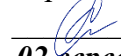


ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



ПОГОДЖУЮ

Гарант освітньої програми

 Олесья РЕВТЬО
02 вересня 2024 року

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

 Наталя НОВІКОВА

Протокол засідання кафедри харчових
технологій ХДАЕУ

від *26 серпня 2024 року № 1*

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ОК 34 ХІМІЯ

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський) рівень

Освітня програма – «Агроінженерія»

Спеціальність – 208 Агроінженерія

Галузь знань – 20 Аграрні науки та продовольство

Кропивницький – 2024

1. Загальна інформація

Назва навчальної дисципліни	ХІМІЯ
Факультет	Біолого-технологічний факультет
Назва кафедри	Кафедра харчових технологій
Викладач	Сумська Ольга Петрівна, кандидат технічних наук, доцент
Контактна інформація	sumska_o@ksaeu.kherson.ua
Графік консультацій	щосереди з 14 ⁰⁰ до 16 ³⁰
Програма дисципліни	1. Неорганічна хімія Основні хімічні поняття, закони та будова атома. Періодичний закон Розчини. Способи вираження складу. рН і гідроліз солей Окисно-відновні процеси та їх значення для агросфери Координаційні сполуки Хімія s-, p-, d-елементів та їх роль у компонентах агросфери Основи хімічного експерименту та правила роботи в лабораторії 2. Аналітична хімія Якісний хімічний аналіз катіонів і аніонів Кількісний хімічний аналіз. Титриметричні методи Нейтралізаційні методи аналізу (луг, твердість води) Теоретичні основи якісного і кількісного аналізу біогенних елементів 3. Органічна хімія Класифікація і номенклатура органічних сполук Вуглеводні: будова, властивості, якісний аналіз Оксигеновмісні органічні сполуки Вуглеводи Азотовмісні органічні сполуки Ліпіди, амінокислоти, білки 4. Фізико-колоїдна хімія Хімічна термодинаміка і термохімія Розчини неелектролітів та електролітів Електропровідність, буферні розчини, електрохімія Поверхневі явища та сорбція Колоїдні розчини, їх властивості, стійкість і коагуляція Фізико-хімічні методи аналізу (кондуктометрія, потенціометрія)
Мова викладання	українська

2. Анотація курсу

Анотація курсу	Курс «Хімія» є фундаментальною навчальною дисципліною, що формує у здобувачів вищої освіти базові теоретичні знання та практичні навички з загальної, неорганічної, фізичної та елементів аналітичної хімії, необхідні для професійної підготовки фахівців у галузі агроінженерії. Дисципліна забезпечує наукові основи розуміння хімічних процесів, які відбуваються в аграрному виробництві, технічних системах, матеріалах, ґрунтах, воді та біологічних об'єктах. У процесі вивчення курсу здобувачі опановують закономірності хімічних реакцій, властивості неорганічних сполук, основи розчинів, електрохімічних і корозійних процесів, а також методи хімічного та фізико-хімічного аналізу. Особлива увага приділяється прикладним аспектам хімії в агроінженерії: якості води, ґрунтових середовищ, паливно-мастильних матеріалів, добрив, засобів захисту рослин та конструкційних матеріалів. Вивчення дисципліни сприяє формуванню здатності виконувати базові експериментальні та аналітичні дослідження, інтерпретувати їх результати, застосовувати хімічні знання для розв'язання інженерних і виробничих завдань, а також використовувати наукову та навчально-методичну літературу з метою професійного розвитку і впровадження сучасних технологій в аграрному секторі.
Інформаційний пакет дисципліни	http://dspace.ksau.kherson.ua:8888/course/view.php?id=748

3. Мета та завдання курсу

Мета викладання дисципліни	Метою викладання дисципліни є формування у здобувачів вищої освіти фундаментальних знань з хімії та практичних навичок їх застосування як наукової основи для опанування профільюючих інженерно-технічних дисциплін, а також для ефективного розв'язання професійних завдань у сфері агроінженерії, пов'язаних з експлуатацією технічних систем, агротехнологіями та охороною довкілля.
Завдання вивчення дисципліни	Основними завданнями вивчення дисципліни є: ▪ засвоєння основних законів, понять і теорій загальної, неорганічної та фізичної хімії, необхідних для розуміння хімічних процесів в аграрному виробництві та технічних системах; ▪ формування навичок виконання базових хімічних і фізико-хімічних експериментів, проведення якісного та кількісного аналізу; ▪ набуття вмінь оцінювати хімічні властивості води, ґрунтів, паливно-мастильних матеріалів, добрив та інших речовин, що використовуються в аграрній галузі; ▪ розвиток здатності застосовувати хімічні знання для розв'язання інженерних, технологічних і екологічних проблем; ▪ формування навичок роботи з навчально-методичною, науковою та довідковою літературою з хімії і суміжних дисциплін; ▪ виховання відповідального ставлення до питань безпеки праці, раціонального використання ресурсів та охорони навколишнього середовища.

4. Програмні компетентності та результати навчання

Компетентності здобувача вищої освіти, сформовані в результаті вивчення курсу	
Загальні	ЗК 6. Знання та розуміння предметної області та розуміння професії. ЗК 8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
Спеціальні (фахові)	ФК 2. Здатність проектувати механізовані технологічні процеси сільськогосподарського виробництва, використовуючи основи природничих наук.
Програмні результати навчання (ПРН)	
ПРН	РН 1. Володіти гуманітарними, природничо-науковими та професійними знаннями; формулювати ідеї, концепції з метою використання у професійній діяльності.

5. Місце навчальної дисципліни у структурі освітньої програми

Рік викладання	2024-2025 н.р.
Семестр	2
Курс	1
Обов'язкова компонента / Вибіркова компонента	обов'язкова компонента (ОК 34)
Пререквізити	При вивченні даної дисципліни використовуються знання, отримані з дисциплін загальної та професійної підготовки.
Постреквізити	Основні положення навчальної дисципліни мають застосовуватися при вивченні таких компонентів освітньої програми (постреквізитів): Безпека життєдіяльності (безпека життєдіяльності, основи охорони праці та цивільний захист), Гідравліка і теплотехніка, Екологія (фахове спрямування), Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів, Паливно-мастильні та інші експлуатаційні матеріали та інші дисципліни професійної підготовки.

6. Обсяг курсу на поточний навчальний рік

Кількість кредитів / годин	6/180
Лекції	44
Практичні / Семінарські	2
Лабораторні	44
Самостійна робота	90
Форма підсумкового контролю	екзамен

7. Технічне та програмне забезпечення / обладнання

Технічне та програмне забезпечення	персональні комп'ютери або ноутбуки з доступом до мережі Інтернет; мультимедійний проєктор та екран; програмне забезпечення для підготовки та демонстрації навчальних матеріалів (Microsoft Office, LibreOffice, Google Workspace); програмне забезпечення для візуалізації хімічних процесів і структур (ChemDraw, Avogadro, онлайн-симулятори хімічних експериментів); платформи дистанційного навчання та контролю знань (Moodle, Google Classroom, Zoom); електронні бібліотечні ресурси, наукові бази даних і довідкові хімічні ресурси.
Обладнання	навчальна хімічна лабораторія, оснащена відповідно до вимог безпеки; лабораторний посуд (пробірки, колби, мірні циліндри, піпетки, бюретки); аналітичні та технічні ваги; нагрівальні прилади (електроплитки, водяні та піщані бані); прилади для вимірювання фізико-хімічних параметрів (рН-метри, кондуктометри, термометри); обладнання для проведення якісного та кількісного хімічного аналізу; засоби індивідуального захисту та витяжні шафи для безпечного виконання лабораторних робіт.

8. Політика курсу

Загальні вимоги	Здобувачі вищої освіти повинні планомірно та систематично засвоювати навчальний матеріал. Активно працювати під час практичних занять, брати участь в обговоренні дискусійних питань та кейсів, повною мірою долучатись до активних форм навчання. Заохочується робота у наукових гуртках, підготовка тез доповідей та участь у конференціях, підготовка та публікація наукових статей, участь у конкурсах наукових робіт та інше.
Політика щодо дедлайнів і перескладання	Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (75% від можливої максимальної кількості балів за вид діяльності балів). Перескладання відбувається за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).
Політика щодо відвідування	Відвідування занять є обов'язковим. Здобувачі, які були відсутніми на якійсь лекції, конспектують та опрацьовують пропущену тему самостійно. Тема пропущеного практичного заняття відпрацьовується також самостійно. Крім того, в залежності від виду пропущеної теми, необхідно виконати індивідуальні завдання, що визначаються викладачем і забезпечують необхідну глибину знань з пропущеної теми. Позитивна оцінка звітів про опрацювання пропущених занять є необхідною умовою допуску до підсумкового контролю знань з дисципліни.
Політика щодо виконання завдань	Враховуються бали набрані на практичних заняттях, поточному тестуванні, самостійній роботі (реферати, презентації) та підсумковому контролі знань. Позитивно оцінюються відповідальність, старанність, креативність, фундаментальність. Під час підготовки до практичних занять виконання самостійної роботи необхідно спиратись на конспект лекцій та рекомендовану літературу. Водночас вітається використання інших джерел з альтернативними поглядами на ті чи інші питання задля формування продуктивної дискусії та різнобічного вивчення тем дисципліни. Здобувачам, що приймали участь у олімпіадах, підготували доповіді та виступали на конференціях, брали

	участь у роботі студентського наукового гуртка тощо, дана робота враховується як звіт про самостійну роботу.
Академічна доброчесність	Роботи здобувачів є виключно оригінальним дослідженням чи міркуванням. Будь-яке списування або плагіат (використання, копіювання підготовлених завдань та/або розв'язання задач іншими здобувачами) тягне за собою анулювання зароблених балів. Списувати під час контрольних робіт та під час підсумкового контролю знань заборонено (у т.ч. із використанням мобільних девайсів). Звіти самостійних робіт (реферати, статті) повинні мати коректні текстові посилання на використану літературу.

9. Структура курсу

Номер тижня	Вид занять	Тема заняття або завдання на самостійну роботу	Кількість				
			годин				балів
			лк	лаб.	сем. / пр.	СР	
Змістова частина 1 Неорганічна хімія							
	Лекція 1	Основні наукові поняття і закони хімії та їх сучасне тлумачення.	2	-	-	-	
	Лекція 2	Будова атома і Періодичний закон Д.І. Менделєєва.	2	-	-	-	
	Лекція 3	Розчини.	2	-	-	-	
	Лабораторна робота 1	Загальні правила роботи в хімічній лабораторії та методика виконання хімічного експерименту. Лабораторні дослідження визначення молярної маси еквівалента металу за об'ємом витиснутого гідрогену	-	2	-	-	2
	Лабораторна робота 2	Гідроліз солей. Правила складання рівнянь реакцій гідролізу солей та визначення рН	-	2	-	-	2
	Самостійна робота	Сучасні тлумачення загальних наукових понять з хімії закономірностей перебігу хімічних процесів у розчинах	-	-	-	4	
	Лекція 4	Координаційні сполуки.	2	-	-	-	
	Самостійна робота	Характеристика окисно-відновних процесів. Їх місце та значення для компонентів агросфери: ґрунту, рослин, добрив, хімічних засобів захисту рослин, повітря, водойм. Координаційні сполуки.	-	-	-	3	
	Лекція 5	Хімія s-, p-, d-елементів на прикладі лужних, лужноземельних та перехідних біогенних металів.	2	-	-	-	

	Лабораторна робота 3	Правила складання рівнянь реакцій окиснення – відновлення	-	2	-	-	2
	Самостійна робота	Характеристика окисно-відновних процесів. Їх місце та значення для компонентів агросфери: ґрунту, рослин, добрив, хімічних засобів захисту рослин, повітря, водойм. Координаційні сполуки.	-	-	-	3	
	Практична робота 1	Способи вираження складу розчинів	-	-	2	-	2
	Самостійна робота	Хімія s-, p-, d-елементів, що знаходяться в компонентах агросфери та їх врахування з метою забезпечення сталого розвитку землеробства.	-	-	-	5	
	Самостійна робота	Хімія s-, p-, d-елементів, що знаходяться в компонентах агросфери та їх врахування з метою забезпечення сталого розвитку землеробства.	-	-	-	5	
ПК 3Ч 1			-	-	-	-	3
Всього за змістову частину 1 – 38 год.			10	6	2	20	11
Змістова частина 2 Аналітична хімія							
	Лекція 6	Якісний хімічний аналіз.	2	-	-	-	
	Лабораторна робота 4	Вивчення аналітичної класифікації катіонів і аніонів	-	2	-	-	2
	Лекція 7	Кількісний хімічний аналіз.	2	-	-	-	
	Лабораторна робота 5	Освоєння техніки виконання титриметричних визначень	-	2	-	-	2
	Лабораторна робота 6	Визначення за методом нейтралізації вмісту лугу NaOH у водному розчині	-	2	-	-	2
	Самостійна робота	Теоретичні та експериментальні основи кількісного аналізу йонів та сполук біогенних металів.	-	-	-	3	
	Лабораторна робота 7	Визначення за методом нейтралізації тимчасової твердості води.	-	2	-	-	2
	Самостійна робота	Теоретичні та експериментальні основи якісного хімічного аналізу йонів біогенних елементів.	-	-	-	4	
	Самостійна робота	Теоретичні та експериментальні основи кількісного аналізу йонів та сполук біогенних металів.	-	-	-	3	
ПК 3Ч2							3
Всього за змістову частину 2 – 22 год.			4	8		10	11
Змістова частина 3. Органічна хімія							

	Лекція 8	Класифікація і номенклатура	2	-	-	-	
	Лекція 9	Вуглеводні.	2	-	-	-	
	Лабораторні роботи 8-9	Визначення чистоти і фізичних констант органічних сполук; Якісний аналіз органічних сполук	-	4	-	-	4
	Лабораторна робота 10	Основні класи вуглеводнів	-	2	-	-	2
	Лекція 10-11	Оксигеновмісні сполуки	4	-	-	-	
	Лабораторна робота 11	Насичені і ненасичені вуглеводні. Алкани, алкени	-	2	-	-	2
	Самостійна робота	Класифікація і номенклатура органічних сполук.	-	-	-	4	
	Лекція 12-13	Вуглеводи.	4	-	-	-	
	Лабораторна робота 12	Спирти і феноли	-	2	-	-	2
	Самостійна робота	Вуглеводні.	-	-	-	6	
	Лекція 14-15	Азотовмісні сполуки.	4	-	-	-	
	Лабораторна робота 13	Карбонові кислоти і їх похідні;	-	2	-	-	2
	Лабораторна робота 14	Жири, їх склад і властивості. Мило	-	2	-	-	2
	Самостійна робота	Оксигеновмісні сполуки	-	-	-	10	
	Самостійна робота	Вуглеводи.	-	-	-	6	
	Лабораторна робота 15	Вуглеводи: моноцукриди, дицукриди;	-	2	-	-	2
	Лабораторна робота 16	Амінокислоти, поліпептиди і білки	-	2	-	-	2
	Самостійна робота	Азотовмісні сполуки.	-	-	-	4	
ПК 3Ч3			-	-	-	-	4
Всього за змістову частину 3 – 64 год.			16	18		30	22
Змістова частина 4. Фізколоїдна хімія							
	Лекція 16-17	Хімічна термодинаміка і термохімія	4	-	-	-	
	Лабораторна робота 17	Хімічна термодинаміка і термохімія	-	2	-	-	2
	Самостійна робота	Розчини неелектролітів.	-	-	-	6	
	Лекція 18	Розчини неелектролітів	2	-	-	-	
	Лабораторна робота 18	Властивості розчинів неелектролітів. Закон Рауля, Вант-Гоффа	-	2	-	-	2

	Самостійна робота	Розчини електролітів.	-	-	-	6	
	Лекція 19	Розчини електролітів. Електро-провідність	2	-	-	-	
	Лабораторна робота 19	Властивості розчинів електролітів. Буферні розчини		2			2
	Самостійна робота	Поверхневі явища. Сорбція.	-	-	-	4	
	Лекція 120	Електрохімія.	2	-	-	-	
	Лабораторна робота 20	Кондуктометрія як метод аналізу. Визначення концентрації сульфат-йонів у досліджуваній воді	-	2	-	-	2
	Самостійна робота	Колоїдні розчини, їх класифікація і властивості.	-	-	-	8	
	Лекція 21-22	Колоїдні розчини.	4	-	-	-	
	Лабораторна робота 21	Метод потенціометричного титрування	-	2	-	-	2
	Самостійна робота	Стійкість і коагуляція колоїдних розчинів.	-	-	-	6	
	Лабораторна робота 22	Колоїдні розчини, їх одержання і властивості. Стійкість і коагуляція колоїдних розчинів	-	2	-	-	2
ПК ЗЧ 4			-	-	-	-	4
Всього за змістову частину 4 – 56 год.			14	12	-	30	16
Підсумковий контроль		Екзамен					40
Всього з навчальної дисципліни 180 год.			44	44	2	90	100

10. Форми і методи навчання

Лекція	Застосовуються словесні та наочно-інформаційні методи навчання: пояснення, інструктаж, бесіда, навчальна дискусія. Проведення лекційних занять передбачає систематизований виклад теоретичного матеріалу з використанням наочних засобів навчання, опорних конспектів, презентацій, схем, таблиць, а також лекцій-візуалізацій із застосуванням мультимедійних технологій.
Практичні /Семінарські	Практичні заняття проводяться у формі розв'язування розрахункових і ситуаційних задач, обговорення теоретичних питань, аналізу конкретних прикладних ситуацій, навчальних дискусій, роботи в малих групах та застосування елементів кейс-методу. Особлива увага приділяється формуванню вмінь застосовувати хімічні знання для розв'язання професійно орієнтованих завдань агроінженерії.
Лабораторні	Лабораторні заняття спрямовані на закріплення теоретичних знань і формування практичних навичок проведення хімічного та фізико-хімічного експерименту. Використовуються методи експериментальних

	досліджень, спостереження, вимірювання, обробки та аналізу експериментальних даних. Під час занять здобувачі виконують індивідуальні та групові лабораторні роботи з дотриманням вимог техніки безпеки та оформлюють письмові звіти.
Самостійна робота	Самостійна робота здобувачів освіти передбачає опрацювання теоретичного матеріалу відповідно до тем курсу, вивчення основної та додаткової навчальної і наукової літератури, підготовку до лекційних, практичних і лабораторних занять, виконання індивідуальних завдань, розрахункових робіт, підготовку письмових звітів, рефератів або презентацій за рекомендованими темами.

11. Система контролю та оцінювання

Поточний контроль	
Методи поточного контролю: ➤ усний та письмовий контроль під час лекційних, практичних і лабораторних занять; ➤ практичний контроль під час виконання лабораторних і практичних робіт та захист звітів; ➤ тестовий контроль знань за окремими темами та змістовими частинами; ➤ письмовий контроль (контрольні роботи, розрахункові завдання, індивідуальні завдання) за визначеними темами; ➤ оцінювання виконання та якості завдань самостійної роботи.	
Підсумковий контроль за змістовою частиною	
Підсумковий контроль за кожною змістовою частиною здійснюється у формі тестування або модульної контрольної роботи з метою оцінювання рівня досягнення програмних результатів навчання.	
Підсумковий контроль	
Підсумковий контроль з дисципліни проводиться у комбінованій формі (письмова частина та усна співбесіда) і передбачає комплексну перевірку теоретичних знань, практичних умінь і навичок здобувачів вищої освіти. Письмова частина екзамену включає розрахункові задачі або написання рівняння реакцій, усна частина – відповіді на теоретичні питання та обґрунтування розв'язання завдань. Загальна підсумкова оцінка з навчальної дисципліни формується з урахуванням результатів поточної успішності (не більше 60 балів) та екзамену (не більше 40 балів).	

Розподіл балів з дисципліни

Поточне оцінювання і контроль змістових частин (бали)				Екзамен	Підсумкова оцінка
ЗЧ 1	ЗЧ 2	ЗЧ 3	ЗЧ 4		
Max 11	Max 11	Max 16	Max 22	Max 40	Max 100

12. Шкала оцінювання

Шкала рейтингу ХДАЕУ	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
90-100	A	Відмінно	зараховано
82-89	B	Добре	
74-81	C		
64-73	D	Задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	Незадовільно	не зараховано
1-34	F	Незадовільно (з обов'язковим повторним вивченням курсу)	

13. Рекомендована література та інформаційні ресурси

Основна література	1. Біла Т.А.. Термінологічний словник з дисциплін "Хімія" (неорганічна, аналітична, органічна, фізколоїдна) для студентів агрономічного факультету. – Херсон. РВЦ «Колос». – 2019. – 104с. 2. Біла Т.А., Ляшенко Є.В. Методичні рекомендації для проведення лабораторних робіт з дисципліни «Хімія» (неорганічна, аналітична) для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти першого року навчання. Факультет: агрономічний – Херсон. НМВ ДВНЗ «ХДАУ». – 2020. – 204 с. 3. Біла Т.А., Ляшенко Є. В. Методичні рекомендації та індивідуальні завдання до організації самостійної роботи з дисципліни «Хімія» (неорганічна, аналітична) для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти першого року навчання. Факультет: агрономічний Херсон. РВВ ДВНЗ «ХДАУ». 2020 96 с. 4. Біла Т.А., Ляшенко Є. В. Методичні рекомендації та індивідуальні завдання щодо організації самостійної роботи з дисципліни «Хімія» (органічна) для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти першого року навчання. Факультет: агрономічний. Херсон. РВВ ДВНЗ «ХДАУ». 2020. 56 с. 5. Біла Т.А., Ляшенко Є. В. Методичні рекомендації та індивідуальні завдання до організації самостійної роботи з дисципліни «Хімія» (фізколоїдна) для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти першого року навчання. Факультет: агрономічний Херсон. РВВ ДВНЗ «ХДАУ». 2020. 88 с. 6. Біла Т.А., Ляшенко Є. В. Методичні рекомендації для проведення лабораторних робіт з дисципліни «Хімія» (органічна) для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти першого року навчання. Факультет: агрономічний Херсон. РВВ ДВНЗ «ХДАУ». 2020. 128 с. 7. Біла Т.А., Ляшенко Є. В. Методичні рекомендації для проведення лабораторних робіт з дисципліни «Хімія» (фізколоїдна) для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти першого року навчання. Факультет:
--------------------	--

	агрономічний Херсон. РВВ ДВНЗ «ХДАУ». 2020. 120 с.
Додаткова	1. Басов В.П., Родіонов В.М. Хімія: Навч. посіб. К.: Каравела, 2008. 276с. 2. Гречанюк В.Г. Фізична хімія і хімія силікатів. К.: Кондор. 2006. 3. Карнаухов О.І., Мельничук Д.О., Чеботько К.О., Копілевич В.А. Загальна та біонеорганічна хімія. К.: Фенікс, 2011. 577 с. 4. Сегеда А. С. Неорганічна хімія. К.: Кондор, 2008 5. Чирва В. Я. та ін. Органічна хімія: підручник: затв. МОН України. Львів: БаК, 2009.
Інформаційні ресурси	1. ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, <i>ВНЗ Херсон</i>. URL: https://www.ksau.kherson.ua/. 2. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського. URL: http://www.nbuv.gov.ua/node/2116. 3. International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) – офіційні рекомендації з номенклатури, термінології, стандартів у хімії. URL: https://iupac.org/. 4. PubChem – хімічні сполуки, їх властивості, біологічна активність, спектри. URL: https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/. 5. Chemistry LibreTexts – безкоштовні електронні підручники з неорганічної, органічної, аналітичної та фізичної хімії. URL: https://chem.libretexts.org/. 6. Khan Academy (розділ Chemistry) – навчальні відео та вправи з основ хімії. URL: https://uk.khanacademy.org/science/hs-chemistry. 7. MIT OpenCourseWare – відкриті університетські курси з хімії (лекції, задачі, лабораторні матеріали). URL: https://ocw.mit.edu/.