайн-платформами для дистанційного навчання; можливість навчати осіб з інвалідністю; можливість забезпечення мобільності викладачів і студентів; підвищення відповідальності студентів за власну концентрацію та залученість до

навчальної діяльності; більші можливості для індивідуалізованого та диференційованого навчання.

1.4 Системи управління навчанням

Системи управління навчанням є спеціалізованими програмними платформами, призначеними для полегшення адміністрування, документування, відстеження та проведення освітніх курсів або навчальних програм. LMS є основним елементом в організації дистанційного та змішаного навчання. Вони стали невід'ємними інструментами сучасної освіти, дозволяючи установам керувати та надавати контент, оцінювати успішність студентів та сприяти комунікації між викладачами та здобувачами освіти. LMS широко використовуються як в академічних, так і в корпоративних умовах, пропонуючи такі функції, як управління курсами, інструменти оцінювання, дискусійні форуми та аналітика для підтримки процесів викладання та навчання [8].

Функція масштабованості Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) дозволяє викладачам вести облік відвідуваності, проводити оцінювання, включаючи іспити (наприклад, питання з множинним вибором), та надавати студентам зворотний зв'язок. Студенти можуть завантажувати свої завдання на платформу та перевіряти результати оцінювання. Сторонні академічні програми, такі як Turnitin (перевірка на плагіат), можна легко інтегрувати в Moodle, щоб допомогти викладачам перевіряти наявність недобросовісної практики та проводити справедливе оцінювання [8].

Сьогодні LMS відіграють велику роль у забезпеченні ефективності дистанційної освіти. Завдяки цьому викладачі можуть завантажувати різноманітні навчальні матеріали, такі як текстові документи, мультимедіа та інтерактивні ресурси, та організовувати їх у курси та модулі. Здобувачі вищої освіти можуть отримувати доступ до цих матеріалів незалежно від темпу роботи, що дозволяє самотійно та персоналізовано навчатися.

Викладачі відстежують прогрес здобувачів вищої освіти у режимі реального часу, що дозволяє виявити проблемні області та своєчасно вжити заходів для їх

усунення. Інструменти комунікації, інтегровані в LMS, сприяють взаємодії та співпраці між учнями та викладачами. Канали обговорення, системи обміну повідомленнями та віртуальні класи створюють відчуття спільноти та приналежності, заохочуючи обмін знаннями.

Як можна спостерігати з роботи [13], інструменти оцінювання студентів у LMS дозволяють викладачам створювати тести, завдання та іспити, які можна автоматично оцінювати. Студенти отримують миттєвий зворотний зв'язок щодо своєї роботи, що дозволяє їм оцінювати своє розуміння та відстежувати свій прогрес [13].

LMS можна поділити на дві групи:

- платні (комерційні);
- відкритим вихідним кодом [13].

LMS з відкритим вихідним кодом – користувачі мають вільний доступ до зміни вихідного коду відповідно до вимог та потреб конкретної організації. Платформи LMS з відкритим вихідним кодом вважаються безкоштовними, але вони можуть нести певні витрати на хостинг, налаштування, додавання функціональності та управління. Прикладом платформи з відкритим вихідним кодом є Moodle [13].

Платні LMS-системи – комерційні LMS-системи зазвичай пропонуються як локально розміщений продукт, який знаходиться на власних серверах організації, або як пропозиція «програмне забезпечення як послуга», яка знаходиться на серверах постачальника та доступна з будь-якого місця. Ціна на продукт зазвичай узгоджується залежно від кількості зареєстрованих учасників платформи. Прикладом платної платформи є Blackboard Learn [13].

1.4.1 Основні функціональні можливості систем управління навчанням

У використанні систем управління навчанням найчастіше задіяні три типи користувачів – викладачі, здобувачі вищої освіти та адміністратори. Функціональність відрізняється для кожного типу користувача.

Аналіз джерел літератури показує, що можна виділити такі основні функціональні можливості для кожного з користувачів:

Управління контентом. Платформи електронного навчання пропонують викладачам та адміністраторам функції управління контентом, включаючи завантаження, організацію та управління різними типами навчальних матеріалів. Ці матеріали можуть включати текстові документи, мультимедійні файли (відео, аудіо), презентації, ігри та інші. У деяких системах LMS інтегровано пакет HTML5 (HyperText Markup Language), який дозволяє створювати та завантажувати різноманітний інтерактивний контент, що утримує увагу користувачів [13].

Організація курсу. LMS дозволяє викладачам структурувати та готувати курси систематично. Курси можуть бути організовані в різних форматах – модулі, щотижневі презентації, теми тощо, таким чином надаючи здобувачам чітку програму для їхнього навчання та можливість відстеження прогресу [13].

Реєстрація студентів та керування користувачами. Системи LMS спрощують реєстрацію студентів та керування користувачами. Адміністратори можуть створювати, реєструвати та керувати обліковими записами учнів та вчителів, встановлювати ролі та дозволи, а також контролювати доступ користувачів до певних курсів. Найчастіше вчителі мають права реєструвати та вилучати користувачів з курсу, і з ними неможливо визначити роль, відмінну від учня (школяр, студент), відповідно, і вони не можуть визначати права користувачів [13].

Адміністрування тестів та оцінювання. Платформи пропонують функції оцінювання студентів, включаючи створення тестів, іспитів та завдань. LMS підтримує збір та зберігання оцінених завдань, а також виставлення оцінок та зворотного зв'язку кожному учневі. Найчастіше оцінювання відбувається автоматично, що забезпечує негайний зворотний зв'язок для учнів. Інформація про оцінювання студентів зазвичай зберігається в цифровому журналі [13].

Відстеження прогресу та звітування. Викладачі та учні можуть відстежувати прогрес та завершення низки окремих видів діяльності або ресурсів

і курсів. Відстеження навичок та сертифікації є однією з найважливіших функцій LMS для майже всіх користувачів. Ці функції можуть відстежувати набуті навички та відстежувати виконані дії. LMS фіксує взаємодію користувачів з платформою, включаючи завершення курсу, результати тестів та час, витрачений на дії, тощо. Адміністратори можуть створювати різні типи звітів, щоб отримати уявлення про залученість та ефективність користувачів [13].

Комунікація та співпраця. Для цілей комунікації платформи LMS створили форуми, де всі зареєстровані учасники курсу можуть публікувати повідомлення. Також є чат, де надсилаються особисті повідомлення. З точки зору співпраці, викладачі можуть створювати завдання, тести та обговорення, в яких кілька учасників працюють разом у групі [13].

Сумісність з мобільними пристроями. Оскільки LMS є веб-орієнтованими, багато з них розроблені для мобільної взаємодії, що дозволяє учням отримувати доступ до навчального контенту на смартфонах і планшетах з різною роздільною здатністю та операційними системами. Водночас багато LMS також надають своїм користувачам мобільний додаток. Використання мобільних пристроїв у навчальному процесі підвищує залученість учнів та дозволяє навчатися в дорозі [13].

Гейміфікація є процесом додавання ігор або ігрових елементів до діяльності та ресурсів (наприклад, завдання) для стимулювання участі учнів. Платформи електронного навчання часто включають ігрові елементи для підвищення мотивації та залученості учнів. Додавання ігрових функцій до курсів та навчальних програм залучає учнів, прискорює їхній прогрес через модулі та підвищує їхню задоволеність. Методи гейміфікації додають різноманітності до навчання та роблять його приємнішим, одночасно заохочуючи змагання серед учнів [13].

Отже, можна узагальнити, що на сьогодні LMS мають широкий функціонал, який дозволяє ефективно організовувати освітній процес.

1.4.2 Приклади систем управління навчанням

Університети використовують різні синхронні та асинхронні методи, вбудовані в цифрові навчальні інструменти, для продовження навчального процесу. Серед цих інструментів, відомих як системи управління навчанням, Moodle займає особливе місце завдяки своїй масштабованості, зручності та простоті використання [8]. Вибір платформи для навчання залежить від потреб ЗВО та технологічних можливостей.

Microsoft Teams є новим, сучасним і відносно простим інструмент. Як показано в роботі [20], *Microsoft Teams* пропонує простоту, спілкування в реальному часі та інтеграцію Office 365. Ці функції можуть бути корисними в освіті, особливо коли перевага віддається методу кейсів. Під час досліджень, проведених А. Аль-Адвані, А. Аль-Фадлі було відзначено кореляцію між навчанням, взаємодією та онлайн-оцінюванням через *Microsoft Teams*. С. Хай-Джев описує використання *Teams* для «коротких курсів, проєктного навчання та віртуальних навчальних спільнот», а М. Луїс та Д. Тапп стверджують, що «викладання та навчання за допомогою *Teams* можна віднести до парадигми соціального конструктивізму у сфері освіти», зокрема в аспекті імплементації змішаного навчання [20].

У роботі [21] зазначено, що *eFront* – це платформа, основу якої становить *eFront Core*, система з вільною ліцензією, що реалізує основні функції LMS / Learning Content Management System (LCMS). Цей ресурс призначений для допомоги у створенні спільнот дистанційного навчання та пропонує ефективні інструменти для створення навчального контенту, розробки тестів, завдань, а також надає можливості для проведення форумів, чатів, опитувань, внутрішнього обміну повідомленнями, забезпечення звітності тощо [21].

Ще одна сучасна система управління навчанням – *Mirapolis Learning Management System* [21]. Її відрізняє широкий функціонал, проте не зовсім дружній і перевантажений інтерфейс.

Часто при організації онлайн-навчання до 80% функціоналу LMS не використовують. У таблиці 1.5 наведено вибір оптимальної альтернативи з наведених вище платформ дистанційного навчання.

Таблиця 1.5 – Вибір оптимальної альтернативи з платформ дистанційного навчання [21]

Критерій	Альтернатива		
	eFront	Moodle	LMSOnline
Програмне забезпечення з відкритим / закритим кодом	Закритий	Відкритий	Відкритий
Наявність демо-версії	+	+	+
Наявність інструкції у вільному доступі	+	+	+
Платно / безоплатно	Платно	Безоплатно	Безоплатно
Дружність інтерфейсу	+	+	-
Наявність контролю знань здобувачів освіти	+	+	+

Враховуючи, що LMS Moodle має найбільший набір функцій та є системою з відкритим кодом, її можна вважати однією з найгнучкіших та найпотужніших платформ для організації дистанційного навчання. Перевагою цієї системи є те, що вона сприяє соціальному конструктивізму, сприяючи соціальній взаємодії та активному навчанню. У 2026 році на Moodle працює 147 758 сайтів, зареєстрованих у 234 країнах [22].

На рисунках 1.2–1.4 наведені дані користування Moodle в Україні та світі. З наведених даних видно, наскільки широко розповсюджена ця система управління навчанням.

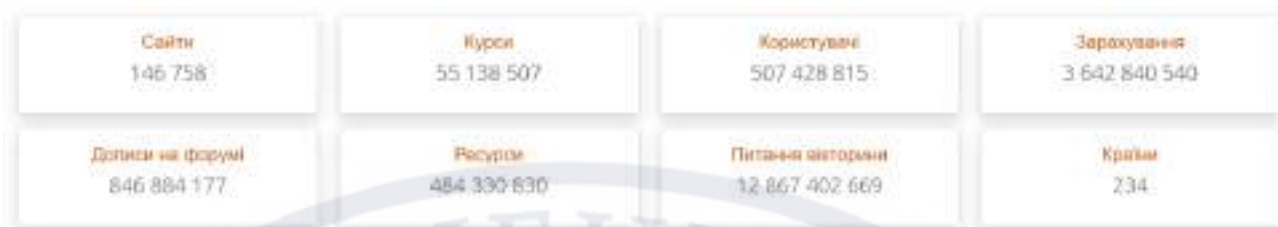


Рисунок 1.2. Статистика використання LMS Moodle у світі [22]

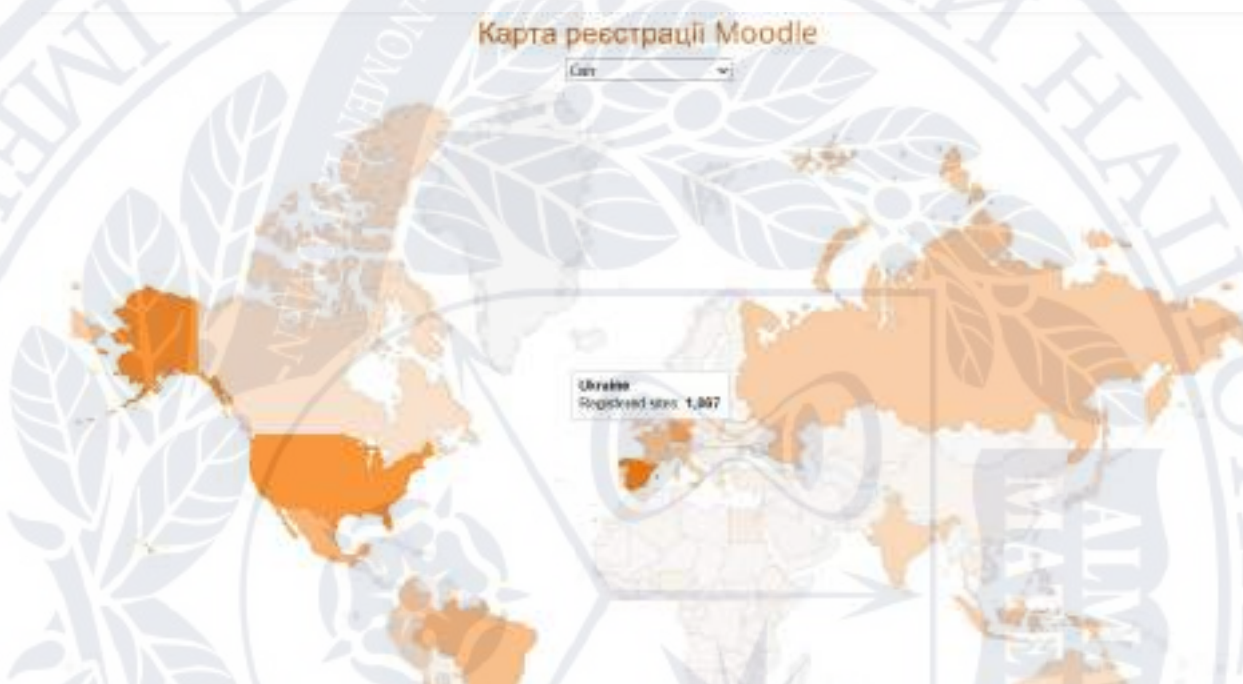


Рисунок 1.3. Карта реєстрації на LMS Moodle у світі та в Україні [22]

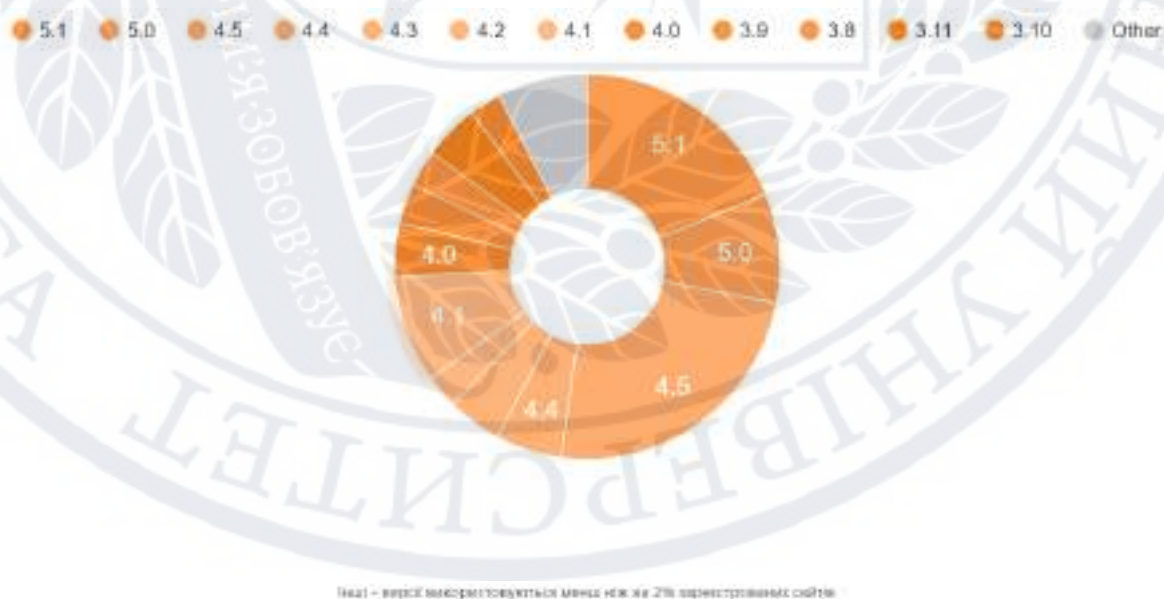


Рисунок 1.4. Статистика використання версій LMS Moodle у світі [22]

1.4.3 Переваги та недоліки Moodle

Платформа Moodle є найбільш поширеною у використанні, але має свої переваги та недоліки.

До основних переваг Moodle відносять:

- гнучкість і модульні структури, що забезпечують можливість створення курсів різної складності та наповнення [21];
- широкий спектр інструментів навчання та контролю знань, які сприяють комплексній організації освітнього процесу [8];

Підтримка дистанційного та змішаного навчання, що особливо актуально в умовах цифровізації освіти [7].

До недоліків Moodle належать такі:

- інтерфейс може здаватися складним для нових користувачів, особливо без попереднього досвіду роботи з LMS [8].
- потреба до стабільного підключення Інтернет-ресурсу.

1.5 Використання LMS Moodle у STEM-освіті

Сьогодні стрімко набирає обертів розвиток технологій, що є однією з передумов та рушійною силою впровадження STEM-освіти в освітній процес. STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics – наука, технологія, інженерія та математика) допомагає формувати у здобувачів освіти аналітичне мислення, здатність вирішити будь-яку задачу та адаптовуватися до швидких технологічних змін [23]. При цьому для ефективного впровадження методів STEM-освіти на заняттях хімії у ЗВО мають бути використані відповідні ресурси, сервіси, що забезпечуватимуть взаємодію учасників освітнього процесу допоможуть і сприятимуть формуванню самостійної дослідницької діяльності здобувачів вищої освіти [23].

В огляді [24] показано, що при викладанні STEM-дисциплін у закладах вищої освіти переважно використовується система управління навчанням Moodle. Цей підхід ефективно покращує успішність студентів, їхню

задоволеність та залученість. Moodle дедалі частіше застосовується як платформа для адаптивного та колаборативного навчання, а також використовується для вдосконалення онлайн-оцінювання.

Викладачі можуть розробляти складний STEM-контент у Moodle, оскільки платформа допомагає враховувати особливості наукового представлення інформації, зокрема спеціалізовані символи та знаки. Вони відіграють важливу роль у записі формул, відображенні навчального матеріалу та оцінюванні, оскільки забезпечують точність і чіткість наукових виразів [25].

На користь застосування Moodle в освітньому процесі з хімії навіть в умовах офлайн-навчання свідчать результати дослідження [26]. Студенти оцінювали вплив електронних ресурсів і технологій на різні аспекти їхнього навчання. Їм було надано доступ до платформи електронного навчання Moodle. Крім того, в аудиторне навчання були інтегровані мобільні клікер-системи, симуляції та доповнена реальність. В результаті більшість студентів вважали надані електронні ресурси корисними та такими, що добре підготували їх до оцінювання в межах курсу. Їхнє розуміння матеріалу та здатність відповідати на запитання покращилися. Вони були мотивовані вивчати предмет, оскільки навчання стало більш інтерактивним і захопливим. Загальні результати показали, що ці електронні ресурси та інноваційні технології позитивно вплинули на навчання з хімії.

В ЗВО України також активно застосовується LMS Moodle, в тому числі при викладанні хімічних дисциплін. Так, на сайті Запорізького національного університету є курс «Фізична хімія 1 семестр» [27]. В структурі курсу є лекційні матеріали, лабораторні роботи, глосарій термінів, індивідуальні завдання, система накопичення балів, форум тощо. Водночас, більшість цих елементів представлена у вигляді файлів, які одразу завантажуються при спробі перегляду, що ускладнює роботу з курсом. Частина матеріалів представлена у вигляді елемента «Лекція». Відеоматеріали і тестові завдання не виявлені.

Таким чином, дисципліни хімічного спрямування розробляються в системі управління навчанням Moodle в Україні та світі. Для ефективної організації

навчання розробниками рекомендується максимально повне використання можливостей LMS, що включатиме різні форми проведення занять та структурні елементи для забезпечення підтримки зацікавленості здобувачів вищої освіти та одержання ними позитивної оцінки за результатом проходження курсу. Особливо важливе значення це має для фундаментальних хімічних дисциплін, наприклад, фізичної хімії, розуміння якої є важливим для успішного засвоєння низки пов'язаних з нею курсів, що використовують фізико-хімічні закони, поняття, концепції. Тому метою даної роботи є теоретичне обґрунтування та практична реалізація модернізації електронного навчального курсу «Фізична хімія: хімічна термодинаміка», розміщеного в системі управління навчанням Moodle Донецького національного університету імені Василя Стуса для підвищення якості організації освітнього процесу здобувачів бакалаврського рівня спеціальності «Хімія».

РОЗДІЛ 2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Об'єкт дослідження

Об'єктом дослідження є курс «Фізична хімія» (розділ «Хімічна термодинаміка»), вивчення якого здобувачами вищої освіти здійснюється з застосуванням системи управління навчанням Moodle під назвою «Фізична хімія: хімічна термодинаміка».

«Фізична хімія» є одним з фундаментальних освітніх компонентів, який формує у здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» низку загальних і спеціальних (професійних) компетентностей зі спеціальності 102 Хімія освітньо-професійної програми «Хімія». Курс охоплює найважливіші аспекти хімічної термодинаміки: фазові переходи і рівновагу в одно-, дво- і трикомпонентних системах, теплові ефекти різних процесів, хімічну рівновагу у гомогенних системах [28].

Мета вивчення навчальної дисципліни полягає у формуванні у здобувачів вищої освіти вміння пояснювати основні термодинамічні закономірності перебігу процесів і хімічних реакцій, аналізувати залежність швидкості реакцій від концентрації і температури, визначати порядок, константу швидкості, енергію активації реакції. Набуті результати навчання та компетентності дозволять здобувачеві розв'язувати складні дослідницькі та прикладні задачі [28].

Компетентності, які формуються у здобувача вищої освіти освітньої програми «Хімія» в результаті вивчення навчальної дисципліни [28]:

«Інтегральна компетентність (ІК):

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми хімії або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів природничих наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності (ЗК):

1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК-1).

2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК-2).
3. Здатність працювати у команді (ЗК-3).
4. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації (ЗК-4).
5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК-5).
6. Здатність спілкуватися іноземною мовою (ЗК-6).
7. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності) (ЗК-7).
8. Здатність діяти на основі етичних міркувань (мотивів) (ЗК-8).
9. Прагнення до збереження навколишнього середовища (ЗК-9).
10. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК-10).
11. Здатність бути критичним і самокритичним (ЗК-11).
12. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні (ЗК-12).
13. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя (ЗК-13).

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК):

1. Здатність застосовувати знання і розуміння математики, фізики та інших природничих наук для вирішення якісних та кількісних проблем в хімії (СК-1).
2. Здатність розпізнавати і аналізувати проблеми, застосовувати обґрунтовані методи вирішення проблем, приймати обґрунтовані рішення в області хімії (СК-2).

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

4. Здатність до використання спеціального програмного забезпечення та моделювання в хімії (СК-4).

5. Здатність застосовувати сучасні методи аналізу даних (СК-5).

6. Здатність здійснювати типові хімічні лабораторні дослідження (СК-7).

7. Здатність здійснювати кількісні вимірювання фізико-хімічних величин, описувати, аналізувати і критично оцінювати експериментальні дані (СК-8).

8. Здатність використовувати стандартне хімічне обладнання (СК-9).

9. Здатність до опанування нових областей хімії шляхом самостійного навчання (СК-10).

10. Здатність формулювати етичні та соціальні проблеми, які стоять перед хімією, та здатність застосовувати етичні стандарти досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (наукова доброчесність) (СК-11).

Результати навчання, які формує навчальна дисципліна за освітньою програмою «Хімія»:

1. 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).

2. Розуміти основи математики та фізики на рівні, достатньому для використання їх у різних сферах хімії (ПРН-2).

3. Знати принципи і процедури фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типові обладнання та прилади (ПРН-8).

4. Планувати та виконувати хімічний експеримент, застосовувати придатні методики та техніки приготування розчинів та реагентів (ПРН-9).

5. Застосовувати основні принципи термодинаміки та хімічної кінетики для вирішення професійних завдань (ПРН-10).

6. Здійснювати критичний аналіз, оцінювати дані та синтезувати нові ідеї, що стосуються хімії та її прикладного застосування (ПРН-13).

7. Здійснювати експериментальну роботу з метою перевірки гіпотез та дослідження хімічних явищ і закономірностей (ПРН-14).

8. Працювати самостійно або в групі, отримати результат у межах обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та наукову доброчесність (ПРН-17).

9. Демонструвати знання та розуміння основних фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії (ПРН-18).

10. Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії (ПРН-20)».

Згідно з навчальним планом для здобувачів вищої освіти освітньо-професійної програми «Хімія» спеціальності 102 Хімія 2022 року набору, на вивчення освітнього компонента «Фізична хімія» (ОК-15) відведено 12 кредитів ECTS, що відповідає 360 годинам, з них на розділ «Хімічна термодинаміка» (5-й семестр) передбачено 8 кредитів, «Хімічна кінетика» (6-й семестр) – 4 кредити [29].

Для вивчення розділу «Хімічна термодинаміка» на аудиторну роботу передбачено 98 годин, а на самостійну – 142 години. Кількість лекційних годин – 42, годин лабораторної роботи – 56. Курсом передбачено 2 змістових модулі, які охоплюють 11 тем теоретичного матеріалу, в межах яких виконуються 8 лабораторних робіт. Форма підсумкового контролю: письмовий екзамен. Як альтернатива письмовому екзамену здобувачам вищої освіти пропонується виконати протягом семестру індивідуальне завдання у вигляді комплексу розрахункових робіт [28].

Успішне виконання завдань, передбачених курсом, дає змогу отримати 100 балів. Розподіл балів, передбачених за різними формами контролю, наведені в Таблиці 2.1.

Форми оцінювання результатів навчання включають: поточний контроль (захист лабораторних робіт, розв’язання задач, відповіді на усних колоквіумах,

виконання тестових завдань) і підсумковий контроль (письмовий екзамен). Здобувачі вищої освіти протягом семестру можуть набрати 60 балів за виконання завдань поточного контролю знань, а за виконання індивідуального завдання – додаткові 40 балів.

Таблиця 2.1 – Форми контролю з фізичної хімії (розділ «Хімічна термодинаміка») у 2025–2026 н. р. [28]

Вид роботи	Набрані бали
Виконання, оформлення і здача лабораторних робіт (8 робіт по 4 бали)	32
Самостійні роботи з розв’язання задач (6 робіт по 0,5 балів)	3
Домашні роботи з розв’язання задач (6 робіт по 0,5 балів)	3
Усні відповіді на колоквіумі (2 колоквіуми з теоретичними питаннями по 3 бали)	6
Контрольні роботи (2 роботи з розв’язання задач по 3 бали, 3 задачі у кожній роботі)	6
Тест з теорії в Moodle (2 тести по 5 балів)	10
Екзамен (2 питання з теорії) або альтернатива екзамену (самостійна робота з розв’язання задач та аналізу фазової діаграми)	40
Разом:	100

Курс реалізовано в системі управління навчанням Moodle Донецького національного університету імені Василя Стуса під назвою «Фізична хімія: хімічна термодинаміка» [30], що забезпечує можливість його використання для асинхронного і дистанційного навчання.

2.2 ЕНК «Фізична хімія: хімічна термодинаміка» в LMS Moodle

Moodle – один із ресурсів, що використовується для забезпечення дистанційного, змішаного та асинхронного навчання в Донецькому національному університеті імені Василя Стуса. Ця система управління навчанням адмініструється Центром дистанційної освіти та веб-технологій.

ЕНК «Фізична хімія: хімічна термодинаміка» доступний авторизованим користувачам на платформі <https://moodle.donnu.edu.ua/> (рис. 2.1). Доступ до курсу здійснюється через авторизацію за допомогою корпоративного облікового запису.

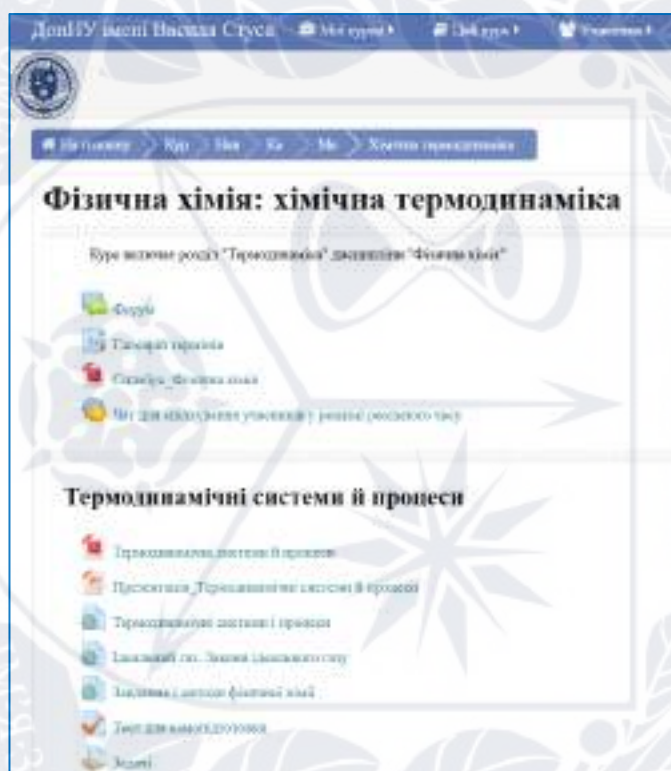


Рисунок 2.1. Головна сторінка ЕНК на платформі Moodle [30]

LMS Moodle має версію 3.5.2 та включає такі основні структурні елементи: глосарій, завдання, тест, форум, чат, тека, файл, URL (веб-посилання), частина з них підлягала модернізації, частина створена в ході виконання дослідження. Додатково було структуровано журнал оцінювання.

2.2.1 Глосарій

Глосарій – словник термінів для кращого закріплення матеріалу для здобувачів вищої освіти. Він є ефективним засобом організації навчання.

Глосарій дозволяє учасникам створювати та підтримувати список визначень, подібно до словника. Хоча його може налаштувати та використовувати лише викладач, його основна функція полягає в спільній роботі. Фільтр автоматичного зв'язування в глосарії виділятиме будь-яке слово в курсі, яке знаходиться в глосарії [31].

Щоб створити глосарій на платформі Moodle, потрібно на головній сторінці в режимі редагування обрати елемент курсу та додати відповідний елемент. Далі у полі «Поняття» ввести поняття терміну, текст і зберегти зміни, які були внесені (Рис. 2.2).



Рисунок 2.2. Сторінка створення елементу курсу «Глосарій» [31]

2.2.2 Чат

Діяльність *Чат* забезпечує учасникам обмін текстовими повідомленнями в реальному часі. У чаті відбувається миттєвий обмін повідомленнями, для цього всі учасники чату мають зібратись за своїми комп'ютерами одночасно. Про проведення чату, як правило, повідомляється заздалегідь [30].

Чат може бути одноразовим або запланованим заходом, і повторюватися в один і той самий час з певною періодичністю. Чат-сесії зберігаються і можуть бути доступні для перегляду всім або лише деяким користувачам [30].

2.2.3 Завдання

Модуль діяльності *Завдання* дозволяє викладачам призначати завдання, збирати й оцінювати роботи, залишати відгуки на них. Здобувачі освіти можуть надавати різні типи файлів або вводити свою відповідь у вигляді комбінації символів у текстовому редакторі безпосередньо на сайті. Крім того, елемент *Завдання* може бути використаний в якості нагадування виконати завдання, яке не потребує оформлення в цифровому вигляді, наприклад, творча робота. При оцінюванні завдання викладач може залишати відгуки у вигляді коментарів або завантажити файли з детальним роз'ясненням за результатами зданої роботи. Завдання можуть бути оцінені балами або розширеним методом у вигляді рубрик. Підсумкова оцінка заноситься до журналу оцінок [30, 32].

На рис. 2.3 наведено фрагмент стартової сторінки для створення завдання.

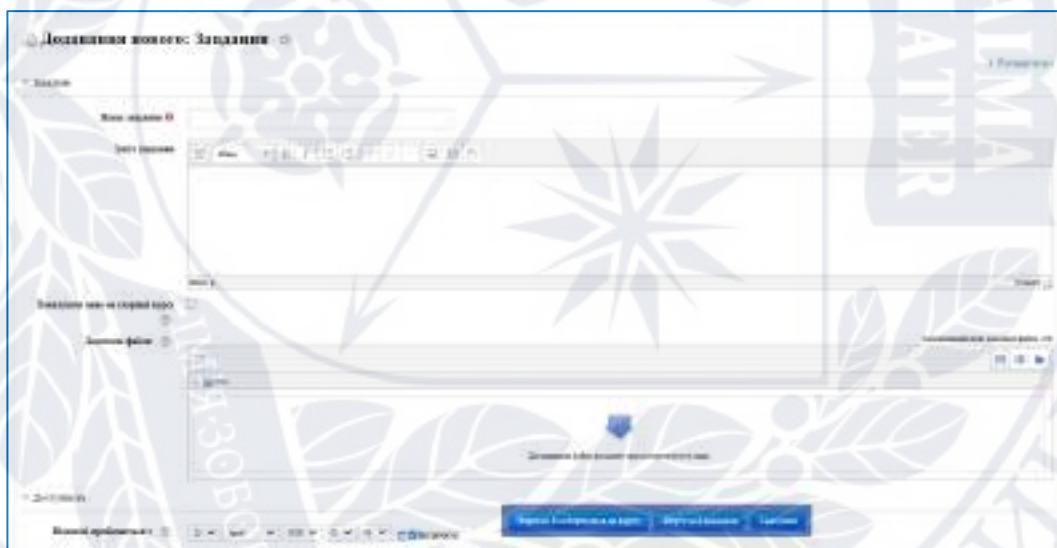


Рисунок 2.3. Скріншот фрагменту сторінки створення елементу курсу «Завдання» [32]

2.2.4 Тест

З метою курсу та оновлення й розширення банку питань використано елемент курсу «Тест». Тест – це потужний елемент, який може задовольнити багато потреб навчання, від простих тестів на знання з кількома варіантами

створює місце для оцінок, які будуть виставлені, а також додає самі оцінки, коли вони генеруються, або системою, або викладачем [34].

2.3 Статистична обробка результатів тестування

Для статистичної обробки результатів модульних тестових контролів знань здобувачів вищої освіти використовували засоби аналізу платформи Moodle.

Для оцінки результату тестування достатньо перейти до тесту та обрати результати тестування, перейшовши до кількості спроб і деталізації відповідей [35]. Аналіз того, наскільки тест і кожне окреме запитання в його структурі відображають реальні знання користувачів, можна отримати зі статистичного аналізу тесту [36]. Звіт зі статистикою можна переглянути, натиснувши на тест, а потім у навігації *Тест – Результати – Статистика*. В результаті можна отримати таблицю з загальною інформацією про тест та графік успішності відповідей на запитання. У цьому звіті наведено статистичний аналіз тесту та питань у ньому. У верхньому розділі звіту наведено короткий виклад усього тесту. У наступному розділі наведено аналіз, у якому всі питання представлені у форматі таблиці. У цьому розділі є посилання для редагування окремих питань або для детального аналізу конкретного питання. Останній розділ звіту – це гістограма відсотка правильних відповідей (індекс складності) та індексу дискримінативної ефективності [37]. Нижче наведено основні визначення, що використовуються при статистичному аналізі результатів тестування у формулюваннях документації з офіційної платформи Moodle [37].

Facility Index (індекс легкості (складності)) – середній бал (у відсотках), отриманий за це запитання. Вищі значення відповідають легшим запитанням (слід враховувати, що на індекс легкості можуть впливати й інші чинники, наприклад, некоректна побудова запитання).

Standard Deviation (стандартне відхилення) показує, наскільки варіюються результати за цим запитанням. Чим менше значення, тим більш подібні відповіді давали студенти.

Random guess score (оцінка навімання) – оцінка, яку студент може отримати, відповідаючи навімання без знань теми. Для автоматично оцінюваних запитань цей показник значною мірою залежить від методу оцінювання, обраного викладачем.

Intended weight (призначена вага) – це значення, встановлене при налаштуванні тесту. Наприклад, якщо запитання оцінюється у 3 бали з 10 загальних, його задана вага становить 30 %.

Effective weight (ефективна вага) – це оцінка того, який внесок це запитання реально зробило у варіацію результатів тесту за підсумками проходження. В ідеалі фактична вага має бути близькою до призначеної.

Discrimination index (індекс розрізнення (дискримінації)) – це кореляція між балом за це запитання і загальним балом за тест. Для якісного запитання очікується, що студенти з високими результатами за тестом також добре відповідають на це запитання. Вищі значення є кращими.

Discriminative efficiency (ефективність розрізнення (дискримінації)) – ще один показник, подібний до індексу дискримінації.

Серед наведених вище важливим показником, що дозволяє оцінити тестове завдання, яке потребує вилучення, є індекс легкості (P_{diff}). Якщо завдання оцінюється як 0 або 1, індекс легкості показує, яка частка студентів (у %) відповіла на це завдання правильно. Якщо індекс легкості становить 100 % (усі студенти відповіли правильно) чи, навпаки, 0 % (усі відповіли неправильно), такі завдання слід вилучити з тесту. Відповідні критерії наведено в табл. 2.3 [38].

Таблиця 2.3 – Критерії індексу легкості (P_{diff}) тестових завдань [38]

Значення P_{diff}	Висновок
$P_{diff} \leq 0,20$	вгадування
$0,20 < P_{diff} \leq 0,36$	завдання надто складне
$0,36 < P_{diff} \leq 0,84$	завдання середньої складності
$P_{diff} > 0,84$	завдання надто легке

Ще один важливий параметр для виявлення тестових завдань, які потребують уваги, – стандартне відхилення, яке показує розкид значень оцінок. Якщо стандартне відхилення $< 0,3$, то переважна більшість здобувачів освіти дали однакову відповідь на це завдання, відповідно. за його допомогою не вдається ефективно відокремити студентів, підготовлених слабо і добре [39].

Крім зазначених вище показників, для кожного тесту наведені загальні відомості: кількість перших повністю оцінених спроб, всього спроб, середня оцінка по перших спробах, середня оцінка по всіх спробах, середня оцінка з останніх спроб, середня оцінка з найвище оцінених спроб, медіана оцінки, стандартне відхилення, значення асиметрії розподілу, значення ексцесу розподілу, коефіцієнт внутрішньої узгодженості, помилка відношення, стандартна помилка [37].

2.4. Метод аналізу ЕНК щодо відповідності вимогам, які висуваються при процедурі внутрішньої сертифікації

Для встановлення відповідності ЕНК вимогам внутрішньої сертифікації в Донецькому національному університеті імені Василя Стуса здійснювався порівняльний аналіз відповідності елементів курсу критеріям структурно-функціональної експертизи. Цей підхід дозволив встановити наявність обов'язкових складових ЕНК та відповідність кожного структурного елемента технічним вимогам, визначеним п. 2.6 Положення про використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі Донецького національного університету імені Василя Стуса [40].

2.5 Техніка безпеки

Робота з електронним навчальним курсом у системі управління навчанням Moodle здійснювалася з використанням персонального комп'ютера з дотриманням вимог охорони праці, передбачених Інструкцією з охорони праці для працівників, які використовують персональні комп'ютери, затвердженою у Донецькому національному університеті імені Василя Стуса [41]. Основними

вимогами є дотримання режиму праці з рекомендованими за тривалістю та частотою перервами, правильна організація робочого простору, коректне користування комп'ютерною технікою.



РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1 Аналіз електронного навчального курсу «Фізична хімія: хімічна термодинаміка»

Згідно з визначенням у Положенні про використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі Донецького національного університету імені Василя Стуса, «електронний навчальний курс (ЕНК) – структурована система навчально-методичних матеріалів, розміщених на електронному освітньому ресурсі та призначених для організації індивідуального та групового навчання з використанням сучасних інформаційно-комунікаційних технологій та технологій дистанційного навчання. ЕНК передбачає оволодіння здобувачем освіти навчальним матеріалом під керівництвом викладача за різними формами (денна, заочна) та під час навчання у віддаленому режимі» [40].

ЕНК «Фізична хімія: хімічна термодинаміка» в системі управління навчанням Moodle структуровано за такими темами:

1. Термодинамічні системи й процеси;
2. Перший закон термодинаміки;
3. Другий закон термодинаміки;
4. Термодинамічна рівновага й самочинне протікання процесів;
5. Фазова рівновага в однокомпонентних системах;
6. Термодинаміка розчинів;
7. Рівновага рідина–пара в бінарних системах;
8. Рівновага рідких розчинів з твердими речовинами;
9. Рівновага в системах з обмеженою взаємною розчинністю рідин;
10. Фазова рівновага кристалічна речовина–рідина;
11. Хімічна рівновага

Для ефективної організації навчання і оцінювання матеріал поділено на 2 модулі. До модульного контролю 1 віднесено теми 1–5, до модульного контролю 2 – теми 6–11.

До елементів курсу належать: тест (два тестових модульних контролю), форум, тека (вкладені у вигляді файлів лабораторні роботи, питання до колоквиумів), файл (теоретичні матеріали до кожної теми, методичні вказівки до виконання лабораторних робіт), URL (веб-посилання на зовнішні ресурси).

Аналіз відповідності ЕНК «Фізична хімія: хімічна термодинаміка» вимогам внутрішньої сертифікації

Внутрішня сертифікація електронних навчальних курсів впроваджується для забезпечення якісного освітнього процесу, а також для більшої ефективності дистанційного навчання. Під час дослідження було проаналізовано курс «Фізична хімія: хімічна термодинаміка» щодо відповідності критеріям сертифікації в Донецькому національному університеті імені Василя Стуса з метою виявлення недоліків курсу та вдосконалення його структури. Результати аналізу наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Структурно-функціональна експертиза ЕНК «Фізична хімія: хімічна термодинаміка» на відповідність вимогам п. 2.6 Положення про використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі Донецького національного університету імені Василя Стуса для проходження процедури внутрішньої сертифікації [40]

№	Вимоги, що висуваються для сертифікації ЕНК	Так	Ні
1.	Наявність презентаційних матеріалів до кожної теми, структурованість теоретичного матеріалу, підкріплена практичними прикладами у формі рисунків, зображень, графіків, схем тощо, їх відповідність силабусу навчальної дисципліни	+	+
2.	Наявність графіку навчання в силабусі, повна відповідність оцінювання за видами завдань критеріям оцінювання, визначеним у силабусі навчальної дисципліни, наявність електронного журналу оцінок, що відповідає визначеним завданням поточного контролю	+	+

Продовження Таблиці 3.1

№	Вимоги, що висуваються для сертифікації ЕНК	Так	Ні
3.	Наявність не менше трьох відеофрагментів тривалістю 3–5 хв для демонстрації понять, явищ, процесів тощо, доповнених необхідним аудіосупроводом	+	
4.	Наявність індивідуальних завдань, прикладів виконання завдань, термінів виконання, теоретичних відомостей щодо змісту, інструкцій з послідовності та методики виконання завдань, налаштування та використання спеціалізованого програмного або технічного забезпечення	+	+
5.	Наявність термінологічного словника (глосарію) з основними термінами навчальної дисципліни та їхніми значеннями		+
6.	Наявність оголошень від розробника ЕНК про анонсування подій, повідомлень про зміни у навчальному курсі тощо		+
7.	Наявність не менше 20 тестових завдань різних типів (багатоваріантне, випадкове, відповідність, есе, коротка відповідь тощо) та різного ступеня складності у банку тестових завдань для розділів навчальної дисципліни або модулів для поточного, підсумкового (за умови, що визначено в силабусі) контролю	+	
8.	Наявність альтернативних завдань різного ступеня складності, що відповідають типам завдань за темами / розділами, що визначені в силабусі навчальної дисципліни та забезпечують досягнення програмних результатів навчання		+
9.	Зрозумілість критеріїв оцінювання, форм подання результатів та меж якісного виконання кожного завдання для отримання необхідної кількості балів	+	+
10.	Наявність можливості он-лайн спілкування для проведення консультацій		+

Продовження Таблиці 3.1

№	Вимоги, що висуваються для сертифікації ЕНК	Так	Ні
11.	Наявність коментарів до результатів оцінювання завдання, що містять опис наявних помилок та рекомендації щодо їх виправлення		+
12.	Наявність списку використаних джерел, переліку основної та додаткової літератури, інформаційних матеріалів з відповідними гіперпосиланнями для підготовки з дисципліни	+	+

З даних, наведених у таблиці, видно, що курс до модернізації не відповідав вимогам внутрішньої сертифікації за такими показниками:

- відсутність глосарію (п. 5);
- відсутність оголошень від розробника ЕНК (п. 6);
- відсутність альтернативних завдань різного ступеня складності (п. 8);
- відсутність можливості он-лайн спілкування для проведення консультацій (п. 10);
- відсутність коментарів до результатів оцінювання завдань (п. 11).

Крім того, *часткова невідповідність* спостерігається за показниками:

- відсутні презентаційні матеріали до кожної теми (п. 1);
- відсутні деякі види завдань, передбачені силабусом, електронний журнал оцінок не повністю відповідає визначеним завданням поточного контролю згідно силабусу (п. 2);
- відсутні приклади виконання завдань (п. 4);
- не всі завдання містять окремі критерії оцінювання як елементи ЕНК (п. 9);
- відсутній окремий блок списку використаних джерел та посилань на інформаційні ресурси (п. 12).

Таким чином, курс потребував удосконалення для забезпечення ефективності навчання та кращого засвоєння матеріалу здобувачами вищої

освіти. Зокрема, в межах дослідження було заплановано виконання таких видів робіт:

- додавання презентацій до кожної теми;
- створення елементу *Завдання* для всіх видів робіт, передбачених силабусом дисципліни, із відповідними критеріями оцінювання;
- додавання прикладів виконання завдань, де це доцільно, зокрема, приклади розв'язання задач і підказки для розв'язання задач, винесених на самостійне опрацювання;
- створення глосарію;
- створення тестів для самоконтролю до кожної теми;
- створення чату для забезпечення можливості он-лайн спілкування;
- створення окремого розділу з інформаційними ресурсами та списком літератури.

Крім того, для оцінювання коректності результатів тестових модульних контролів було необхідно провести статистичний аналіз та виявити тестові завдання, які могли потребувати заміни або переформулювання і, відповідно, оновлення банку питань.

3.2. Удосконалення структури електронного курсу в системі Moodle

3.2.1 Створення елементу курсу «Глосарій»

Глосарій (словник термінів) – обов'язковий елемент навчального курсу на платформі дистанційного навчання Moodle. Він забезпечує структурування основних термінів курсу. Завдяки його використанню здобувачі освіти краще розуміють і запам'ятовують навчальний матеріал, оскільки мають швидкий доступ до основних термінів.

В ЕНК «Фізична хімія: хімічна термодинаміка» було додано елементи основного глосарію (рис. 3.1). Для його наповнення використовувався навчальний посібник, який є основним рекомендованим джерелом зі списку літератури, наведеного в силабусі дисципліни:

Термодинамічна, фазова і хімічна рівновага: навч. посіб. для студентів хімічних факультетів (напрямок «Хімія») / В. М. Михальчук. – Донецьк: ДонНУ, 2012. 230 с.

Цей навчальний посібник було укладено на основі і добре апробованих підручників («Курс фізичної хімії» за редакцією Я. І. Герасимова; «Фізична хімія» за редакцією А. Г. Стромберга), і нових підручників («Сучасна термодинаміка» І. Пригожина і Д. Кондепуді, «Фізична хімія» П. Еткінса і Дж. де Паула), а також конспекту лекцій за курсом «Фізична хімія» під ред. В. Я. Кожухаря [42].

Додатково основні поняття хімічної термодинаміки дублювалися англomовними визначеннями з золотої книги IUPAC [43] з метою надання здобувачам вищої освіти уявлення про фахову термінологію англійською мовою, сприяючи розвитку такої компетентності, як «Здатність спілкуватися іноземною мовою (ЗК-6)». З тією самою метою було використано ще одно фундаментальне першоджерело:

Глосарій термінів з хімії. Укладачі Й. Опейда, О. Швайка. Донецьк, 2008. 738 с. [44].

Загальна кількість термінів, які були додані до глосарію, становить 51 – українською мовою та 15 – англійською мовою. Фрагмент глосарію наведено на рис. 3.1, загальний перелік термінів – у Додатку А.



Рисунок 3.1. Глосарій курсу «Фізична хімія: хімічна термодинаміка» [30]

3.2.2 Чат як елемент он-лайн спілкування для проведення консультацій

Чат є одним з важливих інструментів комунікації між викладачем та здобувачами освіти. При проведенні аналізу відповідності ЕНК вимогам внутрішньої сертифікації було виявлено відсутність елементів, призначених для онлайн-спілкування. Тому в ході модернізації курсу було додано елемент *Чат* для спілкування у режимі он-лайн під час занять і консультацій, забезпечуючи ефективнішу комунікацію учасників освітнього процесу при організації занять у синхронному форматі.

3.2.3 Елемент «завдання» для оцінювання задач, лабораторних робіт, колоквіумів та індивідуальних завдань

Важливим етапом модернізації курсу було забезпечення його наповнення видами робіт, які передбачають оцінювання у відповідності до силабусу дисципліни. ЕНК до модернізації містив переважно матеріал у вигляді файлів з лекціями та записами відео до них, методичними вказівками до виконання лабораторних робіт, переліком питань до модульних контролів, а також індивідуальними завданнями як альтернативою екзамену. Цей матеріал потребував додаткового структурування і доповнення для забезпечення повної відповідності критеріям оцінювання з дисципліни, викладеним у силабусі, а також формуванні журналу оцінок, що відповідатиме за своїм змістом основним елементам курсу. Тому під час модернізації курсу були створені елементи «Завдання» для організації та оцінювання різних видів робіт.

Задачі

Розв'язання задач – важлива частина дисципліни «Фізична хімія», що дозволяє на практиці та конкретних прикладах використовувати і закріплювати пройдений теоретичний матеріал. Силабусом курсу передбачено виконання задач у вигляді завдань для самостійного опрацювання, після якого здобувачі вищої освіти виконують самостійні роботи, а також контрольні роботи.

В ході модернізації курсу наявні методичні матеріали до нього були використані для створення відповідних елементів типу «Завдання», а саме:

– 6 тем задач для самостійного опрацювання з наступним розв’язанням в аудиторії;

– 6 самостійних робіт по завершенні відповідних тем;

– 2 контрольні роботи в межах модульних контролів.

Варто зазначити, що до блоків задач, передбачених для самостійного опрацювання, було розроблено підказки з основними формулами та поняттями і поясненнями до кожної теми, що спрощує самостійне опрацювання матеріалів.

Лабораторні роботи

До курсу було додано 8 лабораторних робіт, до 5 з них прикріплені відео, які були створені для кращого розуміння та підготовки до виконання робіт, а саме: «Визначення теплового ефекту реакції нейтралізації», «Залежність тиску насиченої пари летких речовин від температури», «Взаємна розчинність у трикомпонентних системах», «Визначення коефіцієнта розподілу речовини між двома розчинниками, що не змішуються», «Вивчення рівноваги гомогенної хімічної реакції в розчині».

Колоквіуми

Для оцінювання ступеня засвоєння теоретичного матеріалу курсом передбачено два колоквіуми. Елемент «Завдання» містить перелік теоретичних питань до кожного з них і критерії оцінювання.

Індивідуальне завдання як альтернатива екзамену

Письмовий екзамен є видом підсумкового контролю, передбаченим навчальним планом дисципліни. Альтернативним видом завдання, яке здобувач вищої освіти може виконувати протягом семестру, є індивідуальне завдання. Його виконання передбачає самостійну роботу над низкою задач та аналіз фазової діаграми двокомпонентної системи, з подальшим захистом результатів. В ході модернізації до курсу було додано елемент «Завдання», який, крім списку індивідуальних завдань, містив приклад розв’язання одного з варіантів.

Таким чином, структурування елементів курсу, для яких передбачене оцінювання, дозволило оновити і журнал оцінок, у відповідності до силабусу дисципліни. Скріншот фрагменту журналу оцінок наведено на рис. 3.2.

Автором відео є викладач Клемсонського університету (Клемсон, штат Південна Кароліна, США) Steven J. Stuart (<https://www.clemson.edu/science/academics/departments/chemistry/about/profiles/ss>, Scopus ID: 35565485200).

Відеоматеріали включають:

- пояснення теоретичного матеріалу;
- виведення основних формул;
- пояснення розв’язання деяких задач.

Такі навчальні відео допомагають урізноманітнити навчальний контент, краще засвоїти та зрозуміти матеріал, а також сприяють запам’ятовуванню фахової англомовної термінології.

3.2.5 Інформаційні ресурси курсу

Під час модернізації курсу було додано окремий блок «Інформаційні ресурси», який містить перелік посилань на зовнішні ресурси, які можуть використовувати здобувачі вищої освіти під час вивчення курсу, в тому числі низку курсів Coursera, навчально-методичні та довідникові матеріали. Скріншот блоку наведено на рис. 3.4.

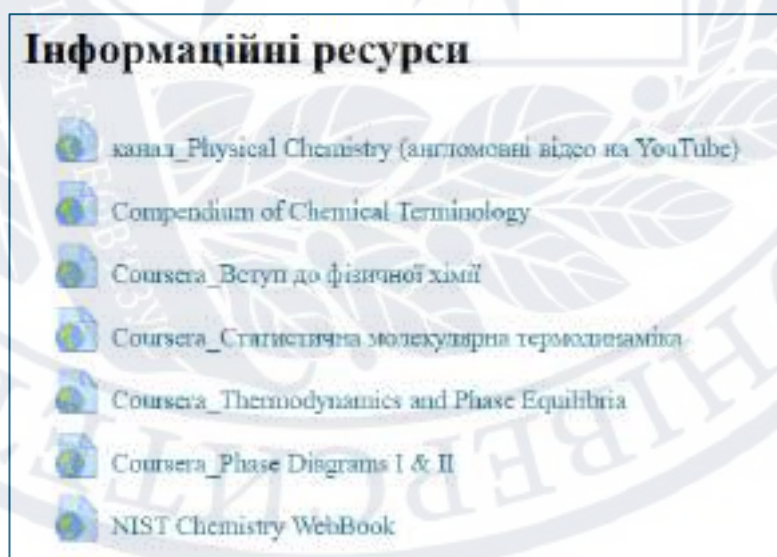


Рисунок 3.4. Скріншот фрагменту секції «Інформаційні ресурси» ЕНК «Фізична хімія: хімічна термодинаміка»

3.2.6 Тести для самоконтролю знань здобувачів вищої освіти

З метою покращення засвоєння теоретичного матеріалу та підготовки до модульних контролів під час модернізації курсу до кожної теми були створені тести для самоконтролю. Кожен текст містить по 15 тестових завдань з банку питань, які випадковим чином пропонуються для проходження здобувачу освіти. Кількість спроб необмежена. По завершенні тестування студент може переглянути результати та дізнатися, які відповіді були невірними. Запропонований вид контролю не впливає на загальну оцінку з курсу і не є обов'язковим елементом для виконання.

3.3 Статистичний аналіз тестових модульних контролів

Тестування є одним з ефективних інструментів оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти в умовах дистанційного навчання. Якість розроблених тестових матеріалів можна оцінити за результатами статистичної обробки даних тестування, отриманих на репрезентативній вибірці тестованих.

Вбудований в LMS Moodle пакет статистичної обробки результатів тестування дає можливість отримати і статистичні параметри тесту як цілого, і параметри окремих тестових завдань і категорій. Для останніх визначаються такі показники: загальна кількість проб, успішність виконання завдання (індекс легкості/складності), стандартне відхилення, оцінка навчання, призначена вага, ефективна вага, розрізнення (індекс дискримінації) та ефективність розрізнення (дискримінації). Як зазначалося в розділі 2.3, найбільш важливими серед перелічених є індекс легкості, стандартне відхилення, призначена та ефективна вага [39].

Одними з елементів поточного контролю ЕНК «Фізична хімія: хімічна термодинаміка» є два тестові модульні контролі. Кожен з них складається з 40 тестових завдань різних типів:

- завдання з однією вірною відповіддю;
- завдання з кількома вірними відповідями;
- завдання на відповідність;

— завдання відкритого типу.

Кожне вірно виконане завдання оцінюється в 1 бал. Максимальна кількість балів, отриманих за виконання тестових завдань, становить у перерахунку 5 балів. Тривалість кожного тесту 60 хв.

Результати статистичного аналізу проходження тестування з модульних контролів наведено на рис. 3.4 і в табл. 3.2.

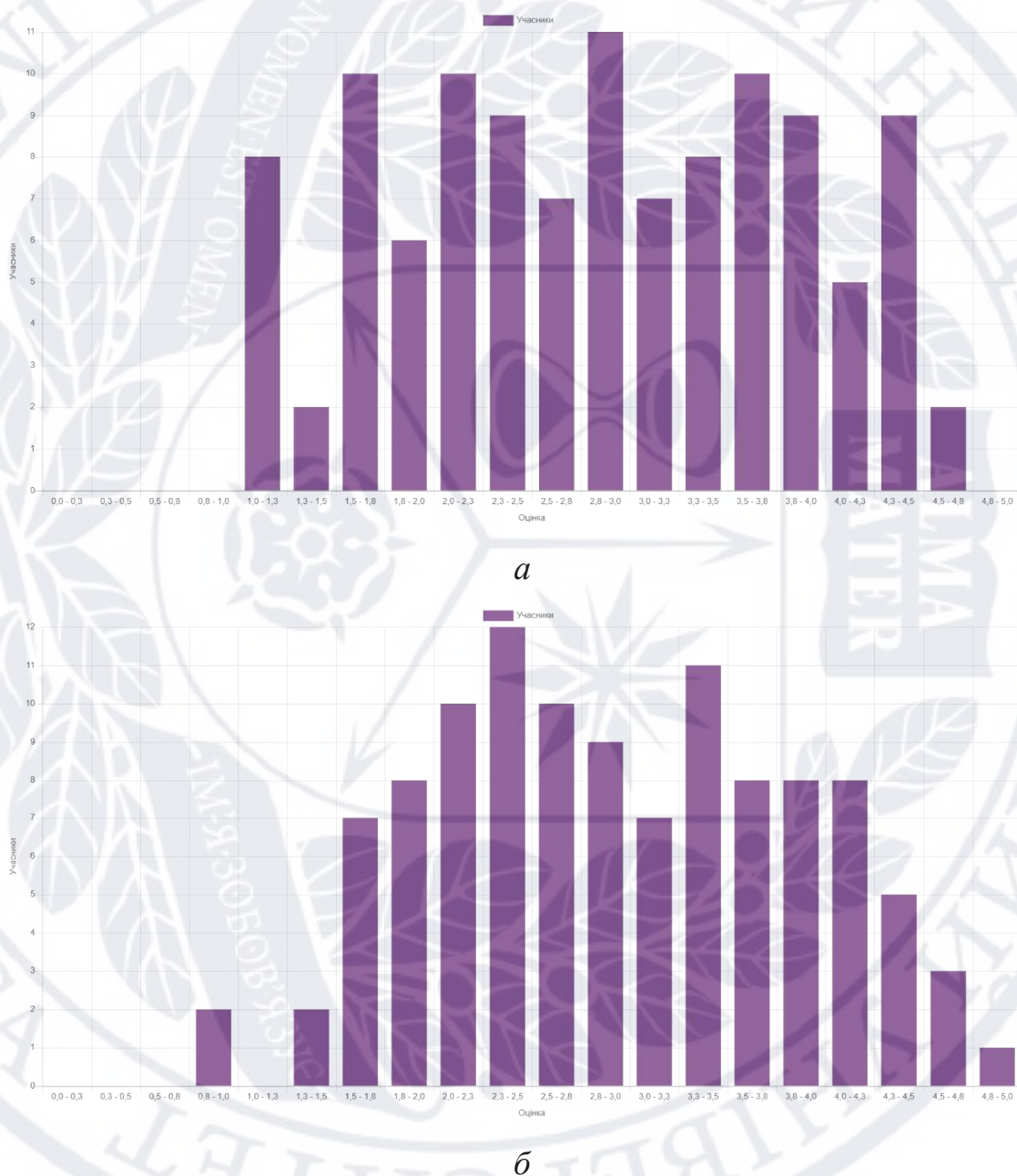


Рисунок 3.4. Результати модульного контролю 1 (а) і модульного контролю 2 (б) ЕНК «Фізична хімія: хімічна термодинаміка» [30]

Таблиця 3.2 – Статистичні дані результатів модульних контролів (МК) 1 в ЕНК «Фізична хімія: хімічна термодинаміка» [30]

Показник	Значення	
	МК1	МК2
Кількість перших повністю оцінених спроб	113	111
Всього спроб	113	115
Середня оцінка по перших спробах, %	56,7	58,0
Середня оцінка по всіх спробах, %	56,7	57,5
Середня оцінка з останніх спроб, %	56,7	58,8
Середня оцінка з найвище оцінених спроб, %	56,7	58,8
Медіана оцінки (для найвище оцінена спроба), %	56,3	57,3
Стандартне відхилення (для найвище оцінена спроба), %	19,8	18,2
Значення асиметрії розподілу (для найвище оцінена спроба)	-0,042	0,038
Значення ексцесу розподілу (для найвище оцінена спроба)	-1,096	-0,819
Коефіцієнт внутрішньої узгодженості (для найвище оцінена спроба), %	89,3	88,0
Помилка відношення (для найвище оцінена спроба), %	32,7	34,6
Стандартна помилка (для найвище оцінена спроба), %	6,5	6,3

Як видно з наведених у таблиці даних, середня оцінка з найвище оцінених спроб становила 56,7 % зі стандартним відхиленням 19,8 % для МК1 і 58,8 % для МК зі стандартним відхиленням 18,2 %. При цьому медіана майже співпадає з середніми значеннями вибірок в обох випадках, що свідчить про симетричність розподілів (див. рис. 3.4), що підтверджують і значення асиметрії, які наближаються до нуля. Ексцес набуває від’ємних значень, що свідчить про плосковершинний розподіл, з менш вираженим максимумом у порівнянні з нормальним. Водночас, достатньо великі значення стандартного відхилення вказують на суттєвий розкид результатів оцінювання відносно середніх значень для обох модульних контролів.

Варто зазначити, що обидва тести мають високі значення коефіцієнта внутрішньої узгодженості (89,3 % для МК1 і 88,0 % для МК2), який вимірює узгодженість тесту. Це означає надійність тесту та коректність вибору тестових завдань як інструменту оцінювання знань.

Помилка відношення оцінює, яка частка варіації зумовлена саме помилкою вимірювання або випадковістю, а стандартна помилка обчислюється на основі коефіцієнта похибки і відображає, наскільки велика випадкова варіація в кожній оцінці. Наприклад, якщо стандартна похибка становить 10 %, а студент отримав 60 %, то його реальний рівень знань, імовірно, знаходиться в межах від 50 % до 70 % [37]. Відносно двох аналізованих тестів можна сказати, що значення помилок відношень близькі і становлять 32,7 % і 34,6 %, а стандартні помилки знаходяться на рівні 6,5 % і 6,3 % для МК1 і МК2, відповідно. Це означає, що ~33 % і 35 % варіації оцінок зумовлено випадковими факторами або похибкою вимірювання, натомість відповідно, ~67 % і 65 % варіації пояснюється реальними відмінностями між студентами, які тестувалися під час МК1 і МК2, при цьому помилка вимірювання кожної оцінки становить менше 7 %.

Крім загальної інформації про тест, було проаналізовано його структуру з метою виявлення питань, що потребують заміни або оновлення. Фрагмент таблиці статистичного аналізу структури тесту МК1 наведено на рис. 3.5.

Сторінка	Вміст питання	Станд. відхилення	Середнє значення	Процентний бал	Ефективний бал	Розбіжність	Ефективність розбіжності
11.1	71.88%	10.58%		2.1%	1.48%	44.88%	31.48%
11.2	50.00%	46.11%		2.1%	1.88%	41.11%	31.20%
11.3	88.11%	46.88%		2.1%	1.54%	31.33%	46.87%
11.4	88.11%	46.88%		2.2%	1.68%	41.11%	31.42%
11.5	84.00%	46.00%		2.1%	1.78%	41.33%	34.72%
11.6	81.88%	46.54%	21.88%	2.1%		46.88%	31.77%
11.7	89.91%	46.00%	20.88%	2.1%		82.04%	38.91%
11.8	88.11%	46.17%	20.88%	2.1%		37.28%	31.64%
11.9	88.88%	46.11%	20.88%	2.1%		46.11%	31.78%
11.10	78.00%	46.44%	21.11%	2.1%		28.11%	31.60%
11.11	69.88%	46.08%		2.1%	1.13%	31.33%	34.33%
11.12	81.12%	46.15%		2.1%	1.33%	30.37%	36.40%
11.13	33.75%	46.88%		2.1%	1.40%	31.74%	31.16%
11.14	41.44%	46.77%		2.1%	1.82%	30.33%	31.13%

Рисунок 3.5. Фрагмент таблиці аналізу структури тесту МК1

Серед показників, на які звертали особливу увагу, був індекс легкості. Якщо $P_{\text{diff}} > 84\%$, завдання надто легке, якщо $20\% < P_{\text{diff}} \leq 36\%$ – надто складне, якщо $< 20\%$, то це вгадування. Крім того, додатково аналізували розрізнення.

За результатами аналізу було в структурі тесту МК 1 виявлено 6 питань, для яких P_{diff} має значення вище, ніж 84% , 2 питання з $P_{\text{diff}} < 20\%$, 3 питання, які потрапляють у діапазон $20\% < P_{\text{diff}} \leq 36\%$. В структурі МК2 3 питання мають індекс легкості вище 84% , 5 питань можна охарактеризувати як такі, відповіді на які здобувачі вгадують, і 6 питань, які можна оцінити як надто складні.

Варто зазначити, що для більшості виявлених питань значення стандартного відхилення є меншими за 30% , що вказує на низький ступінь розрізнення сильних і слабких здобувачів освіти з використанням таких завдань.

Аналіз розрізнення дозволив виявити в структурі МК1 3 питання, для яких цей показник становить менше 10% , що означає низьку кореляцію між балом за це запитання і загальним балом за тест. Для МК2 таких питань виявлено не було.

На рис. 3.6 наведено приклад питання з МК1, який має низьке значення розрізнення та ефективності розрізнення. При цьому для даного питання значенні індексу легкості та стандартного відхилення знаходяться в межах норми.

Коефіцієнт корисної дії шклу Карно η визначається формулою:

Виберіть одну відповідь:

☐ а. $\eta = 1 - \frac{T_1}{T_2}$

☐ б. $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$

☐ в. $\eta = 1 + \frac{T_2}{T_1}$

☐ г. $\eta = 1 + \frac{T_1}{T_2}$

а

Рисунок 3.6. Приклад питання МК 1 (а) і статистики відповіді на нього (б) [30]

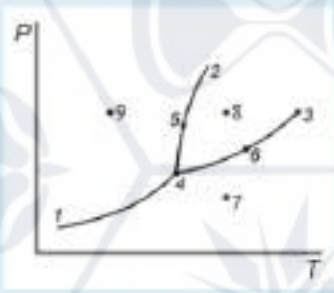
Спроб	113
Індекс логістичності	61.93%
Станд. відхилення	48.77%
Оцінка навчальності	
Призначена плата	2.5%
Ефективна плата	1.62%
Розрідження	10.53%
Ефективність розрідження	12.51%

б

Продовження Рисунка 3.6

Приклад надто легкого завдання наведений на рис. 3.7

Яка з точок (вказати цифрою) на діаграмі стану однокомпонентної системи відповідає точці де компонент у твердому стані?



Відповідь:

а

Спроб	113
Індекс логістичності	37.17%
Станд. відхилення	48.54%
Оцінка навчальності	
Призначена плата	2.5%
Ефективна плата	1.53%
Розрідження	6.88%
Ефективність розрідження	10.70%

б

Рисунок 3.7. Приклад питання МК 1 (а) і статистики відповіді на нього (б) [30]

Легкість наведеного на рис. 3.7 тестового завдання зумовлена його форматом представлення, тому що здобувач освіти має змогу обрати правильний варіант, спираючись на логічне мислення. Тому доцільно вилучити або переформулювати це завдання, що дозволить об'єктивніше оцінити рівень засвоєння матеріалу.

Найнижчі значення індексу легкості та розрізнення в обох тестах мали завдання на причинно-наслідкових зв'язок (рис. 3.8). Це приклад питання з низьким індексом легкості, невисоким стандартним відхиленням, низьким розрізненням (0,78 %) і низьким коефіцієнтом розрізнення (2,19 %). Воно фактично не впливає на підсумковий бал, тобто не є інформативним, і має бути виключене або трансформоване.

Якщо в системі відбувається незворотний процес, то її ентропія не змінюється | тому, що | ентропія є функцією стану системи.

Відповідь:

а

Сороб	66
Індекс легкості	4.55%
Станд. відхилення	20.99%
Оцінка важкості	0.00%
Примітка нага	2.5%
Ефективна нага	
Розрізнення	0.78%
Ефективність розрізнення	2.19%

б

Рисунок 3.8. Приклад питання МК 1 (а) і статистики відповіді на нього (б) [30]

Складність тестових завдань такого типу зумовлена складністю його конструкції і потребою вводити відповідь вручну з дотриманням певних правил щодо послідовності комбінації символів. Це знижує можливість надання

правильної відповіді. Тому такі завдання доцільно замінити на більш структуровані, змінивши формулювання і тип запитання, що дозволить об'єктивніше оцінити рівень засвоєння матеріалу студентами.

3.4 Оновлення банку питань ЕНК

За результатами статистичного аналізу тестів модульного контролю частину питань з банку питань запропоновано оновити. Крім того, до кожної теми курсу підготовано додаткові питання з метою розширення переліку завдань, які пропонуються здобувачам вищої освіти для тестування. Розроблені тестові завдання знаходяться в Додатку Б.

До банку завдань були включені оновлені та розроблені питання таких видів, з урахуванням недоліків до формулювань і структури питань, виявлених під час статистичної обробки результатів тестування:

- питання з однією вірною відповіддю (34 завдань);
- питання з кількома вірними відповідями (10 завдань);
- питання на відповідність (3 завдання);
- питання відкритого типу (7 завдань).

Загальна кількість оновлених тестових завдань становила 4, розроблених тестових завдань – 54.

З метою покращення тестових завдань, було запропоновано замінити деякі завдання за результатами статистичного аналізу тестів МК. Нижче наведено питання, які було замінено, та запропоновані варіанти їх удосконалення.

Питання 1

Вихідний варіант:

В процесі осмосу розчинник переноситься крізь напівпроникну мембрану з розчину в чистий розчинник | тому, що | в посудині з чистим розчинником тиск менше, ніж у посудині з розчином на величину гідростатичного тиску.

Відповідь: f, t, f

Пропоновані варіанти:

1.1 Які твердження характеризують процес осмосу?

- a) Розчинник проходить через напівпроникну мембрану
- b) Осмос спрямований на вирівнювання концентрацій
- c) Розчинена речовина вільно проходить через мембрану
- d) Осмотичний тиск зростає зі збільшенням концентрації розчину
- e) Осмос не залежить від температури

1.2 Проаналізуйте два твердження і оберіть вірну відповідь:

I. В процесі осмосу розчинник переноситься крізь напівпроникну мембрану з розчину в чистий розчинник.

II. В посудині з чистим розчинником тиск менше, ніж у посудині з розчином на величину гідростатичного тиску.

- a) Обидва твердження невірні
- b) Вірне лише друге твердження
- c) Вірне лише перше твердження
- d) Обидва твердження вірні

Питання 2

Вихідний варіант:

Розчин буде затвердівати (кристалізуватися) при більш низькій температурі, ніж розчинник |тому, що | хімічний потенціал розчинника в розчині вище, ніж для чистого розчинника при тій же температурі.

Відповідь: t, f, f

Пропоновані варіанти:

2.1 Оберіть правильні твердження щодо кристалізації розчинів:

- a) Розчини кристалізуються при нижчій температурі, ніж чистий розчинник
- b) Додавання розчиненої речовини знижує температуру замерзання розчинника
- c) Хімічний потенціал розчинника в розчині нижчий, ніж у чистому розчиннику

d) Температура кристалізації розчину не залежить від концентрації

e) *Зниження температури кристалізації є колігативною властивістю розчинів*

2.2 Проаналізуйте два твердження і оберіть вірну відповідь:

I. Розчин буде затвердівати (кристалізуватися) при більш низькій температурі, ніж розчинник.

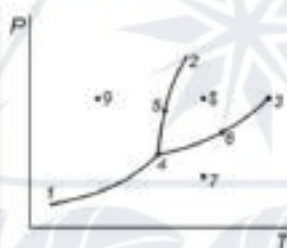
II. Хімічний потенціал розчинника в розчині вище, ніж для чистого розчинника при тій же температурі.

- a) Обидва твердження невірні
- b) Вірне лише друге твердження
- c) *Вірне лише перше твердження*
- d) Обидва твердження вірні

Питання 3

Вихідний варіант:

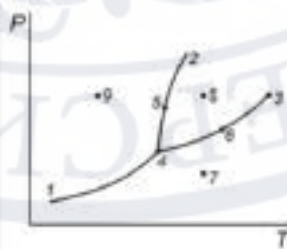
Яка з точок (указати цифрою) на діаграмі стану однокомпонентної системи відповідає точці потрійної рівноваги?



Відповідь: 4

Пропонований варіант:

Установіть відповідність між точкою на фазовій діаграмі та кількістю фаз:



Точка на фазовій діаграмі

Кількість фаз

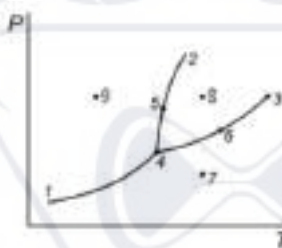
- | | |
|------|---------|
| 1. 8 | А. Дві |
| 2. 5 | Б. Одна |
| 3. 4 | В. Три |
| 4. 7 | |

Відповідь: 1Б, 2А, 3В, 4Б

Питання 4

Вихідний варіант:

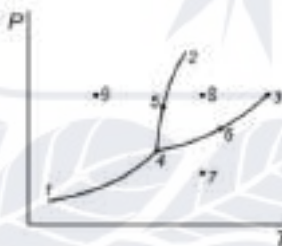
Яка з точок (указати цифрою) на діаграмі стану однокомпонентної системи відповідає точці, де тільки газова фаза?



Відповідь: 7

Пропонований варіант:

Установіть відповідність між фазами на фазовій діаграмі та лініями фазової рівноваги й фазовими полями:



Фази

Кількість фаз

- | | |
|------------------------|--------------|
| 1. Тверда і рідка фази | А. крива 4-2 |
| 2. Рідка і газова фази | Б. крива 4-3 |
| 3. Тільки рідка фаза | В. 8 |
| 4. Тільки газова фаза | Г. 7 |

Відповідь: 1А, 2Б, 3В, 4Г

3.5 Готовність ЕНК «Фізична хімія: хімічна термодинаміка» до внутрішньої сертифікації

За результатами виконаного дослідження електронний навчальний курс «Фізична хімія: хімічна термодинаміка» за 10 показниками з 12 наблизений до відповідності вимогам п. 2.6 Положення про використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі Донецького національного університету імені Василя Стуса для проходження процедури внутрішньої сертифікації. Два пункти з переліку вимог, які не виконуються:

8. Наявність альтернативних завдань різного ступеня складності, що відповідають типам завдань за темами / розділами, що визначені в силабусі навчальної дисципліни та забезпечують досягнення програмних результатів навчання;

11. Наявність коментарів до результатів оцінювання завдання, що містять опис наявних помилок та рекомендації щодо їх виправлення.

Для виконання п. 8 необхідне виконання додаткової методичної роботи викладачем – розробником курсу для забезпечення відповідності вимогам. Виконання п. 11 буде забезпечене після того, як розпочнеться апробація модернізованого курсу в новому навчальному році.

Вдосконалення ЕНК у системі управління навчанням Moodle відбулося шляхом доповнення його відсутніми елементами відповідно до вимог внутрішньої сертифікації. Зокрема:

- створено глосарій термінів;
- додано презентації до всіх тем курсу;
- додано відеоматеріали до теоретичних питань курсу і лабораторних робіт;
- додано задачі для самостійної (домашньої) роботи та підказки до розв'язання задач, самостійні роботи і контрольні роботи з розв'язання задач;
- оновлено журнал оцінок;
- підготовано тести для самопідготовки з кожної теми;
- оновлено банк питань для проходження тестів.

Це сприятиме підвищенню структурованості курсу, доступності навчальних матеріалів і ефективності самостійної роботи здобувачів вищої освіти, а також забезпечить набуття компетентностей і результатів навчання, передбачених освітньої програмою.



ВИСНОВКИ

Аналіз літературних джерел щодо використання платформ дистанційного навчання у закладах вищої освіти дозволив встановити, що система управління навчанням Moodle є однією з широко використовуваних, в тому числі для вивчення природничих дисциплін. У магістерській роботі здійснено теоретичне обґрунтування та практичну реалізацію модернізації електронного навчального курсу «Фізична хімія: хімічна термодинаміка» в LMS Moodle Донецького національного університету імені Василя Стуса.

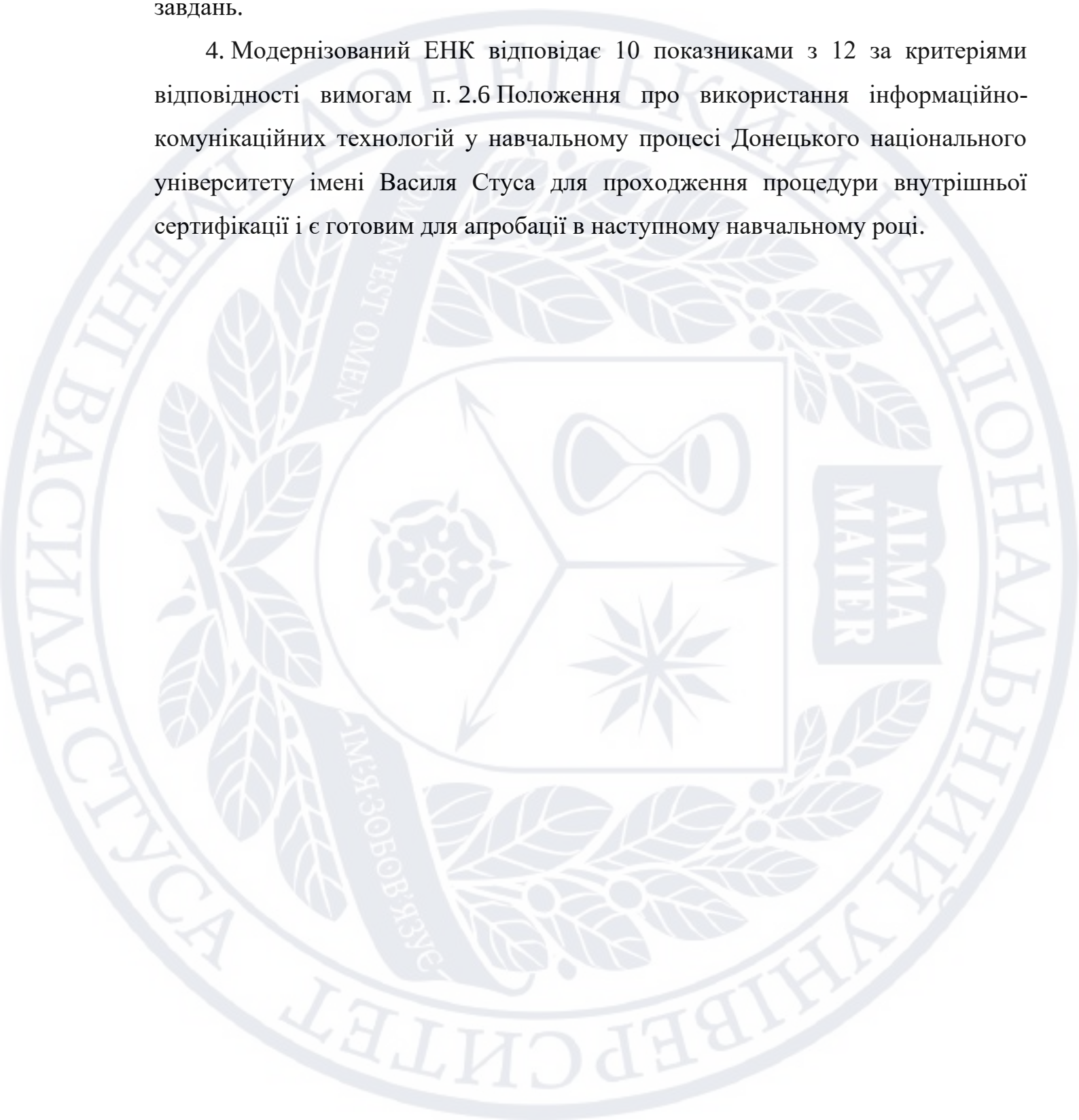
1. Проаналізовано структуру та зміст ЕНК «Фізична хімія: хімічна термодинаміка» на відповідність вимогам внутрішньої сертифікації, в результаті чого виявлено аспекти, що потребували модернізації.

2. У результаті модернізації курсу вдосконалено його структуру і методичне забезпечення шляхом розробки елементу «Глосарій термінів», що містить записи українською та англійською мовами, додавання відеоматеріалів як елемента мультимедійної підтримки навчання (англомовні навчальні відео, відеоматеріали до лабораторних робіт), додавання матеріалів для розв'язання задач, самостійної роботи, а також тестів для самоконтролю. За рахунок введення структурного елемента «Завдання» було актуалізовано систему оцінювання шляхом структурування журналу оцінок відповідно до вимог силабусу освітнього компонента.

3. Встановлено, що тести двох модульних контролів мають високі значення коефіцієнтів внутрішньої узгодженості (близько 90 %), що вказує на надійність тестів і коректність вибору тестових завдань як інструменту оцінювання знань. На основі статистичної обробки результатів тестових контролів виявлено, що в структурі тесту модульного контролю 1 є 6 питань, для яких P_{diff} має значення вище 84 %, 2 питання з $P_{\text{diff}} < 20$ %, 3 питання у діапазоні $20 \% < P_{\text{diff}} \leq 36$ %; для модульного контролю 2 3 питання мають індекс легкості вище 84 %, 5 питань з $P_{\text{diff}} < 20$ % і 6 питань, які можна оцінити як надто складні ($20 \% < P_{\text{diff}} \leq 36$ %). За результатами проведеного аналізу оновлено виявлені питання, які

рекомендовано замінити, і розширено банк питань за рахунок розробки нових тестових завдань: оновлено 4 тестові завдання, розроблено 54 нових тестових завдань.

4. Модернізований ЕНК відповідає 10 показниками з 12 за критеріями відповідності вимогам п. 2.6 Положення про використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі Донецького національного університету імені Василя Стуса для проходження процедури внутрішньої сертифікації і є готовим для апробації в наступному навчальному році.



СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ

1. Tkachenko L., Khmelnytska O. Peculiarities of implementing distance learning in the educational process of a higher education institution. *Pedagogy of the formation of a creative person in higher and secondary schools*. 2021. Vol. 3, No. 75. P. 91–96. URL: <https://doi.org/10.32840/1992-5786.2021.75-3.18> (date of access: 04.05.2026).
2. Закон України «Про вищу освіту»: Закон України від 01.07.2014 № 1556-VII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18> (дата звернення: 01.05.2026).
3. Про схвалення Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2022–2032 роки: розпорядження Кабінету Міністрів України від 23.02.2022 № 1383-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/286-2022-%D1%80> (дата звернення: 01.05.2026).
4. Про затвердження операційного плану заходів з реалізації у 2025–2028 роках Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2022–2032 роки та внесення змін до неї: розпорядження Кабінету Міністрів України від 03.12.2025 № 1383-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1383-2025-%D1%80> (дата звернення: 01.05.2026).
5. Moodle. Online learning, delivered your way. URL: <https://moodle.com/> (дата звернення: 30.03.2026).
6. Використання системи дистанційного навчання Moodle для викладання дисципліни «Хімія» у Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті. *Вісник ХНАДУ*. 2022. Вип. 98. С. 153–160. URL: <https://dspace.khadi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/6b8c3f5b-8f8b-44c2-8b0f-01825b127fa5/content> (дата звернення: 24.01.2026).
7. Lytvynchuk A. Trends in the development of distance education in Ukraine as a factor of stability and continuity of the educational process during the war *Educational Analytics of Ukraine*. 2023. No. 4. P. 5–18. URL: <https://doi.org/10.32987/2617-8532-2023-4-5-18> (date of access: 29.04.2026).

8. Al-Fraihat D. Exploring students' perceptions of the design and use of the Moodle learning management system *Computers in Human Behavior Reports*. 2025. Vol. 18. P. 100685. URL: <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2025.100685> (date of access: 25.04.2026).

9. Литвинчук А. О., Кир'янов А. В., Іриневич Ю. В., Гайдук І. С. Тенденції розвитку дистанційної освіти в Україні як чинника стабільності та безперервності освітнього процесу під час війни. *Розвиток інформаційних освітніх технологій*. 2023. № 4 (25). С. 5–18. <https://doi.org/10.32987/2617-8532-2023-4-5-18>.

10. Яблонська Т. Досвід і перспективи дистанційного навчання в системі вищої освіти *Actual Problems in the System of Education: General Secondary Education Institution – Pre-University Training – Higher Education Institution*. 2022. № 2. С.903–915. URL: <https://doi.org/10.18372/2786-5487.1.16687> (дата звернення: 30.04.2026).

11. Інноваційні трансформації в сучасній освіті: виклики, реалії, стратегії: зб. матеріалів Другого Всеукр. відкритого наук. - практ. онлайн-форуму, Київ, 25–26 листоп. 2020 / за заг. ред. І.М. Савченко, В.В. Ємець. Київ: Національний центр «Мала академія наук України», 2020. 370 с.

12. Олешко А. А., Бондаренко С. М. Удосконалення системи дистанційного навчання у вищій школі в умовах пандемії Covid-19. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми інтеграції освіти, науки та бізнесу в умовах глобалізації»: тези доповідей, 10 листопада 2020 р. Київ: КНУТД, 2020. С.78–79. URL: https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/16872/1/PIONBUG_2020_P078079.pdf (дата звернення 04.05.2026).

13. Гнатюк О.В., Дистанційне навчання: проблеми, пошуки, виклики, м. Київ URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/728350/1/%D0%A2%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82.pdf> (дата звернення 04.05.2026).

14. Олешко А. А., Ровнягін О. В., Годз В. Р. Удосконалення дистанційного навчання у вищій освіті в умовах пандемічних обмежень. Державне управління:

удосконалення та розвиток. 2021. № 1. URL: <http://www.dy.nayka.com.ua/?op=1&z=1936> (дата звернення 04.05.2026).

15. Бутник О. О., Немирівська О. Я., Особливості публічного управління в умовах світової пандемії. *Право та державне управління*. 2020. № 2. С. 142–148.

16. Турчин О. І. Сутність технології дистанційного навчання. *Академічні Візії*, 2023. Вип. 25. С. 1–5. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10215968> (дата звернення: 24.01.2026).

17. European Agency for Special Needs and Inclusive Education. *Distance learning*. URL: <https://www.european-agency.org/resources/glossary/distance-learning> (date of access: 24.04.2026).

18. Stecuła K., Wolniak R. Advantages and Disadvantages of E-Learning Innovations during COVID-19 Pandemic in Higher Education in Poland. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. 2022. Vol., 8, No. 3, 159. <https://doi.org/10.3390/joitmc8030159>.

19. Matiash O., Mykhailenko L., Tiutiunnyk D., Yashchuk K., Kateryniuk H. Advantages and disadvantages of laboratory lessons in mathematics teaching methodology under emergency remote teaching conditions. *Social Sciences & Humanities Open*. 2025. Vol. 11, 101236. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.101236>.

20. Яненко Я. Using microsoft teams in online learning of students: methodical aspect. *Information Technologies and Learning Tools*. 2024. Vol. 100, No. 2. P. 72–91. URL: <https://doi.org/10.33407/itlt.v100i2.5508> (date of access: 04.05.2026).

21. Vasylenko V. Distance learning platforms: main characteristics and possibilities of use.// *Вісник Книжкової палати*. 2022. No. 11. P. 35–40. URL: [https://doi.org/10.36273/2076-9555.2022.11\(316\).35-40](https://doi.org/10.36273/2076-9555.2022.11(316).35-40) (date of access: 26.04.2026).

22. Moodle statistics. URL: <https://stats.moodle.org/> (дата звернення 04.05.2026)

23. Самар А. В. Впровадження STEM-освіти на заняттях хімії у вищих навчальних закладах шляхом використання платформ та сервісів URL:

https://www.innovpedagogy.od.ua/archives/2024/70/part_2/6.pdf (дата звернення 04.05.2026)

24. Gamage S. H. P. W., Ayres J. R., Behrend M. B. A systematic review on trends in using Moodle for teaching and learning. *International Journal of STEM Education*. 2022. Vol. 9, No. 9. <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00323-x> (дата звернення 01.05 2026)

25. Sarkar B. Transform STEM education with Moodle LMS. 2024. URL: <https://moodle.com/news/transform-stem-education-with-moodle-lms/> (date of access: 01.05.2026).

26. Hsiung W. Y. The Use of E-Resources and Innovative Technology in Transforming Traditional Teaching in Chemistry and its Impact on Learning Chemistry. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*. 2018. Vol. 12, No. 7. P. 86–96. <https://doi.org/10.3991/ijim.v12i7.9666> (дата звернення 01.05.2026)

27. Курс дистанційної платформи Moodle ЗНУ. URL: https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=4136&utm_source (дата звернення 04.05.2026)

28. Силабус навчальної дисципліни «Фізична хімія». Вінниця, Донецький національний університет імені Василя Стуса, 2025. 30 с.

29. Навчальний план 2022 року набору підготовки бакалавра з галузі знань Природничі науки за спеціальністю 102 Хімія, освітньою програмою «Хімія», Вінниця, ДонНУ імені Василя Стуса, 2022. 3 с.

30. Електронний курс «Фізична хімія: хімічна термодинаміка». URL: <https://moodle.donnu.edu.ua/course/view.php?id=915> (дата звернення: 25.01.2026).

31. Glossary activity. URL: https://docs.moodle.org/502/en/Glossary_activity (дата звернення 04.05.2026).

32. Assignment activity. URL: https://docs.moodle.org/502/en/Assignment_activity (дата звернення 04.05.2026).

33. Quiz activity. URL: https://docs.moodle.org/502/en/Quiz_activity (дата звернення 04.05.2026).

34. Gradebook. URL: <https://docs.moodle.org/27/en/Gradebook> (дата звернення 04.05.2026).
35. Quiz reports. URL: https://docs.moodle.org/502/en/Quiz_reports (дата звернення 04.05.2026).
36. Мокрієв М. В. Аналіз тестових завдань засобами Moodle. URL: <https://2017.moodlemoot.in.ua/course/view.php?id=83> (дата звернення 04.05.2026)
37. Quiz statistics report. URL: https://docs.moodle.org/502/en/Quiz_statistics_report (дата звернення 04.05.2026).
38. Сергієнко В. П., Кухар Л. О., Галицький О. В., Микитенко П. В. Використання вбудованої системи аналізу тестових завдань в LCMS Moodle *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2014. Т. 41, вип. 3. С. 196–208. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN_2014_41_3_21 (дата звернення 04.05.2026)
39. Бригінець В. П., Подласов С. О., Матвійчук О. В. Оцінка якості завдань у тестовій формі. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2018. Вип. 168. С. 52–56. URL: <https://cusu.edu.ua/images/download-files/naukovi-zapysky/168/13.pdf> (дата звернення 04.05.2026)
40. Положення про використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі Донецького національного університету імені Василя Стуса: наказ ректора від 05.12.2024 № 352/05. 6 с.
41. Донецький національний університет. Інструкція з охорони праці № 2 для працівників, які використовують персональні комп'ютери: наказ ректора від 19.03.2015 № 72/05. 4 с.
42. Термодинамічна, фазова і хімічна рівновага: навч. посіб. для студентів хімічних факультетів (напрямок «Хімія») / В. М. Михальчук. – Донецьк: ДонНУ, 2012. 230 с.
43. IUPAC GOLD BOOK URL: <https://goldbook.iupac.org/terms/search> (дата звернення 04.05.2026)
44. Глосарій термінів з хімії. Укладачі Й. Опейда, О. Швайка. Донецьк, 2008. 738 с. URL: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/79/Opeida_Shvaika_Glossary_of_chemistry_terms.pdf.

45. Положення про використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі Донецького національного університету імені Василя Стуса: наказ ректора від 05.12.2024 № 352/05. 6 с.

46. Physical Chemistry: YouTube. URL: <https://www.youtube.com/@PhysicalChemistry> (дата звернення 04.05.2026)

47. Physical Chemistry: Entropy of Mixing [video]. YouTube, 07.11.2020. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=2TbKlXVWAJ4> (date of access: 20.04.2026).

ДОДАТОК А

Елементи глосарію термінів ЕНК «Фізична хімія: хімічна термодинаміка»

А

Абсолютна ентропія

absolute entropy

зміна ентропії речовини при її переході від абсолютного нуля до даної температури, розрахована з використанням третього закону термодинаміки за експериментальними калориметричними даними: температурними залежностями теплоємностей кожної з окремих фаз речовини та теплотами й температурами її фазових переходів [44].

Абсолютна температура

absolute temperature

температура, вимірювана за шкалою, в якій за нульову точку відліку прийнято абсолютний нуль. У системі СІ при вимірюванні абсолютної температури використовується шкала Кельвіна [4442].

В

Внутрішня енергія (U)

сума всіх видів енергії системи, пов'язаних з рухом і взаємодією частинок. Вона складається з: енергії взаємодії елементарних часток в атомах; енергії міжатомних взаємодій у молекулах, кристалах, рідинах, газах; енергії міжмолекулярної взаємодії; кінетичної енергії руху частинок, що складають систему (атомів, молекул, іонів) [42].

Internal energy

Quantity the change in which is equal to the sum of heat, q , brought to the system and work, w , performed on it, $\Delta U = q + w$. Also called thermodynamic energy. <https://doi.org/10.1351/goldbook.I03103> [43].

Г

Гетерогенні хімічні рівноваги

рівноважні стани для реакцій, учасники яких перебувають у різних фазах: твердій і газоподібній; рідкій і газоподібній; твердій і рідкій тощо [42].

Д

Другий закон Коновалова

екстремуми на кривих повного тиску пари відповідають такій рівновазі розчину й насиченої пари, при якій склад обох фаз однаковий [42].

Другий закон термодинаміки

1. Постулат Клаузіуса. Теплота сама по собі не може перейти від більш холодного тіла до більш теплого, тобто перехід теплоти від більш холодного тіла до більш теплого не може мати місця без компенсації.

2. Постулат Томсона (лорда Кельвіна). У природі неможливий круговий процес, єдиним результатом якого була б механічна робота, чинена за рахунок відводу теплоти від теплового резервуара [42].

Другий наслідок закону Гесса

тепловий ефект хімічної реакції дорівнює різниці між сумою теплот згоряння вихідних речовин і сумою теплот згоряння продуктів реакції (з урахуванням стехіометричних коефіцієнтів у рівнянні реакції) [42].

Е

Екстракція

процес добування (концентрування) придатним розчинником (екстрагентом) речовини, розподіленої в рідкій або твердій фазі, практично не розчинній в екстрагенті [42].

Extraction

Distribution and partition are often used as synonyms for the general phenomenon of extraction where appropriate.

<https://doi.org/10.1351/goldbook.E02301> [43].

Енергія

міра інтенсивності різних форм руху матерії. Види енергії: кінетична (E_k), потенціальна (E_p), механічна, електрична, хімічна тощо. Для кількісної характеристики запасу енергії термодинамічної системи або зміни енергії в певних термодинамічних процесах використовують ряд функцій [42].

Energy

In mechanics the sum of potential energy and kinetic energy. In thermodynamics the internal energy or internal energy increase, ΔU , is the sum of heat and work brought to the system. Only changes in energy are measurable. For photons:

$$E=h*\nu$$

where h is the Planck constant and ν the frequency of radiation. In relativistic physics:

$$E=m*c^2$$

where c is the speed of light and m the mass. <https://doi.org/10.1351/goldbook.E02101> [43].

Енергія Гіббса (ізобарно-ізотермічний потенціал, G)

термодинамічна функція, яка оцінює величину вільної енергії і може бути використана системою для виконання роботи, якщо процес проводиться за умов: $P, T = \text{const}$ [42].

Gibbs energy

Enthalpy minus the product of thermodynamic temperature and entropy. It was formerly called free energy or free enthalpy. <https://doi.org/10.1351/goldbook.G02629> [43].

Енергія Гельмгольца (ізохорно-ізотермічний потенціал, F)

термодинамічна функція стану, яка оцінює величину вільної енергії системи і може бути використана системою для виконання роботи за умов проведення процесу при $V, T = \text{const}$ [42].

Helmholtz energy

Internal energy minus the product of thermodynamic temperature and entropy. It was formerly called free energy. <https://doi.org/10.1351/goldbook.H02772> [43]

Енергія зв'язку атомів у молекулі

Мінімальна енергія, необхідна для розриву зв'язку при 0 K і віддалення атомів, що утворилися, на нескінченно велику відстань один від одного [42].

Ентропія

добуток натурального логарифма термодинамічної ймовірності цього стану на сталу Больцмана [42].

Entropy

Quantity the change in which is equal to the heat brought to the system in a reversible process at constant temperature divided by that temperature. Entropy is zero for an ideally ordered crystal at 0 K. In statistical thermodynamics

$$S=k*\ln W$$

where k is the Boltzmann constant and W the number of possible arrangements of the system. <https://doi.org/10.1351/goldbook.E02149> [43]

3

Закон Генрі

парціальний тиск пари розчиненої речовини пропорційний її мольній частці. Величина називається коефіцієнтом Генрі [42].

Henry's Law

The partial pressure (fugacity) of a solute (B) in a solution is directly proportional to the rational chemical activity (a_x) of the solute; this relationship is called Henry's law:

$$p_B = a_{x,B} / a_{x,B}^{\infty}$$

where $a_{x,B}^{\infty}$ is the rational solubility coefficient for infinite dilution, i.e. for pure solvent. For the solvent (A) the relationship is called Raoult's law, and the proportionality factor is the fugacity of the pure solvent, p_A^* :

$$p_A = p_A^* * a_A$$

<https://doi.org/10.1351/goldbook.H02783> [43]

Закон Гесса

теплота процесу не залежить від шляху процесу, а залежить тільки від початкового й кінцевого стану системи [42].

Закон зростання ентропії

для будь-якого процесу в ізольованій системі ентропія кінцевого стану не може бути менше ентропії початкового стану [42].

Закон Рауля

відносне зниження парціального тиску пари розчинника дорівнює мольній частці розчиненої речовини [42].

Raoult's Law

The partial pressure (fugacity) of a solute (B) in a solution is directly proportional to the rational chemical activity (a_x) of the solute; this relationship is called Henry's law:

$$p_B = a_{x,B} / a_{x,B}^{\infty}$$

where $a_{x,B}^{\infty}$ is the rational solubility coefficient for infinite dilution, i.e. for pure solvent. For the solvent (A) the relationship is called Raoult's law, and the proportionality factor is the fugacity of the pure solvent p_A^* :

$$p_A = p_A^* \cdot a_A [43]$$

Закон розподілу

відношення активностей речовини, розчиненої у двох шарах рідин, що практично не змішуються, є постійною величиною при даній температурі [42].

Зворотний осмос

перенесення розчинника крізь напівпроникну перегородку з розчину в посудину з чистим розчинником, яке виникає при створенні надлишкового тиску p_{exc} , що перевищує осмотичний тиск ($p_{exc} > \pi$), в результаті хімічний потенціал розчинника в розчині стане більше, ніж для чистого розчинника $\mu_1(p, T, x) > \mu_1^*(p, T)$ [42].

I

Ідеальний газ

характеризується такими основними властивостями:

1. Кінетична енергія руху частинок ідеального газу набагато більше потенційної енергії їх взаємодії.
2. Частинки ідеального газу рухаються незалежно одна від одної.

3. Енергія ідеального газу дорівнює сумі енергій усіх частинок.
4. Тиск ідеального газу дорівнює сумі імпульсів, переданих на стінку посудини в одиницю часу.
5. Рівняння стану ідеального газу $pV = nRT$.
6. Внутрішня енергія ідеального газу залежить тільки від температури (закон Джоуля) [42].

Ideal gas

Gas which obeys the equation of state $pV = nRT$ (the ideal gas law; p is the pressure, V the volume, n the amount of molecules, R the gas constant and T the thermodynamic temperature). For an ideal gas the fugacity, f , of each constituent B is equal to its partial pressure, p_B , $f_B = p_B = x_B p$, where x_B is the amount fraction of B . <https://doi.org/10.1351/goldbook.I02935> [43]

Інтегральна теплота розведення

зміна ентальпії під час розведення розчину молярності m_i (наприклад, m_1) нескінченно великою кількістю розчинника [42].

Інтегральна теплота розчинення

теплота, яка поглинається або виділяється під час розчинення одного моля речовини в такій кількості розчинника, при якій утворюється розчин з певною молярністю (мольно-ваговою концентрацією) m , називається інтегральною теплотою розчинення [42].

Істинна мольна теплосмність

відношення нескінченно малої кількості теплоти, наданої одному молю речовини, до нескінченно малого збільшення температури, яке при цьому спостерігається [42].

К

Компоненти розчину

найпростіші складові частини розчину, які можуть бути виділені в чистому вигляді й змішенням яких можна одержати розчини будь-якого можливого складу, називаються компонентами розчину [42].

Н

Нода

лінія, що з'єднує спряжені точки [42].

О

Осмос

самочинний перенос розчинника в розчин крізь напівпроникну перегородку. Рушійною силою цього процесу є різниця між хімічними потенціалами розчинника в розчині й чистого розчинника [42].

Осмотичний тиск

додатковий тиск, який необхідно прикласти до розчину, щоб запобігти надходженню в нього розчинника крізь напівпроникну перегородку [42].

П

Парціальні мольні термодинамічні величини

частинні похідні екстенсивних параметрів розчину (внутрішня енергія, ентальпія, ентропія, вільні енергії Гіббса й Гельмгольца) за кількістю i -го компонента розчину n_i при сталості температури, тиску й вмісту всіх інших компонентів, крім i -го [42].

Парціальний тиск

дорівнює такому тиску в посудині, який він створював би у випадку відсутності інших газів, тобто якщо тільки один цей газ займав би весь об'єм посудини. Парціальний тиск ідеального газу прийнято позначати p_i [42].

Partial pressure

Normal force acting on a surface divided by the area of that surface. For a mixture of gases the contribution by each constituent is called the 'partial pressure' $p_i = x_i p$, where x_i is the amount fraction of the i th constituent and p is the total pressure. <https://doi.org/10.1351/goldbook.P04819> [43]

Перша теорема Карно

к.к.д. циклу Карно не залежить від природи робочої речовини й граничних адіабат, а визначається тільки температурами тепловіддавача T_1 і теплоприймача T_2 [42].

Перший закон Коновалова

насичена пара в порівнянні з рівноважним розчином відносно багатша тим компонентом, додавання якого до системи підвищує повний тиск насиченої пари [42].

Перший закон термодинаміки

1. Коли в системі відбувається яке-небудь перетворення, алгебраїчна сума різних форм зміни енергії (теплообміну, здійсненої роботи) не залежить від способу перетворення. Вона залежить тільки від початкового й кінцевого стану системи.

2. Внутрішня енергія є функцією стану, тобто її зміна не залежить від шляху процесу, а визначається тільки початковим і кінцевим станом системи [42].

Постулат Планка

при абсолютному нулі температури ентропія правильно сформованого (бездефектного) кристала індивідуальної речовини дорівнює нулю ($T = 0 \text{ K}$) [42].

Правило Алексєєва

середини нод, що з'єднують спряжені точки для рівноважних розчинів, лежать на прямій, що проходить через верхню або нижню критичну точку розчинності [42].

Принцип Ле-Шательє–Брауна

якщо на систему, що перебуває в стані рівноваги, виявляється зовнішній вплив, то в ній відбувається такий зсув рівноваги, який послаблює цей вплив (принцип Ле-Шательє–Брауна) [42].

Правило фаз Гіббса

система, що складається з F фаз і K незалежних компонентів, має число ступенів свободи f , що дорівнює $K+2-F$ [42].

Проміжна інтегральна теплота розведення

зміна ентальпії під час розведення розчину з вихідною концентрацією m_i до концентрації m_j (наприклад, від концентрації m_2 до концентрації m_1) [42].

Р

Ректифікація

масо- і теплообмінний процес, в основі якого також лежить перший закон Коновалова [42].

Rectification

A component of the current that is due to the rectifying properties of an electrode reaction and that appears if an indicator or working electrode is subjected to any periodically varying applied potential while the mean value of the applied potential is controlled. <https://doi.org/10.1351/goldbook.F02324> [43]

Розчин

фази змінного складу, що складаються із двох і більше компонентів, концентрації яких можна змінювати неперервно (у певних межах). Отже, розчини – це однорідні суміші молекул (в окремих випадках – атомів, іонів) двох або більше речовин, між якими є фізичні й нерідко хімічні взаємодії [42].

Solution

A liquid or solid phase containing more than one substance, when for convenience one (or more) substance, which is called the solvent, is treated differently from the other substances, which are called solutes. When, as is often but not necessarily the case, the sum of the mole fractions of solutes is small compared with unity, the solution is called a dilute solution. A superscript attached to the symbol for a property of a solution denotes the property in the limit of infinite dilution. <https://doi.org/10.1351/goldbook.S05746> [43]

С

Співвідношення Максвелла

рівняння взаємозв'язку між частинними похідними і термодинамічними параметрами називають співвідношеннями Максвелла [42].

Стандартна енергія розриву зв'язку

зміна ентальпії при хімічній реакції, у якій відбувається розрив одного моля даних зв'язків [42].

T

Температура

функція стану, вона не залежить від передісторії тіла й повністю визначається його станом у цей момент. Згідно з нульовим законом (початком) термодинаміки, температура однакова в усіх точках рівноважної системи [42].

Temperature

Short form for thermodynamic, Celsius or Fahrenheit temperature.

<https://doi.org/10.1351/goldbook.T06261> [43]

Теорема Нернста

неможливо за допомогою жодної, як завгодно ідеалізованої процедури, за кінцеве число операцій охолодити будь-яку систему до нуля градусів Кельвіна [42].

Теплоємність

кількість теплоти, необхідну для нагрівання одиничної кількості речовини на 1 градус Кельвіна [42].

Heat capacity

Heat brought to a system to increase its temperature divided by that temperature increase. At constant volume at constant pressure, where is the internal energy and the enthalpy of the system. <https://doi.org/10.1351/goldbook.H02753> [43]

Термодинамічний потенціал

характеристична функція, зменшення якої в оборотному процесі, що йде при сталості природних змінних цієї функції, дорівнює максимальній корисній роботі, понад роботу розширення [42].

Термодинамічний потенціал та їх характеристика

Термодинамічний потенціал	Характеристична функція	Назва
Ізобарно - ізотермічний $T, P = \text{const}$	$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$	Енергія Гіббса
Ізохорно - ізотермічний $T, V = \text{const}$	$\Delta F = \Delta U - T\Delta S$	Енергія Гельмгольца

Ізохорно- ізоентропійний $S, V = \text{const}$	ΔU	Внутрішня енергія
Ізобарно ізоентропійний $S, P = \text{const}$	ΔH	Ентальпія

[42]

Ф

Фаза

сукупність гомогенних частин системи, однакових у всіх точках за складом й хімічними і фізичними властивостями (незалежно від кількості) і відділених від інших частин деякою видимою поверхнею (поверхнею поділу) [42].

Phase

An entity of a material system which is uniform in chemical composition and physical state. <https://doi.org/10.1351/goldbook.P04528> [43]

Фазова рівновага

термодинамічний стан багатозфазної системи, в якій хімічний потенціал компонента має однакове значення в усіх співіснуючих фазах системи, або при постійних тиску та температурі система характеризується мінімумом вільної енергії Гіббса [42].

Функція розподілу

функція, що описує відносну кількість молекул, що мають певну енергію (чи швидкість) до загального числа молекул у системі [42].

Х

Характеристичні функції

функція стану системи двох незалежних параметрів називається характеристичною, якщо за допомогою цієї функції і її похідних за цими параметрами можуть бути виражені всі термодинамічні властивості системи [42].

ДОДАТОК Б

Розроблені тестові завдання для оновлення банку питань

1. Яке твердження правильне щодо екстенсивних величин?

- a) Не залежать від маси
- b) Пропорційні кількості речовини
- c) Залежать тільки від температури
- d) Є сталими

2. Оберіть правильний варіант:

Для екзотермічної реакції: $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{SO}_3$

що можна буде спостерігати при підвищенні температури?

- a) Рівновага зміститься вліво
- b) Кількість SO_2 зменшиться
- c) Рівновага не зміниться
- d) Вихід продукту збільшиться

3. Оберіть правильний варіант:

Що буде відбуватися при збільшенні концентрації N_2 для реакції: $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \leftrightarrow 2\text{NH}_3$?

- a) Рівновага зміститься вправо
- b) Рівновага зміститься вліво
- c) Кількість аміаку збільшиться
- d) Кількість H_2 зросте

4. Оберіть вірний варіант твердження щодо температури, як термодинамічної величини:

- a) Температура є функцією стану
- b) Температура не змінюється під час теплових процесів
- c) Температура визначається станом системи в даний момент

d) Температура залежить від передісторії тіла

5. Адіабатичний процес відбувається за умови:

- a) $P = \text{const}$
- b) $T = \text{const}$
- c) $\delta Q = 0$
- d) $V = \text{const}$

6. Внутрішня енергія системи складається з:

- a) Енергії взаємодії елементарних частинок в атомах
- b) Енергії міжатомних взаємодій у молекулах, кристалах, рідинах, газах
- c) Жодна відповідь невірна
- d) Енергії міжмолекулярної взаємодії
- e) *Усі відповіді вірні*
- f) Кінетичної енергії руху частинок, що складають систему

7. Для адіабатичного процесу вірне співвідношення є:

- a) $Q = \Delta U$
- b) $A = \Delta U$
- c) $A = 0$
- d) $A = -\Delta U$

8. Перший закон термодинаміки встановлює взаємозв'язок між:

- a) Внутрішньою енергією, теплотою
- b) Роботою, теплотою
- c) *Описує зміну внутрішньої енергії системи внаслідок теплообміну та виконання роботи*
- d) *Внутрішньою енергією, роботою й теплотою*

9. Теплоємністю називають кількість теплоти, необхідну для нагрівання одиничної кількості речовини на 1 градус Кельвіна.

- a) Теплоємність характеризує здатність речовини поглинати теплоту
- b) Одиницею вимірювання питомої теплоємності є Дж/(кг*К)
- c) Теплоємність пов'язана зі зміною температури тіла
- d) Теплоємність не залежить від природи речовини

10. Коефіцієнти l , C_v , C_p , h , k називають (чим? Вставте одне слово-прикметник):

Відповідь: *калоричними*

11. Якщо система здійснює нескінченно малу кількість роботи, то її внутрішня енергія (що робить?) на величину δA ?

Відповідь: *зменшується*

12. З'єднайте відповідність:

- a) $\delta Q = 0, d_{ex}S = 0, d_{in}S \geq 0$ 1. відкрита система
- b) $d_{ex}S = \delta Q/T = dU + pdV/T, d_{ex}S \geq 0, d_{ex}S < 0, d_{in}S \geq 0$ 2. ізольована система
- c) $d_{ex}S = \delta Q/T + (d_{ex}S)_{мас}, d_{ex}S \geq 0, d_{ex}S < 0, d_{in}S \geq 0$ 3. замкнута система

Відповідь: а. ізольована система, б. замкнута система, в. відкрита система

13. Формула Больцмана для ентропії:

- a) $S = Q/T$
- b) $S = a \ln W$
- c) $S = aT$
- d) $S = pV$

14. Оберіть правильне твердження щодо рівняння, яке наведено нижче.

$$\Delta S_{AB} = \Delta_{in} S + \int_A^B \frac{\delta Q}{T}$$

- a) Рівняння описує зміну ентропії системи
- b) Рівняння є математичним виразом другого закону термодинаміки для нерівноважних процесів
- c) Рівняння описує лише ізотермічні процеси і не пов'язане з ентропією

15. Оберіть правильне твердження щодо рівняння, яке наведено нижче $dU = TdS - pdV$

- a) Рівняння є основною термодинамічною тотожністю
- b) Рівняння описує зміну внутрішньої енергії системи
- c) Рівняння застосовується лише для ідеальних газів

16. Яке з наведених визначень характеризує ентальпію?

- a) Це фізична величина, що характеризує міру безладдя системи та напрямок самодовільного перебігу процесів
- b) Це кількість теплоти, необхідна для нагрівання системи на 1 градус Кельвіна
- c) Це енергія, яка повністю перетворюється в механічну роботу
- d) Це величина, яка визначає середню кінетичну енергію частинок системи

17. Що таке цикл Карно?

- a) Найефективніший тепловий цикл
- b) Ізохорний процес
- c) Необоротний процес
- d) Хімічна реакція

18. Яка нерівність описує вираз другого закону термодинаміки для довільного й оборотного процесу?

- a) $dS = 0$
- b) $dS = Q/T$
- c) $dS \leq \delta Q/T$
- d) $dS \geq \delta Q/T$

19. Яке значення має постулат Клаузіуса?

- a) *Теплота не може самочинно перейти від холодного до гарячого*
- b) Жодне з тверджень невірне
- c) Теплота переходить від гарячого до холодного
- d) Робота завжди перетворюється на тепло

20. Встановіть відповідність:

$$G = H - TS$$

1. повний диференціал вільної енергії Гельмгольца

$$dG = dH - TdS - SdT$$

2. вільна енергія Гіббса

$$dF = dU - TdS - SdT$$

3. повний диференціал вільної енергії Гіббса

Відповідь: *a. вільна енергія Гіббса, b. повний диференціал вільної енергії Гіббса, c. повний диференціал вільної енергії Гельмгольца*

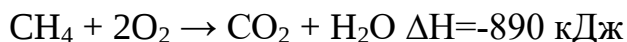
21. Яка умова самочинного процесу при $T = \text{const}$ і $V = \text{const}$?

- a) $dU \leq 0$
- b) $dH \leq 0$
- c) $dF \leq 0$
- d) $dS \geq 0$

22. Яка умова самочинності для відкритої системи?

- a) $dS = 0$
- b) $dU > 0$
- c) $\sum i \mu_i dn_i < 0$
- d) $dG < 0$

23. Оберіть правильне твердження щодо реакції, яка наведена нижче:



Який висновок можна зробити?

- a) Під час реакції виділяється тепло
- b) Реакція є екзотермічною
- c) Теплота поглинається
- d) Ентальпія продуктів більша за ентальпію реагентів

24. Як називається дане рівняння (вставте два слова і іменному відмінку)?

$$\frac{dp}{dT} = \frac{\Delta C_{p, \text{пр}}}{T_{\text{пр}} \tilde{V} \Delta \alpha}$$

Відповідь: рівняння Еренфеста

25. Розчини – це

- a) це однорідні суміші молекул двох або більше речовин, між якими є фізичні й нерідко хімічні взаємодії
- b) це суміші речовин, у яких компоненти легко можна побачити
- c) це речовини, що складаються тільки з атомів одного хімічного елемента
- d) це системи, у яких між компонентами відсутня взаємодія

26. Встановіть відповідність:

Поняття

Значення

1. Парціальний тиск

a) Суміш кількох газів

2. Багатоконпонентна газова система

b) Газ, взаємодією між молекулами якого можна знехтувати

3. Ідеальний газ

c) Тиск, який створював би газ, якби лише він займав увесь об'єм посудини

4. Загальний тиск газової суміші

d) Сума парціальних тисків усіх газів у системі

Відповідь: 1.c, 2.a, 3.b, 4.d

27. Неідеальні розчини, для яких виконуються закони Рауля та Генрі називаються (якими? Вставте два слова)?

Відповідь: *гранично розведеними*

28. Розчини, що підпорядковуються закону Рауля у формі рівняння $f_1 = f_1^* (1 - x)$ при всіх концентраціях і всіх температурах називаються? (якими? Вставте одне слово-прикметник)

Відповідь: *ідеальними*

28. Математичний вираз якого закону наведено? (Вставте два слова)

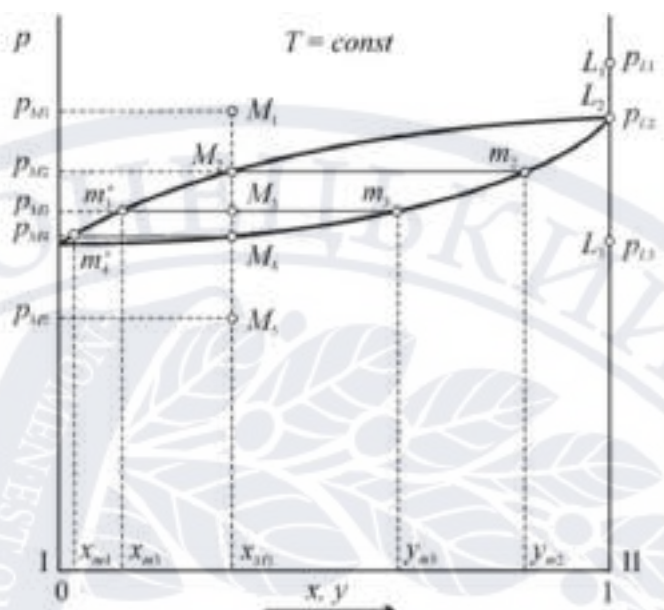
$$\frac{p_1^* - p_1}{p_1^*} = x$$

Відповідь: *закон Рауля*

29. Перший закон Коновалова:

- а) Насичена пара в порівнянні з нерівноважним розчином відносно багатша тим компонентом, додавання якого до системи підвищує повний тиск насиченої пари.
- б) Ненасичена пара в порівнянні з нерівноважним розчином відносно багатша тим компонентом, додавання якого до системи підвищує повний тиск насиченої пари.
- с) *Насичена пара в порівнянні з рівноважним розчином відносно багатша тим компонентом, додавання якого до системи підвищує повний тиск насиченої пари.*

30. Будь-яка точка на площині даної діаграми, яка характеризує склад системи, називається? (якою? Вставте одне слово-прикметник)



Відповідь: *фігуративною*

31. Ебуліоскопічна константа E :

- a) *Не залежить від природи розчиненої речовини*
- b) *Залежить від природи розчиненої речовини*

32. Оберіть правильний варіант:

Ебуліоскопічна константа:

- a) *Характеризує збільшення температури кипіння розчину*
- b) *Дорівнює збільшенню температури розчину, що містить 1 моль речовини у 1000 г розчинника*
- c) *Залежить лише від природи розчинника*
- d) *Характеризує зменшення температури замерзання розчину*
- e) *Називається мольним підвищенням температури кипіння*

33. Додатковий тиск, який необхідно прикласти до розчину, щоб запобігти надходженню в нього розчинника крізь напівпроникну перегородку, називається?

- a) *Осмотичним тиском*

- b) Парціальним тиском
- c) Капілярним тиском

34. Сумарна вільна енергія Гіббса двох рідин А і В до їхнього змішення дорівнює:

a) $G_{sol} = n_A (\mu_A^* + RT \ln x_A) + n_B (\mu_B^* + RT \ln x_B)$

b) $G_L = n_A \mu_A^* + n_B \mu_B^*$

c) $\Delta_{mix} G = nRT(x_A \ln x_A + x_B \ln x_B)$

35. Неідеальні розчини поділяють на:

- a) Атермальні розчини
- b) Жодна відповідь невірна
- c) Регулярні розчини
- d) *Регулярні та атермальні розчини*

36. Яка величина показує ступінь відхилення розчину від ідеальності?

- a) Температура кипіння
- b) Поверхневий натяг
- c) Тиск насиченої пари
- d) *Надлишкові функції змішення*

37. Для яких розчинів надлишкова ентропія змішення приблизно дорівнює нулю?

- a) Ідеальних
- b) *Регулярних*
- c) Атермальних
- d) Електролітних

38. Що відбувається із взаємною розчинністю компонентів температури у системах з верхньою критичною температурою?

- a) Не змінюється
- b) Збільшується
- c) Зменшується
- d) Зникає

39. Що характеризує коефіцієнт розподілу D?

- a) Відношення сумарних концентрацій речовини у фазах
- b) Відношення тисків
- c) Відношення об'ємів фаз
- d) Відношення температур

40. Який процес лежить в основі екстракції?

- a) Сублімація
- b) Розподіл речовини між двома фазами
- c) Дифузія
- d) Кристалізація

41. Яка система є прикладом атермального розчину?

- a) Бензен-толуен
- b) Йод-алкани
- c) Мономер-полімер
- d) Вода-етанол

42. Що відображають ноди на фазових діаграмах? Точки кипіння

- a) Енергію активації
- b) Критичний тиск
- c) Склади рівноважних фаз

43. Обчисліть коефіцієнт розподілу, якщо концентрація речовини в органічному шарі становить 0,8 моль/л, а у водному 0,2 моль/л

- a) 4
- b) 8
- c) 0,25
- d) 2

44. Якщо речовина асоціює в органічній фазі, яке значення матиме показник n у рівнянні Шилова?

- a) $n=0$
- b) $n<1$
- c) $n=1$
- d) $n>1$

45. Для чого використовують трикутник Гіббса-Розембума?

- a) Для розрахунку швидкості реакції
- b) Для розрахунку ентальпії
- c) Для визначення складу трикомпонентних систем
- d) Для визначення температури кипіння

46. Що називається хімічною рівновагою?

- a) Стан максимального нагрівання системи
- b) Повне припинення реакції
- c) Стан, коли швидкості прямої та зворотної реакції рівні
- d) Стан кристалізації речовини

47. Яка величина характеризує стан хімічної рівноваги?

- a) Ентальпія
- b) Константа рівноваги
- c) Теплоємність

d) Енергія активації

48. Для ідеальних газових сумішей константа рівноваги виражається через:

- a) Густину
- b) Теплопровідність
- c) *Парціальні тиски*
- d) В'язкість

49. Яка величина використовується для реальних сумішей?

- a) *Фугітивність*
- b) Концентрація
- c) Активність
- d) Молярний об'єм

50. Для ідеальних розчинів коефіцієнт активності дорівнює:

- a) 0,5
- b) 1
- c) 10
- d) 0

51. Для гранично розведених розчинів коефіцієнти активності

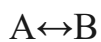
- a) *Є сталими*
- b) Прямують до нескінченності
- c) Не визначаються
- d) Дорівнюють нулю

52. Що таке фугітивність?

- a) Температура плавлення
- b) Ідеальний тиск газу
- c) Концентрація розчину

d) *Ефективний тиск реального газу*

53. Обчисліть константу рівноваги реакції:



Якщо $[B] = 0,8$ моль/л, а $[A] = 0,2$ моль/л

- a) 0,25
- b) 2
- c) 8
- d) 4

54. Який вплив має каталізатор на хімічну рівновагу?

- a) *Прискорює встановлення рівноваги*
- b) *Не змінює положення рівноваги*
- c) Рівновага зміщується вправо
- d) Рівновага зміщується вліво