

Міністерство освіти і науки України

Модельна навчальна програма курсу
«Природа і людина: хімія, екологія та сталий розвиток довкілля.
Профільна середня освіта. Основний рівень»
для закладів загальної середньої освіти

Авт. Цигвінцев І.Г., Дабіжук Т.М., Шаповал Я.Ю.

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(наказ Міністерства освіти і науки України від 11. 05. 2026 № 761)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Нормативно-правове підґрунтя

Модельну навчальну програму розроблено з урахуванням таких нормативних документів:

Закон України «Про освіту» від 05.09.2017 № 2145-VIII (зі змінами);

Закон України «Про повну загальну середню освіту» від 16.01.2020 № 463-IX (зі змінами);

Державний стандарт базової середньої освіти, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 30 вересня 2020 р. № 898;

Державний стандарт профільної середньої освіти, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 25 липня 2024 р. № 851-2024-п;

Методичні рекомендації для розроблення модельних навчальних програм (лист МОН України від 24.03.2021 № 4.5/637-21);

Типова освітня програма для 5–9 класів закладів загальної середньої освіти (наказ МОН України від 19.02.2021 № 235);

Типова освітня програма для 10–12 класів закладів загальної середньої освіти, які забезпечують здобуття профільної освіти за академічним спрямуванням (наказ МОН України від 26.05.2025 №765);

Концептуальні засади освітніх галузей та дорожню карту реалізації концептуальних засад освітніх галузей на 2025-2030 роки (наказ МОН від 20.08.2025 №1163);

Рамка ЄС із компетентностей сталого розвитку GreenComp (2022).

Цілі сталого розвитку ООН (Порядок денний у сфері сталого розвитку на період до 2030 року).

1. Загальна характеристика курсу

Курс «Природа і людина: хімія, екологія та сталий розвиток довкілля. Профільна середня освіта. Основний рівень» є вибіркоким міжгалузевим курсом для 10–11 класів гуманітарного профілю. Його зміст поєднує елементи хімії, екології, екотоксикології, екотоксикохімії, біогеохімії та наук про довкілля у форматі, доступному для учнів/учениць, які не мають глибокої попередньої природничої підготовки.

Курс розроблено відповідно до Державного стандарту профільної середньої освіти (постанова КМУ від 25.07.2024 № 851), з урахуванням компетентнісного, діяльнісного, дослідницького та інтегрованого підходів, а також наскрізних умінь. Він може викладатися вчителем хімії або біології.

2. Комплементарність із модельними програмами

Курс розроблено як вибіркоковий і може використовуватися комплементарно з такими модельними навчальними програмами основного рівня:

- МНП «Природничі науки» основного рівня для 10–11 класів (автори: Шабанов Д. А., Козленко О. Г.) – як основна програма природничої освітньої галузі для гуманітарного профілю, яку вибірковий курс доповнює та поглиблює за рахунок прикладного екологічного та хімічного компоненту;
- інші МНП природничої галузі (хімія, біологія, екологія) – курс має точки перетину з ними і може бути використаний для розширення та інтеграції знань.

3. Мета курсу

Відповідно до Державного стандарту профільної середньої освіти, метою природничої освітньої галузі є формування наукового світогляду, компетентності у галузі природничих наук та відповідального ставлення до навколишнього середовища. Реалізуючи цю мету, курс «Природа і людина: хімія, екологія та сталий розвиток довкілля. Профільна середня освіта. Основний рівень» спрямований на формування в учнів/учениць гуманітарного профілю здатності розуміти, інтерпретувати та відповідально оцінювати природні й соціально-природні процеси, спираючись на базові хімічні закономірності, екологічне мислення та навички спостереження.

Курс покликаний подолати хемофобію, розвинути наукову грамотність, культуру прийняття рішень і здатність аналізувати стан довкілля в межах власної громади.

Програма сприяє досягненню Цілей сталого розвитку ООН, зокрема: ЦСР 3 (міцне здоров'я і благополуччя), ЦСР 4 (якісна освіта), ЦСР 6 (чиста вода та належні санітарні умови), ЦСР 11 (сталі міста та громади), ЦСР 12 (відповідальне споживання та виробництво), ЦСР 13 (пом'якшення наслідків зміни клімату), ЦСР 15 (захист та відновлення екосистем суші).

4. Завдання курсу

1. Формувати уявлення про хімію як мову опису природних і соціально-природних процесів, а не як набір формул.
2. Показати екологію як науку про зв'язки, взаємодію та обмеження природних систем, а не як «науку про забруднення».
3. Навчити учнів/учениць спостерігати, описувати та інтерпретувати природні явища на основі доступних вимірювань і даних.
4. Ознайомити з базовими хімічними та екологічними закономірностями (рівноваги, толерантність, колообіги речовин, порогові ефекти).
5. Формувати вміння працювати з даними, використовувати цифрові інструменти, шукати й аналізувати відкриту інформацію.
6. Розвивати навички командної роботи, досліджень і підготовки проєктів.
7. Сприяти усвідомленню відповідальності людини в антропоцені та підготовці екологічно вмотивованих рішень у повсякденному житті.

5. Формування ключових компетентностей

Відповідно до пункту 8 Державного стандарту профільної середньої освіти (постанова КМУ від 25.07.2024 № 851), курс сприяє формуванню всіх 11 ключових компетентностей:

№	Ключова компетентність	Як формується у курсі
1	Вільне володіння державною мовою	Написання звітів досліджень та ведення зошита спостережень українською мовою; усні презентації результатів; дискусії; використання наукової термінології.
2	Володіння іноземними мовами	Робота з англomовними базами даних (OpenAQ, AQICN); читання англomовних інтерфейсів карт якості повітря; використання міжнародних термінів екотоксикології (LD50, LC50, рН).
3	Математична компетентність	Обчислення концентрацій; побудова графіків залежностей; розрахунок «доза–ефект»; статистична обробка даних вимірювань; розуміння масштабу (мг/л, мкг/м ³).
4	Компетентності у природничих науках і технологіях	Ядро курсу: дослідження природних систем; використання приладів (рН-метр, сенсори); проведення експериментів; інтерпретація даних моніторингу.
5	Інноваційність	Генерування нестандартних рішень екологічних проблем громади; розроблення мініпроектів (біофільтри, зелена інфраструктура); STEM-підхід до дослідження.
6	Екологічна компетентність	Ядро курсу: усвідомлення взаємозв'язків у природних системах; аналіз антропогенного впливу; формування стійкого мислення; обґрунтовані рішення на рівні побуту та громади.
7	Інформаційно-комунікаційна компетентність	Робота з цифровими сенсорами, онлайн-картами якості повітря, ГІС, мобільними застосунками, базами даних; створення інфографіки та презентацій.
8	Навчання впродовж життя	Формування дослідницького мислення як довготривалої навички; самооцінювання та рефлексія; ведення портфоліо; навички самостійного пошуку інформації.
9	Громадянські та соціальні компетентності	Групова робота; екологічна відповідальність на рівні громади; дискусії про суспільні рішення; аналіз локальних екологічних проблем; обговорення Цілей сталого розвитку.
10	Культурна компетентність	Культурні уявлення про «натуральне» та «хімічне»; етноботаніка; традиційні знання про довкілля; зв'язок культури та ставлення до природи.
11	Підприємливість і фінансова грамотність	Оцінка вартості екологічних рішень; аналіз «ціна–якість» для екологічних товарів; соціальне підприємництво через мініпроекти для громади; бюджетування дослідження.

6. Формування наскрізних умінь

Відповідно до пункту 10 Державного стандарту профільної середньої освіти, курс системно формує всі 11 наскрізних умінь:

№	Наскрізне вміння	Де і як формується у курсі
1	Читати з розумінням	Аналіз наукових текстів; інтерпретація етикеток продуктів харчування та засобів побутової хімії; читання карт якості довкілля; робота з даними моніторингу.
2	Висловлювати власну думку усно та письмово	Дискусії про екологічні рішення; аргументація у кейсах; усні та письмові презентації проєктів.
3	Критично і системно мислити	Розмежування фактів і припущень; системний аналіз природних процесів; оцінка достовірності джерел; подолання хемофобії.
4	Логічно обґрунтовувати позицію	Побудова аргументації в кейсах; обґрунтування висновків дослідження; дебати щодо екологічних проблем.
5	Діяти творчо	Дизайн власного дослідження; створення інфографік; нестандартні підходи до розв'язання екологічних проблем громади.
6	Виявляти ініціативу	Ініціювання мініпроєктів; самостійний вибір об'єкта дослідження; волонтерські екологічні дії.
7	Конструктивно керувати емоціями	Подолання хемофобії; робота з невизначеністю результатів; толерантність до іншої думки під час групової роботи.
8	Оцінювати ризики	Оцінка хімічних та екологічних ризиків («доза–ефект», «небезпека ↔ ризик»); дотримання безпеки під час дослідів.
9	Приймати рішення	Ситуаційні задачі та кейси; вибір рішень на основі даних; обґрунтування рекомендацій для громади.
10	Розв'язувати проблеми	Розв'язання реальних екологічних проблем громади; комплексні завдання з кількома невідомими.
11	Співпрацювати з іншими особами	Робота в малих групах; спільне дослідження; розподіл ролей у проєкті; командна презентація результатів.

7. Ціннісні орієнтири

Відповідно до Державного стандарту профільної середньої освіти, програма реалізує такі ціннісні орієнтири:

Повага до особистості здобувача освіти – індивідуальна траєкторія дослідження, вибір тем проєктів, диференціація рівнів складності завдань.

Рівний доступ до освіти – базовий та розширений рівні завдань; матеріали, доступні для закладів із різним матеріальним забезпеченням.

Академічна доброчесність – сукупність етичних принципів та визначених законом правил, якими мають керуватися учасники освітнього процесу для забезпечення довіри до результатів навчання та результатів дослідження .

Становлення вільної особистості – самостійний пошук та інтерпретація; критичне мислення; свідомий і відповідальний вибір.

Здоровий спосіб життя – токсикологія побуту; безпека речовин; чисте повітря, вода, продукти; розуміння ризиків.

Безпечне освітнє середовище – правила безпеки при дослідах; інструктажі; робота з безпечними речовинами та обладнанням.

Любов до рідного краю – дослідження природного середовища рідного краю .

Українська національна та громадянська ідентичність – самоідентифікація особистості як представника української нації, суб'єкта громадянського суспільства та екологічної відповідальності перед теперішніми і майбутніми поколіннями українців.

Оборонна свідомість та громадянська стійкість – екологічні наслідки воєнних дій; моніторинг стану довкілля; стійкість громад.

8. Структура курсу

Курс складається з чотирьох змістових модулів та вступного модуля:

Модуль 0. Вступ: Природа, людина і хімія як спосіб розуміння світу

Модуль 1. Хімія природних систем: рівноваги, цикли, межі. ЦСР 6, 14, 15

Модуль 2. Атмосфера як хіміко-екологічна система. ЦСР 11, 13

Модуль 3. Ґрунтові системи та рослини: доступність, взаємодія, стратегії. ЦСР 2, 15

Модуль 4. Людина – речовини – довкілля: токсичність, стійкість, рішення. ЦСР 3, 12

9. Особливості організації освітнього процесу

Навчання має практико орієнтований і дослідницький характер. Курс реалізується на основі:

9.1. Форми навчання

- дослідницькі уроки;
- польові та лабораторні роботи;
- робота в малих групах;
- проєктна діяльність;
- кейс-метод;
- використання цифрових інструментів і мобільних застосунків.

9.2. Дослідницький підхід

Учні/учениці проходять повний цикл дослідження: від формулювання запитання до презентації результатів та аргументованих висновків.

9.3. Міжпредметна інтеграція

Ця програма передбачає інтеграцію хімії, біології, географії та екології з курсами "Здоров'я, безпека та добробут" і "Громадянська освіта". Це забезпечує цілісне бачення природних і соціальних процесів.

9.4. Робота з реальними даними

Учні/учениці аналізують картографічні, статистичні та експериментальні дані, екологічні нормативи і результати дослідження локальних громад.

9.5. Практична спрямованість

Курс містить лабораторні та польові дослідження води, повітря, ґрунту, рослин, побутових речовин, а також створення мініпроєктів і локальних екологічних рішень.

9.6. Доступність для гуманітарного профілю

Навчальний матеріал подано у доступній формі, через приклади, моделі, життєві ситуації та візуалізації. Програма розрахована на використання загальнодоступних методів дослідження, що не потребують складних розрахунків чи вузькоспеціалізованих знань.

10. Методичні підходи та рекомендації

Компетентнісний підхід – формування компетентностей через діяльність учнів/учениць, а не лише через засвоєння знань.

Діяльнісний підхід – учень є активним дослідником, а не пасивним слухачем; навчання через дію.

Дослідницький підхід – повний цикл наукового дослідження – від запитання до висновку та презентації.

Кейс-метод – розв'язання реальних екологічних ситуацій на прикладах локального довкілля.

Проектне навчання – довготривалі проекти для громади, що інтегрують знання з різних модулів.

Проблемне навчання – постановка проблемних запитань, які не мають однозначної відповіді.

Диференціація – базовий та розширений рівні завдань для учнів/учениць із різною підготовкою.

Багаторівневий підхід до хімічного змісту — навчальний матеріал розглядається на кількох рівнях: від макроскопічного (спостережуване у довкіллі — колір, запах, зміни) → через субмікроскопічний (уявлення про частинки, молекули, іони) → до символічного (формули, рівняння, позначення) → і далі до людського виміру (соціальний контекст, рішення, цінності). Цей підхід відповідає міжнародно визнаній моделі рівнів хімічної освіти (Johnstone, 1991; Mahaffy, 2006) та рекомендаціям IUPAC щодо стандартів хімічної освіти.

11. Узгодження з результатами природничої галузі

Програма забезпечує досягнення очікуваних результатів навчання у межах чотирьох груп результатів Державного стандарту:

ГР1 – Пізнання світу природи засобами наукового дослідження (планування та проведення спостережень, вимірювань, експериментів).

ГР2 – Опрацювання, систематизація та представлення інформації природничого змісту (пошук, аналіз, порівняння даних із різних джерел).

ГР3 – Усвідомлення розмаїття і закономірностей природи, ролі природничих наук і техніки в житті людини; відповідальна поведінка для сталого розвитку суспільства (пояснення явищ, моделювання процесів).

ГР4 – Розвиток власного наукового мислення, набуття досвіду розв’язання (індивідуально та у співпраці з іншими особами) проблем природничого змісту (прийняття обґрунтованих рішень, оцінка ризиків, відповідальне ставлення до довкілля).

Легенда індексів результатів навчання

У таблицях модулів використовується система індексації очікуваних результатів: [12 ПРО X.Y.Z-N], де: 12 – профільна середня освіта; ПРО – природнича освітня галузь; X – номер групи результатів (1–4); Y.Z – підгрупа та конкретний результат; N – рівень деталізації.

[НУ X.Y] – наскрізні вміння, де X – номер наскрізного вміння, Y – конкретизація.

12. Принципи побудови програми

- послідовність від простих спостережень до комплексних досліджень;
- логічне зростання складності понять і практик;
- опора на реальні екологічні ситуації;
- урахування вікових та індивідуальних особливостей учнів/учениць;
- дотримання санітарно-гігієнічних вимог та безпеки життєдіяльності на всіх етапах навчально-дослідницької діяльності;
- забезпечення можливості реалізації курсу у закладах освіти з різним матеріальним забезпеченням (базовий і розширений рівні діяльності).

13. Академічна доброчесність і недискримінація

Матеріал курсу є науково обґрунтованим, достовірним і виваженим. У програмі немає фабрикацій, недостовірної інформації, ознак дискримінації чи упереджених тверджень. Зміст враховує різноманітність учнів/учениць, забезпечує рівний доступ до навчання, безпечне освітнє середовище.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

10 клас

МОДУЛЬ 0. Вступ: Природа, людина і хімія як спосіб розуміння світу

Ключове запитання модуля: Як взаємодіють природні та соціальні системи, і чому хімія є необхідною мовою, щоб зрозуміти, що відбувається у світі довкола нас?

Ідея модуля: Модуль знайомить учнів/учениць з курсом через формування світогляду дослідника: здатності спостерігати, ставити запитання і осмислювати природні та соціальні явища як взаємопов'язані процеси. Хімія подається як «мова», якою можна описати і пояснити реальність – від запаху дощу до роботи батарейки. Екологія вводиться як наука про зв'язки, взаємозалежності та лімітуючі фактори середовища, що визначають життєдіяльність організмів, а не як «наука про забруднення».

Ключові слова: система, взаємодія, зв'язки, середовище, властивість, спостереження, факт, інтерпретація, матеріальність світу, «натуральне» ↔ «хімічне», антропоцен, відповідальність, світогляд дослідника

Цілі сталого розвитку: ЦСР 4 (якісна освіта)

Очікувані результати навчання	Зміст навчання	Рекомендована навчальна діяльність
Учень/учениця: 1. Характеризує властивості природних об'єктів (вода, повітря, ґрунт), пояснює природні явища як системні процеси, використовуючи мову науки. [12 ПРО 3.1.1-1] 2. Вирізняє спільні ознаки/властивості об'єктів природних середовищ на основі спостережень. [12 ПРО 3.2.1-1] 3. Формулює з допомогою вчителя чи інших осіб дослідницькі запитання (проблему дослідження) щодо явищ, які спостерігає. [12 ПРО 1.1.1-1] 4. Спостерігає, досліджує об'єкти та явища самостійно/у групі за наданим планом, фіксує результати у зручній формі (словесно, фото, малюнок). [12 ПРО 1.4.1-1] 5. Формулює висновки з допомогою вчителя чи інших осіб відповідно до мети спостереження. [12 ПРО 1.5.2-1] 6. Розрізняє з допомогою вчителя наукові факти, їх інтерпретації та судження; усвідомлює різницю між	Світ як система: елементи, зв'язки, межі системи. Природні та соціально-природні системи. Ознаки природних середовищ (вода, повітря, ґрунт): колір, прозорість, запах, структура, зміна. Хімія як спосіб опису матеріального світу та повсякденних явищ. Екологія як наука про зв'язки та взаємодії, а не про «забруднення». Людина і природні системи: приклади взаємного впливу. Антропоцен - базове ознайомлення з людьми як чинником змін. Наукове спостереження: способи, правила, роль фіксації даних.	Спостереження за об'єктами шкільного подвір'я та опис їхніх ознак. Створення структурно-логічної карти зв'язків «об'єкт — середовище» на прикладі найближчого оточення (класу/підвір'я). Фотофіксація природних об'єктів або мікросередовищ. Ведення зошита спостережень (таблиці, словесні описи, малюнки). Виконання вправи «5 питань про один об'єкт» (постановка дослідницьких запитань). Спостереження за зміною одного об'єкта протягом тижня; створення міні-щоденника.

Очікувані результати навчання	Зміст навчання	Рекомендована навчальна діяльність
<p>науковими фактами та уявленнями з повсякденного життя. [12 ПРО 4.1.1-1]</p> <p>7. Обґрунтовує вплив діяльності людини на збереження/порушення взаємозв'язків у природі; висловлює судження про роль людини у змінах природних систем. [12 ПРО 3.3.1-2]</p> <p>8. Співпрацює в групі під час виконання спостережних завдань. [НУ 11.1]</p> <p>9. Використовує цифрові інструменти для фіксації результатів (фото, замітки, карти). [НУ 5.1]</p> <p>10. Рефлексує власні уявлення про природу, хімію та екологію та зміни у власному ставленні. [НУ 6.1]</p>	<p>Дослідницьке запитання: що це таке, як його сформулювати. Розмежування фактів, припущень та інтерпретацій.</p>	<p>Групове описання об'єкта: «одна рослина - різні аспекти спостереження (хімічний, біологічний, екологічний)». Міні-дискусія: «Взаємодія людини та природи: як наша життєдіяльність перетворює довкілля?» Аналіз 2-3 побутових тверджень про «натуральне» і «хімічне». Рефлексивна вправа: «Три приклади хімічних явищ, які я помічаю навколо себе».</p>

МОДУЛЬ 1. Хімія природних систем: рівноваги, цикли, межі.

Ключове запитання модуля: Як природні системи підтримують рівновагу, і що станеться, якщо ця рівновага порушиться?

Ідея модуля: Модуль показує природні середовища (водне, ґрунтове, наземно-повітряне) як динамічні хімічні системи з властивостями, рівновагами та межами. Учні/учениці вивчають базові хімічні закономірності через дослідження реальних середовищ.

Ключові слова: *природне середовище, хімічна система, рН, буферність, розчинність, рівновага, принцип Ле Шательє, закони Лібіха й Шелфорда, екологічна ніша, колообіги речовин, порогові ефекти, стійкість*

Цілі сталого розвитку: ЦСР 6 (чиста вода), ЦСР 14 (морські екосистеми), ЦСР 15 (суходільні екосистеми)

Очікувані результати навчання	Зміст навчання	Рекомендована навчальна діяльність
<p>Учень/учениця:</p> <p>1. Характеризує властивості природних середовищ (вода, ґрунт, повітря), пояснює природні явища і процеси у природних системах, використовуючи наукову термінологію.</p> <p>[12 ПРО 3.1.1-1]</p> <p>2. Оцінює довкілля як джерело здоров'я, добробуту і безпеки людини та суспільства.</p> <p>[12 ПРО 3.1.1-2]</p> <p>3. Вирізняє спільні ознаки/властивості природних середовищ та їхню мінливість у природних умовах.</p> <p>[12 ПРО 3.2.1-1]</p> <p>4. Установлює причиново-наслідкові зв'язки між умовами середовища та станом рослин/живих організмів на прикладах шкільного подвір'я.</p> <p>[12 ПРО 3.3.1-1]</p> <p>5. Обґрунтовує вплив діяльності людини/власної діяльності на збереження/порушення взаємозв'язків у природі.</p>	<p>Природні середовища як фізико-хімічні системи - властивості води, ґрунту та повітря; - домішки природного походження; - розчини в природі.</p> <p>Хімічні рівноваги в природі - кислотно-основні властивості (рН) природних середовищ; - буферність; - розчинність і прості типи рівноваг.</p> <p>Закони екології та межі систем - закон мінімуму Лібіха; - закон толерантності Шелфорда; - екологічна ніша як багатовимірна система умов.</p> <p>Циркуляція хімічних елементів у природних системах - колообіг Карбону, Нітрогену, Фосфору; - переходи речовин між середовищами.</p>	<p>1. Спостереження природних середовищ: дослідження води, ґрунту та повітря у межах шкільної території; опис їхніх характеристик (колір, запах, прозорість води; структура й вологість ґрунту; візуальні ознаки стану повітря).</p> <p>.</p> <p>2. Прості вимірювання та експерименти - визначення рН води та ґрунтової витяжки; - приготування ґрунтової витяжки; - дослідження буферності (зміна рН після додавання слабких кислот/лугів); - тест на нітрати; - створення моделі водного циклу в пакеті.</p> <p>3. Спостереження за реакцією тест-об'єктів (насіння, ряска) на зміну хімічних параметрів</p>

Очікувані результати навчання	Зміст навчання	Рекомендована навчальна діяльність
<p>[12 ПРО 3.3.1-2]</p> <p>6. Формулює з допомогою вчителя чи інших осіб проблему дослідження щодо природних систем.</p> <p>[12 ПРО 1.1.1-1]</p> <p>7. Визначає з допомогою вчителя чи інших осіб мету і завдання відповідно до сформульованої проблеми дослідження.</p> <p>[12 ПРО 1.2.1-1]</p> <p>8. Формулює та обґрунтовує самостійно або у співпраці з іншими гіпотези відповідно до проблеми і мети дослідження.</p> <p>[12 ПРО 1.2.2]</p> <p>9. Спостерігає, досліджує об'єкти та явища самостійно/у групі за наданим планом; використовує наданий для виконання досліджень інструментарій за призначенням (індикатори, тест-смужки, доступне обладнання).</p> <p>[12 ПРО 1.4.1-1], [12 ПРО 1.4.2-1]</p> <p>10. Опрацьовує та аналізує результати дослідження; формулює висновки з допомогою вчителя чи інших осіб відповідно до мети дослідження.</p> <p>[12 ПРО 1.5.1], [12 ПРО 1.5.2-1]</p> <p>11. Аналізує, систематизує і використовує інформацію природничого змісту, здобуту з різних джерел; оцінює достовірність здобутої інформації.</p> <p>[12 ПРО 2.1.1-1], [12 ПРО 2.1.1-2]</p> <p>12. Описує самостійно кругообіг речовин (C, N, P) у природних системах, використовуючи наукову термінологію; перетворює інформацію з однієї форми представлення (текстової, графічної, табличної) в іншу.</p> <p>[12 ПРО 2.2.1-1], [12 ПРО 2.2.1-2]</p> <p>13. Інтерпретує інформацію природничого змісту, представлену в</p>	<p>Стійкість і пороги природних систем - переломні точки; - стабільність і зворотні зв'язки; - спостережувані індикатори змін.</p> <p>Спостереження та робота з природними даними - відбір зразків, опис ознак; - базова інтерпретація результатів спостережень.</p>	<p>середовища; визначення лімітуючого фактора для обраного організму за описом умов; моделювання «бочки Лібіха» для природного або штучного середовища; побудова пелюсткової діаграми для екологічної ніші</p> <p>4. Моделювання шляхів міграції Карбону, Нітрогену та Фосфору у локальних екосистемах; графічна візуалізація переходів речовин між водними, ґрунтовими та повітряними середовищами; аналіз впливу антропогенних факторів на швидкість колообігу елементів в межах громади.</p> <p>5. Робота з даними отриманими в процесі дослідження: Аналіз схем зворотних зв'язків у природних комплексах громади; експериментальне виявлення критичних порогів стійкості біосистем до хімічного навантаження; опис та фіксація візуальних та аналітичних маркерів наближення системи до переломних точок.</p> <p>6. Практичне опанування методик відбору природних зразків та опису їх морфологічних ознак; базова інтерпретація та обґрунтування результатів польових спостережень у контексті екологічного стану локальної громади.</p>

Очікувані результати навчання	Зміст навчання	Рекомендована навчальна діяльність
<p>різних формах (таблиці, діаграми, схеми); робить елементарні узагальнення.</p> <p>[12 ПРО 2.2.2-1]</p> <p>14. Ставить з допомогою вчителя чи інших осіб проблемні питання; пропонує варіанти розв'язання навчальної/життєвої проблеми, пов'язаної зі станом природних середовищ.</p> <p>[12 ПРО 4.2.1-1], [12 ПРО 4.3.1-1]</p> <p>15. Розв'язує самостійно/у групі навчальні/життєві проблеми, використовуючи здобуті знання про екологічні закони (мінімуму, толерантності, екологічної ніші).</p> <p>[12 ПРО 4.3.2-1]</p> <p>16. Бере участь у розробленні плану діяльності групи для розв'язання навчальної/життєвої проблеми; ефективно співпрацює в малих групах під час проведення досліджень.</p> <p>[12 ПРО 4.4.1-1]</p> <p>17. Використовує цифрові інструменти для фіксації даних, фото- та відеофіксації результатів.</p> <p>[НУ 5.1]</p> <p>18. Рефлексує власний навчальний досвід, визначає успіхи та потреби у вдосконаленні.</p> <p>[НУ 6.1]</p>		

МОДУЛЬ 2. Атмосфера як хіміко-екологічна система

Ключове запитання модуля: Як атмосфера підтримує умови життя на Землі і як людська діяльність змінює її стан?

Ідея модуля: Модуль розглядає атмосферу як багатокомпонентну систему, де хімічні, фізичні та біологічні процеси формують умови існування живих організмів і впливають на екологічний стан довкілля. Учні/учениці досліджують склад повітря, фотохімічні явища, аерозолі, перенесення речовин та вплив діяльності людини.

Ключові слова: атмосфера, газовий склад, фотохімія, аерозолі, PM2.5, PM10, перенесення речовин, атмосферні потоки, парниковий ефект, озоновий шар, якість повітря

Цілі сталого розвитку: ЦСР 11 (сталі міста), ЦСР 13 (боротьба зі зміною клімату)

Очікувані результати навчання	Зміст навчання	Рекомендована навчальна діяльність
<p>Учень/учениця:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Характеризує властивості атмосфери як системи (склад, шари, газові та аерозольні компоненти), пояснює атмосферні явища і процеси, використовуючи мову науки. [12 ПРО 3.1.1-1]2. Вирізняє спільні ознаки/властивості атмосферних процесів; порівнює локальні та глобальні явища в атмосфері. [12 ПРО 3.2.1-1]3. Установлює причиново-наслідкові зв'язки між перенесенням газів і частинок у повітрі та їхніми наслідками для живих систем. [12 ПРО 3.3.1-1]4. Обґрунтовує вплив людської діяльності на атмосферні процеси та стан повітря. [12 ПРО 3.3.1-2]5. Формулює з допомогою вчителя чи інших осіб проблему дослідження щодо атмосферних явищ. [12 ПРО 1.1.1-1]6. Визначає з допомогою вчителя чи інших осіб мету і завдання дослідження стану атмосфери; формулює гіпотези. [12 ПРО 1.2.1-1], [12 ПРО 1.2.2]7. Спостерігає, досліджує атмосферні об'єкти та явища за наданим планом; використовує наданий інструментарій для визначення ознак наявності твердих частинок (аерозолів) у повітрі.	<p>Атмосфера як система: склад, властивості, шари. Взаємодія світла з речовиною: основи фотохімічних змін. Аерозолі (PM2.5, PM10): видимі властивості, сорбція, накопичення. Перенесення речовин у повітрі: локальні та регіональні процеси. Взаємодія атмосферних частинок із живими системами (основи екологічних пасток). Атмосферні потоки як частина глобальних процесів. «Атмосфера як архів»: пил, осідання, можливість читати сліди діяльності людини.</p>	<p>Спостереження за атмосферними явищами (туман, розсіювання світла, зміна прозорості повітря). Збір пилу з листя, підвіконь або інших поверхонь; опис видимих властивостей. Аналіз пилу під ручною лупою або мікролупою. Прості фотохімічні експерименти (зміна кольору барвника на сонці / в тіні). Візуалізація повітряних потоків за допомогою Windy, Earth Nullschool або подібних карт. Порівняння власних спостережень з даними Sensor.Community / картами якості повітря. Створення міні-карти «джерела пилу та повітряних впливів у нашому районі». Робота в групах над поясненням одного атмосферного явища («чому так відбувається?»).</p>

Очікувані результати навчання	Зміст навчання	Рекомендована навчальна діяльність
<p>[12 ПРО 1.4.1-1], [12 ПРО 1.4.2-1] 8. Опрацьовує та аналізує результати спостережень; формулює висновки з допомогою вчителя щодо стану атмосфери; презентує результати у запропонований спосіб. [12 ПРО 1.5.1], [12 ПРО 1.5.2-1], [12 ПРО 1.5.3-1] 9. Аналізує, систематизує і використовує інформацію про стан атмосфери з різних джерел (карти потоків, дані сенсорів); оцінює достовірність здобутої інформації. [12 ПРО 2.1.1-1], [12 ПРО 2.1.1-2] 10. Описує самостійно фотохімічні явища в атмосфері, використовуючи наукову термінологію; перетворює інформацію між формами (порівняння власних даних із даними відкритих джерел). [12 ПРО 2.2.1-1], [12 ПРО 2.2.1-2] 11. Інтерпретує інформацію природничого змісту, представлену в різних формах (дані моніторингу якості повітря, карти, графіки). [12 ПРО 2.2.2-1] 12. Розрізняє з допомогою вчителя наукові факти щодо атмосферних процесів, їх інтерпретації та судження. [12 ПРО 4.1.1-1] 13. Ставить з допомогою вчителя проблемні питання щодо стану атмосфери; пропонує варіанти розв'язання навчальної/життєвої проблеми, пов'язаної з якістю повітря. [12 ПРО 4.2.1-1], [12 ПРО 4.3.1-1] 14. Бере участь у розробленні плану діяльності групи; співпрацює під час виконання досліджень або польових спостережень. [12 ПРО 4.4.1-1] 15. Використовує цифрові інструменти для фіксації або інтерпретації атмосферних даних. [НУ 5.1]</p>		<p>Презентація коротких висновків на основі спостережених даних. Рефлексивна вправа: «Що я бачу в повітрі, хоча раніше вважав, що там "нічого нема"?». Кейс-аналіз: «Монреальський протокол — як наукові дані про озоновий шар стали міжнародним рішенням».</p>

11 клас

МОДУЛЬ 3. Ґрунтові системи та рослини: доступність, взаємодія, стратегії

Ключове запитання модуля: Як ґрунт і рослини взаємодіють між собою, і як хімічні умови визначають можливості та обмеження для живих організмів?

Ідея модуля: Модуль досліджує ґрунт як складну систему, у якій тверда фаза, вода, повітря та органічна речовина створюють умови для розвитку рослин. Учні/учениці вивчають хімію ґрунту, доступність елементів живлення, екологічні стратегії рослин.

Ключові слова: ґрунт, структура, гумус, текстура, ґрунтовий розчин, N–P–K, рН ґрунту, конкуренція, алелопатія, сукцесія, фітотоксичність, ніша, ґрунт як архів

Цілі сталого розвитку: ЦСР 2 (подолання голоду), ЦСР 15 (суходільні екосистеми)

Очікувані результати навчання	Зміст навчання	Рекомендована навчальна діяльність
<p>Учень/учениця:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Характеризує властивості ґрунту як системи (тверді частинки, органічна речовина, вода, повітря), пояснює ґрунтові та рослинні процеси, використовуючи мову науки. [12 ПРО 3.1.1-1] 2. Оцінює довкілля (ґрунтові системи) як джерело здоров'я, добробуту і безпеки людини та суспільства. [12 ПРО 3.1.1-2] 3. Вирізняє спільні ознаки/властивості ґрунтів різних ділянок; порівнює видимі та вимірювані властивості (структура, текстура, рН, органічна речовина). [12 ПРО 3.2.1-1] 4. Установлює причиново-наслідкові зв'язки між хімічними умовами ґрунтового середовища та ростом рослин (доступність елементів, межі толерантності). [12 ПРО 3.3.1-1] 5. Обґрунтовує вплив діяльності людини/власної діяльності на збереження/порушення ґрунтових систем. [12 ПРО 3.3.1-2] 6. Дотримується правил поведінки у природі для збереження здоров'я і довкілля під час польових досліджень. [12 ПРО 3.3.1-3] 7. Формулює з допомогою вчителя чи інших осіб проблему дослідження щодо ґрунтових систем та рослин. [12 ПРО 1.1.1-1] 8. Визначає з допомогою вчителя мету і завдання дослідження; формулює 	<p>Ґрунт як система: тверда фаза, повітря, вода, органічні та неорганічні речовини. Структура і текстура ґрунту (піски, супіски, суглинки). Ґрунтовий розчин: доступність елементів, N--P--K, мікроелементи. рН ґрунту: визначення, значення для рослин, буферність ґрунту. Рослини як інженери середовища: корені, виділення, зміна мікросередовища. Екологічні закони: мінімуму Лібіха, толерантності Шелфорда, конкурентного виключення Гаузе. Конкуренція та екологічні ніші рослин. Алелопатія (взаємний вплив рослин). Сукцесія: процес поступових змін біоценозу в часі (зміна видового складу, структури та взаємозв'язків між організмами).. Фітотоксичність і принцип доза-ефект.</p>	<p>Спостереження ґрунтів різних ділянок шкільної території. Візуальне визначення структури ґрунту (тест «скляною»)). Приготування та аналіз ґрунтової витяжки (рН, колір, прозорість). Виконання тестів доступності елементів (тест-смужки NPK). Пророшування рослин у різних умовах (різні рН, різні концентрації солей). Дослід «дві рослини в одному горщику» (конкуренція). Експеримент з алелопатією (цибуля/часник → ріст насіння). Створення польової карти рослин-індикаторів із використанням PlantNet. Мікродослідження сукцесії: спостереження змін на забутій ділянці. Групові обговорення про вплив людської діяльності на ґрунтові системи. Презентація міні-досліджень у класі. Рефлексія: «Як ґрунт формує життя навколо мене?»).</p>

Очікувані результати навчання	Зміст навчання	Рекомендована навчальна діяльність
<p>гіпотези (наприклад, щодо впливу рН на ріст рослин). [12 ПРО 1.2.1-1], [12 ПРО 1.2.2]</p> <p>9. Добирає самостійно або у співпраці з іншими методи дослідження ґрунтів; визначає етапи і складає план дослідження. [12 ПРО 1.3.1], [12 ПРО 1.3.2]</p> <p>10. Спостерігає, досліджує ґрунти та рослини самостійно/у групі; використовує наданий інструментарій (ґрунтова витяжка, рН, тест-смужки НРК); дотримується правил безпеки. [12 ПРО 1.4.1-1], [12 ПРО 1.4.2-1], [12 ПРО 1.4.2-2]</p> <p>11. Опрацьовує та аналізує результати ґрунтових досліджень; формулює висновки; презентує результати у запропонований спосіб. [12 ПРО 1.5.1], [12 ПРО 1.5.2-1], [12 ПРО 1.5.3-1]</p> <p>12. Аналізує самостійно або у співпраці з іншими доцільність проведення дослідження та відповідність дослідницької діяльності проблемі і меті. [12 ПРО 1.6.1], [12 ПРО 1.6.2]</p> <p>13. Аналізує, систематизує і використовує інформацію природничого змісту про ґрунти, здобуту з різних джерел; оцінює достовірність здобутої інформації. [12 ПРО 2.1.1-1], [12 ПРО 2.1.1-2]</p> <p>14. Описує самостійно явища конкуренції, екологічних ніш і сукцесії, використовуючи наукову термінологію; перетворює інформацію між формами (карти, таблиці, діаграми). [12 ПРО 2.2.1-1], [12 ПРО 2.2.1-2]</p> <p>15. Інтерпретує інформацію про ґрунти та рослини, представлену в різних формах (карти рослин-індикаторів, результати аналізів). [12 ПРО 2.2.2-1]</p> <p>16. Розрізняє з допомогою вчителя наукові факти, їх інтерпретації та судження щодо стану ґрунтових систем. [12 ПРО 4.1.1-1]</p> <p>17. Ставить проблемні питання щодо стану ґрунтів; розробляє з допомогою вчителя способи розв'язання навчальної/життєвої проблеми; розв'язує самостійно/у групі навчальні проблеми, застосовуючи екологічні закони (Лібіх, Шелфорд, Гаузе). [12 ПРО 4.2.1-1], [12 ПРО 4.3.1-2], [12 ПРО 4.3.2-1]</p>	<p>Ґрунт як архів: сліди минулих процесів.</p>	

Очікувані результати навчання	Зміст навчання	Рекомендована навчальна діяльність
<p>18. Бере участь у розробленні плану діяльності групи; співпрацює під час виконання польових спостережень та міні-досліджень. [12 ПРО 4.4.1-1]</p> <p>19. Використовує цифрові інструменти для визначення видів рослин (PlantNet) та фіксації польових даних. [НУ 5.1]</p>		

МОДУЛЬ 4. Людина – речовини – довкілля: токсичність, стійкість, рішення

Ключове запитання модуля: Як «поводяться» речовини в довкіллі та в організмі, і як ми можемо приймати обґрунтовані рішення щодо ризиків?

Ідея модуля: Модуль інтегрує знання з попередніх модулів для розуміння «поведінки» речовин у системі «людина – довкілля». Учні/учениці досліджують токсичність, стійкість речовин, біоаккумуляцію, хемофобію та вчать приймати обґрунтовані рішення.

Ключові слова: токсичність, небезпека, ризик, шлях надходження, доза–ефект, стійкі органічні забруднювачі, мікропластик, біоаккумуляція, біомагніфікація, хемофобія, обґрунтоване рішення

Цілі сталого розвитку: ЦСР 3 (здоров'я та благополуччя), ЦСР 12 (відповідальне споживання)

Очікувані результати навчання	Зміст навчання	Рекомендована навчальна діяльність
<p>Учень/учениця:</p> <p>1. Характеризує властивості хімічних речовин (токсичність, стійкість, біоаккумуляція), пояснює екотоксикологічні явища і процеси, використовуючи мову науки. [12 ПРО 3.1.1-1]</p> <p>2. Оцінює довкілля як джерело здоров'я, добробуту і безпеки людини; пояснює, що токсичність речовини залежить від дози, концентрації, шляху надходження та часу впливу. [12 ПРО 3.1.1-2]</p> <p>3. Вирізняє спільні ознаки/властивості стійких речовин (мікропластик, POPs, важкі метали); описує їхню поведінку в довкіллі. [12 ПРО 3.2.1-1]</p> <p>4. Установлює причинно-наслідкові зв'язки між переходом речовин між середовищами (вода–грунт–повітря) та їхнім впливом на людину й екосистеми; пояснює процеси біоаккумуляції та біомагніфікації. [12 ПРО 3.3.1-1]</p> <p>5. Обґрунтовує вплив людських рішень і поведінки на хімічні навантаження у довкіллі; пропонує обґрунтовані альтернативи. [12 ПРО 3.3.1-2]</p> <p>6. Дотримується правил поводження з хімічними речовинами та побутовими засобами для збереження здоров'я і довкілля.</p>	<p>Доза–ефект: як змінюється вплив речовин залежно від концентрації.</p> <p>Шляхи надходження речовин в організм і середовища (вода, повітря, ґрунт, продукти).</p> <p>Небезпека і ризик: ключові відмінності; приклади з побуту.</p> <p>Стійкі речовини (POPс), мікропластик, важкі метали: базові властивості.</p> <p>Стокгольмська конвенція (POPс) та Мінаматська конвенція (ртуть) як приклади міжнародного хімічного регулювання.</p> <p>Частка речовин у довкіллі (fate & transport): переходи між середовищами.</p> <p>Біоаккумуляція та біомагніфікація.</p> <p>Розкладання речовин: світло, мікроорганізми, температура.</p> <p>Читання складу продуктів і побутових засобів.</p> <p>Маркування хімічних речовин за Глобально гармонізованою системою</p>	<p>1. Експеримент «доза–ефект» на рослинах: дослідження біологічного відгуку рослин на різну концентрацію хімічних агентів (солей, кислот, мийних засобів) методом послідовного розбавлення розчинів.</p> <p>2. Модель перенесення речовин через ґрунт (простий фільтр-стовпчик).</p> <p>3. Фотохімічний експеримент: розкладання барвника на світлі.</p> <p>4. Аналіз складу та маркування побутових засобів за системою GHS (піктограми, етикетки, попередження, концентрації).</p> <p>5. Аналіз двох-трьох поширених міфів про "хімію" (кейс-обговорення).</p> <p>6. Побудова моделі біомагніфікації (ігровий або рольовий формат).</p> <p>7. Робота в групах над локальною проблемою</p>

Очікувані результати навчання	Зміст навчання	Рекомендована навчальна діяльність
<p>[12 ПРО 3.3.1-3] 7. Пояснює причини глобальних хімічних проблем людства (забруднення POPs, мікропластиком, важкими металами) і наводить приклади використання здобутків природничих наук для їх розв'язання (Стокгольмська конвенція, Мінаматська конвенція). [12 ПРО 3.4.1-1] 8. Оцінює внесок природничих наук, технологій і техніки у забезпечення сталого розвитку суспільства (зокрема ЦСР 3, 6, 11, 12). [12 ПРО 3.4.1-2] 9. Формулює з допомогою вчителя чи інших осіб проблему дослідження щодо впливу речовин на довкілля. [12 ПРО 1.1.1-1] 10. Визначає мету і завдання дослідження; формулює гіпотези щодо залежності доза–ефект. [12 ПРО 1.2.1-1], [12 ПРО 1.2.2] 11. Добирає методи дослідження; визначає етапи і складає план дослідження. [12 ПРО 1.3.1], [12 ПРО 1.3.2] 12. Здійснює дослідження (експерименти доза–ефект, модель перенесення речовин, фотохімічний експеримент); використовує наданий інструментарій; дотримується правил безпеки. [12 ПРО 1.4.1-1], [12 ПРО 1.4.2-1], [12 ПРО 1.4.2-2] 13. Опрацьовує та аналізує результати; формулює висновки; презентує результати дослідження у запропонований спосіб. [12 ПРО 1.5.1], [12 ПРО 1.5.2-1], [12 ПРО 1.5.3-1] 14. Аналізує доцільність проведення дослідження та відповідність дослідницької діяльності проблемі і меті. [12 ПРО 1.6.1], [12 ПРО 1.6.2] 15. Аналізує, систематизує і використовує інформацію зі складу побутових продуктів і засобів (речовини, концентрації, піктограми GHS), здобуту з різних джерел; оцінює достовірність інформації. [12 ПРО 2.1.1-1], [12 ПРО 2.1.1-2] 16. Розрізняє спроби маніпулювання даними, факти та їх інтерпретацію (аналіз міфів про «хімію»). [12 ПРО 2.1.1-3] 17. Описує самостійно явища і процеси (токсикологія, fate & transport),</p>	<p>(GHS): піктограми небезпеки, сигнальні слова, фрази H/P (Hazard/Precautionary). Основи зеленої хімії (Anastas & Warner): запобігання утворенню відходів, безпечніші розчинники, проєктування для розкладу — як хіміки думають про наслідки. Хемофобія: міфи про «натуральне» і «штучне». Екологічні рішення на рівні громади та побуту. Фінальний проєкт: «Локальна хімічно-екологічна проблема: аналіз і пропозиції».</p>	<p>(пил, вода, рослини, відходи тощо). 8. Використання цифрових ресурсів для пошуку даних про речовини (наприклад, Scan4Chem або відкриті довідники). 9. Презентація результатів міні-досліджень. 10. Рефлексія: «Як я ухвалюю рішення, спираючись на хімічні знання у повсякденному житті»</p>

Очікувані результати навчання	Зміст навчання	Рекомендована навчальна діяльність
<p>використовуючи наукову термінологію; перетворює інформацію між формами. [12 ПРО 2.2.1-1], [12 ПРО 2.2.1-2]</p> <p>18. Інтерпретує інформацію природничого змісту, представлену в різних формах (етикетки GHS, таблиці токсичності, інфографіки). [12 ПРО 2.2.2-1]</p> <p>19. Розрізняє з допомогою вчителя наукові факти, їх інтерпретації та судження; пояснює ризики використання ненаукової/спотвореної інформації для розв'язання життєвих проблем. [12 ПРО 4.1.1-1], [12 ПРО 4.1.1-2]</p> <p>20. Ставить проблемні питання (поняття «небезпека» і «ризик»); пропонує варіанти розв'язання; розв'язує самостійно/у групі навчальні/життєві проблеми щодо аналізу локальної екологічної проблеми. [12 ПРО 4.2.1-1], [12 ПРО 4.3.1-1], [12 ПРО 4.3.2-1]</p> <p>21. Застосовує способи перевірки розв'язання навчальної/життєвої проблеми. [12 ПРО 4.3.2-2]</p> <p>22. Бере участь у розробленні плану діяльності групи; бере участь у розподіленні обов'язків, налагоджує комунікацію у групі під час виконання проекту. [12 ПРО 4.4.1-1], [12 ПРО 4.4.1-2]</p> <p>23. Використовує цифрові інструменти для пошуку інформації про речовини та оцінку ризиків. [НУ 5.1]</p>		

ПРИКІНЦЕВА ЧАСТИНА

ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ УЧНІВ/УЧЕНИЦЬ

Оцінювання у курсі «Хімія довкілля та сталого розвитку» базується на компетентнісному підході відповідно до Державного стандарту профільної середньої освіти та з урахуванням рекомендацій Путівника з оцінювання (2025). Оцінюється не обсяг запам'ятованої інформації, а здатність учня діяти – досліджувати, аналізувати, пояснювати, приймати рішення.

Структура оцінювання узгоджена з Рамкою наукової грамотності PISA (OECD, 2023): ГР1 «Пізнання світу природи засобами наукового дослідження» відповідає компетентності PISA «evaluate and design scientific enquiry» (оцінювання та планування наукового дослідження); ГР2 «Опрацювання, систематизація та представлення інформації» — компетентності «interpret data and evidence scientifically» (інтерпретація даних та наукових доказів); ГР3 «Усвідомлення розмаїття і закономірностей природи», компетентності «explain phenomena scientifically» (наукове пояснення явищ). Наскрізний характер ГР4 узгоджується з компетенцією PISA «Використання наукових доказів» (Using scientific evidence) та «Наукове пояснення явищ» (Explaining phenomena scientifically), які також є інтегральними і проявляються в усіх типах завдань наукової грамотності. Така відповідність забезпечує міжнародну порівнюваність результатів навчання. Така відповідність забезпечує міжнародну порівнюваність результатів навчання.

1. Принципи оцінювання

- об'єктивність – оцінювання базується на зафіксованих результатах дій учня;
- компетентнісна спрямованість – оцінюються вміння, а не лише знання;
- формувальний пріоритет – основна увага на зворотному зв'язку та підтримці навчання;
- прозорість – учні/учениці заздалегідь знають критерії та очікування;
- диференціація – оцінювання враховує різні рівні підготовки учнів/учениць;
- інклюзивність – забезпечення рівних можливостей для всіх учнів/учениць.

2. Формувальне оцінювання

Формувальне оцінювання здійснюється на кожному уроці/дослідницькому занятті і є основним інструментом підтримки навчального процесу.

Формувальному оцінюванню підлягають:

- зошит спостережень (регулярність, повнота, осмисленість записів);
- усні відповіді та участь у дискусіях;
- графічні та візуальні роботи (карти зв'язків, інфографіки, схеми);
- групова робота (внесок, комунікація);
- рефлексія (здатність осмислювати власний навчальний досвід);
- проміжні презентації (якість подання та аргументації).

3. Підсумкове оцінювання

Підсумкове оцінювання проводиться по завершенні кожного модуля та спрямоване на перевірку досягнення очікуваних результатів за чотирма групами:

ГР1 – Дослідження (Пізнання світу природи засобами наукового дослідження)

Учень демонструє здатність планувати, проводити та описувати спостереження / дослідження. Оцінюються: правильність і точність виконання; дотримання правил безпеки; повнота фіксації даних; здатність зробити висновок.

ГР2 – Аналітичне завдання (Опрацювання, систематизація та представлення інформації)

Учень демонструє здатність аналізувати інформацію з різних джерел. Оцінюються: уміння знайти потрібну інформацію; якість аналізу даних; коректність порівняння зі стандартами; уміння представити дані у вигляді таблиці чи графіка.

ГР3 – Ситуаційне завдання / кейс (Усвідомлення розмаїття і закономірностей природи)

Учень демонструє здатність пояснювати явища та розв'язувати проблеми. Оцінюються: науковість і логічність пояснень; розуміння причинно-наслідкових зв'язків; обґрунтованість рекомендацій; здатність пояснити ризики та можливі рішення.

ГР4 – Застосування знань (Розвиток власного наукового мислення, набуття досвіду розв'язання проблем)

Учень демонструє здатність застосовувати набуті знання для прийняття обґрунтованих рішень у повсякденному житті. Оцінюються: здатність оцінити ризики та вигоди; обґрунтованість власної позиції; усвідомлення відповідальності за рішення; зв'язок із Цілями сталого розвитку.

4. Комплексна підсумкова робота

За бажанням закладу всі чотири групи результатів можуть оцінюватися однією комплексною роботою, яка містить:

1. Практичне дослідження (ГР1).
2. Аналіз даних або інформації (ГР2).
3. Ситуаційне завдання / рішення проблеми (ГР3).
4. Обґрунтування рішення та оцінка впливу (ГР4).

5. Підсумкові проєкти

У 4-му семестрі допускається замінити традиційне оцінювання підсумковим проєктом:

Фінальний проєкт «Екологічна проблема моєї громади: рішення»

Проєкт оцінює досягнення всіх чотирьох груп результатів:

- ГР1: проведення мінідослідження або польових вимірювань;
- ГР2: аналіз даних та інформації;
- ГР3: формулювання рішення та його обґрунтування;
- ГР4: оцінка впливу рішення та відповідальна позиція.

Форма представлення: постер, відео, буклет, презентація, подкаст, інфографіка, мінікампанія для громади.

6. Портфоліо учня

Рекомендується вести портфоліо, яке містить: записи дослідів; фото/відео спостережень; графіки та таблиці; рефлексії; матеріали проєктів; інфографіки; висновки.

Портфоліо демонструє динаміку розвитку учня та може бути частиною підсумкового оцінювання.

РЕСУРСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГРАМИ

1. Матеріальне забезпечення

Базовий рівень (обов'язковий мінімум):

- рН-індикаторний папір або рідкий індикатор;
- ручні лупи ($\times 10$);
- пробірки, склянки, піпетки, фільтрувальний папір;
- термометр (побутовий);
- ваги (кухонні або аптечні);
- вода, ґрунт, побутові речовини (оцет, сода, мило) для експериментів;
- зошити для спостережень;
- смартфони учнів/учениць (для фото, карт, застосунків).

Розширений рівень (за можливості):

- портативний рН-метр;
- TDS-метр (вимірювач загального вмісту солей);
- тест-набори для визначення нітратів, фосфатів;
- мікроскоп або цифрова мікролупа;
- портативний датчик якості повітря (PM2.5);
- сенсори Vernier / Arduino для дослідницьких проєктів.

Узгодження з Типовим переліком устаткування

Матеріальне забезпечення курсу узгоджено з Типовим переліком засобів навчання та обладнання для навчальних кабінетів і STEM-лабораторій закладів загальної середньої освіти (Таблиця 9 – Обладнання та засоби навчання для навчальних кабінетів і лабораторій хімії; Таблиця 8 – витратні матеріали для кабінетів біології). Зокрема, для реалізації курсу рекомендовано використовувати таке обладнання з Типового переліку:

- цифровий вимірювальний комп'ютерний комплекс для хімії з датчиками рН, температури, електропровідності, вуглекислого газу, нітрат-іонів, кисню (позиція 1.1 Типового переліку);
- цифровий мікроскоп (позиція 1.2.17) для дослідження мікроструктури ґрунту, аерозолів, кристалів;

- Періодична система хімічних елементів, таблиця розчинності (позиції 4.1.1–4.1.2);
- індикаторний папір універсальний (витратні матеріали, позиція 1.3) для визначення рН;
- пробірки, колби, склянки, піпетки, фільтрувальний папір, скельця предметні та покривні (витратні матеріали);
- реактиви з Типового переліку (розділ 5): кислоти (сульфатна, хлоридна), луги (натрій гідроксид, кальцій гідроксид), солі, індикатори – для лабораторних дослідів із рН, буферності, кислотно-основних реакцій;
- витяжна шафа з вентиляційною системою (позиція 2.1.1) для демонстрацій, що супроводжуються виділенням газів;
- мікропрепарати, гербарії рослин-індикаторів (з кабінету біології) для модуля 3.

Заклад освіти може використовувати обладнання кабінетів хімії та біології (природничих наук) відповідно до наявного матеріального забезпечення. Комплектацію, склад та технічні характеристики датчиків визначає педагогічний працівник відповідно до потреб та змісту навчальної програми. Для закладів із обмеженим матеріальним забезпеченням передбачено базовий рівень реалізації курсу із використанням мінімального набору обладнання.

2. Цифрове забезпечення

- Windy.com, Earth Nullschool – візуалізація атмосферних потоків;
- OpenAQ, AQICN – дані якості повітря у реальному часі;
- Google Earth / Google Maps – географічна прив'язка досліджень;
- iNaturalist – визначення рослин та фіксація біорізноманіття;
- Canva, Piktochart – створення інфографік та презентацій;
- Google Таблиці / Excel – обробка даних та побудова графіків.

3. Методичне забезпечення

Вчитель може використовувати: методичні рекомендації автора курсу (за наявності); робочі зошити для спостережень; картки-інструкції для лабораторних та польових досліджень; зразки кейсів та ситуаційних завдань.

Використані та рекомендовані джерела

Нормативні документи:

Джерело	Роль у навчальній програмі та обґрунтування застосування
Про освіту : Закон України від 05.09.2017 № 2145-VIII. <i>База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України.</i> URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19 (дата звернення: 19.02.2026).	Фундаментальний акт, що визначає правові засади реалізації освітнього процесу, автономію закладів освіти та право на вибір вибіркових курсів, до яких належить «Природа і людина: хімія, екологія та сталий розвиток довкілля».
Про повну загальну середню освіту : Закон України від 16.01.2020 № 463-IX. <i>База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України.</i> URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/463-20 (дата звернення: 19.02.2026).	Регламентує організацію освітнього процесу у старшій школі (профільна середня освіта), формування індивідуальної освітньої траєкторії учня.
Про затвердження Державного стандарту профільної середньої освіти : постанова Кабінету Міністрів України від 25.07.2024 № 851. <i>База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України.</i> URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/851-2024-п (дата звернення: 19.02.2026).	Ключовий документ. Визначає 11 ключових компетентностей та вимоги до обов'язкових результатів навчання (ГР1-ГР4), які покладено в основу матриці оцінювання курсу.
Про деякі питання державних стандартів повної загальної середньої освіти : постанова Кабінету Міністрів України від 30.09.2020 № 898. <i>База даних «Законодавство України».</i> URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-п (дата звернення: 19.02.2026).	Стандарт базової освіти. Необхідний для розуміння наступності: з яким багажем знань учні/учениці приходять у 10 клас для вивчення інтегрованого курсу.
Про затвердження типової освітньої програми для 10–12 класів закладів загальної середньої освіти, які забезпечують здобуття профільної середньої освіти за академічним спрямуванням : наказ Міністерства освіти і науки України від 26.05.2025 № 765 (зі змінами, внесеними наказом МОН від 19.06.2025 № 884). URL: https://mon.gov.ua (дата звернення: 19.02.2026).	Документ , що визначає кількість годин варіативної складової, за рахунок яких фінансується та викладається цей вибірковий курс
Про затвердження концептуальних засад освітніх галузей та дорожньої карти реалізації концептуальних засад освітніх галузей на 2025–2030 роки : наказ Міністерства освіти і науки України від 20.08.2025 № 1163. URL: https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/95248/ (дата звернення: 19.02.2026).	Визначає стратегічний напрямок розвитку природничої галузі , перехід від трансляції знань до дослідницької діяльності та STEM-інтеграції.
Про затвердження Типового переліку засобів навчання та обладнання для навчальних кабінетів і STEM-лабораторій : наказ Міністерства освіти і науки України від 29.04.2020 № 574 (у редакції наказу МОН від	Регламентує матеріально-технічне забезпечення курсу : наявність датчиків рН, мікроскопів, цифрових вимірювальних комплексів, необхідних для польових робіт.

18.11.2025 № 1517). <i>База даних «Законодавство України»</i> . URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0410-20#n17 (дата звернення: 25.03.2026).	
Про затвердження типової освітньої програми для 5–9 класів закладів загальної середньої освіти : наказ Міністерства освіти і науки України від 19.02.2021 № 235. URL: https://mon.gov.ua (дата звернення: 19.02.2026).	Забезпечує спадкоємність навчального матеріалу між базовою та профільною школою.
Методичні рекомендації для розроблення модельних навчальних програм : лист Міністерства освіти і науки України від 24.03.2021 № 4.5/637-21. URL: https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/81943/ (дата звернення: 19.02.2026).	Інструктивний документ , що задає архітектуру програми (пояснювальна записка, очікувані результати, зміст, види діяльності, оцінювання).
Розробляємо модельну навчальну / навчальну програму: інструктивно-методичні рекомендації для авторів : наказ Українського інституту розвитку освіти від 26.05.2025 № 67-ат. Київ : УІРО, 2025.	Сучасний методологічний посібник УІРО, що визначає критерії якості модельних програм, зокрема інтеграцію наскрізних умінь.
Про схвалення Стратегії екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату на період до 2030 року : розпорядження Кабінету Міністрів України від 20.10.2021 № 1363-р. <i>База даних «Законодавство України»</i> . URL: https://ips.ligazakon.net/document/KR211363 (дата звернення: 19.02.2026).	(Нове джерело) Документ національного рівня. Створює контекст для Модуля 2 (Атмосфера), демонструючи учням державний підхід до подолання кліматичних змін.
Про затвердження Національного плану дій з охорони навколишнього природного середовища на період до 2025 року : розпорядження Кабінету Міністрів України від 21.04.2021 № 443-р. <i>Урядовий портал</i> . URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=95088 (дата звернення: 19.02.2026).	(Нове джерело) Документ , що визначає пріоритети екологічного моніторингу, з якими учні/учениці можуть зв'язати власні проекти у межах громади.
Про затвердження професійного стандарту «Вчитель закладу загальної середньої освіти» : наказ Міністерства освіти і науки України від 29.08.2024 № 1225. URL: https://nnd.licey.org.ua/profstandart-vchitelya-22-30-22-17-01-2024/ (дата звернення: 19.02.2026).	(Нове джерело) Стандарт , що визначає трудові функції вчителя, встановлює компетентності, які забезпечують якісне, безпечне, інтегроване та сучасне викладання хімії й екології, а також формування екологічної свідомості та навичок сталого розвитку.

Науково-методична література

Джерело	Теоретичне та методичне значення для курсу
Цілі сталого розвитку: Україна : Національна доповідь / Міністерство економічного розвитку і торгівлі України. Київ, 2017. 176 с. URL: https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/natsionalna-dopovid-csr-Ukrainy.pdf (дата звернення: 19.02.2026).	Національний контекст ЦСР. Програма базується на досягненні цілей 3, 4, 6, 11, 12, 13, 15. Доповідь надає реальну статистику для обговорень на уроках.

Шабанов Д. А., Козленко О. Г. Природничі науки: модельна навчальна програма (основний рівень) для 10–11 класів. Київ : УІРО, 2025.	Комплементарна програма. Курс «Хімія довкілля» розширює та поглиблює екологічний та прикладний компоненти базового курсу природничих наук для гуманітаріїв.
Інструктивно-методичні рекомендації щодо організації освітнього процесу та викладання навчальних предметів у закладах загальної середньої освіти (Освітній навігатор на 2025/2026 навчальний рік) / МОН України. Київ, 2025. URL: https://ru.osvita.ua/school/metod-rekom/95282/ (дата звернення: 19.02.2026).	(Нове джерело) Оперативний документ, що адаптує освітній процес до сучасних викликів, акцентує увагу на подоланні освітніх втрат та психосоціальної підтримці.
Manahan S. E. Environmental Chemistry. 10th ed. Boca Raton : CRC Press, 2017. 784 p. DOI: 10.1201/9781315160474.	Світовий стандарт екологічної хімії. Забезпечує вчителя матеріалом для пояснення хімії гідросфери, атмосфери (Модулі 1, 2) та принципів зеленої хімії.

Міжнародні концепції та рамки

Джерело	Роль у навчальній програмі та обґрунтування застосування
Bianchi G., Pisiotis U., Cabrera Giraldez M. GreenComp – The European Sustainability Competence Framework. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2022. 44 p. DOI: 10.2760/13286.	Європейський стандарт. Формує ціннісний каркас програми: відповідальність за антропоген, усвідомлення взаємозв'язків у соціо-природних системах (Модуль 0).
PISA 2025 Science Framework. Paris : OECD Publishing, 2023. 112 p. URL: https://pisa-framework.oecd.org/science-2025/ (дата звернення: 19.02.2026).	Основа системи підсумкового та формувального оцінювання у програмі. Визначає критерії наукової грамотності: здатність інтерпретувати дані та планувати дослідження.
Education for Sustainable Development: a roadmap. Paris : UNESCO, 2020. 66 p. URL: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374802 (дата звернення: 19.02.2026).	Глобальна дорожня карта. Визначає перехід від передачі знань до розвитку агентності (здатності діяти), що реалізовано у фінальному проєкті курсу (Модуль 4).
Science Education for Responsible Citizenship: Report to the European Commission of the Expert Group on Science Education / Hazelkorn E. [et al.]. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2015. 88 p. DOI: 10.2777/12626.	Документ, що обґрунтовує необхідність подолання хемофобії та розвитку наукової грамотності як умови відповідального громадянства.
Next Generation Science Standards (NGSS): For States, By States. Washington, DC : The National Academies Press, 2013. 534 p. URL: https://www.nextgenscience.org (дата звернення: 19.02.2026).	Американські стандарти, концепція «перехресних понять» (crosscutting concepts) яких — системи, патерни, причина і наслідок — покладена в основу структурування матеріалу курсу.
A Framework for K–12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas / National Research	Базовий теоретичний документ, що вводить поняття «наукових практик»

Council. Washington, DC : The National Academies Press, 2012. 400 p. DOI: 10.17226/13165.	(science practices), які учні/учениці відпрацьовують на польових уроках (формулювання гіпотез, збір даних).
Стокгольмська конвенція про стійкі органічні забруднювачі : міжнародний договір від 22.05.2001. Секретаріат Стокгольмської конвенції. URL: https://chm.pops.int/TheConvention/Overview/TextoftheConvention/tabid/2232/Default.aspx (дата звернення: 19.02.2026).	Наочний приклад для Модуля 4. Пояснює, чому хімічна стійкість молекул (POPs) та їхня здатність до біоаккумуляції стає проблемою глобального масштабу.
Мінаматська конвенція про ртуть : міжнародний договір від 10.10.2013. Програма ООН з довкілля (UNEP). URL: https://minamataconvention.org/en/documents/minamata-convention-mercury-text-and-annexes (дата звернення: 19.02.2026).	Використовується у Модулі 4 як кейс для вивчення шляхів надходження токсикантів в організм та оцінки екологічних ризиків.
Монреальський протокол про речовини, що руйнують озоновий шар : міжнародний договір від 16.09.1987. Програма ООН з довкілля (UNEP). URL: https://ozone.unep.org/treaties/montreal-protocol (дата звернення: 19.02.2026).	Інтегрується у Модуль 2 (Атмосфера) як історичний приклад успішного розв'язання глобальної хіміко-екологічної кризи зусиллями науковців та політиків.
Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS). 10th rev. ed. New York ; Geneva : United Nations, 2023. URL: https://unece.org/ghs-rev10-2023 (дата звернення: 19.02.2026).	Базовий інструмент для Модуля 4. Учні/учениці вчаться читати піктограми, сигнальні слова та Н/Р-фрази на етикетках побутових засобів, розрізняючи поняття «небезпека» і «ризик».
Council Recommendation on key competences for lifelong learning (2018/C 189/01) // Official Journal of the European Union. 2018. Vol. 61, C 189. P. 1–13. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01 (дата звернення: 19.02.2026).	Європейська база для формування 11 ключових компетентностей українського Державного стандарту профільної освіти.

Методика викладання хімії та природничих наук

Джерело	Дидактичне та методологічне значення для курсу
Relevant Chemistry Education: From Theory to Practice / Eilks I., Hofstein A. (eds.). Rotterdam : Sense Publishers, 2015. 396 p. DOI: 10.1007/978-94-6300-175-5.	Ключова монографія , що відповідає на питання «як зробити хімію релевантною для учня». Обґрунтовує відхід від абстрактної хімії до соціо-наукових проблем.
Multiple Representations in Chemical Education / Gilbert J. K., Treagust D. F. (eds.). Dordrecht : Springer, 2009. 360 p. DOI: 10.1007/978-1-4020-8872-8.	Досліджує важливість використання різних моделей (візуальних, математичних, словесних) для пояснення складних природних процесів (Модуль 1, 3).
Taber K. S. Chemical Misconceptions: Prevention, Diagnosis and Cure. Vol. 1–2. London : Royal Society of Chemistry, 2002.	База для превентивної роботи вчителя з типовими хибними уявленнями учнів/учениць (місконцепціями) щодо природи речовин та їхньої взаємодії.
Talanquer V. Chemistry Education: Ten Facets to Shape Us // Journal of Chemical Education. 2013. Vol. 90, No. 7. P. 832–838. DOI: 10.1021/ed300881v.	Стаття, що пропонує багатовимірний підхід до структурування змісту, уникаючи спрощень та допомагаючи формувати системне мислення в учнів/учениць.

Sjöström J., Talanquer V. Humanizing Chemistry Education: From Simple Contextualization to Multifaceted Problematization // Journal of Chemical Education. 2014. Vol. 91, No. 8. P. 1125–1131. DOI: 10.1021/ed5000718.	Етапна праця. Закладає філософію курсу: хімія не просто застосовується у житті, вона є соціальним конструктом, що породжує етичні дилеми.
Burmeister M., Rauch F., Eilks I. Education for Sustainable Development (ESD) and Chemistry Education // Chemistry Education Research and Practice. 2012. Vol. 13, No. 2. P. 59–68. DOI: 10.1039/C1RP90060A.	Обґрунтовує інтеграцію концепції сталого розвитку в уроки хімії через використання реальних кейсів екологічних криз.
Hofstein A., Lunetta V. N. The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century // Science Education. 2004. Vol. 88, No. 1. P. 28–54. DOI: 10.1002/sce.10106.	Задає сучасний стандарт лабораторної роботи: від виконання покрокових інструкцій («кулінарних рецептів») до справжнього наукового пошуку.
Sevian H., Talanquer V. Rethinking Chemistry: A Learning Progression on Chemical Thinking // Chemistry Education Research and Practice. 2014. Vol. 15, No. 1. P. 10–23. DOI: 10.1039/C3RP00111C.	Концепція «хімічного мислення». Допомогає вчителю вибудувати логіку від простих спостережень (Модуль 0) до оцінки ризиків (Модуль 4).
Anastas P. T., Warner J. C. Green Chemistry: Theory and Practice. Oxford : Oxford University Press, 1998. 135 p.	Першоджерело 12 принципів зеленої хімії. Формує проактивний підхід: запобігання забрудненню є ефективнішим за очищення довкілля.
Mahaffy P. G., Krief A., Hopf H., Mehta G., Matlin S. A. Reorienting Chemistry Education Through Systems Thinking // Nature Reviews Chemistry. 2018. Vol. 2. P. 0126. DOI: 10.1038/s41570-018-0126.	Системне мислення в хімії. Жодна реакція не відбувається ізольовано; кожна має наслідки для біосфери, економіки та суспільства.
Chemistry Education and Sustainable Development Goals: opportunities and challenges / Zuin V. G. [et al.] // Chemistry International. 2021. Vol. 43, No. 2. P. 12–18. DOI: 10.1515/ci-2021-0204.	Практичний посібник щодо прив'язки конкретних тем з хімії до 17 Цілей сталого розвитку ООН, що є наскрізною лінією програми.

Хімія довкілля та екотоксикологія

Джерело	Роль у навчальній програмі та обґрунтування застосування
Schwarzenbach R. P., Gschwend P. M., Imboden D. M. Environmental Organic Chemistry. 3rd ed. Hoboken : Wiley, 2016. 1024 p.	Фундаментальна праця. Пояснює термодинаміку розподілу речовин між фазами. Використовується для пояснення перенесення забруднювачів у ґрунті (Модуль 3).
Walker C. H., Sibly R. M., Hopkin S. P., Peakall D. B. Principles of Ecotoxicology. 4th ed. Boca Raton : CRC Press, 2012. 386 p.	Базовий текст для Модуля 4. Розкриває механізми токсичної дії, шляхи надходження ксенобіотиків в організми та ефекти біомагніфікації у трофічних ланцюгах.
Rockström J. [et al.]. A Safe Operating Space for Humanity // Nature. 2009. Vol. 461. P. 472–475. DOI: 10.1038/461472a.	Світоглядна концепція «Планетарних меж». Задає екологічні рамки курсу, пояснюючи, що природні системи мають межі толерантності та переломні точки (Модуль 1).

Jacobson M. Z. Air Pollution and Global Warming: History, Science, and Solutions. 2nd ed. Cambridge : Cambridge University Press, 2012. 406 p.	Головне джерело для Модуля 2. Детально описує фізико-хімію аерозолів (PM2.5, PM10), фотохімічний смог та механізми парникового ефекту.
Sposito G. The Chemistry of Soils. 3rd ed. Oxford : Oxford University Press, 2016. 272 p.	Теоретична основа Модуля 3. Пояснює природу ґрунтових колоїдів, катіонний обмін, буферність ґрунтів та доступність макро- і мікроелементів для рослин.

Дослідницький та проєктний підходи в освіті

Джерело	Дидактичне та методологічне значення для курсу
Krajcik J. S., Shin N. Project-Based Learning // The Cambridge Handbook of the Learning Sciences / ed. R. K. Sawyer. 2nd ed. Cambridge : Cambridge University Press, 2014. P. 275–297.	Методологія проєктного навчання. Визначає етапи реалізації фінального проєкту курсу: від рушійного запитання до створення кінцевого артефакту (кампанії, постера).
William D. Embedded Formative Assessment. 2nd ed. Bloomington : Solution Tree Press, 2018. 200 p.	Класика формативного оцінювання. Обґрунтовує підходи до ведення «зошита спостережень» та використання зворотного зв'язку замість балів на проміжних етапах.
Bell R. L., Smetana L., Binns I. Simplifying Inquiry Instruction: Assessing the Inquiry Level of Classroom Activities // The Science Teacher. 2005. Vol. 72, No. 7. P. 30–33.	Інструмент для вчителя: матриця рівнів дослідницької діяльності (від підтверджувального дослідження до відкритого дослідження), що застосовується під час планування уроків.
Socio-Scientific Issues in the Classroom: Teaching, Learning and Research / Sadler T. D. (ed.). Dordrecht : Springer, 2011. 375 p. DOI: 10.1007/978-94-007-1159-4.	Обґрунтовує використання соціо-наукових суперечок (кейс-метод) як інструменту розвитку критичного мислення та моральної аргументації в учнів/учениць.
Science Education NOW: A renewed pedagogy for the future of Europe (Rocard Report) / European Commission. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities, 2007. 22 p. URL: https://webstorage.cienciaviva.pt/public/pt.cienciaviva.io/wwwcentros/2730_93d3bfaad6ac01f4fa28a6725fc6a5f7.pdf (дата звернення: 19.02.2026).	Фундаментальний документ ЄС, що декларує безальтернативність переходу до дослідницького навчання (Inquiry-Based Learning) для порятунку інтересу молоді до науки.
Johnstone A. H. Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem // Journal of Computer Assisted Learning. 1991. Vol. 7, No. 2. P. 75–83. DOI: 10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x.	Пояснює механізми когнітивного перевантаження учнів/учениць під час вивчення хімії та необхідність поступового введення абстрактних концептів.
Mahaffy P. G. Moving Chemistry Education into 3D: A Tetrahedral Metaphor for Understanding Chemistry // Journal of Chemical Education. 2006. Vol. 83, No. 1. P. 49–55. DOI: 10.1021/ed083p49.	Візуалізація концепції "гуманізованої хімії" (тетраedr), що пропонує інтегрувати питання етики, політики та екології у кожен хімічну тему.

Journal of Chemical Education : науковий журнал / American Chemical Society. URL: https://pubs.acs.org/journal/jceda8 (дата звернення: 19.02.2026).	Провідний світовий ресурс з методики викладання хімії. Джерело ідей для лабораторних робіт та демонстрацій.
Chemistry Education Research and Practice : науковий журнал / Royal Society of Chemistry. URL: https://www.rsc.org/journals-books-databases/about-journals/chemistry-education-research-practice/ (дата звернення: 19.02.2026).	Журнал з відкритим доступом. Публікує доказові дослідження того, як учні/учениці формують хімічні поняття та розв'язують екологічні задачі.
Методичні рекомендації до проведення навчальної практики «Загально-екологічна» / розроб. Н. М. Коваленко [та ін.]. Запоріжжя : ЗНУ, 2018. 84 с. URL: https://enpuir.udu.edu.ua/bitstreams/a1253638-fcfe-40d2-ac50-3b6abb6dad19/download (дата звернення: 19.02.2026).	(Нове джерело) Україномовний інструментарій для організації польових практик, створення екологічного паспорта території та вивчення суцесій.
Методичні рекомендації щодо розробки навчально-екологічної стежки в загальноосвітніх закладах. URL: https://naurok.com.ua/metodichni-rekomendaci-schodo-rozrobki-navchalno-ekologichno-stezhki-v-zagalnoosvitnih-zakladah-238363.html (дата звернення: 19.02.2026).	(Нове джерело) Практичний гайд для вчителя щодо організації простору для спостережень за природними об'єктами (Модулі 1, 3).

Електронні інформаційні ресурси

Джерело	Інформаційне значення та практичне використання у курсі
OpenAQ : глобальна відкрита база даних якості повітря [Електронний ресурс]. URL: https://openaq.org (дата звернення: 19.02.2026).	Джерело історичних та поточних даних про рівень аерозолів (PM2.5, PM10) та газів. Використовується для аналітичних завдань у Модулі 2.
AQICN (World Air Quality Index) : інтерактивна карта якості повітря у реальному часі [Електронний ресурс]. URL: https://aqicn.org (дата звернення: 19.02.2026).	Дозволяє учням порівнювати якість повітря у власному місті з іншими регіонами світу та розуміти індекси якості повітря (AQI).
Windy : інтерактивна платформа візуалізації атмосферних потоків та метеорологічних даних [Електронний ресурс]. URL: https://www.windy.com (дата звернення: 19.02.2026).	Інструмент просторового моделювання (Модуль 2). Учні/учениці досліджують перенесення забруднень вітрами на великі відстані.
Earth Nullschool : глобальна візуалізація вітрів та кліматичних показників планети [Електронний ресурс]. URL: https://earth.nullschool.net (дата звернення: 19.02.2026).	Альтернативна система глобальної візуалізації. Допомагає усвідомити атмосферу як єдину динамічну систему.
iNaturalist : глобальна науково-дослідницька платформа для ідентифікації біорізноманіття [Електронний ресурс]. URL: https://www.inaturalist.org (дата звернення: 19.02.2026).	Інструмент краудсорсингу даних про флору і фауну. Використовується під час польових робіт (Модуль 3)

	для ідентифікації рослин-індикаторів.
SaveEcoBot : єдина екологічна система моніторингу даних України [Електронний ресурс]. URL: https://www.saveecobot.com (дата звернення: 19.02.2026).	Найрелевантніше українське джерело даних. Агрегує інформацію про якість повітря, радіаційний фон та дозволи підприємств-забруднювачів.
Sensor.Community : відкрита міжнародна мережа громадського моніторингу якості повітря [Електронний ресурс]. URL: https://sensor.community (дата звернення: 19.02.2026).	Мережа краудсорсингових датчиків. Демонструє концепцію "громадянської науки", де кожен учень може стати постачальником екологічних даних.
Scan4Chem : мобільний застосунок для перевірки наявності небезпечних речовин у споживчих товарах [Електронний ресурс]. URL: https://play.google.com/store/apps/details?id=de.uba.scan4chem&hl=uk (дата звернення: 30.03.2026).	Інструмент для Модуля 4. Дозволяє за штрих-кодом перевіряти товари на вміст стійких токсичних речовин згідно з базою даних хімічного агентства ЄС.
PlantNet : цифрова платформа та мобільний застосунок для розпізнавання рослин за фотографіями [Електронний ресурс]. URL: https://plantnet.org (дата звернення: 19.02.2026).	Сприяє формуванню цифрової компетентності. Використовується для складання мап поширення рослин на пришкольній території (Модуль 3).