

**ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА КОЦЮБИНСЬКОГО
ПРИРОДНИЧО-ГЕОГРАФІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ХІМІЇ ТА МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ ХІМІЇ**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**РЕАЛІЗАЦІЯ НАСКРІЗНИХ ЗМІСТОВИХ ЛІНІЙ НА УРОКАХ ХІМІЇ
ЧЕРЕЗ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ STEM-ОСВІТИ**

Студентки 2 курсу 2-Мхз групи
Освітньої програми Середня освіта. Хімія
Спеціальності 014 Середня освіта
Галузі знань 01 Освіта/Педагогіка
СВО магістра
Скоробогатої Алли Миколаївни

Науковий керівник: кандидат технічних наук,
доцент кафедри хімії та методики навчання хімії
Худоярова Ольга Степанівна

Розширена шкала _____
Кількість балів: _____ Оцінка:ECTS _____

Голова Екзаменаційної комісії _____ (_____)
Члени комісії: _____ (_____)
_____ (_____)
_____ (_____)

м. Вінниця – 2025 р

АНОТАЦІЯ

Скоробогата А.М. Реалізація наскрізних змістових ліній на уроках хімії через використання елементів STEM-освіти. Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня вищої освіти магістра за предметною спеціальністю 014.06. Середня освіта (Хімія). Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського. Вінниця, 2025р.

У роботі розглянуто теоретичні засади та практичні підходи до впровадження наскрізних змістових ліній у процес вивчення хімії шляхом інтеграції елементів STEM-освіти. Проаналізовано нормативно-методичні документи Нової української школи, визначено можливості міжпредметної інтеграції та формування ключових компетентностей. У ході дослідження розроблено та апробовано комплекс STEM-завдань і дидактичних матеріалів, що сприяють формуванню екологічного мислення, підприємливості, інноваційності та відповідального ставлення до довкілля. Ефективність запропонованих методичних рішень підтверджено результатами педагогічного експерименту й анкетування учнів, що засвідчили зростання їх пізнавальної активності, мотивованості та якості навчальних результатів.

Ключові слова: STEM-освіта, наскрізні змістові лінії, хімія, компетентнісний підхід, інноваційні методи, освітні технології.

ABSTRACT

Skorobohata A. M. Implementation of Cross-Cutting Content Lines in Chemistry Lessons through the Use of STEM-Education Elements. Master's Thesis for the Degree of Master in Specialty 014.06 Secondary Education. Chemistry – Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia, 2025.

The thesis examines the theoretical foundations and practical approaches to implementing cross-cutting content lines in the process of teaching chemistry through the integration of STEM-education elements. The normative and methodological documents of the New Ukrainian School are analyzed, and the

possibilities for interdisciplinary integration and the formation of key competencies are determined. Within the research, a set of STEM tasks and didactic materials was developed and tested, contributing to the formation of environmental awareness, entrepreneurship, innovativeness, and responsible attitudes toward the environment. The effectiveness of the proposed methodological solutions was confirmed by the results of a pedagogical experiment and student surveys, which demonstrated an increase in learners' cognitive activity, motivation, and the quality of educational outcomes.

Keywords: STEM education, cross-cutting content lines, chemistry, competency-based approach, innovative methods, educational technologies.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	2
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ РЕАЛІЗАЦІЇ НАСКРІЗНИХ ЗМІСТОВИХ ЛІНІЙ У ШКІЛЬНІЙ ОСВІТІ.....	10
1.1 Поняття та значення наскрізних змістових ліній у шкільному курсі хімії	10
1.2 STEM-освіта як інноваційний підхід до викладання природничих дисциплін.....	14
1.3 Методичні аспекти інтеграції наскрізних змістових ліній через STEM- підходи.....	19
1.4 Зарубіжний та вітчизняний досвід упровадження STEM-підходів у хімічну освіту	25
РОЗДІЛ 2 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ НАСКРІЗНИХ ЗМІСТОВИХ ЛІНІЙ НА УРОКАХ ХІМІЇ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ STEM-ОСВІТИ.....	28
2.1 Аналіз діючих навчальних програм з хімії щодо наскрізних змістових ліній.....	28
2.2 Розробка STEM-завдань та проєктів на уроках хімії	35
2.3. Впровадження STEM-методик у процес навчання хімії	38
2.4. Аналіз ефективності застосування STEM-методик для реалізації наскрізних змістових ліній	44
2.5. Практичні рекомендації щодо впровадження STEM-методик для реалізації наскрізних змістових ліній у навчанні хімії	52
ВИСНОВКИ	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	57
ДОДАТКИ	62

ВСТУП

Актуальність проблеми дослідження. Сучасна хімічна освіта зазнає істотних змін у зв'язку з переходом до компетентнісної парадигми та впровадженням Концепції Нової української школи. Одним із ключових є необхідність формування в учнів не лише предметних знань, а й умінь критично мислити, працювати в команді, застосовувати знання у практичних ситуаціях і створювати власні продукти діяльності. Саме тому зростає потреба у використанні STEM-орієнтованих технологій, які забезпечують інтеграцію науки, технологій, інженерії та математики в єдиний освітній процес.

Особливу увагу привертають інноваційні методи, що підвищують мотивацію школярів, роблять навчання більш прикладним і творчим. Серед них – учнівське конструювання настільних ігор, яке дозволяє поєднати елементи гейміфікації, проєктної діяльності та міжпредметної інтеграції. Проте питання методичного забезпечення такого підходу, визначення його педагогічного потенціалу та можливостей для реалізації наскрізних змістових ліній залишається недостатньо дослідженим.

У цьому контексті робота, присвячена впровадженню STEM-освіти через використання учнівського конструювання та гейміфікації на уроках хімії, є актуальною та своєчасною, адже відповідає потребам оновлення змісту й форм освітнього процесу.

У нашій країні мету STEM-освіти визначають як створення умов для розвитку і самореалізації кожної особистості, формування поколінь, що здатні навчатися впродовж життя, створення й розвиток цінності громадянського суспільства.

Пріоритетні напрямки реалізації наскрізних змістових ліній на уроках хімії через використання елементів STEM-освіти актуалізовано у вітчизняних нормативно-правових документах – Законах України: «Про освіту» (2017), «Про повну загальну середню освіту» (2020), «Про наукову і науково-технічну діяльність» (2015), Концепції розвитку педагогічної освіти (2018), Концепція Нової української школи (2016), Державний стандарт базової освіти” (2020),

Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) (2020) зарубіжних (Стандарти і рекомендації щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти (2015), Про основні компетенції для навчання протягом усього життя: Рекомендація No2006/962/ЄС Європейського Парламенту та Ради (ЄС), Рамкова програма ЄС щодо оновлених ключових компетентностей (2018), Педагогічна Конституція Європи (2016)) законодавчих та нормативно-правових актах. У вказаних документах наголошено про переваги впровадження STEM-освіти, що сприяють ефективному навчанню та підготовці молоді до викликів майбутнього, а наскрізні лінії показано, як соціально значимі надпредметні теми, які є інструментом формування у школярів уявлення про суспільство в цілому.

Проблематику STEM-освіти висвітлено у працях закордонних вчених: George Lucas, Georgette Yakman, Harald Lesch, David P. Miller, Illah R. Nourbakhsh, Roland Siegwart, Jonathan W. Gerlach. Україна не може бути осторонь цих процесів, тому питання впровадження STEM-освіти в освітній процес вивчають і вітчизняні науковці: І. Василяшко, В. Величко, С. Галата, О. Гірний, С. Горбенко, О. Коршунова, Н. Морзе, О. Патрикеева, О. Струтинська тощо Пошук поєднання теоретичних знань та практичного застосування для вирішення конкретних проблем зробив цей метод популярним, його широко застосовують у навчальних закладах США, Англії, Німеччини, Нідерландів.

Посилена увага сучасної освіти до формування в учнів умінь застосувати знання в реальних ситуаціях, критично мислити та працювати в міждисциплінарних умовах зумовила необхідність пошуку інноваційних підходів до вивчення хімії. Саме усвідомлення важливості інтеграції STEM-методик і наскрізних змістових ліній у навчальний процес стало ключовим чинником вибору теми дослідження «Реалізація наскрізних змістових ліній на уроках хімії через використання елементів STEM-освіти».

Мета дослідження полягає у розробці методики впровадження

елементів STEM у процесі навчання хімії, що сприяє реалізації наскрізних змістових ліній.

Об'єкт дослідження – процес навчання хімії у закладах загальної середньої освіти (ЗЗСО).

Предмет дослідження – методика реалізації наскрізних змістових ліній на уроках хімії через використання елементів STEM-освіти у Новій українській школі.

Відповідно до мети, об'єкта і предмета визначено такі **завдання дослідження**:

- Вивчення теоретичних аспектів STEM-освіти та її принципів.
- Огляд класичних методів навчання хімії
- Вибір відповідних тем з хімії для впровадження STEM-елементів.
- Підбір методів і засобів навчання для впровадження експерименту
- Розробка методики із реалізації наскрізних змістових ліній використання елементів STEM-освіти та оцінка його ефективності.
- Аналіз отриманих результатів, формулювання методичних рекомендацій та подальшого упровадження STEM-технологій у шкільну хімічну освіту.

У роботі були використані такі **методи дослідження**: теоретичні – аналіз психолого-педагогічної, науково-методичної літератури, аналіз програм з хімії ЗЗСО школи з метою вивчення стану досліджуваної проблеми і теоретичних основ її розв'язання; аналіз досвіду застосування STEM-освіти в освітньому процесі; емпіричні – вивчення й узагальнення досвіду викладання хімії у 8-х та 10-х класах у ЗЗСО; аналіз документації та робіт учнів; бесіди, спостереження, анкетування серед учнів ЗЗСО, за допомогою чого можна було б виявити умови підвищення ефективності освітнього процесу учнів основної школи під час вивчення хімії; педагогічний експеримент, який дав можливість вивчити стан досліджуваної проблеми в практиці та експериментально апробувати запропоновану дидактичну систему; метод експертних оцінок.

Новизна проведеного дослідження полягає у комплексному поєднанні STEM-методик із реалізацією наскрізних змістових ліній у шкільному курсі хімії. У роботі апробовано інтегровану модель формування екологічної грамотності, громадянської відповідальності та здоров'язбережувальної компетентності через конструювання учнями настільних ігор. Новизна також полягає у розробці та застосуванні діагностичного інструментарію для оцінювання впливу STEM-завдань на розвиток ключових компетентностей.

Практичне значення одержаних результатів дослідження полягає в можливості безпосереднього впровадження розроблених STEM-завдань, методичних рекомендацій та моделей інтеграції наскрізних змістових ліній у навчальний процес з хімії. Запропоновані дидактичні матеріали, зокрема сценарії проєктів, приклади освітніх ігор та алгоритми організації дослідницької діяльності, можуть бути використані вчителями для підвищення ефективності уроків та формування ключових компетентностей учнів. Апробовані інструменти діагностики розвитку екологічної грамотності, громадянської відповідальності та здатності до безпечної поведінки дають можливість педагогам здійснювати моніторинг результатів навчання та адаптувати освітній процес відповідно до потреб учнів. Окрім цього, результати дослідження можуть бути корисними для адміністрацій закладів освіти, які впроваджують STEM-освітнє середовище, оскільки містять рекомендації щодо організації щодо проєктної діяльності, створення інноваційних освітніх просторів та оптимального використання цифрових інструментів.

Апробація результатів дослідження. Результати дослідження апробовано в рамках наукових заходів різного рівня. Зокрема на онлайн-конференції «XVII Полтавські хімічні читання» було представлено наукову статтю «Використання елементів гейміфікації під час навчання хімії в Новій українській школі», яку включено до офіційного збірника конференції, що підтверджує практичну цінність запропонованих підходів до організації хімічної освіти.

Також результати роботи були представлені на щорічній конференції природничо-географічного факультету Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського «Актуальні питання географічних, біологічних і хімічних наук: основні наукові проблеми та перспективи дослідження». У рамках заходу презентовано доповідь на тему «Роль учнівського конструювання настільних ігор у впровадженні наскрізних змістових ліній» та продемонстровано можливості інтеграції STEM-підходів, методів гейміфікації та міжпредметних зв'язків у навчанні хімії.

Важливим етапом апробації результатів дослідження став освітній івент «Гейміфікація у природничих науках: від задуму до реалізації», що відбувся 7 жовтня 2025 року в освітньо-науковому хабі «NotBox» ВДПУ імені Михайла Коцюбинського. У межах події презентовано створені в ході дослідження настільні ігри «Хімічна мозаїка», «Хімічні пазли» та проведено серію майстер-класів із розвитку ігрових педагогічних інструментів, наочно продемонструвано потенціал гейміфікації у формуванні пізнавальної мотивації та ключових компетентностей. Проведення цього івенту підтвердило практичну значущість результатів дослідження та їх готовність до впровадження в освітній процес.

Ваговою складовою апробації результатів нашого дослідження стала зустріч, що відбулася 30 жовтня 2025 року в межах проєкту «Зустріч з практиком». Під час заходу були представлено та продемонстровано методичні прийоми й елементи STEM-орієнтованого навчання, розроблені в межах роботи. Учасники мали можливість оцінити їхню ефективність у формуванні знань про полімери, якісні реакції та підвищенні інтересу учнів до хімії. Отриманий зворотний зв'язок підтвердив практичну цінність і результативність запропонованих підходів.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ РЕАЛІЗАЦІЇ НАСКРІЗНИХ ЗМІСТОВИХ ЛІНІЙ У ШКІЛЬНІЙ ОСВІТІ

1.1 Поняття та значення наскрізних змістових ліній у шкільному курсі хімії

У сучасній системі загальної середньої освіти України одне з основних завдань полягає у формуванні в учнів цілісного комплексу знань, умінь і навичок, необхідних для успішної соціалізації в умовах глобалізованого світу.

Відповідь на цей виклик реалізується, зокрема, через запровадження наскрізних змістових ліній – інтегративних смислових орієнтирів, які мають бути впровадженні у зміст кожного навчального предмета незалежно від галузі знань [1].

Ці лінії орієнтовані на розвиток ключових компетентностей, визначених Державним стандартом базової середньої освіти, зокрема екологічної, соціальної, громадянської, здоров'язбережувальної та фінансової грамотності [12].

Вони сприяють також формуванню ціннісних установок, таких як повага до природи, свідоме ставлення до власного здоров'я, готовність працювати в команді, відповідальність за власні рішення та дії. Наскрізні лінії забезпечують зв'язок між академічними знаннями та реальними життєвими ситуаціями, надаючи навчальному процесу практичного, життєво орієнтованого характеру.

Змістовно ці положення закладені в Концепції «Нова українська школа», яка визначає компетентісно орієнтовану модель як одну з ключових засад нової парадигми освіти [24].

Ця модель передбачає переосмислення ролі вчителя, учня та змісту навчального предмета: знання перестають бути самоціллю, натомість акцент робиться на формуванні здатності застосовувати їх у різних життєвих контекстах.

Таким чином, наскрізні змістові лінії виконують інтегративну функцію, поєднуючи предметне навчання з розвитком життєвих компетентностей, що є необхідними для формування всебічно розвиненої особистості у XXI столітті.

Відповідно до Державного стандарту базової середньої освіти, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 898 від 30 вересня 2020 року, наскрізні змістові лінії мають бути реалізовані в усіх освітніх галузях, зокрема й у природничій, до якої належить хімія. Ці лінії становлять собою узагальнені орієнтири, що сприяють формуванню в учнів життєвих компетентностей, які мають стійкий міжпредметний і соціальний характер[12].

Серед них виділяють:

- екологічна безпека і сталий розвиток;
- громадянська відповідальність;
- здоров'я і безпека;
- підприємливість і фінансова грамотність.

Кожна з цих ліній має вагоме суспільне значення, оскільки спрямована на підготовку молоді до відповідального життя в демократичному суспільстві, заснованому на принципах сталого розвитку.

Наскрізна змістова лінія «Екологічна безпека і сталий розвиток» у шкільному курсі хімії має надзвичайно важливе значення, оскільки хімія безпосередньо пов'язана з аналізом природних процесів, впливом людини на довкілля та пошуком рішень для подолання екологічних проблем. Через вивчення таких тем, як склад і забруднення повітря, кислотні дощі, утворення озонового шару, утилізація побутових відходів, учні отримують не лише теоретичні знання, а й усвідомлюють практичні шляхи збереження навколишнього середовища. Вивчення хімії дозволяє формувати екологічну свідомість, допомагає зрозуміти взаємозв'язки між людською діяльністю та станом природи, а також передбачити наслідки безвідповідального використання ресурсів. Це сприяє розвитку критичного мислення, оскільки учні мають змогу аналізувати реальні екологічні ситуації, пропонувати шляхи

їх розв'язання, брати участь у проєктній діяльності екологічного спрямування. Реалізація цієї наскрізної лінії спрямована також на формування відповідальної поведінки, включно з побутовими звичками, що стосуються сортування сміття, економного використання енергії та вибору екологічно безпечних товарів. Залучення учнів до дослідів та моделювання природних процесів дозволяє глибше зрозуміти природу забруднення і механізми очищення середовища. Таким чином, хімія виконує не лише пізнавальну, а й виховну функцію, сприяючи формуванню світогляду, орієнтованого на сталий розвиток. Значущість цієї лінії зростає в умовах глобальних екологічних викликів, що підтверджує її важливість у підготовці екологічно грамотного відповідального громадянина [7].

Наскрізна змістова лінія «Громадянська відповідальність» у курсі хімії спрямована на формування в учнів активної життєвої позиції, здатності діяти в інтересах суспільства, дотримуючись етичних, правових і моральних норм. Хімія як навчальний предмет надає учням знання, що дозволяють критично оцінювати вплив науково-технічного прогресу на суспільство, довкілля та здоров'я людини. У процесі вивчення хімія учні аналізують соціально значущі теми: безпечне використання побутової хімії, вплив промислових відходів, шкідливі викиди, утворення смогу тощо. Обговорення цих питань формує розуміння важливості особистого внеску в збереженні спільного простору, підвищує усвідомлення соціальних наслідків безвідповідального ставлення до природи і здоров'я громади [4].

Під час групової роботи, участі в екологічних ініціативах, STEM-проєктах чи створенні освітніх продуктів учні розвивають навички співпраці, толерантності, здатності домовлятися і працювати задля досягнення спільної мети. Виконання ролей у навчальних іграх, моделювання ситуацій, пов'язаних з прийняттям рішень у сфері хімічної безпеки, дає змогу учням відчувати себе відповідальними членами суспільства. Залучення до розробки та презентації інформаційних матеріалів, наприклад, пам'яток з безпечного поводження з хімічними речовинами є формою реалізації громадянської активності у

шкільному середовищі.

Наскрізна змістова лінія «Здоров'я і безпека» у курсі хімії спрямована на формування в учнів свідомого ставлення до власного життя і здоров'я, розвиток навичок безпечної поведінки в побуті, навчанні та соціумі. Зміст предмета хімії передбачає вивчення хімічних речовин, що можуть бути як корисними, так і шкідливими для організму людини, а тому є важливим підґрунтям для розумінні потенційних небезпек [23]. Під час вивчення тем харчові добавки, лікарські засоби, побутову хімію, токсичні речовини учні отримують знання, які формують уявлення про ризики та способи їх уникнення. Залучення до виконання лабораторних робіт, де дотримання техніки безпеки є обов'язковим компонентом, сприяє розвитку відповідальності та навичок поводження з потенційно небезпечними речовинами. Учні вчаться розпізнавати маркування на упаковках хімічних продуктів, дотримуватись інструкцій, застосовувати індивідуальні засоби захисту та надавати першу допомогу в разі нещасних випадків.

Обговорення проблем забруднення довкілля, як-от отруєння повітря або води, дає змогу усвідомити взаємозв'язок між станом навколишнього середовища і здоров'ям людини. Такі знання та вміння мають практичну цінність у повсякденному житті й сприяють формуванню культури здорового способу життя.

Наскрізна змістова лінія «Підприємливість і фінансова грамотність» у курсі хімії сприяє розвитку в учнів ініціативності, креативності, вміння планувати й приймати обґрунтовані рішення. Під час навчання хімії учні мають можливість брати участь у дослідницьких та проєктних активностях, що передбачають розрахунок витрат, аналіз ресурсів та визначення доцільності реалізації задуманого [5]. Наприклад, створення настільних ігор, інформаційних буклетів або простих екологічних засобів (очисників, фільтрів тощо) вимагає від школярів обґрунтувати вибір матеріалів, спрогнозувати вартість та оцінити практичну цінність продукту. Такі види діяльності формують навички складання бюджету, розподілу ресурсів, презентації

власного продукту, що відповідає сучасним вимогам до підприємливості. Учні вчаться оцінювати економічну ефективність і екологічну безпечність хімічних технологій, усвідомлюють важливість сталого споживання ресурсів. Залучення до STEM-орієнтованих навчальних практик стимулює командну роботу, ініціативу, а також відповідальність за результати спільної діяльності.

Вивчення хімії у такому контексті дозволяє інтегрувати знання з економіки, екології, технологій, сприяючи підготовці учнів до викликів сучасного світу. Таким чином реалізація цієї наскрізної лінії забезпечує зв'язок між теоретичними знаннями і реальними економічними процесами, формуючи в учнів основу для успішного функціонування в майбутньому соціально-економічному середовищі.

Сутність наскрізних змістових ліній полягає в тому, щоб зробити навчання не відірваним від реальності, а наближеним до потреб сучасного життя. Хімія в цьому контексті здатна виступати потужним засобом формування науково обґрунтованої позиції, громадянської активності та відповідального ставлення до довкілля і власного здоров'я. Залучення учнів до дослідницької, проєктної, пошукової діяльності сприяє розвитку критичного мислення, комунікації, ініціативності та креативності.

Отже, наскрізні змістові лінії в курсі хімії виконують роль важливого інтеграційного компоненту, що забезпечує зв'язок між знаннями, цінностями та практичними навичками учнів. Їх реалізація перетворює хімію з академічного предмета на дієвий інструмент формування компетентної особистості, здатної діяти свідомо, екологічно, безпечно й підприємливо у сучасному світі.

1.2 STEM-освіта як інноваційний підхід до викладання природничих дисциплін

Сутність STEM-освіти полягає в інтеграції знань і навичок із чотирьох ключових напрямків: природничих наук (Science), технологій (Technology), інженерії (Engineering) та математики (Mathematics) з метою формування в

учнів цілісного світогляду та здатності застосовувати набуті знання у практичних ситуаціях. Її основна ідея полягає у поєднанні теоретичного навчання з практичною діяльністю, що сприяє розвитку критичного мислення, креативності та інноваційності [3].

Принципи STEM-освіти включають міждисциплінарність, проблемно-орієнтований підхід, проєктну діяльність, навчання через дослідження та експеримент. Важливою особливістю цього підходу є орієнтація на реальні виклики та завдання, які потребують комплексного розв'язання із залученням знань з різних галузей. STEM-освіта передбачає активну взаємодію учнів з навчальним середовищем, що стимулює самостійність і відповідальність за результатами своєї діяльності [6]. Реалізація принципів STEM у навчальному процесі сприяє формуванню навичок XXI століття, зокрема комунікації, колаборації, інформаційної грамотності та уміння працювати в команді. Таким чином, STEM-освіта виступає сучасним інноваційним підходом, який забезпечує підготовку учнів до ефективної участі в науково-технічному прогресі та конкурентоспроможності на ринку праці.

Переваги STEM-підходу у навчанні зумовлені його здатністю забезпечувати комплексний розвиток учнів шляхом інтеграції знань з різних галузей науки, технологій, інженерії та математики. Такий підхід формує у здобувачів освіти системне мислення, уміння встановлювати міжпредметні зв'язки та реалізувати свої знання на практиці.

Зв'язок теорії з практикою у фізиці, хімії та біології проявляється у використанні наукових знань для вирішення прикладних завдань у промисловості, медицині, сільському господарстві та екології. Теоретичні положення дозволяють формувати гіпотези, створювати моделі та прогнозувати результати, що згодом перевіряються експериментально. Таким чином практична діяльність не лише підтверджує чи уточнює наукові концепції, а й сприяє їх подальшому розвитку.

Формування цілісного наукового світогляду передбачає системне узагальнення знань про природу, суспільство та людину на основі сучасних

наукових досягнень і закономірностей розвитку світу. Такий світогляд забезпечує здатність особистості критично аналізувати інформацію, встановлювати міжпредметні зв'язки та робити обґрунтовані висновки. Він сприяє усвідомленню місця людини у глобальних процесах та формує відповідальне ставлення до результатів власної діяльності [10].

Інтеграція сучасних технологій у навчальний процес є важливим чинником підвищення ефективності освітнього середовища та інтенсифікації пізнавальної діяльності здобувачів освіти. Використання цифрових інструментів, мультимедійних засобів та інтерактивних платформ сприяє реалізації індивідуальної траєкторії навчання, розвитку критичного мислення та формуванню ключових компетентностей. Такий підхід забезпечує адаптацію освітнього процесу до вимог інформаційного суспільства та сприяє підготовці конкурентоспроможних фахівців.

Форми реалізації STEM-освіти у школі оформлюють різноманітні організаційно-педагогічні підходи, спрямовані на інтеграцію природничих наук, технологій, інженерії та математики в єдине ціле освітнє середовище. До найбільш поширених форм належать інтегровані уроки, у яких зміст кількох предметів об'єднується навколо спільної теми або проблеми, що дозволяє учням бачити міжпредметні зв'язки. Значне місце займають проєктно-дослідницька діяльність, під час якої учні виконують завдання, орієнтовані на завдання реальних технічних чи наукових проблем. Ефективним інструментом є також STEM-лабораторії та шкільні майстерні, де створюються умови для експериментування, конструювання та моделювання. Важливу роль відіграють позаурочні форми – гуртки робототехніки, наукові клуби, участь у хакатонах та інженерних змаганнях. Організація STEM-тижнів та тематичних фестивалів сприяє популяризації технічної та наукової творчості серед школярів. Використання віртуальних лабораторій та цифрових стимуляторів розширює можливості дослідження процесів, які складно або неможливо відтворити в шкільних умовах. Елементи STEM активно впроваджуються у квестах, інтерактивних виставках і навчальних

екскурсіях на виробництво. Розвитку STEM-освіти сприяє 3D друк, оскільки він дозволяє учням поєднувати теоретичні знання з практичним моделюванням і створення реальних об'єктів, що формує навички інженерного мислення та просторової уяви.

Важливо, що всі ці форми реалізації базуються на принципах міждисциплінарності, практичної спрямованості та формування в учнів навичок критичного мислення. Такий підхід забезпечує комплексний розвиток компетентностей, необхідних для успішної адаптації в умовах науково-технічного прогресу.

STEM-освіта відіграє ключову роль у формуванні наскрізних змістових ліній, оскільки інтегрує знання з різних галузей та сприяє розвитку критичного мислення, творчості й практичних навичок учнів.

STEM-освіта сприяє формуванню екологічної грамотності, адже під час проєктної діяльності учні досліджують вплив людської діяльності на довкілля, розробляють моделі раціонального використання ресурсів та пропонують екологічно безпечні рішення. Вона розвиває громадянську відповідальність, оскільки учні вчаться бачити себе активними учасниками суспільних змін, розуміють значення своїх дій для громади та довкілля. Під час використання STEM-проєктів школярі опановують вміння аналізувати проблеми, пропонувати інноваційні рішення та впроваджувати їх на практиці, що формує підприємливість. Використання міждисциплінарних завдань навчає учнів працювати в команді розподіляти ролі та брати на себе відповідальність за результат. Такі навички допомагають майбутнім громадянам приймати зважені рішення, враховуючи як економічну, так і екологічну складову. Таким чином STEM інтегрує знання та цінності, необхідні для сталого розвитку суспільства.

Інтеграція наскрізних змістових ліній у STEM-освіту сприяє всебічному розвитку учнів, поєднуючи теоретичні знання з практичними навичками та соціальними цінностями. Нижче наведено приклади, які ілюструють, як STEM-проєкти допомагають реалізувати ключові наскрізні лінії в освітньому

процесі.

- Екологічна грамотність і сталий розвиток. Під час розробки проєкту з очищення води учні вивчають хімічні процеси фільтрації та біологічні аспекти водних екосистем. Це допомагає їм усвідомити вплив забруднення на довкілля та важливість сталого використання природних ресурсів.
- Громадянська відповідальність. Учасники STEM-проєкту створюють інформаційну кампанію щодо безпечного поводження з побутовими хімічними речовинами. Така діяльність формує у них відповідальне ставлення до здоров'я своєї родини та суспільства загалом.
- Здоров'я і безпека. Під час моделювання хімічних реакцій учні вчаться дотримуватися правил безпеки в лабораторії та розуміють наслідки порушення цих норм. Це сприяє формуванню у них відповідальної поведінки в умовах реальної безпеки.
- Підприємливість. Створюючи прототип екологічної настільної гри, учні планують бюджет, обчислюють витрати на матеріали та прогнозують потенційний прибуток від її продажу. Такий підхід розвиває економічне мислення та навички планування.
- Фінансова грамотність. У рамках STEM-проєкту школярі аналізують економію електроенергії та розраховують, скільки можна заощадити коштів при впровадженні нових технологій. Це допомагає їм краще зрозуміти цінність ресурсів та планувати власний бюджет.

STEM-освіта є ефективним інноваційним підходом, який забезпечує інтеграцію знань і розвиток ключових компетентностей учнів у природничих дисциплінах. Впровадження STEM-технологій сприяє формуванню творчого мислення, практичних навичок та готовності до вирішення складних міждисциплінарних завдань у сучасному світі.

1.3 Методичні аспекти інтеграції наскрізних змістових ліній через STEM-підходи

Інтеграція наскрізних змістових ліній у шкільний курс хімії є важливою складовою сучасної освітньої парадигми, що сприяє формуванню ключових компетентностей учнів. Використання STEM-підходів у цьому процесі дозволяє поєднувати теоретичні знання з практичним застосуванням, забезпечуючи міжпредметні зв'язки та розвиток критичного мислення. Завдяки такій інтеграції навчальний процес набуває дослідницького характеру, орієнтованого на вирішення реальних проблем, що підвищує мотивацію учнів до вивчення природничих дисциплін.

Теоретичні основи інтеграції наскрізних змістових ліній у процес навчання хімії ґрунтуються на принципах цілісності знань, міжпредметності та компетентнісного підходу. Впровадження STEM-освіти дозволяє забезпечити органічне поєднання хімії з фізикою, біологією, математикою, інформатикою та технологіями, що відповідає сучасним вимогам до формування ключових компетентностей учнів. Така інтеграція сприяє не лише засвоєнню предметних знань, а й розвитку критичного та системного мислення, здатності аналізувати й узагальнювати інформацію. Особливе значення має орієнтація навчального процесу на практичне застосування знань у життєвих ситуаціях, що відповідає концепції НУШ [24]. Крім того, інтеграція наскрізних змістових ліній через STEM-підходи дозволяє формувати в учнів ціннісні орієнтири, пов'язані з екологічною безпекою, громадянською відповідальністю та здоровим способом життя.

Теоретичною основою інтеграційних процесів виступають ідеї конструктивізму, згідно з якими навчання розглядається як активна побудова знань на основі досвіду [38]. Важливим також є положення діяльнісного підходу, що акцентує на залученні учнів до практико-орієнтованих завдань і проєктної діяльності.

Одним з ключових методів реалізації наскрізних змістових ліній через STEM-підходи є проєктна діяльність, що дозволяє учням інтегрувати знання з

різних галузей, застосовувати їх у практичних завданнях та формувати навички командної взаємодії. Такі проєкти можуть охоплювати екологічні, технічні чи соціальні проблеми, спрямовані на пошук інноваційних рішень у сфері науки й технологій. Прикладами такої діяльності можуть бути проєкти:

- «Хімія на кухні», де учні досліджують властивості харчової соди, оцтової кислоти, лимонної кислоти, проводять експерименти та пояснюють реакцію у побуті. Це інтегрує хімію, біологію та екологію;
- «Енергія майбутнього»: розробка макета сонячної батареї або вітрогенератора з підручних матеріалів із розрахунками ефективності. Учні вчаться бачити зв'язок між фізикою, хімією та економікою;
- «Еко-дворик»: створення міні компостера або зелених зон на території школи, що реалізує наскрізні лінії «Екологічна безпека і сталий розвиток» та «Громадянська відповідальність».

За можливості можна організувати рольові ігри, де кожен здобувач виконує певну роль. Це сприяє співпраці та взаємодії між здобувачами, оскільки вони повинні працювати разом для досягнення спільної мети. Стимулювання співпраці та комунікації допомагає здобувачам взаємодіяти один з одним, обмінюватися ідеями та навчатися разом. Інтерактивні методи навчання можуть бути адаптовані до різних форм навчання, що дозволяє здобувачам знайомитися з різноманітними завданнями та формами представлення інформації. Підготовка до різних форматів змагань вимагає гнучкості та адаптованості під час використання інтерактивних методів навчання. Інтерактивні методи дозволяють створювати цікаве та змістовне навчальне середовище, яке сприяє кращому засвоєнню матеріалу та підвищує мотивацію здобувачів [36].

Реалізувати такі методи можна за допомогою:

- STEM-квесту «Науковий лабіринт»: учні отримують карту з завданнями хімії, фізики й біології, кожне виконане завдання відкриває наступний рівень;
- настільної гри «Хімічна мозаїка»: інтеграція періодичної системи

елементів із завданнями на складання формул та рівнянь реакцій. Це допомагає одночасно тренувати увагу й логічне мислення;

- ситуаційної гри «Місто майбутнього», де школярі моделюють місто, у якому потрібно забезпечити енергію, чисту воду й утилізацію відходів. Вони виконують роль хіміків, інженерів, екологів, економістів.

Не менш важливим є застосування цифрових технологій та 3D-друку, що відкриває нові можливості для візуалізації та експериментування. Учні можуть створювати моделі молекул, конструкції лабораторних пристроїв чи елементи технічних систем, що дозволяє краще зрозуміти будову речовини та технологічні процеси. Такий підхід не лише формує цифрову компетентність, а й сприяє розвитку креативності та інженерного мислення, що відповідає сучасним викликам STEM-освіти. Таким чином, можна використати:

- віртуальні лабораторії: використання симуляторів для безпечного проведення експериментів (наприклад, дослідження кислотно-основних реакцій онлайн перед виконанням у класі);
- 3D-моделювання молекул: створення моделей органічних і неорганічних сполук з подальшим друком, що робить абстрактні знання наочними;
- STEM-заняття з Arduino: учні програмують сенсори для вимірювання рівня CO₂ у класі, що інтегрує інформатику, фізику, хімію та біологію.

Таким чином, інтеграція наскрізних ліній у шкільному курсі хімії через STEM-освіту має глибоке підґрунтя, що забезпечує її ефективність та актуальність.

У сучасній освіті наскрізні змістові лінії виступають важливим інструментом інтеграції знань і формування ключових компетентностей учнів, а використання STEM-технологій створює сприятливі умови для їх ефективної реалізації на уроках хімії.

Лінію «Екологічна безпека і сталий розвиток» можна інтегрувати через дослідницькі експерименти. STEM-освіта відкриває нові можливості для формування екологічного світогляду, адже поєднання хімії з екологією

забезпечує учням міждисциплінарне розуміння проблем довкілля. Виконання дослідницьких експериментів (наприклад, визначення рівня кислотності ґрунтів, вмісту нітратів у продуктах чи впливу кислотних опадів на рослинність) дозволяє школярам безпосередньо побачити наслідки антропогенного впливу. Такий підхід сприяє не лише розвитку практичних умінь, але й формуванню відповідального ставлення до природи. Крім того, інтеграція екологічної проблематики в навчальний процес забезпечує розвиток критичного мислення на навичок аналізу даних. Важливо, що під час таких завдань учні застосовують знання з математики (розрахунок концентрацій, відсоткових співвідношень), біології (вплив на живі організми) та географії (особливості ґрунтів та клімату). Це сприяє реалізації концепції сталого розвитку, що є одним із пріоритетів сучасної освіти. Практична діяльність у STEM-контексті стимулює розвиток екологічної свідомості та формує цінності, орієнтовані на збереження довкілля. Таким чином, через дослідницьку діяльність інтегрується не лише навчальний зміст, а й виховний компонент, спрямований на розвиток громадянської відповідальності.

Однією з ключових складових STEM-підходів є формування компетентностей, які мають безпосереднє практичне значення для життя учнів. У контексті наскрізної лінії «Здоров'я і безпека» особливу роль відіграє аналіз складу побутових хімічних речовин, косметики, харчових добавок та ліків. Виконуючи завдання, пов'язані з дослідженням маркування продуктів чи визначенням кислотності напоїв, учні набувають умінь критично оцінювати якість і безпечність речовин, з якими стикаються у повсякденному житті. Таке навчання сприяє формуванню культури безпечної поведінки й умінню застосовувати хімічні знання у реальних життєвих ситуаціях. Крім того, залучення елементів біології (вплив речовин на організм), інформатики (обробка даних досліджень), математики (обчислення концентрацій) забезпечує міждисциплінарну інтеграцію. Важливим є і виховний аспект: учні усвідомлюють необхідність відповідального ставлення до власного здоров'я та дотримання правил безпеки. Формування компетентностей у сфері безпеки

є невід’ємною складовою STEM-освіти, адже вона орієнтована на підготовку до реальних викликів сучасного суспільства. Таким чином, через вивчення хімії побуту відбувається інтеграція знань із різних галузей науки з одночасним формуванням практичних життєвих умінь.

Одним із інноваційних напрямків реалізації STEM-освіти є проєктна діяльність, яка сприяє розвитку підприємливості та фінансової грамотності. Залучення учнів до створення власних навчальних ігор, моделей чи дослідницьких міні-проєктів передбачає необхідність планування, розподілу ресурсів, розрахунку витрат і презентації результатів. Таким чином, навчання виходить за межі суто природних знань і охоплює компетентності, важливі для майбутнього професійного та особистісного розвитку. Наприклад, у процесі створення настільної гри з хімії учні не лише поглиблюють знання про властивості речовин, а й формують уміння працювати в команді, генерувати ідеї, аргументувати їх, знаходити інноваційні рішення. Застосування математичних розрахунків для складання бюджету чи аналізу собівартості матеріалів інтегрує знання з економіки та фінансів. Додатково, під час презентації готового продукту школярі набувають навичок комунікації, що є важливим аспектом підприємницької діяльності. STEM-проєкти сприяють розвитку креативності та підприємницького мислення, адже ставлять учнів у ситуацію, максимально наближену до реального життя. Таким чином, поєднання навчального змісту з фінансовими аспектами забезпечує формування наскрізної компетентності «Підприємливість та фінансова грамотність» у шкільному середовищі.

Ефективна інтеграція наскрізних змістових ліній у процес викладання природничих дисциплін через STEM-підходи можлива лише за наявності відповідних педагогічних, організаційних та матеріальних умов. Насамперед важливою є компетентність учителя у STEM-освіті, яка передбачає володіння сучасними методиками інтегрованого навчання, уміння працювати з цифровими технологіями та здатність організовувати проєктну й дослідницьку діяльність учнів. Педагог має виступати не лише транслятором

знань, а й наставником, який мотивує школярів до самостійного пошуку рішень та розвитку критичного мислення.

Не менш значущим чинником виступає матеріально-технічне забезпечення навчального процесу. Доступ до сучасних лабораторних приладів, комп'ютерних технологій, 3D-принтерів та інтерактивних платформ створює умови для реалізації практико-орієнтованого навчання. Саме матеріальна база забезпечує перехід від теоретичного викладу до реальної експериментальної діяльності, що є основою STEM-освіти.

Важливу роль відіграє й співпраця з позашкільними установами та науковими центрами, оскільки вона розширює освітній простір і дає змогу учням долучатися до наукових досліджень, конкурсів, хакатонів, екологічних та інженерних проєктів. Така взаємодія сприяє формуванню у школярів практичних навичок, підвищує мотивацію до навчання та забезпечує орієнтацію на реальні потреби суспільства й ринку праці.

Отже, інтеграція наскрізних змістових ліній через STEM-підходи є ефективною лише за умови поєднання професійної готовності педагога, належного матеріально-технічного забезпечення та налагодженої співпраці школи з науковими та соціальними партнерами.

Таким чином, інтеграція наскрізних змістових ліній через STEM-підходи забезпечує поєднання теоретичних знань з практичною діяльністю, сприяє розвитку критичного та креативного мислення, формує навички співпраці, підприємливості та фінансової грамотності. Використання проєктної діяльності, інтерактивних методів, цифрових технологій і 3D-друку дозволяє учням усвідомлювати значення екологічної безпеки, здоров'я і безпеки, громадянської відповідальності, а також застосовувати знання в реальних життєвих ситуаціях. Завдяки цьому шкільний курс хімії стає ефективним середовищем для розвитку наскрізних компетентностей та підготовки учнів до активної та відповідальної участі в сучасному суспільстві.

1.4 Зарубіжний та вітчизняний досвід упровадження STEM-підходів у хімічну освіту

Погляди науковців щодо проблеми впровадження STEM-підходів у хімічну освіту у вітчизняному та зарубіжному контексті дозволяють зробити порівняльну характеристику ідей та стратегій інтеграції.

Л.В. Батюк стверджує, що STEM-освіта – це інноваційний напрямок в освітньому середовищі ряду країн (США, Великої Британії, Німеччини, Австралії, України та ін.), освітня система, де співпрацюють викладачі та студенти, залучені до вивчення природничо-математичних дисциплін. З 1990-х років STEM-освіта є пріоритетним напрямком федеральної освітньої політики США. Для розвитку цього сектору нормативними документами США визначено низку кроків, серед яких: збільшення пропозиції якісних освітніх послуг у сфері STEM-освіти; підготовка нового покоління ефективних STEM-вчителів та викладачів; збільшення федерального фінансування STEM-освіти; залучення різних категорій населення (жінок, вихідців з малозабезпечених сімей, національних та етнічних меншин) до STEM-освіти; активізація наукових досліджень у сфері STEM-освіти; удосконалення методичного забезпечення STEM-освіти; інтеграція шкільної, позашкільної, університетської, тощо, STEM-освіти; налагодження співпраці між усіма зацікавленими сторонами в STEM-освіті. Як показало наукове дослідження, проведене Управлінням звітності уряду США (GAO), коли державна політика є чіткою та чітко визначеною, вона, швидше за все, буде ефективною. Дін Кеймен найкраще розвіяв туман навколо плутанини в STEM і основної проблеми, прямо розповівши про культурні та емоційні причини та наслідки того, чому багато американських студентів до появи STEM-освіти уникали науки, технологій, інженерії та математики як майбутньої кар'єри: “У вільному суспільстві ви не отримаєте того, що хочете, якщо постійно прогулюєте заняття” (Dean Kamen, 2025). STEM-освіта – це нова дорожня карта, якої мають слідувати вчителі та здобувачі освіти, яка базується на отриманні знань за допомогою нових стратегій навчання. Автор зазначає, що

майбутня професійна діяльність випускників різних шкіл і вузів, громадян, службовців, знаходиться під загрозою невпинного розвитку науки і технічного прогресу суспільства. Єдиний спосіб впоратися з цією небезпекою – мати сильну наукову культуру, а також відповідні наукові та цифрові компетентності, чітку та добре продуману концепцію STEM-освіти. Практичне значення отриманих результатів дослідження впливає з актуальності та наукової новизни статті. Висловлені автором висновки та оцінки можуть бути використані для подальших досліджень освітніх STEM-стратегій та STEM-програм у науково-педагогічному, політичному, економічному, культурно-гуманітарному напрямках, орієнтованих на реформування системи освіти, яке охоплює набагато більше, ніж STEM-освіту. Нормативно-правові акти, політики та системи державної освіти мають забезпечити, щоб трансформація освітнього середовища для дітей та молоді, а також відповідних наукових і професійних структур призвела до набуття необхідної компетентності здобувачами освіти, яка вимагається суспільством у реальному часі. Така практика впровадження освітньої реформи є ефективною і може бути прикладом, зокрема для України, для запозичення ефективних механізмів прийняття рішень у складній та динамічній ситуації сучасних геополітичних трансформацій. Дослідження може бути використане в рамках освітнього процесу 30 при підготовці підручників, навчально-методичних посібників і науково-методичних рекомендацій, при викладанні нормативних дисциплін, дисциплін вільного вибору і спецкурсів зі STEM-освіти. [2].

Якщо говорити про рівень впровадження даної технології у систему української освіти, то поки йде обговорення на рівні, чи варто додавати у шкільну програму такі предмети, як робототехніка, або яким чином можна реформувати урок технологій. У деяких школах створюються інженерні класи, в яких посилено вивчають все ту ж математику, фізику й інформатику як окремі предмети. 218 Натомість Китай, Канада, Японія, Фінляндія та Сінгапур працюють над створенням інтегрованої STEM (STEAM) програми для

абсолютно всіх школярів. Це означає, що математика, фізика, хімія, програмування, малювання, мови живуть не самі по собі, наче в окремих кейсах, а об'єднані в одну освітню програму. Учні засвоюють їх, працюючи над єдиним проектом, куди гармонійно вписані всі ці дисципліни. Таким чином, теоретичні знання застосовуються на практиці, а емоційна віддача від такого навчання набагато вище, що достатньо сильно впливає на успішну засвоюваність матеріалу. Учні навчаються вирішувати дане практичне завдання шляхом проб і помилок, не вивчаючи «суху» теоретичну частину. Наприклад, цікавим прикладом такого проекту може послугувати будівництво учнями повністю автоматизованої теплиці. Під час цього процесу залучаються різні дисципліни: фізика (парниковий ефект), інформатика (автоматизована система управління теплицею), трудове навчання (власне будівництво теплиці), біологія (виращування тих чи інших агрокультур), а також мистецтво (візуальна частина проекту) [25].

У зарубіжних країнах наскрізні змістові лінії активно реалізуються через міждисциплінарні курси, проектно-дослідницьку діяльність та STEM-підходи. Зокрема, у США та Фінляндії хімічна освіта інтегрується з екологією, біологією, інженерією та інформаційними технологіями, що сприяє розвитку практичних навичок і формуванню критичного мислення. В Україні ж упровадження наскрізних змістових ліній відбувається поступово, здебільшого в межах окремих навчальних програм та експериментальних проєктів, однак воно стикається з певними труднощами: недостатньою підготовкою вчителів, браком методичних матеріалів і матеріально-технічної бази. Водночас, як вітчизняний, так і зарубіжний досвід засвідчує, що інтеграція тем сталого розвитку, громадянської відповідальності та екологічної безпеки у зміст хімії підвищує її прикладне значення та мотивацію учнів. Таким чином, хоча зарубіжні системи освіти демонструють більш розвинуті й технологічно забезпечені моделі, українська школа має потенціал для поступової імплементації подібних підходів, адаптованих до національних освітніх реалій.

РОЗДІЛ 2

ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ НАСКРІЗНИХ ЗМІСТОВИХ ЛІНІЙ НА УРОКАХ ХІМІЇ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ STEM-ОСВІТИ

2.1 Аналіз діючих навчальних програм з хімії щодо наскрізних змістових ліній

Аналіз діючих навчальних програм з хімії є необхідним етапом дослідження, оскільки саме ці документи визначають зміст, структуру та спрямованість навчального процесу. Програма виступає базовим орієнтиром для вчителя, відображаючи державні освітні стандарти та сучасні вимоги до підготовки учнів. У контексті Нової української школи особливої актуальності набуває питання реалізації наскрізних змістових ліній, що інтегрують знання з різних галузей і формують у школярів ключові компетентності. Важливо підкреслити, що наскрізні лінії не лише доповнюють зміст навчальних тем, а й спрямовують освітній процес на формування ціннісних орієнтацій, відповідального ставлення до природи, суспільства та власного здоров'я. Саме тому аналіз програм з хімії має на меті визнати, яким чином у них відображені зазначені лінії, наскільки повно вони інтегровані у зміст дисципліни та які можливості залишаються для подальшої практичної реалізації через STEM-підходи.

Для проведення дослідження було здійснено аналіз чинних навчальних програм з хімії, затверджених Міністерством освіти і науки України. Зокрема, розглядалися такі документи:

- Модельна навчальна програма “Хімія. 7-9 класи” для закладів загальної середньої освіти (авт. Григорович О.В.) «Рекомендовано Міністерством освіти і науки України» (наказ Міністерства освіти і науки України від 27.12.2023 № 1575);
- Модельна навчальна програма “Хімія. 7-9 класи” для закладів загальної середньої освіти (авт. Лашевська Г.А.) «Рекомендовано Міністерством освіти і науки України» (наказ Міністерства освіти і науки України від

16.08.2023 № 1001);

- Проект модельної навчальної програми “Інтегрований курс природничої освітньої галузі. Природничі науки 10-11 класи. Основний рівень” для закладів загальної середньої освіти (авт. Бабій С.В.);
- Хімія 7-9 класи. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів, затверджена Наказом Міністерства освіти і науки України від 07.06.2017 №804;
- Хімія 8-9 класи. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів із поглибленим вивченням хімії, затверджена Наказом Міністерства освіти і науки України від 17.07.2015 №983;
- Хімія 10-11 класи. Рівень стандарту. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів, затверджена Наказом Міністерства освіти і науки України від 23.10.2017 №1407;
- Хімія 10-11 класи. Профільний рівень. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів, затверджена Наказом Міністерства освіти і науки України від 23.10.2017 №1407;
- Методичні рекомендації МОН України щодо викладання хімії у закладах загальної середньої освіти останніх років.

Зазначені програми стали предметом дослідження з метою виявлення рівня інтеграції наскрізних змістових ліній у зміст навчального курсу, а також визначення перспектив для подальшого застосування STEM-підходів у їх реалізації.

У модельній програмі (авт. Григорович О.В.) розроблений відповідно до Державного стандарту базової середньої освіти, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 30 вересня 2020 р. № 898, простежується прагнення інтегрувати наскрізні змістові лінії у зміст навчання. Зокрема, у пояснювальній записці програми підкреслюється важливість формування в учнів екологічної культури, що безпосередньо відповідає лінії «Екологічна безпека і сталий розвиток», а саме, усвідомлення кожною людиною себе як частини екосистеми, визнання та поцінювання взаємозалежності з усім

живим і планетою Земля в цілому [11].

Розділи присвячені вивченню складу повітря, властивостей води, хімічних виробництв, містять завдання, спрямовані на усвідомлення впливу хімічних процесів на здоров'я людини. Такі теми як «Правила безпеки під час роботи в кабінеті хімії», «Кисень як найважливіший газ життя», «Вуглекислий і чадний гази. Уплив на людину та довкілля» тощо забезпечують реалізацію змістової лінії «Здоров'я і безпека».

Важливим аспектом програми є акцент на соціально значущих темах — раціональне використання природних ресурсів, безпечне застосування побутової хімії, вплив техногенних факторів під час вивчення тем «Колообіг Оксигену в природі», «Озон. Значення озону в природі», «Вуглекислий газ як парниковий газ» - що створює передумови для формування «Громадянської відповідальності».

Крім того, теми «Водень як перспективне паливо», «Метан (складник природного газу) як паливо та як парниковий газ», «Біогаз. Декарбонізація економіки» завдання проєктного та дослідницького характеру, передбачені програмою, стимулюють розвиток підприємливості учнів, уміння планувати роботу, розподіляти ресурси та презентувати результати, що відповідає наскрізній змістовій лінії «Підприємливість і фінансова грамотність».

У модельній навчальній програмі з хімії під керівництвом Лашевської Г.А. простежується прагнення гармонійно поєднати засвоєння предметного змісту з формуванням ключових компетентностей та реалізацією наскрізних змістових ліній. Вона ґрунтується на таких ціннісних орієнтирах (п. 4 Державного стандарту):

- повага до особистості учня / учениці й визнання пріоритету його / її інтересів, досвіду, власного вибору, прагнень, ставлення у визначенні мети й організації освітнього процесу, підтримка пізнавального інтересу й наполегливості;
- забезпечення рівного доступу кожного учня / кожної учениці до освіти без будь-яких форм дискримінації учасників / учасниць освітнього

процесу;

- дотримання принципів академічної доброчесності у взаємодії учасників / учасниць освітнього процесу й організації всіх видів навчальної діяльності;
- становлення вільної особистості учня / учениці, підтримання його / її самостійності, підприємливості й ініціативності, розвиток критичного мислення і впевненості в собі;
- формування культури здорового способу життя учня / учениці, створення умов для забезпечення його / її гармонійного фізичного та психічного розвитку, добробуту;
- створення освітнього середовища, у якому забезпечено атмосферу довіри, без будь-яких форм дискримінації 2 учасників / учасниць освітнього процесу;
- утвердження людської гідності, чесності, милосердя, доброти, справедливості, співпереживання, взаємоповаги і взаємодопомоги, поваги до прав і свобод людини, здатності до конструктивної взаємодії учнів / учениць між собою і з дорослими;
- формування в учнів / учениць активної громадянської позиції, патріотизму, поваги до культурних цінностей українського народу, його історико-культурного надбання і традицій, державної мови;
- плекання в учнів / учениць любові до рідного краю, відповідального ставлення до довкілля [20].

Вище згадані орієнтири дозволяють успішно реалізувати наскрізні змістовні лінії під час занять

Модельна програма з хімії під керівництвом О. Григоровича характеризується більшою увагою до систематизації навчального матеріалу та інтеграції наукових знань. У ній наскрізні лінії часто подається у вигляді загальних орієнтирів, що потребують подальшого наповнення прикладами з боку вчителя. Таким чином, акцент робиться на теоретичній та методологічній складовій, що створює основу для формування наукового світогляду.

На відміну від цього, програма під керівництвом Г. Лашевської відзначається більшою практичною спрямованістю. Тут наскрізні змістові лінії інтегровані через конкретні завдання, приклади та проблемні ситуації, пов'язані з повсякденним життям учнів. Наприклад, екологічні та безпекові аспекти розкриваються у контексті побуду, виробництва, охорони здоров'я що підвищує мотивацію до вивчення предмета.

Загалом можна стверджувати, що обидві програми відповідають вимогам НУШ, проте підходять до реалізації наскрізних змістових ліній з різних позицій:

- Григорович О.В. – через академічність і системність;
- Лашевська Г.А. – через прикладність і практичну значущість.

Таке поєднання двох підходів може забезпечити більш повну реалізацію концепції наскрізних змістових у хімічній освіті.

Після аналізу модельних програм, розроблених у межах концепції Нової української школи, доцільно звернути увагу й на ті навчальні програми з хімії для 7-9 та 10-11 класів, які функціонували до запровадження НУШ. Їхній розгляд дозволяє простежити еволюцію підходів до реалізації наскрізних змістових ліній, а також виявити відмінності між традиційною системою та сучасними інноваційними освітніми тенденціями.

Змістова лінія «Екологічна безпека і сталий розвиток» реалізується на зразках, що дають змогу учневі усвідомити причинно-наслідкові зв'язки у природі і її цілісність; важливість сталого (керованого) розвитку країни для майбутніх поколінь. Такі зразки надає матеріал про добування й застосування речовин, збереження природних ресурсів – води й повітря, раціональне й ощадне використання природних вуглеводнів, колообіг хімічних елементів і речовин тощо.

Результатом реалізації цієї змістової лінії є не лише обізнаність учня із екологічними проблемами, пов'язаними із дотриманням чистоти води і повітря, процесами горіння і дихання, кислотними дощами, стійкими органічними забруднювачами, а й усвідомлення можливості розв'язування

цих проблем засобами хімії. Учень цінує природні ресурси, від яких залежить його здоров'я, добробут, сталий розвиток країни; усвідомлює необхідність збереження чистоти довкілля; бере участь у відповідних заходах; екологічно виважено поводить у довкіллі.

Становленню учнів як свідомих громадян, патріотів України, членів соціуму, місцевої громади, шкільного колективу має сприяти реалізація змістової лінії «Громадянська відповідальність». На уроках хімії учні ознайомлюються зі здобутками вітчизняних учених та їхньою громадянською позицією, оцінюють розвиток вітчизняного виробництва на основі досягнень хімічної науки, навчаються працювати в команді, відповідально ставитись до завдань, визначених колективом, та ретельно виконувати свою частину роботи. У позаурочний час дбають про чистоту довкілля свого регіону, беруть посильну участь у реалізації соціально значущих навчальних проєктів.

Результатами, що засвідчують продуктивність реалізації цієї лінії, є усвідомлення учнями відповідальності за результати навчання, які можуть у майбутньому вплинути на розвиток країни; сумлінне виконання завдань у команді; вироблення власного ставлення до вживання алкоголю; раціональне використання речовин; участь у захисті довкілля і збереженні його для себе та майбутніх поколінь.

Змістова лінія «Здоров'я і безпека» торкається всіх без винятку тем програми з хімії, оскільки використання здобутків хімії упродовж усього життя людини тісно пов'язано зі здоров'ям і життєзабезпеченням. Послідовний розвиток цієї змістової лінії у змісті курсу дає учням змогу усвідомити, з одного боку, значення хімії для охорони здоров'я, а з іншого – можливу шкоду продуктів сучасної хімічної технології у разі неналежного використання їх.

У результаті реалізації цієї змістової лінії учень беззастережно дотримується правил безпечного поводження з речовинами і матеріалами в лабораторії, побуті й довкіллі; обізнаний із заходами безпеки під час реакції

горіння, маркуванням небезпечних речовин; усвідомлює залежність здоров'я від чистоти води, повітря, складу харчових продуктів, згубну дію алкоголю на організм людини; дотримується здорового способу життя.

Змістова лінія «Підприємливість і фінансова грамотність» націлює учнів на мобілізацію знань, практичного досвіду і ціннісних установок у ситуаціях вибору і прийняття рішень. У навчанні хімії такі ситуації створюються під час планування самоосвітньої навчальної діяльності, групової навчальної, експериментальної роботи, виконання навчальних проектів і презентування їх, розв'язування розрахункових і контекстних задач, вироблення власної моделі поведінки у довкіллі.

Розкриття змістової лінії потребує позитивних зразків із історії хімії, діяльності вчених і підприємців у галузі хімії, екології, фармакології, що засвідчують можливість розв'язування не лише теоретичних, а й практичних проблем хімії і хімічного виробництва.

У результаті реалізації цієї змістової лінії учень усвідомлює важливість вивчення хімії; оцінює успіхи, досягнуті сучасним суспільством у хімічній науці, розробленні способів добування, переробки і застосування речовин як такі, що залежать від знань, умінь, ініціативи і підприємливості окремих особистостей і груп однодумців; переносить це ставлення на різні види своєї навчальної діяльності, поводження у довкіллі; свідомо обирає напрям навчання у старшій школі, виходячи з власних можливостей.

Реалізація наскрізних змістових ліній не передбачає будь-якого розширення чи поглиблення навчального матеріалу, але потребує посилення уваги до певних його аспектів. Провідні ідеї, на яких ґрунтуються наскрізні змістові лінії, втілюються в навчанні хімії як у теоретичному змісті курсу, так і в експериментальній діяльності учнів, під час розв'язування задач і завдань з реальними даними; виконання міжпредметних навчальних проектів, роботи з різними джерелами інформації; в позаурочний час вони реалізуються під час тематичних тижнів, участі в регіональних, всеукраїнських та міжнародних конкурсах (у тому числі дистанційних).

У навчальній програмі з хімії наскрізні змістові лінії винесено в окрему рубрику. У ній зазначено питання, що дають змогу відповідно спрямувати зміст кожної теми. [34]

Таким чином, аналіз навчальних програм засвідчує їх спрямованість на практичне втілення ключових наскрізних ліній, проте рівень їх інтеграції залежить від методичних рішень учителя та активного використання STEM-підходів у навчальному процесі.

2.2 Розробка STEM-завдань та проєктів на уроках хімії

У практичній частині дослідження впровадження STEM-методик у процес навчання хімії розглядається як дієвий інструмент активізації пізнавальної діяльності учнів та підвищення їхньої мотивації до вивчення предмета. Особлива увага приділяється прикладним аспектам застосування STEM-підходу: створенню навчальних проєктів, експериментальних завдань і міждисциплінарних рішень, які сприяють розвитку критичного мислення та практичних навичок школярів. Таким чином, даний підрозділ спрямований на висвітлення шляхів реалізації інноваційних методик у шкільному курсі хімії та аналіз їхнього освітнього ефекту.

Критерії відбору та побудови STEM-завдань у шкільному курсі хімії передбачають їхню орієнтацію на освітні стандарти та наскрізні змістові лінії. У першу чергу завдання мають відповідати тематиці навчальної програми та інтегрувати такі лінії, як «екологічна безпека і сталий розвиток» чи «здоров'я і безпека». Це дозволяє поєднати хімічний зміст із реальними життєвими проблемами та виховними аспектами.

Практична значущість завдань визначається їхнім наближенням до повсякденних ситуацій, наприклад: розрахунок кількості реагентів для очищення води, аналіз складу харчових продуктів, оцінка впливу побутових хімікатів на довкілля. Такі приклади роблять навчання змістовним і корисним у житті.

Важливим критерієм є міждисциплінарність: завдання мають

поєднувати знання з хімії, фізики, біології, математики, інформатики. Наприклад, створення моделі колообігу кисню з використанням LEGO-конструктора або програмування сенсора для визначення рівня рН у розчинах.

Обов'язковим є використання дослідницького підходу. Учні повинні не лише отримувати готові знання, а й формулювати гіпотези, планувати експеримент, збирати й аналізувати дані. Це може реалізовуватися через лабораторні дослідження (визначення твердості води), міні-проекти (порівняння ефективності різних фільтрів) чи експерименти з використанням цифрових лабораторій.

Побудова STEM-завдань для уроків хімії ґрунтується на принципах міждисциплінарності, практичної спрямованості та дослідницької діяльності. Водночас важливим є те, що вони мають не лише формувати предметні компетентності, а й інтегрувати наскрізні змістові лінії НУШ, які забезпечують цілісне виховання учнів. Розглянемо приклади таких завдань.

Чистота запорука здоров'я

- Суть завдання: учні отримують зразки води (з-під крану, колодязя, бутильованої) та визначають її твердість і рівень рН.
- STEM-аспекти:
 - хімія – реакції з визначенням йонів Ca^{2+} і Mg^{2+} ;
 - біологія – вплив твердості води на організм людини;
 - математика – обчислення концентрацій і порівняльний аналіз;
 - технології – застосування цифрового датчика рН.
- Наскрізні лінії:
 - здоров'я і безпека – усвідомлення значення чистої води для організму;
 - екологічна безпека і сталий розвиток – раціональне використання водних ресурсів.
- Результат – розробка рекомендацій для громади щодо покращення стану води.

Хімія енергії – створюємо екологічну батарею

- Суть завдання: учні власноруч створюють гальванічний елемент із підручних матеріалів (мідь, цинк, лимонний сік або картопля).
- STEM-аспекти:
 - хімія – процеси окиснення і відновлення;
 - фізика – перетворення хімічної енергії на електричну;
 - інформатика – реєстрація даних напруги за допомогою Arduino;
 - інженерія – конструювання батареї та тестування її роботи.
- Наскрізні лінії:
 - підприємливість і фінансова грамотність – оцінка економічної доцільності застосування;
 - екологічна безпека і сталий розвиток – пошук альтернативних джерел енергії.
- Результат – оцінка екологічності альтернативних джерел енергії.

Атмосфера під мікроскопом – вивчаємо смог

- Суть завдання: учні досліджують утворення смогу на прикладі моделей забруднень, що виникають під час спалювання органічних речовин.
- STEM-аспекти:
 - хімія – реакції згоряння, утворення оксидів Нітрогену та Сульфуру;
 - географія – поширення смогу у містах, кліматичні умови;
 - математика – побудова графіка рівня забруднень;
 - технології – використання датчиків CO₂ або віртуальних лабораторій.
- Наскрізні лінії:
 - громадянська відповідальність – усвідомлення впливу промислових і побутових викидів;
 - екологічна безпека і сталий розвиток – необхідність екологічно відповідальної поведінки.

- Результат – створення інформаційного плаката або буклету з пропозиціями щодо зменшення забруднення.

2.3. Впровадження STEM-методик у процес навчання хімії

Система освіти вимагає пошуку оптимальних шляхів у формування в учнів ключових компетентностей, необхідних для життя в умовах сучасного прогресу. Шляхом активної взаємодії із новітніми технологіями та використанням проблемно зорієнтованого та проєктного навчання учні не лише засвоюють фахові знання, а й розвивають важливі навички керівництва, комунікації, співпраці й інноваційного мислення. Результати досліджень у цій сфері підтверджують, що учні, які беруть участь у STEM-програмах, мають більші шанси стати лідерами у майбутньому, оскільки вони навчаються розв'язувати складні завдання, працювати в команді, приймати стратегічні рішення та ефективно впроваджувати інновації. Отже, STEM-освіта виступає не лише як засіб навчання технічних дисциплін, але й як потужний інструмент формування майбутніх лідерів, здатних ефективно впливати на світову динаміку та розвиток суспільства [32].

Сучасний учитель хімії має володіти комплексом STEM-компетентностей, що охоплюють наукове мислення, технологічну грамотність, уміння працювати з цифровими інструментами та реалізовувати міждисциплінарні підходи. Підготовка педагогів до такого рівня діяльності передбачає проходження курсів підвищення кваліфікації, участь у тренінгах, вебінарах та майстер-класах із застосуванням STEM-методик. Важливо, щоб педагог не лише опанував нові технології, а й навчився інтегрувати їх у навчальний процес, зберігаючи логіку у наукову точність змісту хімії. Одним із ключових аспектів є розвиток педагогічного дизайну, що дає змогу створювати навчальні ситуації, орієнтовані на експеримент, дослідження і творчість. Підготовлений STEM-викладач стає лідером інновацій, здатним мотивувати учнів до самостійного пізнання та розвивати в них компетентності XXI століття.

Матеріально-технічна база є фундаментом для реалізації STEM-освіти у шкільному курсі хімії. Сучасні STEM-лабораторії мають бути оснащені мікрокомп'ютерами, датчиками, цифровими мікроскопами, хімічними наборами для експериментів і засобами для візуалізації процесів. Використання цифрових симуляторів, віртуальних лабораторій і 3D-моделей дозволяє безпечно демонструвати складні реакції, аналізувати структуру речовин і розвивати просторове мислення учнів. 3D-друк, зокрема, сприяє створенню моделей молекул, приладів і наочних матеріалів, що робить навчання більш практичним і доступним. Технічна інфраструктура школи, побудована на інноваційних технологіях, забезпечує реалізацію компетентнісного підходу та підтримує творчий потенціал як учнів, так і педагогів.

Формування інноваційного освітнього середовища передбачає створення умов для активної взаємодії, командної роботи та творчого підходу до навчання. Проєктна діяльність у STEM-освіті з хімії дає змогу учнім поєднувати знання з різних галузей — від природничих наук до технологій і мистецтва — для розв'язання реальних проблем. Співпраця між учнями, учителями, науковцями й місцевими громадами сприяє розвитку комунікативних і соціальних компетентностей, а також формує відповідальність за результат спільної роботи. Використання гейміфікації, зокрема навчальних ігор, хімічних квестів і симуляцій, підвищує мотивацію учнів і сприяє глибшому засвоєнню навчального матеріалу. Таке середовище формує у школярів не лише предметні знання, а й ключові компетентності для майбутньої професійної самореалізації.

Використання STEM-методик доцільно впроваджувати у декілька етапів:

- Діагностувальний етап (аналіз рівня готовності учнів, мотивації, ресурсів).

Діагностувальний етап є вихідною точкою реалізації STEM-методик і передбачає виявлення рівня підготовленості учнів до дослідницько-

орієнтованого навчання. Учитель оцінює не лише предметні хімічні знання, а й уміння критично мислити, працювати в команді, застосовувати цифрові інструменти. Важливим складником є визначення навчальної мотивації та зацікавленості в експериментуванні, створенні моделей і виконанні творчих завдань. Паралельно здійснюється аналіз освітнього середовища закладу: забезпечення лабораторією, доступ до цифрових технологій, можливості організації STEM-проектів. Отримані результати створюють підґрунтя для планування подальшої роботи, вибору відповідних методик та адаптації навчання до потреб і потенціалу учнів.

- **Проектувальний етап** (розроблення STEM-завдань, вибір наскрізних ліній).

На проектувальному етапі визначають освітні цілі, тематичний зміст і міжпредметні зв'язки, що ляжуть в основу STEM-уроків і мініпроектів. Учитель добирає наскрізні змістові лінії і інтегрує їх у навчальні теми з хімії. Розробляються завдання дослідницького та практичного характеру, що стимулюють учнів до пошуку рішень реальних проблем, експериментів і творчого моделювання. Особлива увага приділяється формуванню компетентностей: аналітичної, інженерної, комунікативної та екологічної. На цьому етапі створюються дидактичні матеріали, інструкції для дослідів, плануються ресурси та форми оцінювання результатів діяльності.

- **Практичний етап** (проведення уроків, дослідів, мініпроектів).

Практичний етап є основним у реалізації STEM-методик і спрямований на активну діяльність учнів у процесі навчання. На цьому етапі відбувається проведення лабораторних робіт, експериментів, створення моделей, навчальних проектів та STEM-завдань, що поєднують знання з хімії, фізики, біології, технологій і математики. Важливо забезпечити умови для дослідницької діяльності – учні самостійно висувують гіпотези, проводять спостереження, аналізують результати. Значну роль

відіграє співпраця в групах, обговорення рішень, використання цифрових інструментів (онлайн-симуляцій, 3D-моделювання, датчиків). Упровадження STEM на цьому етапі формує практичні навички, критичне мислення та розуміння ролі науки у повсякденному житті.

- Рефлексивно-аналітичний етап (оцінка результатів, зворотний зв'язок). Заключний етап передбачає аналіз ефективності впровадження STEM-методик і рівня сформованості компетентностей учнів. Оцінювання проводиться не лише за результатами навчальних досягнень, а й з урахуванням активності, уміння працювати в команді, здатності аргументувати власні висновки. Учні залучаються до самооцінювання та взаємооцінювання, що сприяє розвитку рефлексії й усвідомлення особистого внеску в спільну діяльність. Учитель проводить аналітичну роботу, визначає труднощі, успішні прийоми, перспективи подальшого вдосконалення методики. Рефлексивно-аналітичний етап завершує цикл STEM-навчання, забезпечуючи безперервне оновлення освітнього процесу відповідно до сучасних потреб.

Після визначення організаційно-педагогічних умов і матеріально-технічного забезпечення навчального процесу логічним кроком є розгляд конкретних педагогічних технологій, які дозволяють ефективно впроваджувати STEM-методики у викладанні хімії.

Цифрові лабораторії та віртуальні стимуляції дозволяють демонструвати хімічні процеси, наприклад, реакції нейтралізації, окиснення та фотосинтезу, у безпечних умовах та роблять складні хімічні явища наочними для учнів. Вони дають змогу моделювати експерименти, які важко або небезпечно проводити в класі, наприклад роботу з концентрованими кислотами або небезпечними газами, при цьому кожен школяр може активно брати участь у спостереженнях і вимірюваннях.

Використання симуляцій, таких як PhET, Mat3ra, ChemSketch, сприяє розвитку аналітичного мислення, навичок прогнозування та інтеграції результатів хімічних реакцій на основі наукових закономірностей. Учні

отримують змогу працювати з цифровими інструментами: вводити параметри реакцій, збирати дані про температуру, рН або швидкість реакції, а потім аналізувати їх і робити висновки, що формує дослідницькі навички компетентностей XXI століття. Додатковою перевагою є можливість повторювати експерименти кілька разів, коригувати умови реакцій і спостерігати вплив змін, що стимулює самостійну активність і критичне мислення учнів.

Таким чином, цифрові лабораторії підвищують мотивацію до вивчення хімії та допомагають учням засвоювати знання через практичний досвід і візуалізацію складних процесів.

Використання 3D-друку в навчанні хімії відкриває нові можливості для візуалізації абстрактних понять. Учні можуть самостійно створювати 3D-моделі молекул, кристалічних ґраток, лабораторних приладів або навіть макети атомів, що дозволяє краще зрозуміти їхню будову та просторову організацію. Наприклад, виготовлення моделі молекули води або ДНК допомагає закріпити знання про ковалентні зв'язки та геометрію молекул.

Використання Arduino у STEM-проєктах із хімії стимулює розвиток технічних навичок і сприяє інтеграції фізики, інформатики та біології. Учні можуть програмувати датчики для вимірювання температури, вологості чи рівня рН, створюючи мінілабораторії для дослідження властивостей речовин або моніторингу стану навколишнього середовища. Такі завдання не лише розвивають експериментальні навички, але й формують розуміння практичного застосування хімічних знань у сучасних технологіях.

Екологічні кейси дозволяють розглядати реальні проблеми – наприклад, наприклад вплив кислотних дощів або забруднення повітря – з позиції міждисциплінарного аналізу. Працюючи над ними, учні шукають шляхи зменшення шкоди довкіллю, аналізуючи екологічні наслідки діяльності людини, розробляють інформаційні кампанії або макети очищення води. Це сприяє формуванню екологічної свідомості й реалізації наскрізних ліній «Екологічна безпека і сталий розвиток» та «Громадянська відповідальність».

Навчальні ігри – як настільні, так і цифрові – стимулюють інтерес до предмета, формують командну взаємодію та забезпечують засвоєння знань через ігрову діяльність. Наприклад, створення учнями гри «Колообіг Оксигену в природі» допомагає інтегрувати знання з хімії, біології та екології, а також розвивати підприємливість, фінансову грамотність і комунікативні навички. Через такі форми діяльності реалізується комплексний STEM-піхід, що поєднує навчання, дослідження та творчість.

Застосування змішаного навчання та технологій Design Thinking. Змішане навчання поєднує традиційні форми викладання з цифровими технологіями, що створює гнучке середовище для вивчення хімії. Учні можуть опанувати теоретичний матеріал онлайн (наприклад, через інтерактивні симуляції PhET, відеоексперименти чи Google Classroom), а під час очних занять виконувати практичні досліди, обговорювати результати й реалізовувати проєкти. Такий формат сприяє розвитку самостійності, критичного мислення та вмінь працювати з інформацією. Наприклад, у межах теми «Кислоти та основи» учні спочатку проходять онлайн-курс з безпеки в лабораторії, а потім у класі проводять експерименти з нейтралізації, аналізуючи результати в цифрових таблицях.

Використання інструментів змішаного навчання – таких як Wordwall, Padlet, LearningApps чи Canva – дає змогу візуалізувати результати STEM-досліджень, створюючи інтерактивні мапи і хімічні пазли. Це не лише підвищує залученість учнів, а й дозволяє відстежувати їхній прогрес у реальному часі. Учитель, своєю чергою, може надавати індивідуальний фідбек, формуючи траєкторію навчання кожного здобувача освіти.

Design Thinking (дизайн-мислення) є сучасною технологією, що допомагає перетворити навчання на процес відкриттів і вирішення реальних проблем. У хімії цей підхід можна використати для створення екологічних або побутових рішень. Наприклад, під час проєкту «Чиста вода для школи» учні проходять етапи емпатії (з'ясовують потреби школи у чистій воді), генерації ідей (пробують способи очищення), прототипування (створюють фільтр із

підручних матеріалів) та тестування. Така діяльність розвиває дослідницькі, творчі й соціальні компетентності, а також реалізує наскрізні лінії «Екологічна безпека» та «Підприємливість».

Упровадження дизайн-мислення у STEM-проекти з хімії формує в учнів навички дослідника, винахідника й аналітика. Вони навчаються ставити запитання, експериментувати, створювати прототипи, аналізувати помилки – тобто мислити як науковці. Наприклад, під час створення «еко-пакування для продуктів» школярі розраховують вартість виробу. Такий підхід формує цілісне бачення зв'язку між хімією, економікою, екологією та технологіями.

Отже, впровадження STEM-методик у процес навчання хімії сприяє переходу від репродуктивного засвоєння знань до дослідницько-діяльнісного навчання, що формує ключові компетентності учнів. Завдяки інтеграціях природничих наук, технологій, інженерії та математики хімічна освіта набуває прикладного характеру, а учні вчаться застосовувати знання для розв'язання реальних проблем. Це забезпечує ефективну реалізацію наскрізних змістових ліній та формує в учнів готовність до життя в умовах науково-технічного прогресу.

2.4. Аналіз ефективності застосування STEM-методик для реалізації наскрізних змістових ліній

Впровадження STEM-методик у навчання хімії потребує не лише теоретичного обґрунтування, а й аналізу їх реальної ефективності у формуванні компетентностей учнів.

Метою цього підрозділу є оцінка результативності використання STEM-підходів для реалізації наскрізних змістових ліній, зокрема визначення рівня сформованості в учнів екологічної свідомості, громадянської відповідальності, підприємливості та орієнтації на здоровий і безпечний спосіб життя.

Аналіз ефективності ґрунтується на вивченні навчальних досягнень, анкетуванні учасників освітнього прогресу та спостереженні за динамікою

розвитку ключових компетентностей у процесі STEM-навчання.

У процесі нашого дослідження ми визначили низку критеріїв, за яким оцінювали ефективність упровадження STEM-методик у навчання хімії. Ми прагнули не лише зафіксувати рівень знань учнів, а й простежити, як змінюється їхнє ставлення до навчання, мотивація, готовність працювати у команді та усвідомлення власної відповідальності за довкілля і суспільство.

Першим із визначених нами був когнітивний критерій, який відображав рівень засвоєння учнями теоретичного матеріалу, уміння застосовувати знання у практичних та міжпредметних ситуаціях, а також здатність до логічного та критичного мислення.

Другим критерієм ми визначили діяльнісний, що дозволяє оцінити сформованість навичок командної роботи, участь у STEM-проектах, використання цифрових інструментів, проведення хімічних дослідів а також створення навчальних настільних ігор для закріплення знань і розвитку критичного мислення.

Окрему увагу ми приділили ціннісному критерію, який характеризував розвиток у школярів екологічної, громадянської та соціальної свідомості, тобто їхнє усвідомлення значущості хімічних знань для сталого розвитку та безпечного майбутнього.

Не менш важливим був мотиваційний критерій, що відображав інтерес до предмета, позитивне ставлення до дослідницької діяльності та бажання поглиблювати знання самостійно.

На основі цих критеріїв ми виокремили показники ефективності, серед яких: підвищення рівня пізнавальної активності учнів, розвиток критичного та системного мислення, здатність до співпраці, формування екологічної відповідальності, ініціативності й креативності.

Таким чином, розроблена нами система критеріїв дозволила комплексно оцінити не лише навчальні результати, а й загальний розвиток особистості учня в контексті реалізації наскрізних змістових ліній через STEM-освіту.

У дослідженні використано комплексний підхід до збору інформації

про ефективність впровадження STEM-методик для реалізації наскрізних змістових ліній. Насамперед проведено анкетування учнів, щоб оцінити мотивацію, зацікавленість та суб'єктивне сприйняття результатів навчання. Анкети містили питання щодо зацікавленості в хімії, участі в проєктній діяльності, усвідомлення важливості екологічних, соціальних та фінансових аспектів навчання.

Паралельно здійснено аналіз виконаних STEM-завдань, проєктів та учнівських портфоліо, де зафіксовано якість виконаних робіт, рівень інтеграції знань із різних дисциплін, наявність елементів творчості та критичного мислення, а також реалізацію наскрізних змістових ліній у практичних продуктах, таких як навчальні настільні ігри та екологічні проєкти.

Для систематизації даних застосовано статистичні методи обробки результатів. Кількісні показники, такі як оцінки за завдання, частка правильно виконаних завдань, рівень активності в груповій роботі, зведено в таблиці та представлено у вигляді діаграм. Якісні дані, отримані з анкет і спостережень, ми кодували та аналізували за категоріями, що відповідали критеріям ефективності: когнітивному, діяльнісному, ціннісному та мотиваційному.

Такий підхід дозволяє комплексно оцінити, наскільки STEM-підходи сприяють розвитку ключових компетентностей учнів та реалізації наскрізних змістових ліній у шкільному курсі хімії.

Для оцінки ефективності STEM-методик у формуванні наскрізних змістових ліній нами проведено дослідження серед паралелей 8 та 10 класів на базі Комунального закладу «Вінницький ліцей №8». Учням 10-А класу запропоновано взяти участь у проєкті «Екодворик: крок за кроком до здоров'я», який передбачав комплексну діяльність: розробку та реалізацію міні-проєктів із благоустрою шкільного подвір'я (Додаток А). 8-В клас працював над створенням навчальних настільних ігор з хімії, що включало моделювання хімічних процесів, розробку правил гри та підготовку презентацій для однокласників і молодших школярів. Такий підхід дозволив паралельно оцінити ефективність STEM-проєктів різного формату та їхній

вплив на розвиток наскрізних змістових ліній.

Перед початком роботи над створенням настільних ігор для учнів 8-Б та 8-В класів було проведено діагностувальну роботу, яка дозволила оцінити рівень їхніх знань із хімії, мотивацію до навчання та анкету (додаток Б), яка містила питання щодо зацікавленості у вивченні хімії, участі у досліджах та дослідницьких завданнях, а також усвідомлення значення екології та безпеки.

Після завершення проєкту «Створення навчальних ігор з хімії» учні 8-В класу презентувати гру «Триміно» на тему «Колообіг Оксигену у природі» (Додаток В). Під час роботи над грою учні моделювали процеси фотосинтезу, дихання, горіння та розкладу органічних речовин, розробляли правила гри та готували презентації для однокласників і молодших школярів.

Повторна діагностика показала покращення результатів: зросла активність у груповій роботі, підвищилась зацікавленість у хімії, учні впевнено застосовували знання на практиці, а також продемонстрували розвиток критичного та творчого мислення під час створення ігор та презентацій.

Результати анкетування учнів 8-В класу

Анкетування проводилося двічі:

- перед початком експерименту, щоб визначити вихідний рівень мотивації та сформованості наскрізних умінь;
- після завершення створення STEM-ігор, щоб виявити зміни у ставленні до навчання, рівні екологічної свідомості та розвитку ключових компетентностей.

Ставлення до вивчення хімії:

- до експерименту: лише 38% учнів вважали хімію цікавою дисципліною, більшість (45%) зазначали, що предмет «частково цікавий», а 17% – не виявили зацікавленості;
- після експерименту: кількість учнів, яким хімія подобається, зросла до 76%, тоді як байдужих залишилося лише 6%;
- висновок: ігрові STEM-завдання сприяли підвищенню навчальної

мотивації та позитивного ставлення до предмета.

Зв'язок хімії з повсякденним життям:

- до експерименту: 42% учнів зазначили, що рідко застосовують знання з хімії в реальному житті;
- після експерименту: цей показник зменшився до 15%, тоді як 68% учнів відповіли, що часто бачать практичне застосування хімії у побуті, природі чи питаннях здоров'я;
- висновок: створення настільних ігор допомогло учням усвідомити практичну значущість хімічних знань.

Розвиток навичок співпраці:

- до експерименту: лише 34% учнів відзначили, що їм комфортно працювати в команді;
- після експерименту: цей показник зріс до 82% завдяки спільному конструюванню ігор, розподілу ролей і спільному прийняттю рішень;
- висновок: групова діяльність у форматі STEM-проектів ефективно формує соціальні та комунікативні компетентності.

Екологічна свідомість:

- до експерименту: 39% учнів вважали, що їхні дії «частково» впливають на стан довкілля, а 28% не замислювалися над цим питанням;
- після експерименту 71% респондентів відзначили, що стали уважніше ставитися до екологічних питань і розуміють особисту відповідальність за стан довкілля;
- висновок: через зміст ігор екологічного спрямування учні усвідомили роль людини в системі сталого розвитку.

Розвиток підприємливості та творчості

- до експерименту: лише 23% учнів виявили інтерес до створення власних навчальних продуктів;
- після експерименту: цей показник зріс до 64% при цьому 41% школярів зазначили, що хотіли би реалізовувати подібні проекти надалі;

- висновок: створення настільних ігор сприяло розвитку підприємницького мислення, креативності та ініціативності.

Наступним етапом аналізу анкетних відповідей учнів було опрацювання відкритих відповідей, тобто виділялися ключові смислові одиниці, що відображали ставлення, мотивацію або зміни в поведінці учнів після участі у STEM-діяльності (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 Аналіз відповідей учнів 8-В класу

Відповідь учня	Ключові смислові одиниці	Категорія
«Було цікаво працювати в команді, бо ми разом придумували завдання і шукали інформацію про Оксиген»	Командна робота, пошук інформації, творчий процес	Діяльнісна
«Я зрозумів, що хімія — це не тільки формули, а й те, що пов'язане з природою»	Розуміння зв'язку хімії з природою. Практична значущість знань	Когнітивна Ціннісна
«Тепер я більше цікавлюсь, як працює колообіг у природі»	Підвищення інтересу до теми. Зростання пізнавальної мотивації	Мотиваційна
«Спочатку було складно, але потім ми навчилися розподіляти ролі швидше працювали»	Покращення навичок самоорганізації, розвиток співпраці	Діяльнісна
«Мені сподобалось презентувати свою роботу перед іншими учнями»	Публічна презентація навчальних результатів	Діяльнісна

Ці дані свідчать про позитивний вплив проєктної діяльності на формування наскрізних змістових ліній у восьмикласників, зокрема у сферах екологічної грамотності, громадянської відповідальності та розвитку компетентностей, пов'язаних із здоров'ям, безпекою та співпрацею.

На початку дослідження ми провели анкетування учнів 10-А класу, щоб оцінити рівень зацікавленості у вивченні хімії, мотивацію до навчання, усвідомлення значення екології, здоров'я та безпеки, а також готовність до проєктної діяльності. Анкета включала питання щодо участі у дослідях, STEM-завданнях, груповій роботі та креативних проєктах.

Після завершення проєкту «Екодворик: крок за кроком до здоров'я» ми повторно провели анкетування серед всіх десятикласників. Результати показали помітне покращення показників серед учнів 10-А класу: зросла зацікавленість у хімії, активність у групових завданнях, рівень усвідомлення важливості екологічної поведінки та відповідальності за довкілля і здоров'я, а також бажання брати участь у проєктній діяльності.

Таблиця 2.2 Аналіз відповідей учнів 10-А класу

Відповідь учня	Ключові смислові одиниці	Категорія
«Після участі в проєкті я почав звертати увагу на стан шкільного подвір'я і сам прибираю сміття»	Екологічна свідомість, активна громадянська позиція	Ціннісна
«Було цікаво разом проєктувати екодворик, підбирати потрібні рослини»	Командна робота, практична спрямованість навчання, усвідомлення результату діяльності	Діяльнісна
«Я зрозуміла, що хімія і біологія пов'язані, бо ми говорили про	Інтеграція знань, практичне застосування	Когнітивна

властивості ґрунту і добрив»	хімії	
«Мені сподобалося, що ми самі планували роботу і розподіляли завдання»	Розвиток лідерських якостей, організаційні навички, самостійність	Діяльнісна
«Проект допоміг зрозуміти, що від екології залежить наше здоров'я»	Ціннісне ставлення до довкілля, екологічна відповідальність	Ціннісна Мотиваційна

Результати дослідження

У процесі аналізу ми виявили позитивну динаміку розвитку ключових компетентностей учнів завдяки застосуванню STEM-методик. За результатами анкетування 87% учнів зазначили підвищення зацікавленості у вивченні хімії, а 74% відзначили, що участь у проєктах і групових завданнях допомогла їм краще зрозуміти міжпредметні зв'язки.

Когнітивна складова: аналіз виконаних завдань показав, що учні активно застосовували знання хімії для розв'язання практичних проблем. Наприклад, у STEM-завданні «Екодворик – крок за кроком до здоров'я» учні досліджували стан навколишнього середовища у шкільному подвір'ї, аналізували якість повітря та ґрунту і робили висновки щодо впливу на здоров'я людини та екологію. Це безпосередньо реалізувало лінії «Екологічна безпека і сталий розвиток» та «Здоров'я і безпека».

Діяльнісна складова: під час роботи над проєктом «Створення настільної гри «Колообіг Оксигену» учні моделювали природні процеси, розробляли правила гри, готували презентації для однокласників та молодших школярів. Цей процес сприяв формуванню навичок співпраці, організаційних умінь та підприємливості, що відповідає лініям «Громадянська відповідальність» та «Підприємливість та фінансова грамотність».

Ціннісна складова: аналіз відповідей учнів показав, що більшість з них почали усвідомлювати важливість власної поведінки для безпечного довкілля

і здоров'я громади. Наприклад, після виконання завдання «Сортування сміття» 82% учнів повідомили про зміну ставлення до відходів та бажання сортувати сміття не тільки в школі, а й вдома.

Результати анкетування візуалізовані у вигляді стовпчастої діаграми (Додаток Г).

Мотиваційна складова: спостереження показали, що учні проявляли активність у груповій роботі та дослідницькій діяльності, пропонували власні ідеї для вдосконалення ігор та експериментів. Вони зазначили, що навчання через STEM-проекти робить хімію цікавою і зрозумілою, а також дає змогу бачити результат своєї діяльності у реальному продукті.

Таким чином, отримані результати підтверджують ефективність STEM-методик у формуванні наскрізних змістових ліній. Інтеграція дослідів, проєктної діяльності та настільних ігор дозволила комплексно розвивати когнітивні, діяльнісні, ціннісні та мотиваційні аспекти навчання хімії.

2.5. Практичні рекомендації щодо впровадження STEM-методик для реалізації наскрізних змістових ліній у навчанні хімії

Ефективне впровадження STEM-освіти вимагає цілеспрямованих педагогічних дій та організації умов, що забезпечують розвиток STEM-компетентностей формування ціннісних орієнтацій учнів. Нижче подано практичні рекомендації, розроблені на основі проведеного нами дослідження та аналізу сучасних підходів.

Практичні рекомендації:

- інтегрувати STEM-підходи у зміст уроків хімії системно, а не епізодично. Рекомендується планувати STEM-активності у відповідності до навчальної програми, вплітаючи елементи проєктної діяльності, експериментального моделювання, міжпредметних міні-проєктів та досліджень у кожен тему, де це доречно. Це забезпечить сталість формування дослідницьких компетентностей та посилить зв'язок хімії з реальним життям;

- використовувати наскрізні змістовні лінії як основу для проєктної діяльності. Доцільно обирати теми, що поєднують хімію з екологією, здоров'ям, технологіями та громадянською відповідальністю, і будувати навколо них дослідницькі завдання. Це сприяє усвідомленню практичної цінності хімічних знань і підсилює мотивацію учнів;
- розробляти та впроваджувати шкільні проєкти екологічного спрямування. На основі досвіду реалізації проєкту «Екодворик — крок за кроком до здоров'я» рекомендується організовувати подібні довготривалі діяльнісні ініціативи. Вони формують відповідальність учнів за довкілля, розвивають навички командної роботи, критичного мислення та планування;
- створювати дидактичні ігри як інструмент розвитку критичного й логічного мислення. Ефективним є залучення учнів до створення власних настільних ігор. Така діяльність активізує пізнавальний інтерес, сприяє глибшому осмисленню навчального матеріалу, а також розвиває креативність.
- Проводити діагностику навчальних результатів до та після STEM-активностей. Рекомендується застосовувати змішані методи оцінювання: анкетування, завдання відкритого типу, спостереження, аналіз проєктних робіт. Це дає змогу відстежити динаміку сформованості компетентностей та коригувати освітній процес;
- забезпечити підвищення кваліфікації педагогів щодо STEM-методик. Учителям хімії варто проходити курси, тренінги, майстер-класи з використання цифрових інструментів, програм для моделювання, онлайн-лабораторій, а також обмінюватись досвідом на професійних спільнотах. Це сприяє підвищенню ефективності впровадження STEM у школі;
- створити або оновити STEM-орієнтоване освітнє середовище. Навчальний простір має бути оснащений сучасними цифровими інструментами, мікролабораторіями, сенсорами, мультимедійними

засобами. Важливо також формувати атмосферу партнерства, співпраці та творчої свободи;

- оптимізувати навчально-методичне забезпечення уроків хімії. Доцільно розробляти авторські дидактичні матеріали: лабораторні роботи, чек-листи, інструкції, інтерактивні робочі аркуші, картки для командної роботи. Це урізноманітнює освітній процес і підсилює практичну складову уроків.

Таким чином, запропоновані рекомендації можуть слугувати практичним орієнтиром для вчителів хімії, які прагнуть ефективно інтегрувати STEM-методики та наскрізні змістові лінії у сучасний освітній процес.

ВИСНОВКИ

У процесі виконання кваліфікаційної роботи було комплексно досліджено теоретичні засади та практичні аспекти впровадження STEM-методик у навчання хімії як ефективного засобу реалізації наскрізних змістових ліній. Проведений аналіз наукової, методичної та педагогічної літератури засвідчив, що сучасна хімічна освіта вимагає істотного оновлення підходів до організації навчального процесу. Виклики XXI століття — швидкий розвиток науки й технологій, глобальні екологічні загрози, зростання ролі критичного мислення та інженерних компетентностей — зумовлюють потребу в інтегрованих моделях навчання, що дозволяють учням бачити взаємозв'язок природних явищ і застосовувати знання для розв'язання реальних проблем. STEM-освіта відповідає цим вимогам, створюючи умови для практичної діяльності, міжпредметної взаємодії та застосування інноваційних технологій.

У ході вивчення модельних програм з хімії НУШ було виявлено, що у всіх розглянутих програмах простежується орієнтація на формування компетентностей, розвиток екологічного мислення, практичну спрямованість і посилення дослідницької діяльності. Разом з тим рівень інтеграції наскрізних змістових ліній варіюється залежно від авторського колективу: одні програми роблять акцент на екологічній безпеці та сталому розвитку, інші — на життєвих застосуваннях хімії й формуванні навичок інженерного мислення. Проведений аналіз підтвердив, що STEM-методики цілком відповідають концепції НУШ і можуть слугувати ефективним механізмом реалізації ціннісних орієнтирів сучасної освіти.

Значну увагу в роботі було приділено питанням практичного впровадження STEM-підходів. Було встановлено, що для ефективної реалізації STEM-навчання необхідні три ключові умови: належна підготовка вчителя, доступ до відповідного обладнання й цифрових інструментів, а також створення інноваційного освітнього середовища, спрямованого на співпрацю та дослідження. Педагог має володіти методикою проєктного навчання, вміти

організувати діяльнісний підхід, добирати інтегровані завдання та формувати ціннісне ставлення до екологічних проблем. Також важливим чинником є оснащення закладу освіти: наявність лабораторного обладнання, комп'ютерних засобів, датчиків, мобільних додатків, можливість створювати моделі, прототипи та дидактичні матеріали.

Практична частина роботи включала проведення педагогічного дослідження у двох паралелях – 8-х та 10-х класів. Учні 10-х класів брали участь у проєкті «Екодворик – крок за кроком до здоров'я», спрямованому на поліпшення екологічного стану пришкольної території й формування відповідального ставлення до довкілля. Залучення до реальної діяльності, що мала практичний результат, дозволило учням глибше усвідомити значення хімічних знань у вирішенні природоохоронних завдань. Паралель 8-х класів працювала над створенням настільних ігор з хімії. Учні 8-В класу розробили гру «Триміно» з теми «Колообіг Оксигену в природі», що активізувало не лише пізнавальну, а й творчу складову їхньої діяльності, сприяло формуванню системного бачення природних процесів та ключових компетентностей.

На початку дослідження було проведено анкетування учнів обох паралелей з метою діагностики їхнього ставлення до хімії, рівня сформованості екологічних цінностей і мотивації до навчання. Після завершення проєктної діяльності здійснено повторне опитування. Аналіз результатів показав позитивну динаміку: учні 10-А класу продемонстрували зростання рівня екологічної обізнаності, усвідомлення важливості дій, спрямованих на покращення стану довкілля. Восьмикласники показали суттєве підвищення інтересу до хімії, впевненість у власних знаннях і розвиток уміння застосовувати в нових умовах.

Якісний аналіз відкритих відповідей здійснювався шляхом кодування: було створено категорії, що відображали типові судження учнів – «усвідомлення користі», «зміна ставлення до предмета», «інтерес до практичної діяльності», «ціннісні ставлення до природи» та інші. Порівняння частотності кодів до і після участі в STEM-активностях дозволило простежити

зміни у мотиваційній та ціннісній сфері. Кількісний аналіз підтвердив значуще підвищення показників у групах, які були залучені до STEM-проєктів. Таким чином, дослідження довело, що системне використання STEM-методик має безпосередній вплив на формування наскрізних змістових ліній, зокрема екологічної безпеки й сталого розвитку.

Загалом отримані результати переконливо свідчать, що STEM-навчання сприяє розвитку критичного та технічного мислення, творчості, уміння працювати в команді, а також формуванню відповідального ставлення до навколишнього середовища. Інтеграція STEM-методику навчання хімії робить освітній процес більш діяльнісним, практичним і ціннісно орієнтованим, забезпечуючи реалізацію ключових положень Нової української школи.

Підсумовуючи, можна стверджувати, що STEM-методики є дієвим інструментом модернізації уроків хімії та одним з найбільш ефективних шляхів реалізації наскрізних змістових ліній, а результати проведеного дослідження підтверджують їхній значний потенціал у розвитку особистості сучасного учня.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бардадим О.В., Нінова Т.С. Наскрізнi змістові лінії як основа інтегрованого навчання хімії. *Актуальні задачі хімії: дослідження та перспективи* : матеріали ІІ Всеукр. наук.-практ. конф., м. Житомир, 16 травн. 2018 р. Житомир, 2018. С. 343-345.
2. Батюк Л.В. Історико-педагогічні та компаративні аспекти виникнення та розвитку STEM-освіти. URL: <https://dspace.hnpu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/edad6d5e-8623-4519-a19c-55e3554bd21a/content> (дата звернення: 17.05.25)
3. Білик Ю.О., Ісаєва І.С. STEM як інноваційний освітній інструмент та його застосування у проєкті: «Кривий Ріг-Марс. Траєкторія зростання». *Технології навчання хімії у школі та ЗВО* : зб. тез доп. всеукр. наук.-практ. конф. Кривий Ріг : КДПУ, 2018. С. 66-68.
4. Величко Л. Наскрізнi змістові лінії в курсі хімії основної школи «Громадянська відповідальність». *Біологія і хімія в рідній школі*. 2018. № 5. С. 29-31.
5. Величко Л. Наскрізнi змістові лінії в курсі хімії основної школи «Підприємливість та фінансова грамотність». *Біологія і хімія в рідній школі*. 2018. № 2. С. 8-11.
6. Вершок Г.В. STEM та STEAM в закладі загальної середньої освіти: проєкт як елемент STEM-технології на уроках хімії. *Сучасні виклики української освіти: засади та практичні рішення в педагогічній діяльності* : зб. матеріалів всеукр. наук.-практ. конф. м. Дніпро, 24 жовт. 2024 р. Дніпро, 2024. С. 63-71.
7. Вороненко Т. Наскрізнi змістові лінії в курсі хімії основної школи «Екологічна безпека і сталий розвиток». *Біологія і хімія в рідній школі*. 2018. № 3. С. 12-17.
8. Гончаренко С. Проблема підвищення теоретичного рівня освіти. *Педагогіка і психологія*. 1998. № 2. С. 16-17.
9. Грабовий А.К. Наскрізнi змістові лінії курсу хімії основної школи.

- Науковий прогрес у європейських країнах: нові концепції та сучасні рішення* : матеріали V інтернац. наук. конф., м. Штутгарт, 28 лют. 2019 р. Штутгарт, 2019. С.396-405.
- 10.Гребінь С. Цілісна природничо-наукова картина світу та цілісний світогляд в контексті реалізації STEM-освіти: філософське підґрунтя розуміння сутності цих понять. *Освіта. Інноватика. Практика*. 2025. №5. С. 14-18.
 - 11.Григорович О.В. Модельна навчальна програма «Хімія. 7-9 класи» для закладів загальної середньої освіти від 27.12.2023р. №1575. URL: <https://surl.lu/nmhhib> (дата звернення: 17.05.25).
 - 12.Державний стандарт базової середньої освіти від 30.08.2020 №898. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-%D0%BF#Text> (дата звернення: 17.05.25).
 - 13.Дьоміна І. Проектне навчання: коротко про головне. URL: <https://nus.org.ua/2018/02/21/proektne-navchannya-korotko-pro-golovne/> (дата звернення: 17.05.25).
 - 14.Про освіту : Закон України від 05.09.2017 р. № 2145 VIII. Голос України. 2017. 27 верес. (№ 178-179).
 15. Засєкіна Т. М. STEM-освіта як інноваційний освітній тренд. *Науковий вісник Миколаївського національного університету*. 2021. №7. С. 88–93.
 - 16.Колбасіна С.М. Екологічна освіта та виховання школярів на уроках хімії з використанням новітніх інформаційних технологій: *Технології навчання хімії у школі та ЗВО* : зб. тез доп. всеукр. наук.-практ. конф. Кривий Ріг : КДПУ, 2018. С. 24-27.
 - 17.Кошелик Т.В. Можливості використання електронних навчальних матеріалів власного виробництва в ході систематизації знань учнів з теми «Кисень». *Актуальні задачі хімії: дослідження та перспективи* : матеріали II Всеукр. наук.-практ. конф., м. Житомир, 16 травн. 2018 р. Житомир, 2018. С.366-368.
 - 18.Кузьменко О. Сутність та напрямки STEM-освіти. Наукові записки.

- Випуск 9, Сер. Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Час. КДПУ, 2017. С. 188–190.
19. Куцепал С. STEM/STEAM/STREAM-ОСВІТА – новий тренд в українському освітянському дискурсі. *Вісник Національного юридичного університету імені Ярослава Мудрого*. 2018. №1. С. 11–14.
20. Лашевська Г.А. Модельна навчальна програма «Хімія. 7-9 класи» для закладів загальної середньої освіти від 16.08.2023. №1001. URL: <https://surl.li/ktxygf> (дата звернення: 17.05.25).
21. Лук'янцева С.І. Нові аспекти реформування сучасної освіти: *Технології навчання хімії у школі та ЗВО* : зб. тез доп. всеукр. наук.-практ. конф. Кривий Ріг : КДПУ, 2018. С. 97-100.
22. Мехед О. Б., Мехед Д. Б. Використання технологій STEM/STEAM-освіти з метою популяризації наукової діяльності серед здобувачів освіти. *Інноваційні практики наукової освіти* : матеріали II всеукр. наук.-практ. конф. м. Київ, 15–19 грудн. 2022р. Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2022. С. 658–664.
23. Нетрибійчук О. Наскрізнні змістові лінії в курсі хімії основної школи «Здоров'я і безпека». *Біологія і хімія в рідній школі*. 2018. № 5. С. 32-35.
24. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи, 2016. 40 с.
25. Орлова О., Гнепа О. STEM-STEAM-STREAM-освіта як сучасний освітній феномен. *Національна освіта в стратегіях соціокультурного вибору: теорія, методологія, практика* : матеріали IV всеукр. наук.-практ. конф. м. Луцьк, 20 травн. 2020р. Луцьк, 2020. С.217-218.
26. Осмолівська І. В. STEM-освіта в контексті сучасної парадигми навчання. *Педагогіка і психологія професійної освіти*. 2020. №1, С. 15–21.
27. Про затвердження Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року: розпорядження КМУ від 14 грудня 2016 р. № 988-

- р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/988-2016-%D1%80#Text> (дата звернення: 17.05.25).
- 28.Савченко Л.В. Реалізація STEM-підходу в навчальному процесі: можливості та перспективи. *Освітній простір України*. 2019. №2. С. 32–37.
- 29.Садовий І.М., Каленчук Е.В., Каленчук А.Т. Формування предметної компетентності з природничих наук в учнів старшої школи засобами STEM-технологій. *Підготовка майбутніх учителів фізики, хімії, біології та природничих наук в контексті вимог Нової української школи* : зб. тез доп. III міжнар. наук.-практ. конф., м. Тернопіль, 20 травня 2021 р. Тернопіль, 2021. С.293-296.
- 30.Садовий М.І. Місце мобільного навчання у системі STEM освіти. *Підготовка майбутніх учителів фізики, хімії, біології та природничих наук у контексті вимог Нової української школи*: матер. міжнар. наук.-практ. конф. м. Тернопіль, 20-21 травня 2019 р., Тернопіль: ТНПУ, 2019. С. 198-201.
- 31.STEAM-освіта – світовий тренд, що прийшов до України. URL: <https://mind.ua/openmind/20185700-steam-osvita-svitovij-trend-shcho-prijshov-do-ukrayini> (дата звернення: 17.05.25).
- 32.Хабел К., Федорченко А., Мехед О. STEM-освіта як засіб формування лідерських якостей здобувачів освіти. *Проблеми та перспективи розвитку природничої освітньої галузі* : матер. IV всеукр. наук.-практ. конф. м. Переяслав, 17-18 квітня 2024 р., Переяслав, 2024. С. 128-134.
- 33.Хімія 7-9 класи. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів від 07.06.2017 №804. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/programy-5-9-klas/onovlennya-12-2017/10-ximiya-7-9.doc> (дата звернення: 17.05.25).
- 34.Хімія 10-11 класи. Рівень стандарту. Навчальна програма для закладів загальної середньої освіти від 23.10.2017 №1407. URL: <https://osvita.ua/school/program/program-10-11/58907/> (дата звернення:

- 17.05.25).
- 35.Хімія: підручник для 8 класів закладів загальної середньої освіти/ О.В. Григорович, О.Ю. Недоруб. Харків: видавництво «Ранок». 2025. 320 с.: іл.
- 36.Шарова Т., Коломієць Г., Малечко Т. Застосування методів та форм інтегративного навчання під час підготовки інтерактивної молоді до інтелектуальних змагань. *Проблеми освіти*. 2024. Вип.2. С. 221-243.
- 37.Що таке STEM-освіта і чому вона така популярна? URL: <https://life.pravda.com.ua/columns/2019/03/26/236224/> (дата звернення: 17.05.25).
- 38.Bruner, J. (1996). The Culture of Education. Cambridge, MA: Harvard University Press
- 39.Bybee R. W. (2013). The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities. NSTA Press
- 40.Partnership for 21st Century Skills. (2009). P21 Framework Definitions

ДОДАТКИ

Додаток А

КАРТКА ПРОЄКТУ

Учасника конкурсу «Ековектор»

Комунального закладу «Вінницький ліцей №8»

Назва проєкту	Екодворик — Крок за кроком до здоров'я»
Мета проєкту	Формування в учнів відповідального ставлення до навколишнього середовища через контакт із природними матеріалами шляхом створення екологічного дворику з доріжкою здоров'я та сухим струмочком
Стислий опис проєкту	В умовах воєнного стану Україна стикається з масштабними екологічними проблемами, спричиненими бойовими діями, такими як забруднення повітря, води та ґрунтів, руйнування екосистем та зменшення біорізноманіття. Ці негативні наслідки війни підкреслюють важливість екологічної освіти та виховання молодого покоління. Створення екологічного дворику в нашій школі сприятиме формуванню екологічної свідомості учнів, допоможе їм зрозуміти цінність природи та необхідність її збереження, особливо в умовах сучасних викликів. Головним елементом екодворику стане доріжка здоров'я, виконана у вигляді струмка, русло якого сформоване з натуральних матеріалів, різних за розмірами та фактурою: гальки, піску, дерев'яних колод, кори та інших природних покриттів. Це дозволить дітям отримувати різноманітні тактильні враження, зміцнювати м'язи стопи, покращувати координацію рухів і кровообіг, а також підвищить їхню обізнаність про навколишнє середовище та формуватиме відповідальне ставлення до

природи.

Доповненням до доріжки будуть зелені насадження, що зменшать шумове забруднення та створять затишну атмосферу і сприятливий мікроклімат на шкільному подвір'ї:

- кущі самшиту, що сприятимуть покращенню якості повітря;
- клумби з лавандою, які забезпечуватимуть релаксацію завдяки аромату.

Альтернативою штучним матеріалам для доріжки є використання натуральних покриттів, таких як галька, пісок, дерев'яні спири та кора дерев, що зменшує утворення відходів та забруднення.

Проект зі створення екологічного дворику інтегрує знання з біології (вивчення рослин), географії (ландшафтний дизайн), трудового навчання (робота з матеріалами) та мистецтва (естетичне оформлення), сприяючи формуванню цілісного світогляду учнів.

Задіяння екодворику в групах продовженого дня та пришкільному таборі стимулює фізичну активність, покращить координацію рухів і сприятиме профілактиці плоскостопості.

Використання натуральних матеріалів підкреслює важливість екологічно чистих ресурсів, а інтеграція доріжки в освітній процес дозволить дітям отримувати знання про природу через практичний досвід.

Ключові заходи проєкту

- **Підготовка території:** очищення ділянки: видалення сміття, старих покриттів та небажаної рослинності.
- **Закупівля матеріалів:**
 - деревина для каркасу доріжки;
 - матеріали для наповнення: галька, гравій, пісок,

дерев'яні колоди та кора дерев;

- рослини: кущі самшиту, лаванда.
- **Створення доріжки здоров'я:**
- розмітка маршруту: визначення контуру доріжки на місцевості;
- укладання шарів: послідовне розміщення різних природних матеріалів відповідно до дизайну;
- забезпечення безпеки: перевірка стабільності та безпечності поверхонь для ходьби дітей.
- **Сесії з фахівцями**
- майстерка від провідного психолога ІРЦ №2 Вінницької міської ради Г.Чепурного щодо правильного використання "доріжки здоров'я", з урахуванням впливу на емоційний та психічний стан дітей;
- консультації з фахівцями ВДПУ ім. М.Коцюбинського природничо-географічного факультету та кафедри медико-біологічних основ фізичного виховання та фізичної реабілітації, з метою отримання інформації про екологічне значення та реабілітаційні переваги доріжки.
 - Озеленення території: посадка рослин, розміщення кущів, квітників та дерев згідно з планом озеленення.
- **Інформаційно-просвітницька діяльність:**
- урочисте відкриття екодвору;
- екологічні акції (2): проведення заходів з озеленення та благоустрою території за участю учнів, батьків, педагогів;
- освітні заходи: організація майстер-класів та тренінгів з екологічної свідомості та здорового способу життя;

	• публікації у соціальних мережах (Facebook, Instagram, шкільний сайт) про відкриття екодворика з метою підвищення обізнаності учнів та батьків про екологічні ініціативи школи, залучення до подальшої співпраці екологічних організацій та партнерів. • Моніторинг та підтримка: • Регулярний догляд: організація чергувань для підтримки чистоти та порядку в екодворикі; • оцінка ефективності: збір відгуків від учасників та коригування заходів для покращення функціонування дворику.
Очікувані результати (кількісні та якісні)	Короткострокові результати: • Облаштовано територію: створено екодворик площею 100 м², що включає доріжку здоров'я довжиною 30 метрів. • Закуплено матеріали: • галька річкова (500кг); • галька бежева із кварцу (400кг); • галька шоколадна (150кг); • галька біла (100кг); • крихта бежева (400кг); • пісок (500кг); • насіння газонної трави Універсальної (3кг); • галька кольорова для декору (100кг); • агроволокно (50м²) • Засіяно територію газонною травою, висаджено 15 кущів самшиту, 50 лавандових кущів. • Проведено: • 2 екологічні акції по благоустрою території із залученням 50 учнів, 20 батьків та 10 педагогів;

- майстер-клас "Еко-свідомість: маленькі кроки для великої зміни";
- тренінг "Жити здорово: кроки до гармонії";
- майстерку від провідного психолога ІРЦ №2 Вінницької міської ради Г.Чепурного щодо правильного використання "доріжки здоров'я", з урахуванням впливу на емоційний та психічний стан дітей;
- консультації з фахівцями ВДПУ ім. М.Коцюбинського природничо-географічного факультету та кафедри медико-біологічних основ фізичного виховання та фізичної реабілітації, з метою отримання інформації про екологічне значення та реабілітаційні переваги доріжки.

Довгострокові результати:

- покращено фізичне здоров'я (20%): учні отримали можливість регулярно користуватися доріжкою здоров'я, що сприяє зміцненню м'язів стопи, покращенню координації та профілактиці плоскостопості.
- емоційне розвантаження (30%): створено простір для релаксації та зниження рівня стресу, що особливо важливо в умовах воєнного стану.
- розвиток екологічної свідомості (30%): учасники проєкту підвищили обізнаність щодо важливості збереження природи та навчилися доглядати за рослинами.
- зміцнення соціальних зв'язків (60%): спільна робота над проєктом об'єднала учнів, батьків та вчителів, сприяючи розвитку громади та покращенню комунікації між її членами.

Актуальність проєкту відповідно до потреб, пов'язаних з війною рф проти України	В умовах воєнного стану в Україні діти та підлітки зазнають значного фізичного та емоційного навантаження. Обмеження активного способу життя, вимушені зміни середовища та постійний стрес негативно впливають на їхнє здоров'я та психологічний стан. Через часті перебування у сховищах, недостатню рухову активність та тривале використання гаджетів у дітей спостерігаються: • підвищена втомлюваність та стрес; • проблеми з опорно-руховим апаратом (плоскостопість, порушення постави); • емоційне напруження та тривожність. Особливістю навчального закладу є те, що в ньому навчається 49 дітей із числа внутрішньо переміщених осіб та 28 учнів з особливими освітніми потребами. Ці категорії дітей особливо потребують створення комфортного, екологічно безпечного та оздоровчого простору, який сприятиме їхній адаптації, розвитку та емоційному розвантаженню. Одним із рішень цієї проблеми є створення екологічного простору для відпочинку та оздоровлення, зокрема через методику Марії Монтесорі, яка базується на принципах природного розвитку дитини через сенсорний досвід, свободу вибору та взаємодію з природними матеріалами.
Період реалізації проєкту	Травень – листопад 2025 р.
Вартість проєкту, тис. грн.	28285, 00 грн., (Двадцять вісім тисяч двісті вісімдесят п'ять гривень, нуль копійок)
Учасники реалізації проєкту	Учні 1-11 класів та педагогічний колектив комунального закладу «Вінницький ліцей №8»

Коментарі	Екологія України зазнає значних втрат через руйнування інфраструктури та забруднення довкілля, реалізація проєкту стає особливо актуальною. Це не лише сприяє відновленню та збереженню природного середовища, але й об'єднує громаду навколо спільної мети, підвищуючи екологічну свідомість та покращуючи якість життя мешканців. Саме зараз, коли природа потребує нашої підтримки, такі ініціативи є надзвичайно важливими.
Наявність презентації	Під час захисту
Наявність фото	
Наявність відеоматеріалів	Під час захисту

Додаток Б

Анкета з вивчення впливу STEM-проектів
на навчальну активність і екологічну свідомість учнів

1. Загальна інформація

- Клас

- ☐ 8-Б
- ☐ 8-В
- ☐ 10-А
- ☐ 10-Б

2. Ставлення до вивчення хімії

- Чи цікаво вам вивчати хімію?

- ☐ Так, дуже цікаво
- ☐ Частково цікаво
- ☐ Не дуже цікаво
- ☐ Зовсім нецікаво

- Що саме вам найбільше подобається на уроках хімії?

- ☐ Проведення дослідів
- ☐ Робота в групах / проєктах
- ☐ Зв'язок хімії з повсякденним життям
- ☐ Інше (вкажіть) _____

- Як часто ви використовуєте знання хімії у реальному житті (побут, природа, здоров'я)?

- ☐ Часто
- ☐ Іноді
- ☐ Рідко
- ☐ Ніколи

3. Ставлення до STEM-навчання

- Чи брали ви участь у STEM-проектах чи дослідницьких роботах на уроках хімії?

- ☐ так

☐ ні

• Якщо так, вкажіть, який саме проєкт це був _____

• Що вам найбільше сподобалося під час роботи над проєктом?

☐ Можливість працювати самостійно

☐ Робота в команді

☐ Використання цифрових інструментів / досліджень

☐ Можливість проявити творчість

☐ Інше (вкажіть) _____

• Як ви оцінюєте свій рівень умінь працювати в команді після участі у STEM-проєктах?

☐ Значно покращився

☐ Трохи покращився

☐ Не змінився

☐ Важко відповісти

4. Формування екологічної та ціннісної свідомості

• Як ви вважаєте, чи впливають ваші дії на стан довкілля?

☐ Так

☐ Частково

☐ Ні

• Чи змінилося ваше ставлення до навколишнього середовища після участі в проєкті?

☐ Так, мене більше стали хвилювати екологічні питання

☐ Ні, залишились без змін

☐ Важко сказати

• Які екологічні звички ви почали або плануєте впроваджувати після участі в проєкті?

5. Відкриті питання

• Що на вашу думку допомагає зробити уроки хімії більш цікавими та корисними?

• Які навички ви розвинули під час роботи над STEM-проєктом?

Додаток В

Настільна гра “Хімічне триміно з теми КОЛООБІГ ОКСИГЕНУ”

Загальна інформація

Мета гри: Сформувати в учнів уявлення про колообіг Оксигену в природі, показати взаємозв’язок між біологічними, хімічними та фізичними процесами, у яких бере участь кисень; розвивати логічне мислення, уміння встановлювати причинно-наслідкові зв’язки та працювати в команді.

Кількість гравців: мінімум – 2, максимум – 6.

Вік учасників: 11-17 років

Тривалість: 15-20 хв

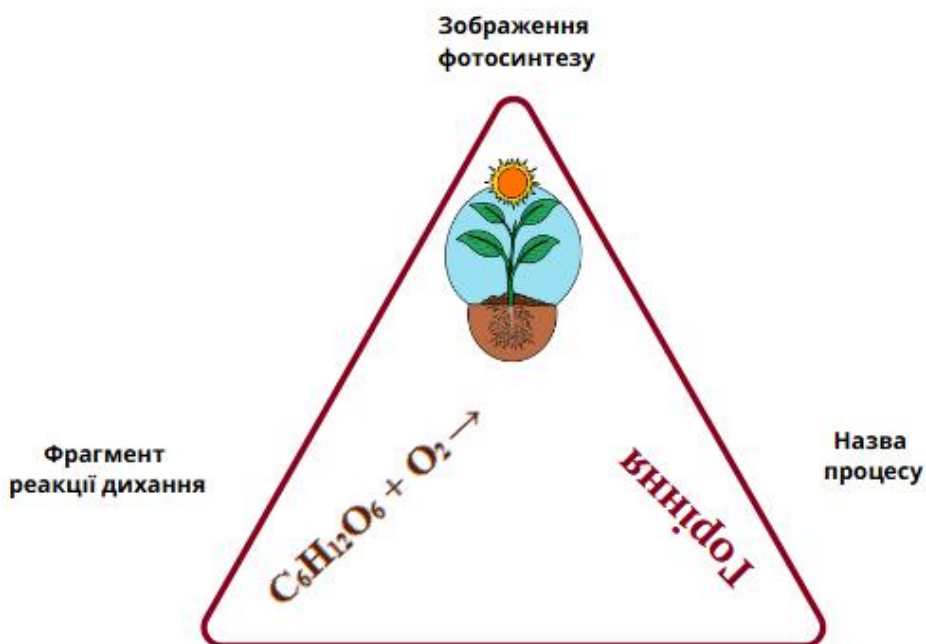
Мета: швидше за всіх позбутися карток

Поразка: програє той, хто кладе останню картку

Опис карток

Кількість: 36

Вигляд: трикутник, в кожному куті якого розташоване зображення, назва та фрагмент реакції процесу



Правила гри

1. Підготовка

Ведучий перемішує картки та роздає кожному гравцю по 6 трикутників, решта – резерв. Першу картку з резерву кладуть на стіл. Це початок першого шестикутника.

За допомогою жеребкування або грального кубика визначають, хто ходить першим.

2. Гра

Гравці, викладаючи по одній картці починають будувати шестикутник таким чином, щоб зображення на суміжних кутах трикутника повторювалось, а назва процесу співпадала з фрагментом хімічної реакції.



Якщо у наступного гравця нема трикутника з певним зображенням, він починає інший шестикутник. На ігровому полі може бути одночасно розпочато декілька шестикутників.

Гравець, який кладе останню картку у шестикутнику, може зробити додатковий хід.

Резерв

З резерву картки можна брати у трьох випадках:

- Після закриття кожного шестикутника беруть всі по одній картці, починаючи з того, хто поклав трикутник останнім
- Якщо в гравця картки закінчились, а в резерві ще ні
- Якщо в гравця немає потрібної картки, він може взяти з резерву не більше трьох. Якщо потрібної картки не виявилось, то право ходу переходить до наступного

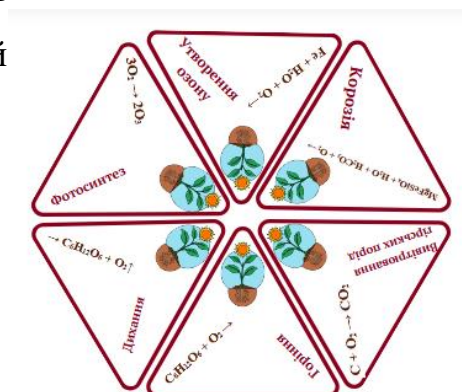
Штраф

Ведучий слідкує, щоб гравці викладали картки згідно з правилами. Якщо хтось із гравців помиляється, він забирає свою картку і пропускає хід.

3. Закінчення гри

Гра вважається закінченою, коли на ігровому полі викладені всі шестикутники по принципу – зображення в центрі, а назви та фрагменти хімічних реакцій назовні.

Програє той, хто кладе останній трикутник.



Додаток Г

Результати анкетування до та після експерименту

