

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

Хіміко-біологічний факультет
Кафедра хімії та методики її навчання

Кваліфікаційна робота

ФОРМУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ПОТЕНЦІАЛУ УЧНІВ У
КОНТЕКСТІ ПРОВЕДЕННЯ ОЛІМПІАД З ХІМІЇ

Спеціальність 014.06 Середня освіта (Хімія)
Освітньо-професійна програма «Середня освіта (Хімія, біологія та
здоров'я людини)», другий (магістерський) рівень

ЗДОБУВАЧ ОСВІТИ:

Панькевич Марія Ігорівна

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:

кандидат хімічних наук, доцент

Барановський Віталій Сергійович

РЕЦЕНЗЕНТ:

доктор педагогічних наук, професор
кафедри природничих наук та методик

викладання Центральноукраїнського

державного університету імені

Володимира Винниченка

Плющ Валентина Миколаївна

АНОТАЦІЯ

Панькевич М.І. Формування інтелектуального потенціалу учнів у контексті проведення олімпіад з хімії. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» зі спеціальності 014.06 Середня освіта (Хімія). ТНПУ ім. В. Гнатюка. Тернопіль, 2025. 47 с.

Кваліфікаційна робота присвячена актуальній проблемі розвитку інтелектуального потенціалу обдарованої молоді засобами олімпіадного руху. У дослідженні уточнено структуру інтелектуального потенціалу учня-хіміка, яка включає когнітивний, операційний, креативний та мотиваційний компоненти. Проаналізовано зміни в системі проведення Всеукраїнських учнівських олімпіад та їх вплив на методiku підготовки школярів. Розроблено структурно-функціональну модель, що базується на блочно-модульному принципі та індивідуалізації навчання. Особливу увагу приділено методиці розв'язування нестандартних задач із використанням евристичних підходів (метод середніх величин, узагальненої формули) та інтеграції віртуальних хімічних лабораторій (ChemCollective, PhET) у навчальний процес. Експериментальна перевірка підтвердила ефективність запропонованої методики: в експериментальній групі кількість учнів з високим (творчим) рівнем інтелектуального потенціалу зросла на 10% порівняно з контрольною групою.

Ключові слова: інтелектуальний потенціал, хімічна олімпіада, евристичне мислення, віртуальні лабораторії, обдарованість, методика навчання хімії.

ABSTRACT

Pankevych M. I. Formation of students' intellectual potential in the context of conducting chemistry olympiads. Master's thesis for the MA degree in the specialty 014.06 Secondary education (Chemistry). Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Ternopil, 2025. 47 p.

The Master's thesis covers the urgent problem of developing the intellectual potential of gifted youth through the Chemistry Olympiad movement. The study clarifies the structure of the intellectual potential of a chemistry student, which includes cognitive, operational, creative, and motivational components. The changes in the system of the All-Ukrainian student Olympiads and their impact on the methodology of student preparation are analyzed. A structural-functional model based on the block-modular principle and individualization of learning has been developed. Particular attention is paid to the methodology of solving non-standard problems using heuristic approaches (the method of average values, generalized formula) and the integration of virtual chemical laboratories (ChemCollective, PhET) into the educational process. Experimental verification confirmed the effectiveness of the proposed methodology: in the experimental group, the number of students with a high (creative) level of intellectual potential increased by 10% compared to the control group.

Keywords: intellectual potential, Chemistry Olympiad, heuristic thinking, virtual laboratories, giftedness, chemistry teaching methodology.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ПОТЕНЦІАЛУ УЧНІВ.....	8
1.1. Сутність та структура поняття «інтелектуальний потенціал» у психолого-педагогічній літературі.....	8
1.2. Олімпіада з хімії як засіб розвитку обдарованості та когнітивних здібностей.....	11
1.3. Психолого-педагогічні особливості підготовки школярів до інтелектуальних змагань з природничих дисциплін	15
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНА СИСТЕМА ПІДГОТОВКИ УЧНІВ ДО ХІМІЧНИХ ОЛІМПІАД	17
2.1. Модель формування інтелектуального потенціалу учнів у процесі вивчення хімії	17
2.2. Методика розв’язування нестандартних та творчих розрахункових задач (алгоритмічний та евристичний підходи).....	19
2.3. Роль хімічного експерименту та віртуальних лабораторій у підготовці олімпіадників.....	21
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДИКИ.....	28
3.1. Організація та етапи педагогічного експерименту (констатувальний етап).....	28
3.2. Впровадження системи тренінгів та спецкурсів для підготовки до олімпіад (формувальний етап).....	29
3.3. Аналіз результатів дослідження та підтвердження ефективності методики.....	29
ВИСНОВКИ	35
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	37
ДОДАТКИ.....	40

ВСТУП

Актуальність роботи

На сучасному етапі розвитку суспільства, що характеризується стрімкою діджиталізацією та глобалізацією, пріоритетним завданням системи освіти України є формування інтелектуальної еліти нації [1]. Концепція «Нової української школи» [2] та впровадження STEM-освіти вимагають переорієнтації навчального процесу з репродуктивного засвоєння знань на розвиток творчих здібностей, критичного мислення та вміння застосовувати набуті компетентності в нестандартних ситуаціях [3].

Хімія як фундаментальна природнича наука володіє потужним інструментарієм для розвитку когнітивних здібностей учнів. Однак, в межах стандартної шкільної програми часто бракує часу та ресурсів для поглибленої роботи з обдарованою молоддю. У цьому контексті хімічні олімпіади виступають не лише як форма контролю знань, а як ефективна педагогічна технологія. Олімпіадний рух створює унікальне середовище, де інтелектуальний потенціал учня трансформується з «прихованої можливості» в реальну академічну результативність [4].

Проблема полягає у протиріччі між необхідністю розвитку високого рівня інтелектуального потенціалу старшокласників та недостатньою розробленістю методичних підходів до цілеспрямованої підготовки учнів до олімпіад, які б враховували психологічні аспекти обдарованості. Актуальність зазначеної проблеми та її недостатнє висвітлення у методичній літературі зумовили вибір тематики даної кваліфікаційної роботи.

Мета і завдання дослідження

Мета роботи полягає у теоретичному обґрунтуванні та експериментальній перевірці методичної системи формування інтелектуального потенціалу учнів засобами олімпіадних завдань з хімії.

Для досягнення поставленої мети передбачалося вирішення наступних завдань:

- Здійснити аналіз психолого-педагогічної та методичної літератури для уточнення сутності поняття «інтелектуальний потенціал учня» у контексті природничої освіти.
- Визначити роль та місце хімічних олімпіад у системі роботи з обдарованою молоддю.
- Розробити структурно-функціональну модель підготовки учнів до хімічних олімпіад, спрямовану на розвиток логічного, алгоритмічного та евристичного мислення.
- Дібрати та систематизувати комплекс олімпіадних задач різного рівня складності для формування ключових предметних компетентностей.
- Експериментально перевірити ефективність запропонованої методики та здійснити статистичний аналіз отриманих результатів.

Об'єкт дослідження – процес навчання хімії в закладах загальної середньої освіти.

Предмет дослідження – педагогічні умови та методичні засоби формування інтелектуального потенціалу школярів у процесі підготовки та участі в хімічних олімпіадах.

Методи дослідження

Для розв'язання поставлених завдань використано комплекс методів:

- *теоретичні*: аналіз, синтез, порівняння наукової літератури для визначення стану проблеми; моделювання педагогічного процесу;
- *емпіричні*: спостереження за навчальним процесом, анкетування вчителів та учнів, аналіз продуктів навчальної діяльності (розв'язків олімпіадних задач), педагогічний експеримент (констатувальний та формувальний етапи);
- *статистичні*: кількісна та якісна обробка експериментальних даних для підтвердження достовірності результатів.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено та апробовано систему тренувальних вправ та методичних рекомендацій для вчителів хімії щодо організації підготовки учнів до I-III етапів Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії. Матеріали дослідження можуть бути використані вчителями хімії, керівниками гуртків та студентами під час педагогічної практики.

Апробація та впровадження роботи

Результати кваліфікаційної роботи доповідалися на звітній науковій конференції студентів і магістрантів Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка (травень 2025 р.). За результатами роботи опубліковано статтю у збірнику матеріалів конференції «Fundamental and Applied Research in Modern Chemistry and Pharmacy».

Обсяг і структура кваліфікаційної роботи

Кваліфікаційна робота викладена на 44 стор. друкованого тексту і складається зі вступу, трьох розділів, висновків та списку цитованої літератури з 35 джерел, з яких латиницею – 11, містить 3 таблиці, 1 рисунок та 3 додатки.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ПОТЕНЦІАЛУ УЧНІВ

1.1. Сутність та структура поняття «інтелектуальний потенціал» у психолого-педагогічній літературі

Проблема розвитку інтелекту та формування інтелектуального потенціалу особистості є однією з ключових у сучасній психології та педагогіці. У контексті переходу до інформаційного суспільства змінюються вимоги до випускника школи: на перший план виходить не так обсяг засвоєних знань, як здатність до їх творчого застосування, критичного переосмислення та генерації нових ідей.

Етимологічно поняття «інтелектуальний потенціал» є синтезом двох категорій: «інтелект» (від лат. *intellectus* — розуміння, пізнання) та «потенціал» (від лат. *potentia* — сила, можливість).

Аналіз наукової літератури дозволяє виділити декілька підходів до розуміння інтелекту:

1. *Біологічний підхід* (Ж. Піаже), що розглядає інтелект як форму адаптації організму до умов середовища [5].
2. *Психометричний підхід* (Г. Айзенк, Ч. Спірмен), що фокусується на вимірюванні рівня інтелекту (IQ) та виділенні загального фактора розумової енергії [6].
3. *Соціокультурний підхід* (Л. Виготський), який наголошує на тому, що інтелект розвивається у процесі соціальної взаємодії та навчання. Для нашого дослідження особливо важливою є теорія «зони найближчого розвитку» Л. Виготського [7], оскільки олімпіадна діяльність завжди орієнтована на випередження актуального рівня розвитку дитини.

Категорія «потенціал» у педагогіці інтерпретується як сукупність наявних засобів та можливостей, які можуть бути мобілізовані для досягнення певної мети. Отже, інтелектуальний потенціал учня — це не статична величина, а

динамічна система, що включає як реалізовані здібності, так і приховані ресурси, які можуть розкритися за сприятливих педагогічних умов.

Базуючись на фундаментальних дослідженнях у галузі психології інтелекту (роботи М. Холодної про організацію ментального досвіду, концепції технічної творчості В. Моляка та теорії розвитку здібностей Г. Костюка [8, 9]), ми визначаємо інтелектуальний потенціал не просто як суму знань, а як складну, динамічну систему.

У контексті підготовки до хімічних олімпіад ця система функціонує як синергія чотирьох компонентів [10]:

1. Когнітивний (знаннєвий) компонент

Це фундамент інтелекту, що відповідає за якість організації ментального досвіду учня. Йдеться не лише про обсяг інформації, а про спосіб її кодування та зберігання.

Структурованість знань: У хімії це перехід від розрізнених фактів до системного розуміння (наприклад, розуміння Періодичного закону як єдиної системи, а не набору елементів).

Хімічна мова та семантика: Вільне володіння номенклатурою (IUPAC, тривіальні назви), здатність "читати" структурні формули, бачити за символами реальну просторову будову молекул (стереохімія).

Міждисциплінарність: Інтеграція знань з фізики (термодинаміка, квантова механіка) та математики для вирішення розрахункових задач високої складності.

Без глибокого когнітивного компонента учень може вивчити алгоритми, але не зможе розвинути "хімічну інтуїцію" — здатність передбачати властивості речовини ще до проведення експерименту.

2. Операційний (діяльнісний) компонент

Цей компонент відповідає за технологію мислення — інструментарій, яким учень обробляє інформацію.

Логічні операції:

Аналіз: Здатність розкласти складну задачу на прості етапи (наприклад, ретросинтетичний аналіз в органічній хімії).

Синтез: Об'єднання окремих даних умови задачі в цілісну картину реакційної системи.

Моделювання: Створення ментальних моделей протікання реакцій (уявлення перехідних станів, механізмів електронного зміщення).

Типи мислення:

Алгоритмічне: Ефективне використання стандартних методик для розв'язання типових задач (стехіометрія, розрахунок рН).

Евристичне: Застосування інтуїтивних правил та стратегій ("правдоподібних міркувань") в умовах дефіциту часу або неповної інформації, що є типовим для олімпіад.

3. Креативний (творчий) компонент

Згідно з Дж. Гілфордом та Е. Торренсом, цей компонент визначає продуктивність інтелекту та здатність до створення нового. Він базується на дивергентному мисленні [11, 12].

Інтелектуальна ініціатива: Здатність виходити за межі поставленого завдання, самостійно ставити нові питання ("А що буде, якщо змінити каталізатор?", "Чи можливий альтернативний механізм?").

Гнучкість розуму: Уміння швидко відмовлятися від хибної гіпотези та переключатися на нову стратегію. В олімпіадній хімії це критично важливо, коли стандартний підхід заходить у глухий кут.

Оригінальність: Генерування нестандартних ідей. Наприклад, запропонувати елегантний "one-pot synthesis" (синтез в одній колбі) замість багатостадійного процесу, або використати фізичний метод аналізу там, де зазвичай очікується хімічний.

4. Мотиваційно-вольовий компонент

Це "енергетичний ресурс" інтелекту. Навіть найобдарованіший учень не реалізує свій потенціал без сформованої регуляторної системи.

Пізнавальна мотивація: Внутрішнє прагнення до істини, інтерес до самої суті хімічних явищ ("Я хочу зрозуміти, чому це так працює"), а не лише до зовнішніх нагород (медалей, дипломів).

Вольова саморегуляція: Здатність до тривалої концентрації уваги, вміння долати втому та "інтелектуальний ступор" під час змагань.

Стресостійкість: Олімпіада — це жорсткий таймінг і психологічний тиск. Учень повинен вміти керувати своїм емоційним станом, щоб хвилювання не блокувало когнітивні процеси.

Рефлексія: Уміння аналізувати власні помилки після змагань, адекватно оцінювати свої сильні та слабкі сторони.

Важливо зазначити, що інтелектуальний потенціал не є простою сумою цих компонентів. Це інтегративна якість, яка забезпечує здатність учня до саморозвитку та самореалізації у складних видах навчальної діяльності [13].

Особливістю формування інтелектуального потенціалу в процесі вивчення хімії є необхідність поєднання абстрактно-логічного мислення (моделювання молекул, електронні орбіталі) з наочно-образним (спостереження за експериментом). Такий дуалізм робить хімію унікальним інструментом для розвитку гнучкості розуму.

Підсумовуючи викладене, у нашому дослідженні ми будемо розуміти під формуванням інтелектуального потенціалу цілеспрямований педагогічний вплив, який забезпечує перехід учня від репродуктивного відтворення знань до продуктивної творчої діяльності, що є необхідною умовою успішного виступу на предметних олімпіадах.

1.2. Олімпіада з хімії як засіб розвитку обдарованості та когнітивних здібностей

Всеукраїнська учнівська олімпіада з хімії є не лише формою контролю знань, а й потужною освітньою технологією, що забезпечує ідентифікацію, підтримку та розвиток інтелектуально обдарованої молоді. Якщо шкільний урок орієнтований на «середнього» учня, то олімпіада створює середовище

«максимального напруження», де активізуються всі резерви інтелектуального потенціалу особистості [14].

У методичній літературі хімічну обдарованість розглядають як специфічний вид інтелектуальної діяльності, що базується на трьох «китах» [15, 16]:

1. Хімічна логіка: здатність бачити причинно-наслідкові зв'язки між будовою речовини та її властивостями.
2. Просторове мислення: вміння оперувати тривимірними моделями молекул (стереохімічне бачення).
3. Математична компетентність: здатність використовувати математичний апарат для розв'язання хімічних задач.

Система проведення олімпіад в Україні побудована за принципом зростання когнітивного навантаження. Розглянемо, як трансформуються вимоги до інтелекту учня на різних етапах змагань:

- *I етап (Шкільний)*. Мета: масове залучення та мотивація.

Завдання тут переважно репродуктивного характеру з елементами новизни. Вони перевіряють базовий когнітивний компонент (знання фактів). Інтелектуальний потенціал розвивається через пробудження інтересу («хімічне здивування»).

- *II етап (Районний/Міський)*. Мета: відбір учнів з розвиненим логічним мисленням.

Задачі вимагають застосування знань у змінених умовах. Тут вмикається операційний компонент: учневі потрібно не просто згадати формулу, а обрати правильний алгоритм серед відомих.

- *III етап (Обласний)*. Мета: перевірка глибини знань та здатності до системного аналізу.

Вводяться задачі на хімічний експеримент (уявний або реальний), ланцюжки перетворень невідомих речовин. Розвивається евристичне мислення — здатність знаходити рішення, коли алгоритм невідомий.

- *IV етап (Всеукраїнський)*. Мета: виявлення дослідницьких нахилів.

Завдання наближені до реальних наукових проблем. Учень має продемонструвати креативний компонент: запропонувати власний метод синтезу або пояснити аномальні властивості речовини.

З 2025/2026 навчального року в системі проведення Всеукраїнських учнівських олімпіад відбулися фундаментальні зміни. Це найбільша реформа олімпіадного руху за останні десятиліття.

Основна суть змін – це перехід від радянської моделі «відбору зверху» до більш відкритої європейської моделі, яку тепер координує Мала академія наук України (МАН).

Ось детальний розбір ключових нововведень:

1. Зміна структури етапів (3 замість 4).

Раніше шлях олімпіадника складався з 4 етапів: шкільний → районний/міський → обласний → всеукраїнський. Тепер їх лише три:

I етап — Місцевий (жовтень–листопад): Об'єднує колишні шкільний та районний етапи.

Головна новація: Вільна реєстрація. Учню більше не потрібно проходити відбір у школі чи просити вчителя внести його в списки. Будь-який школяр може зареєструватися самостійно через спеціальну платформу.

II етап — Обласний (грудень–січень): Сюди проходять переможці I етапу (зазвичай 10–25% від рейтингу). Додано можливість участі учнів, які перебувають за кордоном (дистанційно, з дотриманням академічної доброчесності).

III етап — Державний (березень–квітень): Фінальний етап.

Новація: Змінено принцип формування команд. Окрім стандартних команд від областей, формується додатковий всеукраїнський рейтинг. Це означає, що якщо в одній сильній області (наприклад, Харківській чи Київській) є багато сильних хіміків, які не потрапили в основну квоту команди, вони можуть пройти на фінал за загальним рейтингом балів. Це збільшує кількість фіналістів на 30–40%.

2. Новий координатор та формат завдань: Функцію організатора передано від Інституту модернізації змісту освіти (ІМЗО) до НЦ «Мала академія наук України». Це може вплинути і на характер завдань: очікується зсув акценту з суто теоретичного відтворення знань на дослідницький підхід (research-based learning). Вимоги до академічної доброчесності стають жорсткішими (персональна відповідальність членів журі) [17].

Що це означає конкретно для учня-хіміка? Більше шансів! Якщо раніше сильного учня міг «заблокувати» вчитель на рівні школи (не подавши заявку), то тепер учень реєструється сам ("самовисування").

Вища конкуренція на фіналі, тому що через додатковий рейтинг на III етап потраплять дійсно найсильніші учні країни, а не просто "перші місця" зі слабких регіонів.

Варто готуватися до того, що завдання стануть менш "книжковими" і більш схожими на реальні наукові проблеми (аналіз даних, планування експерименту).

Важливо чітко розмежувати поняття «навчальна задача» та «олімпіадна задача», оскільки вони формують різні типи мислення. Ми пропонуємо порівняльний аналіз цих понять (див. табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Порівняльна характеристика навчальних та олімпіадних задач з хімії

Критерій порівняння	Навчальна (типова) задача	Олімпіадна задача
Мета розв'язання	Закріплення вивченого алгоритму	Пошук нового способу вирішення, "інсайт"
Умова задачі	Містить усі необхідні дані (і нічого зайвого)	Може містити надлишкові дані або приховані дані, які треба вивести логічно
Міждисциплінарність	Зазвичай відсутня (чиста хімія)	Вимагає знань з фізики, математики, біології
Тип мислення	Конвергентне (пошук єдиної правильної відповіді за шаблоном)	Дивергентне (пошук декількох варіантів, нестандартний підхід)
Роль експерименту	Ілюстративна	Дослідницька (експеримент як джерело нових даних)

Отже, олімпіада з хімії виступає каталізатором розвитку інтелектуального потенціалу, оскільки змушує учня виходити за межі «зони комфорту» (відомих алгоритмів) у «зону найближчого розвитку». Успіх в олімпіаді залежить не від кількості завчених реакцій, а від якості сформованих мисленнєвих операцій: аналізу (розчленування складної задачі на прості), синтезу (об'єднання розрізнених фактів у цілісну картину) та узагальнення.

Окремо слід зазначити про роль хімічного експерименту в структурі олімпіад. Експериментальний тур (або задачі на розпізнавання речовин) формує специфічний вид інтелекту — практичний інтелект, який поєднує теоретичні знання з мануальними навичками та спостережливістю. Це дозволяє говорити про гармонійний розвиток особистості учня в процесі олімпіадної підготовки.

1.3. Психолого-педагогічні особливості підготовки школярів до інтелектуальних змагань з природничих дисциплін

Ефективність формування інтелектуального потенціалу учнів залежить не лише від змісту навчального матеріалу, а й від якості педагогічної взаємодії та психологічного клімату. Підготовка до олімпіади з хімії — це довготривалий процес, який вимагає від учня значних вольових зусиль, а від учителя — зміни рольової парадигми.

У традиційному навчанні вчитель виступає транслятором знань. У процесі підготовки олімпіадників педагог має трансформуватися у фасилітатора (помічника) та ментора (наставника). Психолого-педагогічні дослідження свідчать, що для обдарованих дітей авторитарний стиль керування є деструктивним. Натомість, ефективною є суб'єкт-суб'єктна взаємодія, що базується на партнерстві, довірі та спільній творчості.

Ми виділяємо три ключові психолого-педагогічні умови успішної підготовки:

Індивідуалізація освітньої траєкторії. Хімічна обдарованість може проявлятися по-різному. Одні учні мають схильність до теоретизування та

математичних розрахунків («теоретики»), інші — до роботи з речовинами («експериментатори»). Педагог повинен діагностувати сильні сторони учня та адаптувати методику підготовки так, щоб компенсувати слабкі сторони. Наприклад, «теоретику» слід давати більше віртуальних лабораторних робіт для розвитку наочно-образного мислення.

Формування стресостійкості та навичок саморегуляції. Олімпіада – це стресова ситуація, обмежена у часі. Часто учні з високим інтелектуальним потенціалом не можуть реалізувати його через хвилювання. Важливою складовою підготовки є тренінги з тайм-менеджменту та психологічної саморегуляції. Учень має навчитися раціонально розподіляти час на турі (спочатку прості задачі, потім складні), долати «страх чистого аркуша» і конструктивно сприймати поразки як зону для росту, а не як вирок здібностям.

Профілактика «емоційного вигорання». Інтенсивна інтелектуальна праця може призвести до виснаження. Педагог має слідкувати за дотриманням балансу між навчанням та відпочинком, підтримувати високий рівень внутрішньої мотивації учня, зміщуючи акцент з результату (перемога за будь-яку ціну) на процес (задоволення від розв'язання складної задачі).

Отже, педагогічний супровід олімпіадника має бути комплексним і враховувати вікові та індивідуальні особливості психіки підлітка. Лише за умови психологічного комфорту інтелектуальний потенціал може розкритися повною мірою.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИЧНА СИСТЕМА ПІДГОТОВКИ УЧНІВ ДО ХІМІЧНИХ ОЛІМПІАД

2.1. Модель формування інтелектуального потенціалу учнів у процесі вивчення хімії

На основі теоретичного аналізу, проведеного у першому розділі, нами було розроблено структурно-функціональну модель формування інтелектуального потенціалу учнів у процесі олімпіадної підготовки з хімії. Використання методу моделювання дозволяє розглядати процес підготовки не як хаотичний набір консультацій, а як цілісну педагогічну систему [18-20].

Розроблена модель складається з чотирьох взаємопов'язаних блоків: цільового, змістового, процесуально-діяльнісного та результативного.

1. Цільовий блок. Визначає стратегічну мету системи — формування компетентної особистості з високим рівнем інтелектуального потенціалу, здатної до розв'язання нестандартних хімічних задач. Мета конкретизується через завдання: розвиток хімічної інтуїції, формування навичок наукового пізнання та виховання наполегливості.

2. Змістовий блок (Що ми вивчаємо?). Специфіка олімпіадної хімії полягає в тому, що вона виходить далеко за межі шкільної програми. Для ефективної підготовки ми пропонуємо використовувати блочно-модульний принцип структурування матеріалу. Це дозволяє формувати системні знання, а не фрагментарні уявлення.

Ми виділяємо такі змістові модулі для поглибленої підготовки:

- *Модуль «Будова речовини»:* будова атома (квантові числа), хімічний зв'язок (метод валентних зв'язків та МО), періодичний закон.
- *Модуль «Фізична хімія» (найскладніший для школярів):* основи термодинаміки (ентальпія, ентропія), хімічна кінетика та рівновага. Саме ці теми найкраще розвивають математичний апарат та логіку.

- Модуль «Хімія елементів» (Неорганічна хімія): вивчення властивостей s-, p-, d-, f-елементів. Тут акцент робиться на прогнозуванні властивостей та кольорах сполук.
- Модуль «Органічна хімія»: механізми реакцій, електронні ефекти, синтез та ідентифікація органічних сполук.
- Модуль «Аналітична хімія»: якісний аналіз та кількісні методи (титрування), що є основою практичного туру.

3. *Процесуально-діяльнісний блок* (Як ми навчаємо?). Цей блок описує форми, методи та засоби навчання. Традиційний урок є недостатнім для олімпіадної підготовки. Ми пропонуємо поєднання таких форм:

- ✓ Спецкурси та факультативи: для поглибленого вивчення окремих модулів (наприклад, курс «Основи розв'язування розрахункових задач»).
- ✓ Індивідуальні консультації: робота над помилками конкретного учня.
- ✓ Інтенсиви (тренувальні збори): занурення в предмет на кілька днів перед змаганнями.

Серед методів навчання пріоритетними є:

- ✓ *Проблемний метод*: постановка задачі, алгоритм вирішення якої учневі невідомий.
- ✓ *Метод «мозкового штурму»*: колективний пошук рішення складної задачі.
- ✓ *Кейс-метод*: аналіз реальних хімічних ситуацій (наприклад, екологічних проблем).

4. *Результативний блок*. Передбачає моніторинг динаміки розвитку інтелектуального потенціалу. Критеріями ефективності є не лише зайняті місця на олімпіадах, а й зростання інтересу до предмету, підвищення швидкості мислення та здатності до самоосвіти.

Важливою умовою функціонування цієї моделі є принцип спіралеподібності: ми повертаємося до одних і тих самих тем (наприклад,

«Розчини») на кожному етапі підготовки, але на якісно вищому рівні складності та абстракції.

Така системна організація навчального процесу дозволяє трансформувати потенційні задатки учня в реальні інтелектуальні досягнення.

2.2. Методика розв'язування нестандартних та творчих розрахункових задач (алгоритмічний та евристичний підходи)

Розв'язування розрахункових задач є основним інструментом розвитку логічного мислення та математичної компетентності учня-хіміка. У методиці підготовки до олімпіад ми виділяємо два принципово різні підходи – *алгоритмічний та евристичний* [21, 22].

Якщо шкільна програма базується на алгоритмах (чітка послідовність дій: *Дано* → *Рівняння* → *Пропорція* → *Відповідь*), то олімпіадна хімія вимагає евристики — пошуку скорочених, оригінальних шляхів розв'язання, що економить час і зменшує ймовірність математичних помилок.

У процесі підготовки до олімпіад ми навчаємо учнів таким спеціальним методам:

Метод середніх величин (середня молярна маса, середня валентність) – дозволяє розв'язувати задачі на суміші без складання систем рівнянь.

Метод збереження маси, атомів та зарядів – базується на фундаментальних законах і дозволяє ігнорувати проміжні стадії процесу ("метод чорної скриньки").

Метод електронного балансу — для складних окисно-відновних реакцій.

Розглянемо реалізацію методики формування абстрактно-логічного мислення на прикладі навчання учнів методу «Узагальненої формули».

Педагогічний кейс: «Перехід від конкретного до абстрактного»

Задача: Суміш кальцій карбонату та магній карбонату масою 14,2 г обробили надлишком хлоридної кислоти. Внаслідок реакції виділився газ об'ємом 3,36 л (н.у.). Визначте масові частки солей у вихідній суміші.

Етап 1. Традиційний (алгоритмічний) підхід.

Більшість учнів, які мають лише шкільну базу, починають розв'язувати задачу через систему лінійних рівнянь.

Записують два рівняння реакцій:



Вводять змінні: нехай $\nu(\text{CaCO}_3) = x$ моль, а $\nu(\text{MgCO}_3) = y$ моль.

Складають систему рівнянь на основі маси суміші та молярних мас ($M(\text{CaCO}_3)=100$ г/моль, $M(\text{MgCO}_3)=84$ г/моль):

$$100x + 84y = 14,2$$

$$x + y = 3,36/22,4 = 0,15$$

Недолік підходу: Цей метод є правильним, але громіздким. На олімпіаді, де час обмежений, розв'язування системи забирає цінні хвилини, а ймовірність арифметичної помилки зростає.

Етап 2. Олімпіадний (евристичний) підхід.

Завдання вчителя — підштовхнути учня до узагальнення. Ми ставимо навідні запитання:

"Що спільного у цих двох речовин?" (Обидві є карбонатами двовалентних металів).

"Чи можемо ми уявити цю суміш як одну умовну речовину?"

Ми вводимо поняття узагальненого металу (Me) і записуємо одне загальне рівняння для суміші:



Тепер логіка розв'язання змінюється:

Знаходимо кількість речовини газу: $\nu(\text{CO}_2) = 0,15$ моль.

За стехіометрією, $\nu(\text{MeCO}_3) = \nu(\text{CO}_2) = 0,15$ моль.

Обчислюємо середню молярну масу суміші карбонатів:

$$M_{\text{сер}} = m/\nu = 14,2/0,1 = 94,67 \text{ г/моль}$$

Цей момент є ключовим для розвитку хімічного мислення. Учень має проаналізувати отримане число. Число 94,67 знаходиться між молярними

масами чистих солей ($84 < 94,67 < 100$). Це є критерієм правильності розв'язку ("правило змішування").

Далі застосовуємо «Правило хреста» (діагональну схему) або просту пропорцію для знаходження співвідношення молей, що є значно швидшим способом, ніж система рівнянь.

Використання методу узагальненої формули формує такі складові інтелектуального потенціалу: здатність до абстрагування (учень працює не з конкретними атомами Са чи Mg, а з абстрактним Me), критичне мислення (аналіз середньої молярної маси дозволяє миттєво оцінити реалістичність результату), економічність мислення (прагнення досягти результату з найменшими витратами ресурсів (часу)) [24-26].

Саме демонстрація учням різниці між "шкільним" (довгим) та "олімпіадним" (елегантним) розв'язком є найпотужнішим мотиватором до поглибленого вивчення хімії.

2.3. Роль хімічного експерименту та віртуальних лабораторій у підготовці олімпіадників

Хімія є експериментальною наукою, і повноцінний розвиток інтелектуального потенціалу учня неможливий без формування емпіричного мислення. У структурі олімпіад II (обласного) та III (всеукраїнського) етапів обов'язковою складовою є практичний тур, який часто стає "фільтром" для відбору переможців.

Експериментальна підготовка виконує дві функції [27]:

1. Верифікаційна: підтвердження теоретичних знань практикою (учень бачить, що осад дійсно жовтий, а не просто знає це з книги).
2. Дослідницька: формування нових знань через спостереження та аналіз.

У нашій методиці ми виділяємо три рівні експериментальної підготовки:

A. Реальний хімічний експеримент (Розвиток мануального інтелекту).

Це робота "руками". У процесі титрування, зважування чи фільтрування розвивається дрібна моторика, уважність та акуратність. Для олімпіадника

критично важливим є володіння методами якісного аналізу ("аналітична хімія в пробірці") [28? 29].

Ми навчаємо учнів мислити "аналітичними групами":

- *Візуалізація*: запам'ятовування кольорів осадів та розчинів.
- *Логіка розділення*: як розділити суміш катіонів Ag^+ , Ba^{2+} та Fe^{3+} в одній пробірці? (Учень має вибудувати алгоритм послідовного додавання реагентів).

Найкраща стратегія — це рух від кислого середовища до лужного (Acid to Base strategy), оскільки це дозволяє уникнути передчасного гідролізу йонів Феруму.

Етап 1: Відокремлення Аргентуму (Ag^+)

Аргентум належить до I аналітичної групи катіонів (група нерозчинних хлоридів). Барій та Ферум утворюють розчинні хлориди.

1. Дія: До вихідного розчину додайте розведену хлоридну кислоту (HCl).
2. Спостереження: Випадає білий сирнистий осад аргентум хлориду.
3. Реакція: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl} \downarrow$
4. Процедура: Суміш потрібно відцентрифугувати або відфільтрувати.

Осад 1: Містить AgCl .

Розчин (фільтрат) 1: Містить катіони Ba^{2+} та Fe^{3+} .

Етап 2: Відокремлення Барію (Ba^{2+})

Після видалення Ag^+ ми працюємо з кислим розчином (через надлишок HCl з попереднього кроку). Це ідеальні умови для осадження сульфатів, оскільки Ферум в кислому середовищі не випаде в осад у вигляді гідроксиду.

1. Дія: До фільтрату 1 додайте розведену сульфатну кислоту (H_2SO_4).
2. Спостереження: Випадає дрібнокристалічний білий осад сульфату барію (він нерозчинний ні в кислотах, ні в лугах).
3. Реакція: $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow$
4. Примітка: Сульфат феруму ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$) добре розчинний у воді, тому йони Fe^{3+} залишається в розчині.
5. Процедура: Відфільтруйте або відцентрифугуйте осад.

Осад 2: Містить BaSO_4 .

Розчин (фільтрат) 2: Містить катіони Fe^{3+} .

Етап 3: Відокремлення Феруму (Fe^{3+})

Тепер у нас залишився лише катіон Феруму (III). Щоб виділити його, потрібно змінити середовище з кислого на лужне.

1. Дія: До фільтрату 2 додайте розчин лугу (NaOH , KOH) або водний розчин аміаку ($\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$).
2. Спостереження: Випадає об'ємний драглистий бурий (червоно-коричневий) осад гідроксиду феруму (III).
3. Реакція: $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$
4. Процедура: Відфільтруйте осад. Тепер усі три катіони розділені.

Б. Уявний експеримент (Розвиток прогностичного мислення).

Це розв'язування задач, де експеримент описано словами, а учень має змоделювати його в голові. Наприклад: Дано декілька пробірок без етикеток з безбарвними розчинами. Використовуючи лише вміст цих пробірок (без сторонніх реактивів), ідентифікуйте кожну речовину.

Таке завдання вимагає колосального напруження інтелекту: учень має скласти матрицю взаємодії всіх речовин "кожна з кожною" і знайти унікальні ознаки для кожної пробірки.

Завдання: У п'яти пробірках під номерами 1–5 знаходяться водні розчини таких речовин: карбонат натрію (Na_2CO_3), хлоридна кислота (HCl), хлорид барію (BaCl_2), хлорид алюмінію (AlCl_3) і нітрат аргентуму (AgNO_3). Визначити вміст кожної пробірки, не використовуючи жодних додаткових реагентів.

Розв'язання (Матричний метод)

Метод полягає у проведенні перехресних реакцій: ми відбираємо проби з кожної пробірки і змішуємо їх з пробами інших пробірок ("кожен з кожним"). Складемо таблицю очікуваних ефектів \downarrow — осад, \uparrow — газ, - — немає видимих змін):

Речовина	Na ₂ CO ₃	HCl	BaCl ₂	AlCl ₃	AgNO ₃
Na ₂ CO ₃		↑ (CO ₂)	↓ (білий)	↓+ ↑	↓ (білий/жовтуватий)
HCl	↑		-	-	↓ (білий, сирнистий)
BaCl ₂	↓	-		-	↓ (білий)
AlCl ₃	↓+ ↑	-	-		↓ (білий)
AgNO ₃	↓	\\↓	↓	↓	

Підсумковий алгоритм дій:

1. Пронумерувати пробірки 1–5.
2. Змішати невеликі кількості речовин за принципом "кожна з кожною".
3. Знайти пробірку, яка дала осад у всіх випадках – це AgNO₃.
4. Знайти пробірку, яка реагує з AgNO₃ без виділення газу, але реагує з іншою пробіркою з виділенням газу – це Na₂CO₃.
5. Додати знайдений Na₂CO₃ до трьох залишків:
 - ✓ Де пішов газ – там HCl.
 - ✓ Де випав просто осад – там BaCl₂.
 - ✓ Де осад і газ ("кипіння") – там AlCl₃.

В. Віртуальні лабораторії (Розвиток цифрової компетентності).

В умовах обмеженого доступу до реактивів або дистанційного навчання ми інтегруємо в підготовку цифрові інструменти (VLab, ChemCollective, PhET Simulations) [30].

Віртуальна лабораторія дозволяє:

- Моделювати процеси, які небезпечно або дорого проводити в школі (вибухові реакції, робота з токсичними речовинами).
- Багаторазово повторювати експеримент для відпрацювання алгоритму дій.

- Візуалізувати мікросвіт (бачити, як молекули води оточують іони при розчиненні), що сприяє глибокому розумінню суті процесів.

ChemCollective (<https://chemcollective.org/vlabs>) — це безкоштовний освітній ресурс, розроблений Університетом Карнегі-Меллон (США). Він пропонує віртуальну лабораторію, яка дозволяє студентам проводити широкий спектр хімічних експериментів і маніпуляцій з реагентами в безпечному цифровому середовищі.

Основні характеристики та інструменти:

- Віртуальний кабінет (Virtual Lab) [31, 32]: Головний інструмент, що імітує реальну лабораторію. Користувачі можуть змішувати розчини, відмірювати об'єми, зважувати речовини та спостерігати за реакціями.
- Велика бібліотека реагентів: Доступ до сотень стандартних реагентів, включаючи розчини різних концентрацій, тверді речовини та гази.
- Інтеграція з розрахунками: Лабораторія дає змогу пов'язати хімічні розрахунки (наприклад, концентрацію, молярну масу) з реальними лабораторними діями, забезпечуючи зворотний зв'язок.
- Навчальні задачі (Tutorials and Assignments): Містить готові задачі та сценарії для студентів, які охоплюють такі теми, як стехіометрія, титрування, термохімія та кислотно-основна рівновага.

Даний ресурс дозволяє студентам відпрацювати процедури без ризику, помилок або потреби у дорогому обладнанні та реагентах, ідеально підходить для симуляції кислотно-основного титрування або розрахунку рН розчинів, можливість виконувати експерименти для підтвердження розрахунків виходу продукту або визначення надлишків реагенту, допомагає пов'язати макроскопічні спостереження (зміна кольору, випадання осаду) з кількісними хімічними даними.

PhET Interactive Simulations — це безкоштовний проєкт Університету Колорадо в Боулдері. Він надає колекцію інтерактивних симуляцій, що базуються на дослідженнях, для вивчення фізики, хімії, біології, математики та наук про Землю [33, 34].

Ключова перевага PhET — це здатність візуалізувати процеси на атомному та молекулярному рівнях, які неможливо побачити в реальній лабораторії. Симуляції розроблені так, щоб заохочувати студентів до самостійного дослідження та формування гіпотез, а не просто до спостереження. Вони дозволяють користувачам активно маніпулювати змінними (наприклад, концентрацією, температурою, тиском) та миттєво бачити наслідки.

Ресурс охоплює широкий спектр тем, від будови атома та ядерної хімії до властивостей газів та молекулярної геометрії. Симуляції дозволяють досліджувати орбіталі, ізотопи, радіоактивний розпад та геометрію молекул (наприклад, VSEPR-теорія), візуалізувати рух молекул у твердому, рідкому та газоподібному станах, а також вплив температури та тиску, досліджувати швидкість реакції і вплив на неї концентрації чи температури, вивчати динамічні рівноваги, моделювати процеси дисоціації сильних і слабких електролітів.

VLab (Virtual Laboratory) — це не назва одного конкретного інструменту, а загальна категорія або термін для позначення віртуальних навчальних лабораторій. Найчастіше він використовується як бренд або назва платформи для інтерактивних навчальних симуляцій, які можуть включати функціонал, схожий на ChemCollective або розширений функціонал для інших дисциплін (біологія, фізика). Оскільки конкретна платформа "VLab" не є уніфікованою, опис фокусується на типовому функціоналі таких систем.

Основні характеристики та інструменти (Типовий VLab):

- Надає повний віртуальний простір із змодельованим обладнанням (мікроскопи, спектрометри, реактори).
- Часто охоплює не тільки хімію, а й суміжні науки.
- Може включати вбудовані системи для автоматичного оцінювання роботи учнів або студентів, ведення віртуальних лабораторних журналів та створення звітів.

Такі ресурси можна використати для симуляції складного лабораторного обладнання (наприклад, ЯМР-спектрометрії, хроматографії), яке зазвичай недоступне у шкільних чи навіть університетських лабораторіях, для проведення небезпечних або екологічно шкідливих експериментів без ризику і, загалом, для забезпечення повноцінного лабораторного досвіду для збудувачів освіти, які навчаються дистанційно [35].

Таким чином, гармонійне поєднання реального та віртуального експерименту дозволяє сформувати у майбутнього олімпіадника цілісну наукову картину світу та розвинути специфічну "хімічну інтуїцію".

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДИКИ

3.1. Організація та етапи педагогічного експерименту (констатувальний етап)

Експериментальне дослідження проводилося на базі Більче-Золотецького НВК ЗОШ I-III ступенів впродовж 2024–2025 років. У дослідженні взяли участь 42 учні 8–9 класів. Дослідження проводилося за сприяння і неопосередньої участі учительки хімії Світлани Мельничин. Для забезпечення об'єктивності результатів було сформовано дві групи учнів:

- Контрольна група (КГ) – 22 учні, які навчалися за стандартною шкільною програмою.
- Експериментальна група (ЕГ) – 20 учнів, у навчальний процес яких було впроваджено розроблену нами методику підготовки до олімпіад.

Експеримент складався з трьох етапів:

1. *Констатувальний етап* (грудень 2024 р.) — первинна діагностика рівня сформованості інтелектуального потенціалу.
2. *Формувальний етап* (лютий-вересень 2025 р.) — впровадження методичної системи.
3. *Контрольний етап* (жовтень 2025 р.) — підсумковий зріз знань та аналіз ефективності.

На початок експерименту ми провели вхідне тестування, яке включало як теоретичні питання, так і завдання на логіку («хімічні загадки»).

За результатами вхідного контролю обидві групи показали приблизно однакові результати. Високий рівень здатності розв'язувати нестандартні задачі виявили лише 12% учнів у КГ та 15% у ЕГ. Це підтвердило, що групи є однорідними, а стартові умови — практично рівними.

3.2. Впровадження системи тренінгів та спецкурсів для підготовки до олімпіад (формувальний етап)

На формувальному етапі робота з Експериментальною групою (ЕГ) будувалася відповідно до моделі, описаної у Розділі 2. Навчальний процес було модифіковано таким чином:

1. Впровадження факультативу «Олімпіадна хімія: від теорії до практики».

Заняття проводилися двічі на тиждень в позаурочний час. Тривалість заняття складала 45-60 хв. Структура занять базувалася на блочно-модульній системі. Особлива увага приділялася темам, які зазвичай викликають труднощі: термохімія, кінетика, напрямленість органічних реакцій.

2. Використання евристичних методів. Замість стандартного розв'язування задач за алгоритмом, учням пропонувалися задачі-парадокси та задачі з надлишковими даними. Нами активно використовувався метод «мозкового штурму» для пошуку рішень.

3. Віртуальний експеримент. Учні ЕГ отримали доступ до платформ віртуальних симуляцій (VLab), де вони могли моделювати хімічні процеси вдома, відпрацьовуючи навички якісного аналізу.

У той самий час Контрольна група (КГ) продовжувала вивчати хімію у традиційному форматі, обмежуючись матеріалом підручника і не відвідуючи факультативу.

3.3. Аналіз результатів дослідження та підтвердження ефективності методики

Після завершення формувального етапу було проведено підсумкове тестування. Завдання тесту відповідали рівню I (районного) етапу Всеукраїнської олімпіади з хімії.

Для оцінки рівня сформованості інтелектуального потенціалу ми виділили три рівні:

- *Низький (Репродуктивний)*: учень відтворює знання, розв'язує типові задачі за шаблоном.

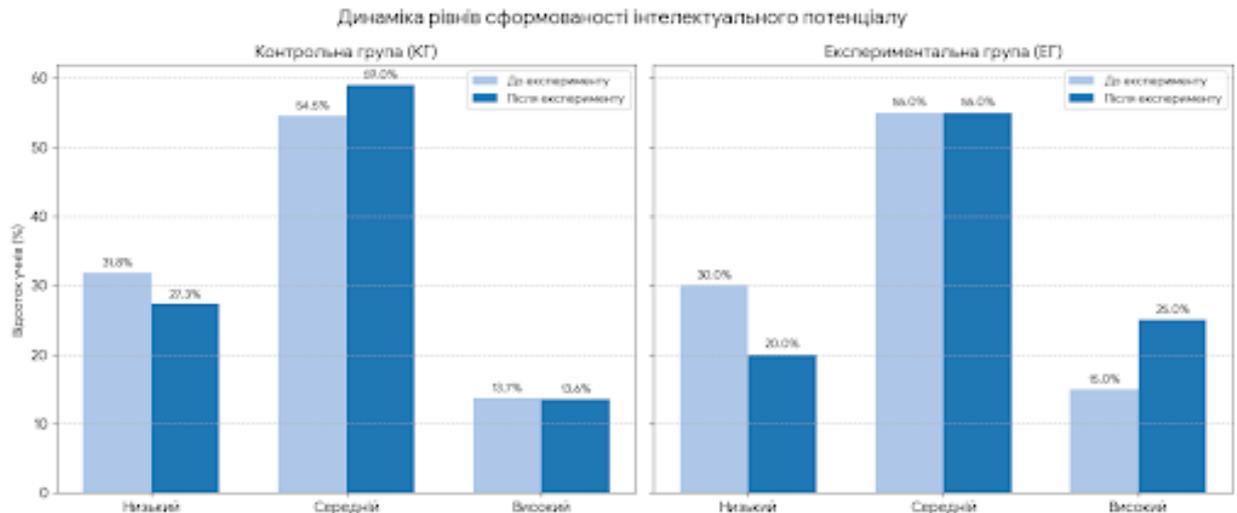
- *Середній (Конструктивний)*: учень вміє застосовувати знання у змінених ситуаціях, володіє базовими логічними операціями.
- *Високий (Творчий)*: учень розв'язує нестандартні задачі, пропонує оригінальні способи, демонструє системне мислення.

Порівняльний аналіз результатів подано у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Динаміка рівнів сформованості інтелектуального потенціалу учнів (у %)

Рівень	Контрольна група (КГ)		Експериментальна група (ЕГ)	
	До експерименту	Після експерименту	До експерименту	Після експерименту
Низький	7 (31,8%)	6 (27,3%)	6 (30%)	4 (20%)
Середній	12 (54,5%)	13 (59%)	11 (55%)	11 (55%)
Високий	3 (13,7%)	3 (13,7%)	3 (15%)	5 (25%)



На початку дослідження обидві групи перебували приблизно на одному рівні розвитку, що свідчить про коректність вибірки. Розбіжність між групами була мінімальною (1-2%), що дозволяє стверджувати про рівноцінність груп перед початком педагогічного експерименту.

У Контрольній групі (КГ), де навчання проводилося за традиційною методикою, зміни є незначними:

- ✓ Низький рівень: Зменшився на 4,5% (з 31,8% до 27,3%).

- ✓ Середній рівень: Зріс на 4,5% (з 54,5% до 59%).
- ✓ Високий рівень: Залишився без змін, кількість учнів залишилась такою самою (3 особи).

Відбувся природний перехід частини учнів з низького рівня на середній, але перехід на високий (творчий) рівень відсутній. Це характерно для традиційного навчання, яке добре формує репродуктивні та конструктивні навички, але менше впливає на розвиток творчого мислення.

У Експериментальній групі (ЕГ) групі, де впроваджувалася методика, спостерігаються якісні зміни:

- ✓ Низький рівень: Значно зменшився на 10% (з 30% до 20%). Це вдвічі кращий показник, ніж у КГ.
- ✓ Середній рівень: Залишився стабільним (55%). Це пояснюється тим, що хоча частина учнів перейшла з "низького" на "середній", приблизно така ж кількість учнів перейшла з "середнього" на "високий".
- ✓ Високий рівень: Зріс на 10% (з 15% до 25%).

Експериментальна методика виявилася ефективною для розвитку саме високого (творчого) рівня інтелектуального потенціалу. Кількість учнів, здатних розв'язувати нестандартні задачі, зросла майже вдвічі (з 3 до 5 осіб, або на 10%).

Порівняльний аналіз свідчить про ефективність запропонованої методики. У той час як у контрольній групі прогрес обмежився підтягуванням слабких учнів до середнього рівня, в експериментальній групі відбувся якісний стрибок: суттєво зменшилася кількість учнів з репродуктивним мисленням та значно зросла частка учнів із творчим, системним мисленням.

Результати педагогічного експерименту переконливо доводять ефективність запропонованої нами методичної системи. Впровадження спецкурсів, використання евристичних методів та віртуального експерименту дозволило суттєво підвищити рівень інтелектуального потенціалу учнів експериментальної групи порівняно з контрольною. Отримані дані цілком підтверджують гіпотезу дослідження.

На основі аналізу можна сформувані деталізовані методичні рекомендації для вчителів хімії. Ці рекомендації враховують сучасні реформи олімпіадного руху, психологічні аспекти роботи з обдарованою молоддю та новітні методики навчання.

1. Психолого-педагогічна організація роботи

Першим кроком є зміна рольової моделі вчителя: від транслятора знань до фасилітатора (помічника) та ментора. Для успішної підготовки вчитель повинен створити умови партнерства та довіри, уникаючи авторитарного тиску.

- ✓ **Діагностика типу мислення:** На ранніх етапах визначте схильності учня. Розрізняють два типи обдарованості: «теоретики» (схильні до розрахунків та абстракцій) та «експериментатори» (краще працюють з речовинами). Методику слід адаптувати: «теоретикам» давати більше віртуальних лабораторних робіт для розвитку наочності, а «експериментаторам» — більше логічних вправ.
- ✓ **Робота зі стресостійкістю:** Навчіть учнів тайм-менеджменту та методам подолання «страху чистого аркуша». Учень має вміти раціонально розподіляти час: спочатку розв'язувати прості задачі, потім складні.
- ✓ **Профілактика вигорання:** Зміщуйте акцент з результату (перемога будь-якою ціною) на процес (задоволення від розв'язання складної задачі).

2. Структурування навчального матеріалу (Блочно-модульна система)

Рекомендується відійти від лінійного вивчення шкільної програми та використовувати блочно-модульний принцип. Навчання має відбуватися спіралеподібно: повернення до тем на вищому рівні складності.

Основні модулі для поглибленого вивчення:

- ✓ **Фізична хімія:** Найскладніший модуль для школярів. Потрібно акцентувати увагу на термодинаміці (ентальпія, ентропія) та кінетиці, використовуючи університетські курси (наприклад, П. Еткінса).
- ✓ **Органічна хімія:** Вивчення механізмів реакцій та електронних ефектів, використання сучасної номенклатури IUPAC.

- ✓ Аналітична хімія: Основа практичного туру (якісний аналіз та титрування).

3. Методика формування розрахункових навичок

Необхідно чітко розмежовувати «навчальні» (алгоритмічні) та «олімпіадні» (евристичні) задачі. Вчителі повинні навчати учнів евристичним методам, що економлять час:

- ✓ Метод «Узагальненої формули»: Замість складання громіздких систем рівнянь для сумішей та використовувати середню молярну масу для швидкої оцінки результату.
- ✓ Метод середніх величин: Ефективний для розв'язування задач на суміші без використання систем рівнянь.
- ✓ Метод збереження: Використання законів збереження маси, атомів та зарядів дозволяє ігнорувати проміжні стадії реакцій («метод чорної скриньки»).

Впроваджуйте метод «мозкового штурму» та розв'язування задач-парадоксів, де умова може містити надлишкові дані або вимагати нестандартного підходу.

4. Експериментальна підготовка: трирівнева система

Оскільки експериментальний тур часто є вирішальним, підготовка має включати три рівні¹⁶:

1. Реальний експеримент (Мануальний інтелект):
 - ✓ Відпрацювання технік титрування, зважування, фільтрування.
 - ✓ Вивчення «аналітичних груп» катіонів. Навчіть учнів стратегії розділення суміші шляхом послідовного осадження, рухаючись від кислого середовища до лужного.
2. Уявний експеримент (Прогностичне мислення):
 - ✓ Розв'язування задач на розпізнавання речовин без сторонніх реактивів («кожен з кожним»). Навчіть учнів складати «матрицю взаємодії» для ідентифікації речовин за візуальними ефектами (осад, газ)¹⁸.
3. Віртуальні лабораторії (Цифрова компетентність):

В умовах дистанційного навчання або браку реактивів використовуйте симулятори ChemCollective та PhET.

- ✓ ChemCollective: Дозволяє змішувати розчини, проводити титрування та отримувати зворотний зв'язок щодо точності розрахунків без ризику розбити посуд чи пролити кислоту.
- ✓ PhET: Використовуйте для візуалізації мікросвіту (будова атома, рух молекул), що неможливо побачити в реальній лабораторії.

5. Адаптація до реформи олімпіадного руху (з 2025/2026 н.р.)

Вчителі повинні враховувати нові організаційні умови, запроваджені МОН та МАН:

- ✓ Вільна реєстрація: Поясніть учням, що тепер вони можуть реєструватися на I (місцевий) етап самостійно, без обов'язкового відбору школою («самовисування»).
- ✓ Зміна формату завдань: Очікується перехід від репродуктивних завдань до дослідницьких (research-based learning). Готуйте учнів до аналізу даних та планування експерименту, а не лише до відтворення фактів з підручників.
- ✓ Додатковий рейтинг: Мотивуйте сильних учнів тим, що навіть не потрапивши в квоту області, вони можуть пройти на III (Державний) етап через загальний всеукраїнський рейтинг.

ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу психолого-педагогічної літератури уточнено сутність поняття «інтелектуальний потенціал учня» у контексті хімічної освіти. Визначено, що це не статична сума знань, а динамічна інтегративна система, яка функціонує як синергія чотирьох компонентів: когнітивного (якість організації ментального досвіду), операційного (технологія мислення та логічні операції), креативного (дивергентне мислення) та мотиваційно-вольового (пізнавальна мотивація та стресостійкість).
2. Підтверджено, що хімічні олімпіади виступають ефективною педагогічною технологією, яка забезпечує перехід учня із «зони комфорту» в «зону найближчого розвитку». Доведено, що реформа олімпіадного руху (перехід до 3-х етапів, вільна реєстрація, research-based learning) створює більш відкриті умови для виявлення обдарованої молоді та вимагає зміни підходів до підготовки від репродуктивних до дослідницьких.
3. Обґрунтовано та розроблено структурно-функціональну модель формування інтелектуального потенціалу, яка базується на блочно-модульному принципі структурування змісту (модулі «Будова речовини», «Фізична хімія», «Органічна хімія» тощо). Модель передбачає трансформацію ролі вчителя з транслятора знань у фасилітатора та ментора, а також врахування індивідуальної освітньої траєкторії учня («теоретик» чи «експериментатор»).
4. Доведено ефективність поєднання алгоритмічного та евристичного підходів при розв'язуванні нестандартних задач (методи середніх величин, «узагальненої формули», мануальний та уявний експеримент). Особливу увагу приділено інтеграції цифрових інструментів (віртуальні лабораторії ChemCollective, VLab), що дозволяє розвивати емпіричне мислення навіть в умовах дистанційного навчання.

5. Результати педагогічного експерименту засвідчують позитивну динаміку в експериментальній групі. Після впровадження розробленої методики кількість учнів з високим (творчим) рівнем інтелектуального потенціалу зросла на 10%, а кількість учнів з низьким рівнем зменшилася на 10%. Підтверджено, що запропонована система є більш ефективною порівняно з традиційним навчанням, де якісні зміни у творчому компоненті мислення були відсутні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Про освіту : Закон України від 05.09.2017 р. № 2145-VIII. *Відомості Верховної Ради України*. 2017. № 38–39. Ст. 380.
2. Концепція реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року : схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14.12.2016 р. № 988-р. *Урядовий кур'єр*. 2016. № 245.
3. Про повну загальну середню освіту : Закон України від 16.01.2020 р. № 463-IX. *Відомості Верховної Ради України*. 2020. № 31. Ст. 226.
4. Про затвердження Положення про учнівський олімпіадний та турнірний рух : наказ М-ва освіти і науки України від 30.12.2024 № 1820. URL: <https://mon.gov.ua/npa/pro-zatverdzhennia-polozhennia-pro-uchnivskiyi-olimpiadnyi-ta-turnirnyi-rukh> (дата звернення: 13.12.2025).
5. Piaget J. *The Psychology of Intelligence*. London : Routledge, 2001. 202 p.
6. Eysenck H. J. *The Structure and Measurement of Intelligence*. London : Springer-Verlag, 1979. 253 p.
7. Vygotsky L. S. *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, MA : Harvard University Press, 1978. 159 p.
8. Костюк Г. С. Навчально-виховний процес і психічний розвиток особистості / за ред. Л. М. Проколієнко. Київ : Радянська школа, 1989. 608 с.
9. Моляко В. О. Психологія творчості : навч. посіб. Київ : Знання, 2018. 215 с.
10. Максименко С. Д. Психологія особистості : підручник. Київ : КММ, 2019. 520 с.
11. Guilford J. P. *The Nature of Human Intelligence*. New York : McGraw-Hill, 1967. 538 p.
12. Павленко В.В. Тести креативності особистості: сутнісні характеристики та особливості застосування. *Андрогогічний вісник*. Житомир, 2016. Вип. 7. С.219–232.

13. Gardner H. *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. New York : Basic Books, 2011. 480 p.
14. Ю. В. Холін, О. Ю. Усенко, Д. М. Волочнюк, К. С. Гавриленко, О. А. Жикол, М. О. Колосов, І. В. Комаров, Г. І. Мальченко, С. А. Неділько. *Всеукраїнські олімпіади з хімії. Завдання та розв'язки : навч. посіб. : В 2 ч. . Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2012. 288 с.*
15. *Учнівські олімпіади: психологічні аспекти підготовки / уклад. Н. В. Коваль. Київ : Шкільний світ, 2021. 128 с.*
16. *Методичні рекомендації щодо організації роботи з обдарованою молоддю у закладах освіти / уклад. О. В. Петренко. Київ : ІМЗО, 2024. 45 с.*
17. *The International Chemistry Olympiad (IChO): Syllabus and Preparatory Problems [Electronic resource]. URL: <https://www.icho.sk/> (date of access: 05.12.2025).*
18. Губенко О.В. *Інтегративний підхід до вивчення і розвитку творчих здібностей школярів: методичний посібник. К.: Видавничий Дім «Слово», 2020. 161 с.*
19. Ярошенко О. Г. *Компетентнісний підхід у навчанні хімії : метод. посіб. Київ : Видавничий дім «Освіта», 2022. 190 с.*
20. Величко Л. П. *Хімічна освіта в Україні: стан і перспективи. Педагогічна думка. 2022. № 2. С. 45–50.*
21. Лашевська Г. А. *Хімія. 11 клас : підручник для закладів загальної середньої освіти. Київ : Генеза, 2019. 208 с.*
22. Попель П. П., Крикля Л. С. *Хімія : підруч. для 10 кл. закл. заг. серед. освіти. Київ : ВЦ «Академія», 2018. 256 с.*
23. Гранкіна Т. М. *Олімпіадні задачі з хімії: методи розв'язування : навч.-метод. посіб. Харків : Основа, 2021. 192 с.*
24. Курмакова І.М., Самойленко П.В., Бондар О.С., Грузнова С.В. *Методика розв'язування розрахункових задач з хімії. Навчальний посібник. Чернігів: НУЧК, 2018. 165 с.*

25. Коростіль, Л. А., Чайченко, Н. Н. Хімічний експеримент як засіб формування вмінь до самоосвіти учнів. *Теоретичні питання культури, освіти та виховання*, 2011. №43. С. 163-167.
26. Блажко О. А. Методика навчання хімії обдарованих учнів у закладах середньої освіти. *Академічні студії. Серія «Педагогіка»*. 2023. Т. 2, № 1. С. 15–22.
27. Блажко О. А. Роль хімічного експерименту у формуванні компетентностей учнів. *Хімія в школі*. 2023. № 4. С. 12–18.
28. Atkins P., de Paula J., Keeler J. *Atkins' Physical Chemistry*. 11th ed. Oxford : Oxford University Press, 2018. 944 p.
29. Clayden J., Greeves N., Warren S. *Organic Chemistry*. 2nd ed. Oxford : Oxford University Press, 2012. 1234 p.
30. IUPAC Nomenclature of Organic Chemistry [Electronic resource] / International Union of Pure and Applied Chemistry. URL: <https://iupac.org/> (date of access: 11.12.2024).
31. ChemCollective : Virtual Labs [Electronic resource]. URL: <https://chemcollective.org/> (date of access: 10.12.2024).
32. Suryaningsih, S., Fikria, N., & Fairusi, D. Virtual chemistry laboratory via chemcollective app. In *Young Scholar Symposium on Science and Mathematics Education, and Environment*. 2023. Vol. 2595, No. 1, p. 040026.
33. Moore, E. B., Chamberlain, J. M., Parson, R., & Perkins, K. K. PhET interactive simulations: Transformative tools for teaching chemistry. *Journal of chemical education*. 2014. 91(8), P. 1191-1197.
34. PhET Interactive Simulations [Electronic resource] / University of Colorado Boulder. URL: <https://phet.colorado.edu/> (date of access: 10.12.2024).
35. Всеукраїнські олімпіади з хімії : офіційний сайт. URL: <https://www.chemolympiad.org.ua> (дата звернення: 13.11.2025).

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Анкета для визначення рівня мотивації до вивчення хімії

(Використовувалася на констатувальному етапі експерименту)

Інструкція: Оцініть твердження від 1 до 5 (1 — зовсім не згоден, 5 — повністю згоден).

1. Я люблю розв'язувати задачі, де потрібно шукати нестандартний шлях.	1	2	3	4	5
2. Мені цікаво дізнатися, чому речовини мають саме такі властивості, а не просто вивчити їх.	1	2	3	4	5
3. Я готовий витратити вихідний день на підготовку до олімпіади.	1	2	3	4	5
4. Коли у мене не виходить задача, я шукаю підказку в інтернеті, а не думаю сам.	1	2	3	4	5
5. Я планую пов'язати своє майбутнє з хімією, медициною або фармацією.	1	2	3	4	5

Приклади олімпіадних задач для розвитку евристичного мислення*Задача 1 (Логічний ланцюжок).*

Речовина А — сріблясто-білий метал, що активно реагує з водою. При спалюванні А утворюється речовина Б жовтуватого кольору, яка містить кисень. При реакції Б з вуглекислим газом виділяється газ В, що підтримує горіння. Визначте речовини, якщо відомо, що метал А забарвлює полум'я у жовтий колір.

Відповідь: А – Натрій (Na), Б – Натрій пероксид (Na_2O_2), В – Кисень (O_2).

Задача 2 (Задача-парадокс).

Учень змішав два прозорі розчини, в результаті чого утворився білий осад. Після додавання надлишку одного з реактивів осад розчинився. Запропонуйте мінімум дві пари речовин, які відповідають цьому опису.

Варіант 1: $\text{AlCl}_3 + \text{NaOH}$ (спочатку $\text{Al}(\text{OH})_3$, потім комплекс $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$).

Варіант 2: $\text{ZnSO}_4 + \text{KOH}$ (спочатку $\text{Zn}(\text{OH})_2$, потім комплекс $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$).

Задача 3 (Нетрадиційний підхід)

У XIX столітті в одному з європейських театрів сталася пожежа. Декорації спалахнули миттєво, хоча дерево було просочене спеціальною сіллю для вогнестійкості. Хімік, який розслідував справу, з'ясував, що декоратори використали сіль А, яка дійсно не горить. Однак, за кілька років до пожежі, цю сіль замінили на більш дешевий аналог Б. Сіль Б також не горить, але при нагріванні (від тепла ламп) розкладається з виділенням газу, який підтримує горіння ще краще, ніж повітря.

1. Назвіть солі А і Б, якщо відомо, що вони мають однаковий якісний склад (містять одні й ті ж елементи), але різну кількість атомів Оксигену.
2. Напишіть рівняння реакції розкладу солі Б.

Задача 4 (Руйнування стереотипів)

Учень стверджує, що вологе повітря важче за сухе, оскільки "вода важча за повітря" (рідка вода має густину 1000 кг/м^3 , а повітря — близько $1,2 \text{ кг/м}^3$). Однак барометри показують падіння тиску перед дощем (коли вологість висока), а пілоти знають, що у вологому повітрі підйомна сила менша. Доведіть за допомогою хімічних розрахунків, яке повітря легше: сухе (вважати чистим N_2 для спрощення) чи вологе (суміш N_2 та $\text{H}_2\text{O}_{\text{газ}}$), якщо тиск і температура однакові.

Тематичний план факультативного курсу «Олімпіадна хімія»

8 клас

Модуль «Фундамент хімії та кількісні закони»

№ з/п	Тема розділу / Заняття	Зміст та форми роботи	Години
1	Вступ до олімпіадної хімії	Психологічна підготовка, тайм-менеджмент на олімпіаді. Відмінність олімпіадних задач від шкільних.	2
2	Кількісні розрахунки: Мистецтво спрощення	Семінар: Закон Авогадро, відносна густина газів. Метод середніх величин (середня молярна маса) для аналізу газових сумішей без систем рівнянь.	4
3	Задачі на виведення формул	Практикум: Встановлення формули речовини за продуктами згоряння та масовими частками. Робота з кристалогідратами (розчинність, перекристалізація).	4
4	Будова атома та періодичний закон	Лекція: Квантові числа (поглиблено). Електронні конфігурації. Віртуальна лабораторія (PhET): Симуляція "Будова атома" та "Ізотопи".	4
5	Основні класи неорганічних сполук (Ускладнений рівень)	Тренінг: Генетичні зв'язки. "Ланцюжки перетворень" (відновлення пропущених ланок). Метод "Узагальненої формули" для сумішей речовин.	6
6	Практичний тур: Якісний аналіз	Віртуальна лаб. (VLab): Розпізнавання «сухих» речовин та розчинів. Кольори осадів.	4

9 клас

Модуль «Розчини та закономірності реакцій»

№ з/п	Тема розділу / Заняття	Зміст та форми роботи	Години
1	Теорія розчинів. Способи вираження концентрації	Лекція-бесіда: Молярна концентрація, молярність, титр. Правило змішування (конверт Пірсона). ChemCollective: Віртуальне приготування розчинів заданої молярності.	6
2	Електролітична дисоціація та йонні рівноваги	Семинар: Гідроліз солей (ступінь гідролізу, рН середовища). Добуток розчинності (ПР). Умови випадіння та розчинення осадів.	6
3	Окисно-відновні процеси (ОВР)	Практикум: Метод електронного балансу для складних реакцій (органічні речовини, декілька відновників). Метод напівреакцій (йонно-електронний).	4
4	Хімія елементів (Галогени, Халькогени)	Кейс-метод: Розв'язування задач-парадоксів на ідентифікацію невідомих речовин за описом властивостей.	4
5	Швидкість хімічної реакції (Вступ)	Лекція + PhET: Закон діючих мас. Вплив температури та каталізатора. Симуляція "Швидкість реакції" (зіткнення молекул).	4