

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА**

**Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів  
кафедра ботаніки, лісового і садово-паркового господарства**

**ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ STEAM-ОСВІТИ В ПОЗАУРОЧНУ  
НАВЧАЛЬНУ ДІЯЛЬНІСТЬ ТА ОЦІНКА ЇХ ЕФЕКТИВНОСТІ НА  
ПРИКЛАДІ ТЕМАТИЧНОГО ЕЛЕКТИВНОГО КУРСУ**

**Кваліфікаційна робота**

**Рівень вищої освіти – другий (магістерський)**

***Виконала:***

студентка 6 курсу, 602М групи  
**Семенюк Анастасія Анатоліївна**

***Керівник:***

доктор біологічних наук,  
професор **Чорней І.І.**

*До захисту допущено  
на засіданні кафедри  
протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2023 р.  
Зав. кафедрою \_\_\_\_\_ проф. Чорней І.І.*

**Чернівці – 2023**

## АНОТАЦІЯ

Магістерська робота студентки 6 курсу, групи 602 Семенюк А.А. на тему «Впровадження елементів STEAM-освіти в позаурочну навчальну діяльність та оцінка їх ефективності на прикладі тематичного елективного курсу», спеціальності 014.05 – Середня освіта (Біологія та здоров'я людини). Виконана у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича, 2023 р.

Роботу присвячено, з одного боку, обґрунтуванню шляхів та способів інтеграції елементів STEAM-освіти у позакласний освітній процес, що, на сьогоднішній день, являє собою реальну необхідність, а, з іншого, розробці методів та засобів власне реалізації зазначеної STEAM-моделі освіти та аналізу їх ефективності в процесі функціонування розробленого тематичного елективного курсу «Клітина–Всесвіт». Вибір форми проведення дослідження, а саме елективний курс, обумовлено як суб'єктивними потребами цільової групи дослідження, а саме учнів 9-х класів, що знаходяться на перед-профільному етапі свого навчання, так і на об'єктивною необхідністю і доведеною ефективністю позакласних та позашкільних форм освіти для поглиблення знань школярів, набуття ними якісно нових вмінь та навичок що розширюють шкільну базу.

Результати досліджень опубліковано в матеріалах конференції.

*Ключові слова:* STEAM-освіта, елективний курс, клітина, панельне тестування, аналітичне тестування, діагностичне тестування

## SUMMARY

Master's thesis of the 6th year student, group 602 A.A. Semenyuk. on the topic "Introduction of elements of STEAM education into extracurricular educational activities and evaluation of their effectiveness on the example of a thematic elective course", specialty 014.05 - Secondary education (Biology and human health). Performed at Yuri Fedkovich Chernivtsi National University, 2023.

The work is devoted, on the one hand, to the justification of ways and means of integrating elements of STEAM education into the extracurricular educational process, which, today, is a real necessity, and, on the other hand, to the development of methods and means of actual implementation of the specified STEAM model of education and analysis their effectiveness in the process of functioning of the developed thematic elective course "Cell-Universe". The choice of the form of conducting the research, namely the elective course, is determined both by the subjective needs of the target group of the research, namely the 9th grade students who are at the pre-professional stage of their studies, and by the objective necessity and proven effectiveness of extracurricular and extracurricular forms of education to deepen the knowledge of schoolchildren, their acquisition of qualitatively new abilities and skills that expand the school base.

*Keywords:* STEAM education, elective course, cell, panel testing, analytical testing, diagnostic testing

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів наукових досліджень інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

\_\_\_\_\_ Семенюк А.А.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	8
1.1. STEM vs. STEAM моделі освіти. Учнівська креативність.....	8
1.2. Структура STEAM-освіти. Піраміда STEAM.....	13
1.3. Факультативний та елективний (за вибором) курси.....	20
2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	25
2.1. Об'єкт та методи дослідження.....	25
3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ.....	30
ВИСНОВКИ.....	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	51
ДОДАТКИ.....	58

## ВСТУП

STEM (STEAM, STREAM) - підхід до навчального процесу – без перебільшення один із проривних інструментів трансформації освіти. Безліч державних та приватних навчальних закладів беруть цю концепцію на озброєння, а сама вона повністю відповідає освітнім стандартам, прийнятим в Україні з 2016 року в рамках реалізації реформи НУШ (Нової української школи). STEAM - природний розвиток STEM-підходу, що поєднує технології та гуманітарні дисципліни.

В останні кілька років у сфері інноваційної економіки дедалі більшої ваги набувають креативні індустрії, пов'язані з інтелектуальною та творчою діяльністю: комп'ютерні технології, віртуальна реальність, дизайн, 3D-моделювання, біотехнологія, генна інженерія та селекція, анімація тощо. Креативні галузі в усьому світі стають рушійною силою економічного зростання, а зайнятість молоді в креативній індустрії вже перевищує зайнятість у реальному секторі. Ці зміни ставлять нові завдання перед системою освіти, а саме - необхідність більшого включення в програму навчання творчих і мистецьких дисциплін.

У США, де в рамках креативних індустрій створено понад 30 млн робочих місць, ця необхідність призвела до трансформації STEM-концепції: до синтезу науки, технології, інженерії та математики (S-Science, T-Technology, E-Engineering, M-Mathematics) додався п'ятий компонент - Arts, мистецтво. Вийшла нова аббревіатура і концепція - STEAM. STEM-предмети і технології дають ясні рішення для прикладних завдань, а гуманітарні Arts-дисципліни розвивають уміння знаходити вихід у стані невизначеності, неоднозначності та двозначності. Так учні вчаться гармонійно поєднувати в роботі наукову строгість і творчу свободу.

На методичному рівні STEAM-підхід передбачає, що, окрім вирішення технологічних питань, у проєктній діяльності учні:

- набувають навичок роботи в команді;
- вчаться конструктивно критикувати та відстоювати свою думку;

- опановують презентаційні компетенції;
- вчать генерувати ідеї в умовах невизначеності;
- застосовують принципи дизайну та маркетингу для створення та просування продукту;
- усвідомлюють творчий потенціал застосування технологій у різноманітних сферах діяльності.

STEAM-підхід зберігає орієнтир на проєктну діяльність, практичну спрямованість і міжпредметність, але змінює розстановку ключових дисциплін. Наприклад, на рівні формування навчальної програми STEAM передбачає включення в неї не тільки інженерних і природничо-наукових STEM-предметів, а й гуманітарних і творчих дисциплін: література, дизайн, архітектура, музика, образотворче мистецтво.

Нажаль, враховуючи масштаби змін, які необхідно здійснити в навчальному процесі, на всіх його етапах, для повноцінного переходу системи освіти на нові рейки формату STEM/STEAM, темпи реформ значно відстають від необхідних, а, отже, часто виникають ситуації, коли, за рахунок певних об'єктивних чинників, просто неможливо однаково ефективно розробити, апробувати, оцінити і впровадити необхідні елементи STEAM-технологій для всіх дисциплін або, навіть, розділів/тем, в конкретній дисципліні в ході стандартного освітнього процесу у ЗНЗ. В таких випадках справжнім «рятувальним колом» стають позаурочні та позашкільні форми освіти, які, часто, можуть ефективно доповнити та навіть, іноді, замінити недоліки, що виникають в процесі шкільного навчання.

Враховуючи зазначені вище аспекти проблематики обраної теми **метою** нашої роботи стало дослідження ефективності елементів STEAM-технологій, як альтернативи класичним методам навчання, інтегрованих у навчальну програму елективного курсу «Клітина–Всесвіт» та оцінка динаміки рівня обізнаності учнів, досягнутої засобами STEAM-освіти, стосовно обраної теми.

Для досягнення поставленої перед дослідженням мети було визначено наступні **завдання**:

1. Проаналізувати доступні джерела інформації з метою встановлення фактичного стану реалізації STEM/STEAM у сучасному освітньому процесі та виявлення можливостей застосування STEAM-технологій у позаурочній діяльності;

2. Встановити динаміку рівня обізнаності учнів (в порівнянні) стосовно обраної тематики курсу, а також розуміння основних принципів та переваг використання STEAM-підходу до навчального процесу;

3. Розробити та апробувати навчально-методичне забезпечення, що було визначене як необхідне для проведення дослідницької роботи, а саме: навчальну програму курсу «Клітина–Всесвіт», панельне опитування «Елективні курси та STEAM – Моє?», тематичні плани-конспекти занять, роздатковий матеріал, функціональну просторову модель клітини, бланки та робочі листи для реалізації комплексу контрольних-оціночних заходів;

4. Провести комплексну об'єктивну оцінку рівня ефективності задіяних в ході роботи STEAM-технологій та інтерактивних методів навчання, та зробити висновок стосовно їх необхідності в сучасному освітньому процесі.

## 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1. STEM vs. STEAM моделі освіти. Учнівська креативність.

Постійний науково-технічний прогрес і швидкі соціальні зміни, усі взаємопов'язані з впливом глобалізації, вимагають творчого мислення як важливої адаптаційної навички [1] та гарантують прогрес до більш сталого життя [2]. У сучасному цифровому суспільстві та соціально-економічній сфері життя, в які ми занурені, зростає попит на професії, пов'язані з використанням технологічних медіа та інструментів, оскільки машини замінюють людську працю, як, наприклад, серед програмістів, системних інженерів, біотехнологів, лаборантів, керівників проектів, які є одними з найяскравіших прикладів [3, 4]. Проте, стає питання достатньої універсальності спеціалістів відповідних галузей, їх можливості до пошуку творчих і нестандартних підходів вирішення конкретних задач.

Так, відсутність компетентних працівників, які обирають кар'єру в галузі STEM, сприяла розвитку руху STEAM як альтернативи для вирішення проблем, одночасно використовуючи переваги творчих навичок і навичок співпраці в навчальних просторах для підвищення інтересу та залученості у сферах математики, науки та мистецтва [5]. З цієї причини освітня галузь є напрямком майбутнього, який готує молодих людей продуктивним і глобальним шляхом, при цьому, стикаючись із соціальною, економічною, політичною, екологічною кризою та кризою культурної спадщини. Нові навички необхідні на ринку праці, щоб забезпечити успіх школярів/студентів у майбутньому професійному житті [6]. Мистецтво ж, в свою чергу, розвиває навички, зміст і процедури, що сприяють, серед іншого, математичній, соціальній та громадянській компетентностям, забезпечуючи реалізацію адекватних методів успішного збереження знань [7]. Викладання та навчання, в такому разі, слід розуміти як взаємодоповнюючі елементи, а не окремі процеси, щоб вчитель мав змогу «навчити вчитися» дитину, з точки зору учня, епістемологічним шляхом [8].

Мистецтво (ART), як доповнення до STEM, має дуже широкий спектр впливу на результат діяльності людини, від загальних форм, таких як живопис, малювання і фотографія, серед іншого, до більш конкретних, таких як виконавське мистецтво, виробниче мистецтво, естетика або ремесла. Ці дисципліни дозволяють людям спілкуватися один з одним, створюючи діалог, дискусію, міркування, думки та ідеї, що дозволяє експериментувати з конструктивістською методологією. Завдяки мистецтву та відповідним наукам учні можуть уявити та створити ідейний конструкт того, яким буде колективне суспільство майбутнього, а також модернізувати фактичну форму навчання в школах, яка перетворює теорію мислення на практику [9].

Враховуючи соціальний контекст і спираючись на сучасні суспільні потреби [10], ключовим питанням є те, якою мірою предмет (тематичний контекст) може обмежити або збільшити творчий потенціал учня, з освітньої точки зору. Чи можна прищепити творчість за допомогою, наприклад, фізкультури, математики, історії, музики чи природничих наук? З цих питань Крафт [10] дійшов висновку, що: (1) дидактична стратегія буде визначальним чинником у розвитку творчих навичок учня; (2) незважаючи на звичайний зв'язок між творчістю та мистецькими дисциплінами, усі предмети з навчального плану мають можливість брати участь у розвитку творчості студентів; (3) організація навчального плану, як функція його гнучкості, пропонуватиме більше чи менше можливостей для стимулювання креативності учнів; і (4) викладання кожної дисципліни ізольовано може обмежити креативність учнів, перешкоджаючи роздумам щодо тем і питань, які виходять за межі лише одного предмета. Щодо дисциплінарної інтеграції, було підтверджено, що міждисциплінарний характер STEM (наука, технології, інженерія та математика), заснований на інтеграції чотирьох дисциплінарних областей, допомагає учням застосувати свої знання з різних точок зору для створення рішення складної проблеми (завдання). Завдяки цьому освіта STEM матиме достатній потенціал для розвитку творчих здібностей учня [11]. Проте STEAM освіта включає в процес викладання-

навчання елемент А – мистецтво, що має на меті, серед іншого, покращення рівня креативності учнів (Е–А). Як варіант STEM-освіти STEAM з'явився відносно нещодавно. Дотримуючись цього напряму думки, існує небагато досліджень, які виявляють вплив освіти STEM (або STEAM) на креативність учнів[12,13].

Терміни STEM- та STEAM-освіта неодноразово описувалися як неоднозначні. Різні концептуалізації цих новітніх освітніх моделей, можливо, пов'язані з (науковим, академічним, освітнім та/або політичним) контекстом, у якому вони використовуються [14], географічним місцем [15] або їх мізерним теоретичним обґрунтуванням [16,17]. Таким чином, в загальному, STEM-освіта зазнала складної дидактичної трансформації, що породило різноманітний освітній досвід. Незважаючи на те, що її теоретичне мета слідує тому самому освітньому підходу, на практиці виникли суттєві відмінності [18]. Широкий спектр визначень освітньої моделі STEM (STEAM), деякі з яких відрізняються від інших щодо їхнього значення, є основною ознакою її раннього розвитку. Від більш консервативної до більш інноваційної позиції, створені визначення свідчать про основну проблему, яка притаманна STE(A)M-освіті, а саме неоднозначність:

- Її фокус полягає в розв'язанні проблем, заснованих на концепціях і процедурах з науки та математики, які включають стратегії, що застосовуються в інженерії та використанні технології [19];
- Це підхід Е–А, який об'єднує дві або більше області STE(A)M та/або один або більше навчальних предметів [17];
- Це підхід, який спрямований на навчання змісту з двох або більше областей STE(A)M, оформленого в рамках реального контексту, щоб пов'язати предмет із повсякденним життям учня [20];
- Це метадисципліна, заснована на стандартах навчання, де викладання має інтегрований підхід; конкретний зміст цієї дисципліни не поділяється; і він використовує динамічні та плавні методи навчання [21], перспективу майбутньої актуальності [22].

Можливо, визначення STEM-освіти, запропоноване Сандерсом [17], представляє найбільш відкриту модель, оскільки воно включає можливість інтеграції STEM-доменів з іншими навчальними предметами (мистецтво, мова, історія тощо). Ця визначальна лінія була прийнята різними авторами, серед яких Ленд [23] і Маеда [24], які підкреслили позитивні моменти інтеграції мистецтва в аббревіатурі STEM (STEAM): (1) для об'єднання конвергентного мислення (характерного для дисциплін STEM) і дивергентного мислення (звичне для художніх і гуманістичних дисциплін (STEAM)) у вирішенні реальних проблем; (2) для створення особистого сенсу; і (3) для самомотивації. Однак освіта STEAM створила ту саму проблему, що й її попередник STEM: численні значення (деякі дуже відрізняються одне від одного) для того самого поняття, у цьому випадку освіти STEAM. Наступні визначення виявляють деякі ознаки цієї проблеми:

- Якман і Лі визначили STEAM-освіту як інтерпретацію науки та технологій через інженерію та мистецтво (вивчалось століття, яке охоплювало гуманітарні науки), де все засновано на математичних елементах[25];
- Заморано визначив STEAM як міждисциплінарну інтеграцію наук, технологій, інженерії, мистецтва та математики для вирішення повсякденних життєвих проблем учнів [26];

Зараз співіснують дві різні точки зору: з одного боку, течія, яка прийняла освіту STEM і очолила авангард у США та Європі [27]; з іншого боку, та, яка захищає включення мистецтв (STEAM), посиляючись на цей підхід в освітній системі Південної Кореї [25]. Тим не менш, освітні дослідження показали слабкі місця щодо концептуалізації як STEM [14,16,18], так і STEAM-освіти[28, 29].

Отже, центральним завданням як STEM, так і STEAM освіти, визначають формування у дітей навичок креативності та творчого підходу до вирішення поставлених задач.

Більшість дослідників визначають креативність на основі двох ключових елементів, які залишалися незмінними протягом десятиліть, зокрема з 1950-х років і новаторських робіт Баррона [30] і Стайна [31]. Першим поняттям визначили новизну або оригінальність, тобто творчість повинна генерувати щось нове та відмінне. Другим поняттям стало твердження про те, що продукт творчості повинен відповідати певним специфікаціям і критеріям корисності в ситуації, для якої він був розроблений. Обидва поняття є необхідними, щоб кваліфікувати щось як творче [32], і охоплюються стандартним визначенням творчості [33]. Якщо щось невідповідне або оригінальне, то це не можна вважати творчим. Однак підкреслення чогось як оригінального та відповідного тісно пов'язане з певним соціальним, культурним та історичним контекстом [34], таким чином, що продукти творчості повинні відповідати обом вимогам у більш ніж одному контексті [35]. Таким чином, творчість можна інтерпретувати через системний підхід, який є наслідком взаємодії трьох систем: (1) соціокультурної системи, яка містить символічні правила; (2) персональної системи, яка приносить новизну в символічному сенсі; і (3) систему, налаштовану фахівцями в тій галузі, в якій створено творчий процес (розпізнавання, оцінка та перевірка продукту) [36].

Інша форма інтерпретація творчості полягає в зосередженні на рівні її вираження. У цьому сенсі Бегетто та Кауфман запропонували модель «четвертого С», у якій описуються наступні рівні творчого вираження:

- Mini-C або інтерпретаційна творчість (наприклад, коли учень розв'язує математичну задачу способом, відмінним від прикладу наданого на уроці);
- Little-C або щоденна творчість (наприклад, розробка локального проекту для вирішення локальної вузькоспеціалізованої проблеми);
- Pro-C або експерт з творчості (наприклад, ідея перевернутої класної кімнати, яку просували Аарон Самсанд та Джонатан Бергманн);

- Big-C або легендарна креативність (наприклад, освітній підхід, який вперше розробила Марія Монтессорі) [1].

Нарешті, згідно з Девісом [37], якщо дидактичні та педагогічні дії вчителя мають сприяти розвитку творчого потенціалу учнів, то вони мають відповідати таким критеріям: (1) надавати свободу використання та переміщення між просторами; (2) виділяти достатньо часу та уникайти поспішного розвитку діяльності; (3) розробляти та включити широкий спектр освітніх ресурсів; (4) створювати проектно-нові та стимулюючі завдання; (5) зосереджувати навчання з точки зору гри, мінімізуючи тиск дозволяючи структурований, але гнучкий і самостійний досвід навчання; (6) сприяти співпраці, діалогу та повазі; і (7) покладатися на участь зовнішніх структур і експертів, не пов'язаних зі школою (музеї, дослідницькі центри тощо).

## **1.2. Структура STEAM-освіти. Піраміда STEAM.**

*STEAM* - це освітня модель, що активно розвивається, та має на меті перетворити традиційні навчальні предмети та підходи в структуру, за допомогою якої можна планувати інтегративну навчальну програму. STEAM базується на STEM-освіті, яку можна визначити двома способами:

1. більш традиційний підхід, в якому представлені окремі «розділені» галузі науки, технологій, інженерії та математики в освіті, кожна з яких еволюціонувала, щоб формально включити елементи інших у власні стандарти та практики;

2. новітня тенденція у вигляді концепції інтегративної STEM-освіти, яка включає практики викладання та навчання, за яких предмети цілеспрямовано інтегровані в освітній процес [38]. Під час планування інтегративної навчальної програми одна галузь може бути домінуючою базовою дисципліною або всі можуть бути представлені більш-менш рівномірно [39]. Проте, такий підхід вимагає побудови структури, в якій окремі дисципліни все ще можуть домінувати у своїх власних сферах, але також де присутній конструктивний час, в ході якого міждисциплінарні

дослідження можуть бути спрямовані на сприяння передачі знань. Ці тенденції мають значний вплив на кожен інклюзивну галузь науки, технології, інженерії та математики. Лідери в галузі освіти активно просувають концепцію розробки програм STEAM і STEM, з метою виховання більшої значно кількості більше вчених, математиків та інженерів, здатних керувати відкриттями та розробками майбутнього. [40, 41]). Для ефективної реалізації зазначених STEAM та STEM моделей освіти необхідно створити адаптовану систему дисциплінарних відносин, яка повинна бути структурована насамперед навколо базових елементів освіти, які є достовірно визначеними для всіх дисциплін.

Оскільки STEAM-модель освіти виходить з важливості мистецтва для загального створення обізнаних і всебічно розвинених особистостей, важливим питанням став пошук способу широкої класифікації та групування всіх сфер навчання в структуру, яка дозволила б учням зрозуміти важливість взаємозв'язків між галузями та, сформувані потребу здобувати навички в усіх сферах, якщо вони хочуть стати «універсальними бійцями». Для цього необхідно створити академічну структуру, яка б не встановлювала ієрархію окремих дисциплін чи галузей, а натомість відображала шляхи, якими ці навчальні дисципліни взаємопов'язані в реальності, що, в свою чергу, актуалізувало б різносторонній підхід як до викладання, так і до навчання. Така структура дозволить викладати цілу низку дисциплін на основі одного предмету з природними міжпредметними елементами, які необхідно досліджувати, або викладати тематичні дослідження за допомогою більш універсальних інтегративних методів.

Структуруючи модель STEAM-освіти, відповідно до її основних елементів, можна сформувані наступну систему:

- **Science** (наука): що існує в природі та який виявляє вплив. Фізика, біологія, хімія, гео-науки, космічні наука та біохімія (включаючи історію, природу, концепції, процеси та дослідження) [42];

- **Technology** (технологія): біотехнологія та біомедицина, технології, створені людиною. Природа технології, технологія та суспільство, дизайн, здібності для технологічного світу, проєктований світ (включаючи: медицину, сільське господарство та біотехнології, будівництво, виробництво, інформація та зв'язок, транспорт, енергетика та енергетика);
- **Engineering** (інженерія): використання креативності та логіки на основі математики та науки, використання технології як сполучної «агента» для створення внеску у світову промислову, економічну, наукову та ін. галузі;
- **Mathematics** (математика): числа та операції з ними. Алгебра, геометрія, вимірювання, аналіз даних і ймовірностей, вирішення розрахункових проблем, міркування та докази (включаючи тригонометрію, обчислення та теорію) [43];
- **Art** (мистецтво): творча сфера. Аспект реалізації нестандартних підходів до вирішення тривіальних і нетривіальних завдань, генерація та розвиток незвичайних ідей, балансування та доповнення конкретизованих непластичних шляхів вирішення конкретних предметних проблем шляхом залучення елементів образотворчого мистецтва, скульптури, 3D-модельовання, лінгвістичного мистецтва, на стику дисциплін, що забезпечує «вихід за рамки» в процесі навчання та викладання [44].

Власне із зазначених елементів була створена «STEAM-піраміда», яка дала змогу структурувати та проаналізувати інтерактивний характер як практики, так і вивчення формальних сфер науки, технології, інженерії, математики та мистецтва (Рис. 1.1).

Як видно з діаграми, окрім базових, піраміда має додаткові мітки вздовж бокових ребер. Це ключові слова, які підсумовують суть концепцій різних рівнів класифікації елементів піраміди, зазначених в основних полях та пов'язують їх між собою.

На вершині піраміди знаходиться *універсальний рівень*. Він співвідноситься з концепцією цілісної освіти, та являє собою інтерпретацію

індивідуальної сфери впливу (впливати/піддаватися впливу) кожної людини. Його неможливо спланувати чи уникнути, навіть коли люди сплять, вони постійно навчаються та адаптуються до впливу навколишнього середовища. Результати цих впливів, як внутрішніх, так і зовнішніх, значною мірою впливають на те, що люди роблять з тим, чому вони піддаються, і що вони розуміють. З цих причин перший рівень піраміди асоціюється з навчанням протягом всього життя.

Другий рівень піраміди називається *інтегрованим рівнем*. Саме на цьому рівні учні можуть отримати широкий спектр знань з усіх сфер і базовий огляд того, як вони взаємопов'язані в реальності, їх вивчення у цілеспрямовано-спланованій та реальній взаємозалежності. Так, наприклад, чудовим способом вивчити природні взаємозв'язки певних об'єктів чи явищ на практиці – це викладати тематичні концепції, які забезпечують перехід в сферу освіти.

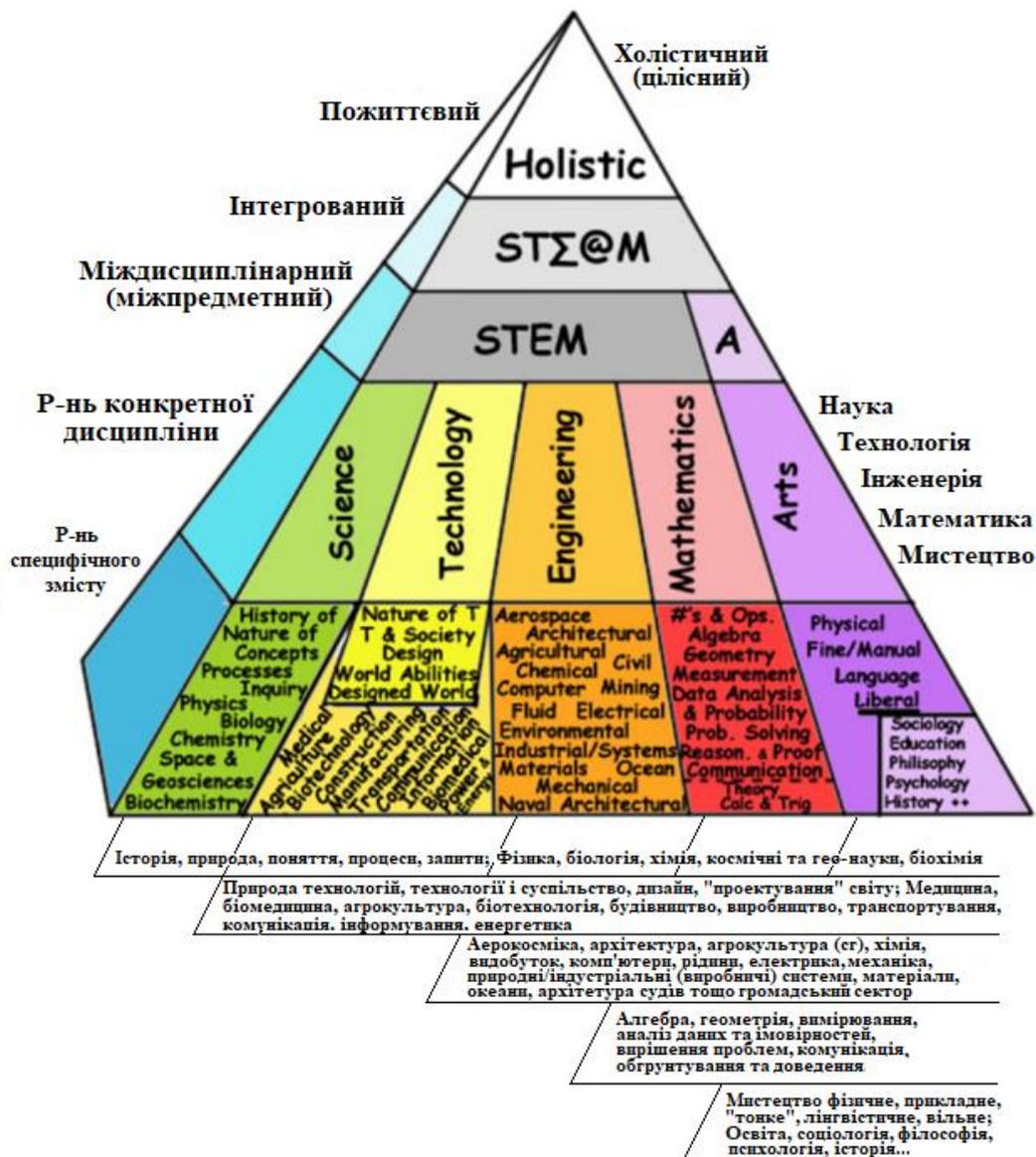


Рис. 1.1. Структурна піраміда STEAM-моделі освіти [45]

Наприклад, викладання певного розділу з біотехнології забезпечить ширше та глибше вивчення:

- біологічних, хімічних елементів та фізичних явищ;
- високотехнологічної машинерії, концепцій та навичок, які дозволяють будувати, виробляти, транспортувати, комунікувати, специфічних енергетичних систем;
- інженерії планування та проектування із заданими конструкціями;
- математики, необхідної для розуміння аспектів визначеної теми;

- фізичних, прикладних, образотворчих та вільних мистецтв, які використовуються для реалізації як простих, так і складних елементів пов'язаних з вивченням теми;

- мистецтва мови для дослідження, передачі та звіту, щодо отриманих знань та вмінь [46];

Саме на цьому етапі учні починають розуміти, що і як досліджувати, усвідомлюють всі свої можливості в освітній сфері. Вчителі, в свою чергу, мають вибір: детально зосередитися на конкретних областях предмету або охопити широкий спектр тем. Команди вчителів можуть працювати разом, щоб забезпечити поглиблене висвітлення своїх сфер знань, одночасно зміцнюючи те, що учні вивчають в інших конкретних дисциплінах. Саме тому другий рівень піраміди визначають як найбільш відповідний початковій і середній освіті, хоча STEAM-модель, притаманну цьому рівню, можна використовувати і в подальшому навчанні.

Третій рівень – *міждисциплінарний*. На цьому рівні учні можуть отримати уявлення про конкретно обрані галузі (дисципліни) та «концентрований» огляд того, як вони взаємопов'язані між собою. У державній освіті - загальноосвітній рівень. В цей період окремі розрізнені галузі або дисципліни викладаються на профільних рівнях, виокремлені предметні аспекти конкретизуються в деталях. Саме тут відбувається професійний розвиток і зростання учнів в обраній галузі. Наприклад, чудовий спосіб навчити природним взаємозв'язкам на практиці - це викладати тему, що базуються на вивченні автентичних, заснованих на реальних фактах блоків. Коли цілеспрямовано планується охопити конкретні сфери і поняття, викладачі можуть легко використовувати тематичну освіту, однак, сфери, на яких не зосереджується увага, не повинні повністю виключатися з навчальної програми, а, натомість, принаймні, пояснюватися як елементи того, що може відбуватися в реальності.

Будь-яка з цих методологій, і не тільки, допомагає перенести навчання зі сфери конкретних тем на всі пов'язані з ними теми. Сучасні тенденції в

освіті вже визначили STEM як відповідний блок основних напрямів (галузей). Тенденції також показали, що багато галузей мистецтв перебувають у тренді, і лише мовним і суспільствознавчим дисциплінам досі формально приділяється значна увага як таким, що мають важливе значення поза межами STEM-галузей. З цих причин вважається, що третій рівень піраміди є найбільш актуальним для сучасної перехідної освіти або освіти середньої школи.

Рівень *конкретної дисципліни* розташовується на четвертому щаблі у піраміді. До нього віднесено дисципліни, які є основною темою фокусу освітнього процесу, або базовою дисципліною. Це не означає, що інші предмети виключаються, вони все одно повинні розглядатися в контексті, однак основна тема вивчається значно глибше, ніж суміжні дисципліни. Саме на цьому рівні слід давати загальний огляд конкретних частин обраного елемента навчального процесу (теми, модуля, розділу тощо). Це рівень, на якому можна дослідити, які галузі знань учень бажає здобути в якості майбутньої професії чи хобі. Оскільки такий підхід дуже доречно для молодих людей, вважають, що четвертий рівень піраміди є найбільш відповідним для середньої освіти.

П'ятий рівень піраміди має назву рівень *специфічного змісту*. Саме на цьому рівні вивчаються предметні галузі, які заглиблюються в більш вузьку сферу конкретних предметних дисциплін за індивідуальним вибором студента, як правило, у вищих навчальних закладах. Області наук можуть вивчатися окремо або в спеціально згрупованих кластерах у межах своєї галузі або з різних галузей. Знову ж таки, це має бути актуально і контекстуально пов'язано з навколишнім світом, але саме на цьому етапі освітні та професійні практики найповніше взаємопов'язані з напрацюваннями одна одної.

### **1.3. Факультативний та елективний (за вибором) курси.**

Необхідність модернізації української освіти, інтеграція її в загальноєвропейський освітній простір, а також збереження загальноєвропейського освітнього простору, збереження та розвиток кращих традицій вітчизняних закладів загальної середньої освіти, вносять суттєві корективи в загальну систему освіти [48]. Тому, перед школою ставиться завдання зберегти фундаментальність освіти, водночас посилити практичну та поглибити життєву спрямованість змісту освіти, розвивати в учнів здатність до мислення і самостійної діяльності, дбаючи про їхні ціннісно-сенсові орієнтації [47]. У цьому контексті елективні курси постають як невід'ємний інструмент розвитку суб'єкт-суб'єктної взаємодії в освітньому середовищі закладів загальної середньої освіти.

*Елективний курс* (за вибором) - як дидактичне новоутворення - це, по-перше, навчальний курс, що входить до складу профілю навчання; по-друге, курс, розроблений на основі варіативного (шкільного та регіонального) освітнього компонента; по-третє, курс, пройти який учні вирішують самостійно - відповідно до особистих інтересів [51]. Курс за вибором доповнює зміст навчального предмета. Утім, як зазначають науковці, для такого навчання мають бути створені комфортні умови. Окрім цього вчитель має турбуватися про те, щоб учні максимально повно усвідомлювали важливість своєї успішності. Формувати в учнів усвідомлення важливості якісного засвоєння ними варіативних знань, як показує практика, певною мірою легше, ніж на прикладі інваріантних предметів, оскільки вже сам по собі статус курсу за вибором містить важливу результативну складову компетентнісного змісту і впливає на зростання в учнів упевненості у своїх інтелектуальних, духовних і предметних здібностях [50].

*Факультативний курс* (з фр. *facultatif* - необов'язковий, від лат. *facultas* - можливість, здатність) - навчальний предмет, курс, який вивчають студенти вищих навчальних закладів, учні середніх спеціальних і професійно-технічних навчальних закладів та закладів загальної середньої

освіти за бажанням і з метою поглиблення науково-практичних знань [52].  
Результати порівняльного аналізу дидактичних одиниць "факультативний курс" і "курс за вибором" дають можливість зробити нам такі висновки:

1. Поняття "курс за вибором" і "факультативний курс" є різними дидактичними одиницями. По-перше, курс за вибором – це обов'язкове заняття (за умови вибору його учнем); факультативний курс - необов'язкове заняття. По-друге, обов'язковою є атестація тих, хто вивчає курс за вибором, на відміну від факультативного курсу;

2. Поняття "курс за вибором" і "факультативний курс" мають спільні ознаки, що стосуються їхніх функцій. Однак факультативний курс більшою мірою задовольняє різноманітні пізнавальні інтереси учнів, сприяє їхньому особистісному розвитку. До завдань курсу за вибором як елемента профільного навчання входить здійснення спеціалізованої підготовки старшокласників закладів загальної середньої освіти відповідно до обраного ними профілю навчання.

В загальному курси за вибором можна поділити на два види: предметні (предметно-орієнтовані) та міжпредметні (орієнтаційні) курси. Предметні курси дають учням можливість реалізувати свої здібності та задовольнити інтереси в обраній сфері освіти, переконатися в особистій готовності засвоювати зміст навчальних предметів у старшій школі на рівні профільного навчання. Зміст і форма організації предметних курсів покликані поглиблювати вивчення окремих тем.

Міжпредметні курси допомагають учням зорієнтуватися у світі професій, ознайомитися зі специфікою різних видів діяльності. Ці курси організуються у вигляді навчальних модулів і проводяться протягом місяця або семестру. Форми навчання в процесі вивчення курсів за вибором можуть бути як академічними (урок, практикум, лекція, семінар тощо), так і орієнтованими на інноваційні педагогічні технології (використання комунікативних методів або методу проєктів, групові заняття, дослідницька

діяльність, STEM/STEAM навчання, розробка індивідуальних навчальних планів тощо).

За умови впровадження елективних курсів серед учнів 9-11 класів, тобто тих, що активно готуються до випуску, доцільним є використання розширеної класифікації курсів, а саме:

1. курси з предметів, що дають нову інформацію в рамках даної дисципліни;
2. міждисциплінарні елективні курси, спрямовані на об'єднання знань учнів у кількох предметних галузях для розвитку вміння комплексного підходу до розв'язання завдань;
3. міждисциплінарні елективні курси завдань;
4. елективні курси з дисциплін, що не входять до базового навчального плану;
5. елективні курси, спрямовані на допомогу у виборі майбутнього профілю навчання;
6. елективні курси, спрямовані на оволодіння учнями умінь і навичок, значущих для підвищення конкурентоспроможності на ринку праці;
7. елективні курси, спрямовані на оволодіння учнями конкурентоспроможності на ринку праці.

Як правило, головне завдання курсів, що належать до першого виду, полягає в підготовці учнів дев'ятих та одинадцятих класів до успішного складання основного державного іспиту та ЗНО. Курси решти типів спрямовані на розвиток дослідницьких здібностей учня, розширення їхніх уявлень про світ. Крім того, існують авторські елективні курси, які створюються на базі освітніх установ або педагогами окремо [53].

До складу теоретичного блоку курсу за вибором віднесено систему умінь і навичок використання наукових знань, а також виховний аспект, що враховує мету формування цілісної особистості учня.

Структурування курсів за вибором визначається змістом програм, підручників, довідкової науково-методичної літератури, послідовністю і

логічністю подання та пояснення навчального матеріалу, виконанням навчальних завдань для вироблення необхідних навичок. Створення умов для підготовки учнів досягається плануванням етапів формування курсу за вибором, відповідно до структурно-логічної схеми засвоєння категоріально-понятійного апарату певної галузі науки – природничої, гуманітарної, технічної.

Не зважаючи на відсутність суворих стандартів складання програм елективних курсів, необхідним залишається дотримання таких вимог:

- достатня кількість запропонованих курсів для здійснення вибору (запропонованих курсів має бути більше, ніж потрібно обрати);
- складання курсу на основі достовірних наукових джерел;
- допомога курсів у здійсненні вибору майбутнього напрямку діяльності;
- підтримання мотивації до вивчення предметів, що цікавлять;
- зміст курсу має ґрунтуватися на базових знаннях з дисципліни, але не дублювати їх;
- використання нових технологій у системі освіти;
- введення у "світ професій": пояснення специфіки професії через безпосередню роботу в основних видах професій через безпосередню роботу в основних видах діяльності, які використовуються в межах реалізації обраного напрямку.

З аналізу сучасних тенденцій профілювання як української, так і зарубіжної старшої школи випливає, що потрібно брати до уваги і суспільні умови функціонування школи, і індивідуальні потреби та здібності учнів, що, безумовно, залежить від освітнього середовища. До речі, в освітньому середовищі як такому виокремлюють:

А. шкільне середовище - з його навчальною (навчання загальноосвітніх предметів, курсів за вибором тощо) і позанавчальною (гуртки, секції тощо) частинами;

- Б. родинно-сімейне;
- В. мас-медійне (друковані та електронні ЗМІ, ТБ, радіо, а також зовнішня реклама, реклама в транспорті тощо);
- Г. юнацько-молодіжну;
- Д. просторово-локалізаційну (спілкування і взаємодія в громадських місцях, магазинах, аптеках, місцях відпочинку тощо);
- Е. культурно-естетичну (пам'ятки історії та культури, театри, музеї, виставки, заповідники тощо);
- Ж. інтернет-середовище (інтернет-ресурси, соціальні мережі, онлайн ігри, стільникові мережі та ін.)" [49].

Це може послужити поштовхом для формування змісту відповідних курсів за вибором, причому - інноваційних за своїм характером та цікавих для учнів. З іншого боку, дуже важливо, як вважають науковці, враховувати інваріантні чинники [54], регламентовані Законом України "Про освіту" (2017), у тому числі й кадрову політику в галузі освіти [56], а також конгруентні чинники, що дають змогу вдосконалювати процеси соціалізації та самовизначення учнів. Серед цих чинників, на особливу увагу заслуговують когнітивно-соціальні конструкти як інтелектуальні новоутворення особистості; ціннісні настанови та сенси соціона як одиниці соціуму (соціонома як члена суспільства) і психоергономічність процесу реалізації змісту елективних курсів як важливої умови диференціації та індивідуалізації навчання [55].

## 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1. Об'єкти та методи дослідження

Дослідження проводились на базі комунальної обласної спеціалізованої школи-інтернату II-III ступенів з поглибленим вивченням окремих предметів «Багатопрофільний ліцей для обдарованих дітей», із залученням учнів 9-их класів (18 учнів).

У сучасному світі, який неможливо уявити без застосування технологій, мистецтво, наука та інженерне мислення дедалі більше зближуються й об'єднуються, перестаючи суперечити одне одному. А здатність до колаборації та прояву творчих здібностей, вміння донести до оточуючих сенс свого висловлювання в максимально зрозумілій, наочній формі в будь-якому виді діяльності виходять на перший план серед найважливіших здібностей, які потребують розвитку протягом життя.

Найчастіше науці потрібне візуальне розкриття сенсів для передавання інформації засобами мистецтва і технологій, а художники використовують цифрові технології та наукові форми мислення для самовираження.

Це взаємопроникнення, каталізоване цифровими технологіями, відповідає і потребам сучасної освіти в школі. Новою мовою майбутнього стають не тільки можливості мовлення і писемності, а й можливості швидко створюваних медіа, доступні вже в сьогоденні - створення ілюстрацій, анімацій, відеографій, моделей тощо. Однак можливості їх застосування не скасовують розвиток у людей творчого мислення та свободи особистісного прояву, а лише є тими сучасними інструментами, що допомагають максимально швидко комунікувати, самовиражатися та досягати результату.

Розвиток таких якостей, як здатність захоплюватися процесом пізнання, відчувати дослідницький інтерес до предмета навчання, мріяти, уявляти, критично аналізувати інформацію та мати власну думку, виховання волі та вміння розподіляти її зусилля протягом тривалого часу також є актуальним викликом сучасності освіти. Бажання вчитися, експериментувати,

емпатія, здатність спокійно переживати помилки і повторювати спроби ще раз, не втрачаючи стійкості, вміння донести до оточуючих свої думки та ідеї (презентувати себе чи зміст своєї роботи) необхідно вважати такими ж важливими результатами навчання, як і академічні результати.

Власне STEAM є розвитком аббревіатури STEM, але до неї тепер включається і термін "art" - мистецтво. А - art – може виражатися у вигляді живопису, архітектури, скульптури, музики і літератури тощо. Додавання контексту мистецтва дає змогу розширити області для експерименту та прояву учнів у творчій діяльності, крім того, це дає можливість проявитися тим учням, хто має таланти в цих сферах. STEAM - освітня конвергентна технологія, що поєднує в собі кілька предметних галузей. Вона являє собою інструмент розвитку критичного мислення, дослідницьких компетенцій і навичок роботи в групі.

Виходячи із розуміння особливостей функціонування самої STEAM-моделі навчання очевидним стає той факт, що вітчизняна освітня система, яка реалізується в ЗНЗ, на сьогоднішній день повністю застаріла, а сам підхід до мотивації дітей навчатися і результат, який може отримати учень після завершення навчання, не задовольняють потреб сучасної проактивної людини та потенційно затребуваного спеціаліста. Крім того, враховуючи обсяги змін, які необхідно провадити для повного реформування освітнього процесу навіть лише у ЗНЗ, серйозною перепоною стає неможливість однаково ефективно та вчасно інтегрувати необхідні елементи STEAM-підходу в усі навчальні програми та дисципліни. Тобто, можна констатувати наявність проблеми пошуку та обґрунтування ефективності методів навчання школярів, що базуються на застосуванні STEAM-технологій.

Таким чином, з метою локального вирішення зазначеної проблеми **об'єктом дослідження** було обрано рівень ефективності STEAM-технологій в процесі викладення елективного курсу «Клітина–Всесвіт», тематикою якого стала клітина та всі аспекти її існування і функціонування. Для реалізації роботи курсу було сформовано робочу групу з 18-ти учнів 9-их

класів (13-15 років). Попередньо розроблену навчальну програму курсу було побудовано за лінійним принципом. Вона передбачає пів року (1 навчальний семестр) навчання основного освітнього рівня (17 год. на курс (семестр), 1 год. на тиждень) для учнів, які володіють базовими знаннями з біології, цитології, гістології, отриманими в ході навчального процесу за шкільною навчальною програмою. Загальна кількість у 17 занять була розділена на два модулі по 8 (перший) та 9 (другий) відповідно. Програма передбачала проведення тематичних занять курсу, відкритих дискусій, навчально-тренувальних занять, практичних робіт, лабораторних досліджень в STEM-лабораторії, різних типів контролю знань (аналітичного, діагностувального, підсумкового). Основними методами опрацювання тематичного навчального матеріалу були: групові інтерактивні методи, STEAM-технології та елементи діяльнісного навчання, формування системного і критичного мислення, визначення та вирішення проблемних задач, корегування та адаптація змісту окремих тем за рахунок використання ігрових та особистісно-орієнтованих розвивальних методик навчання.

На підготовчому етапі роботи учням робочої групи було запропоновано пройти панельне опитування «Елективні курси та STEAM – Мое?» , яке носило повторюваний характер (відбувалося до початку та наприкінці курсу), а порівняння його результатів аналізувалося на предмет виявлення змін у розумінні учнями суті і принципів функціонування STEAM-технологій та позаурочної освітньої роботи у формі елективних курсів, а також їх суб'єктивного ставлення щодо залученості до цих курсів і зацікавленості в них.

Надалі розпочалося проведення тематичних занять першого модуля, відповідно до програми. Власне перший модуль складався з 8-ми занять, тривалістю по 1 академічній годині на тиждень, з наступних тематик: Цитологія – наука про будову і функції клітини; Сучасні методи цитологічних досліджень. Види мікроскопів; Спільні і відмінні ознаки клітини; Мембрани еукаріотичної клітини; Транспорт речовин через

мембрану; Ядро; Каріотип. Клітинний цикл; ЕПС. В ході викладення матеріалу першого модуля активно застосовувалися методи інтерактивного навчання та STEAM-методи груп «наукового дослідження» та «дизайн-мислення» із застосуванням необхідного технічного устаткування, наприклад електронних та світло-оптичних мікроскопів, інтерактивних дошок, мультитордів тощо.

На стику першого та другого тематичних модулів, з метою встановлення доцільності навчальної програми та рівня ефективності обраних методів і розробленого НМК, було проведено діагностувальний контроль знань у формі короткого тестового завдання з 10-ти питань, що стосувалися виключно матеріалу, пройденого в ході першого модуля. Даний вид контролю проводився виключно з діагностувальною метою, а, отже, не підлягав бальній оцінці. За результатами аналізу отриманих даних були внесені корективи у процес подальшого викладення, які, однак, виявилися незначними.

Наступним етапом роботи стало проведення комплексу занять другого тематичного модуля. Він був сформований з 9-ти тематичних занять по 1 академічній годині на тиждень. Даний модуль охоплював наступні теми: Апарат (комплекс) Гольджі; Вакуолі; Рибосоми. Лізосоми; Мітохондрії; Органели руху. Пластиди; Порівняння будови про- та еукаріотичних клітин; Клітинний цикл; Мітоз. Мейоз; Відмирання клітини. Апоптоз. В процесі вивчення тем другого модуля були задіяні як методи наукового дослідження та дизайн мислення, що базуються на STEAM-технологіях, так і методи інженерного проектування, яке дозволяє створювати матеріальний вияв своєї роботи, тобто продукт (власне моделювання та створення функціональної просторової моделі клітини). Для реалізації зазначеного модуля використовувалося відповідне устаткування STEAM-лабораторії та розроблений НМК.

Завершенням розробленого курсу стало проведення підсумкового контролю знань, мета якого була комплексною, і полягала, по-перше, у

визначення динаміки рівня знань та вмінь учнів, прогресії їх успішності у порівнянні із докурсовим рівнем, а, по-друге, власне бальна оцінка результатів навчання дітей, оскільки елективні курси, на відміну від спецкурсів, повинні мати результат виражений у балах. Підсумковий контроль відбувався у форматі багаторівневої контрольної роботи, що містила завдання різного рівня складності (закриті/відкриті тести, відповідності, послідовності, багатоваріантні питання, відкриті питання). В подальшому результати підсумкового контролю порівнювалися з такими для аналітичного тестування, яке репрезентувало базові знання учнів групи, з якими вони прийшли на курс, та формувався висновок стосовно їх прогресії. На основі аналізу та порівняння результатів контролю (наприклад, порівняння середнього балу учнів) на різних етапах роботи, оцінювалася загальна ефективність та доцільність інтеграції та застосування STEAM-технологій та різноманітних елементів STEAM-освіти у процес роботи елективних курсів.

Заключним етапом дослідження стало повторне проведення панельного опитування «Елективні курси та STEAM – Моє?», яке відбувалося аналогічно до першого, а його результати чітко показали як значне підвищення рівня зацікавленості учнів в активній залученості до позаурочної освітньої роботи, так і формування розуміння ефективності і необхідності впровадження в навчальний процес STEAM-технологій та загальної гейміфікації навчання.

### 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Очевидним є той факт, що в останнє десятиліття темпи як загального, так і спеціалізованого (вузькогалузевого) розвитку людства значно зросли, навіть у порівнянні із початком міленіуму. Всі сфери науки і техніки, медицини і культури, промисловості і господарства прогресують у власному вдосконаленні і вдосконаленні продукту, який являє собою результат їх функціонування. На ряду із цим зростають і їх потреби, в першу чергу, в «новітніх» спеціалістах, яким були б притаманні всі риси сучасного знавця і майстра своєї справи. Це і є основним запитом сьогодення – перехід людства на якісно новий рівень компетентності, вмілості та креативності. Сьогоднішні реалії, наповнені соціальними, культурними та економічними викликами, вкотре показали, що у сучасному динамічному світі перед освітньою галуззю стоїть дуже важливе завдання – йти в ногу з прогресом та відповідати викликам суспільства. Сьогодні учням загальноосвітніх навчальних закладів, насамперед, необхідно прищеплювати важливі навички XXI століття – критичне мислення, креативність, інформаційну і цифрову грамотність, гнучкість, вміння працювати у команді тощо. Невипадково у сучасних міжнародних експертних оцінках освітнього процесу, поряд із академічними знаннями, зазначені критерії відіграють еквівалентну, якщо не більш значну роль, та, часто, беруться за основу.

STEAM - це сучасний напрямок в системі освіти заснований на взаємній інтеграції декількох предметів. Орієнтується він на міжпредметний та прикладний підхід, в якому обов'язковою є проектна діяльність. Іншими словами в школах пропонують стерти чітку межу між предметами, а створити єдиний комплекс, де учню було б цікаво здобувати знання та пізніше вивчену теорему чи хімічну формулу застосовувати на практиці та у реальному житті.

Освітня модель STEAM спрямована на розвиток в учнів творчого та художнього мислення, співпраці, соціального інтелекту, здатності використовувати інноваційні технології за допомогою різних мов

програмування, а також застосовувати на практиці отримані знання, створюючи щось нове.

Нові реалії чітко вказують на те, що, незалежно від нашого бажання, традиційна освіта більше не забезпечує успішного існування в динамічному світі. Діти все більше часу проводять за екранами комп'ютерів, смартфонів, планшетів та інших гаджетів, тому система освіти має бути адаптована таким чином, щоб взаємодія з технікою йшла учню на благо, сприяючи його розвитку. З цієї точки зору чи не найкращими кандидатами для впровадження елементів STEAM освіти виявляються науки природничого спрямування, в ході опановування яких застосовується значна кількість прикладних методів та форм навчання із застосуванням, часто, достатньо сучасних видів техніки, програмного забезпечення та іншого устаткування. Наприклад, в останні роки досить розповсюдженим стало використання мікроскопів різного типу, таких як цифрові або стереоскопічні, на уроках біології, що забезпечує значно вищий рівень показовості та наочності в ході вивчення конкретної теми чи розділу. Це, в свою чергу, створює відповідні умови для заохочення дітей до роботи, створення у них внутрішнього бажання пізнавати і робити щось власними руками. Дуже актуальним такий підхід є, наприклад, при вивченні клітини, її будови, складу та функціонування як найменшої, але найбільш важливої частинки живих організмів. Хоча тема клітини, в процесі навчання, піднімається досить часто, а саме на протязі 6, 9 та 10-го класів, знання, які отримують учні, носять, здебільшого теоретичний характер, а малочисельні практичні заняття, які мають місце, лише поверхнево занурюють дітей у цілий Всесвіт клітини, при тому не створюючи необхідних умов для ефективного формування певних практичних вмінь.

Тому, зважаючи на специфіку впровадження STEM-елементів в освітній процес, в загальному, а також додаткову інтеграцію мистецького аспекту (Art), зокрема, і враховуючи, з одного боку, актуальність вивчення клітини на більш складному рівні, особливо в розрізі профільного навчання,

а, з іншого, зазначені недоліки сучасного процесу її вивчення, метою нашої роботи стала реалізація елективного STEAM-курсу «Клітина - Всесвіт» біологічного спрямування, а також створення необхідного навчально-методичного комплексу з подальшою його апробацією серед учнів 9-тих класів. Для досягнення поставленої мети нами було розроблено та апробовано відповідну навчальну програму, яка була сформована із занять, в основі яких лежало застосування STEAM-технологій. Апробація розробленого комплексу уроків відбувалася протягом 2022-23 років на базі комунальної обласної спеціалізованої школи-інтернату II-III ступенів з поглибленим вивченням окремих предметів «Багатопрофільний ліцей для обдарованих дітей».

В загальному, розроблена навчальна програма була розрахована на викладення матеріалу протягом одного семестру, містила 17 аудиторних занять (1 заняття/тиждень) тривалістю по 45 хв. та поділялася на 2 модулі по 8 і 9 занять відповідно. Тематичне наповнення програми курсу було сформоване з урахуванням шкільної навчальної програми з біології, та укладалося за принципом розширення та поглиблення знань учнів стосовно кожного аспекту існування клітини, засобами STEAM-освіти (Додаток 1). Для ефективної реалізації STEAM складової освітнього процесу, в ході апробації програми курсу використовувалося відповідне устаткування, таке як: цифровий (MICROmed'' XS-2610) та оптичний мікроскопи, CCD Відеокамера 5,0 Мріх USB (до мікроскопів універсальна +ПО), комплект мікропрепаратів для оснащення кабінету біології, інтерактивні дошки із програмним забезпеченням, цифровий вимірювальний комплекс по біології (набір для вчителя) тощо (Додаток 2). На окремих, попередньо визначених етапах роботи курсу проводилися різні види контролю, кожен з яких виконував конкретну специфічну функцію. Для формування учнівської групи курсу було обрано 9-ті класи, оскільки саме у 9-му, перед-профільному, класі у дітей виникає простір для самовизначення та вибору ними майбутньої професії або профілю навчання. В результаті проведення

короткого екскурсу в суть елективного курсу «Клітина - Всесвіт» серед учнів 9-А та 9-Б класів, на добровільній основі, було відібрано 18 дітей віком 14-15 років. Після формування робочої групи, з метою довготривалої аналітичної оцінки динаміки зацікавленості та залученості в процес навчання на обраному курсі учням було запропоновано пройти панельне опитування «Елективні курси та STEAM – Моє?», особливістю якого, в порівнянні із стандартним анкетуванням, є повторюваність серед одної групи респондентів без суттєвих змін змісту питань. Для цього, учні отримували лист-опитувальник, який містив 10 запитань, стосовно їх розуміння і ставлення щодо обраного курсу, на які було необхідно дати відповідь у форматі Так/Ні/Не знаю (Додаток 3). Результати зазначеного опитування наведені у діаграмі на рисунку 3.1.

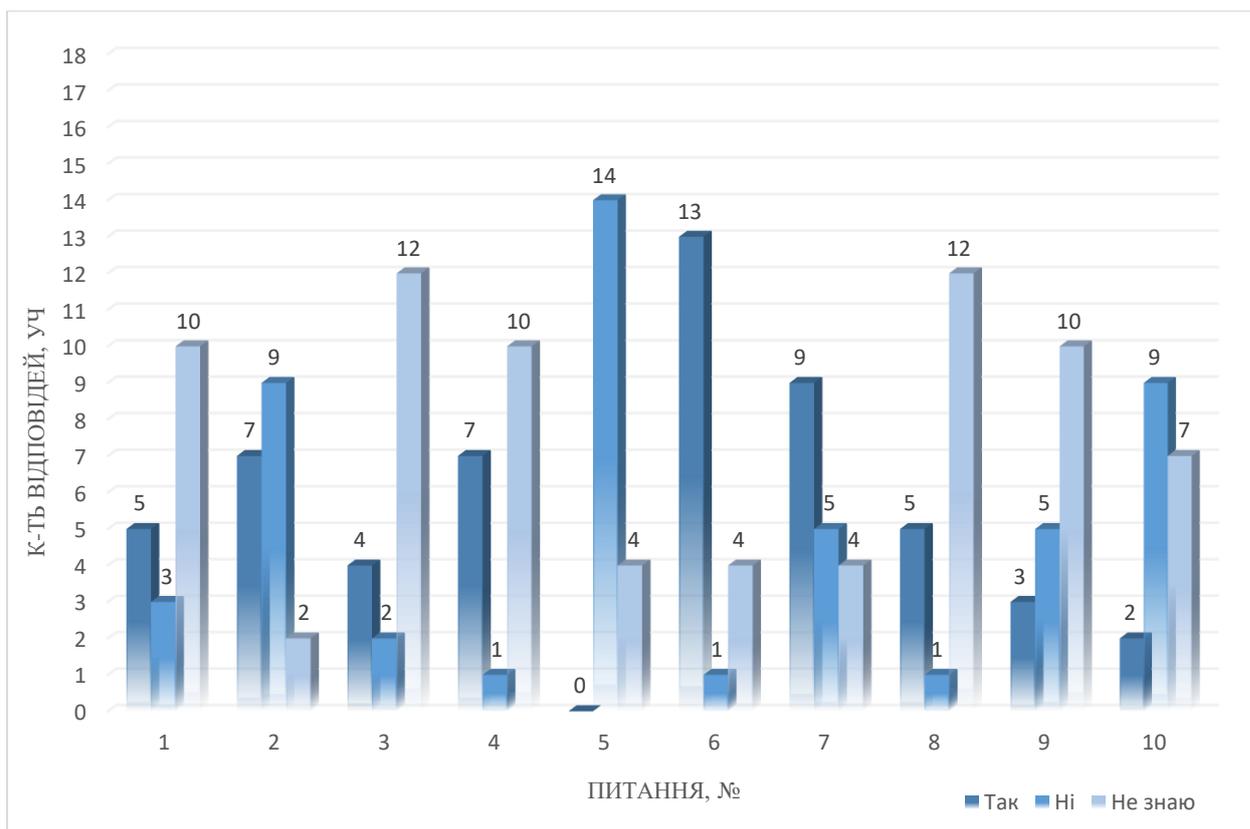


Рис. 3.1. Результати панельного опитування робочої групи курсу «Клітина - Всесвіт» (попереднє)

Оскільки панельне опитування має повторюваний характер, що дозволяє фактично оцінити зміни у ставленні учнів групи до самого курсу, а

також роль, яку в цих змінах відіграли застосовані елементи STEAM-освіти, на його результатах слід зупинитися більш детально.

Як видно з діаграми на рисунку 3.1, розподіл отриманих значень досить рівномірний, проте, у випадку суб'єктивних опитувань більш важливими є результати кожного питання окремо. Наприклад, розглянемо пару питань №1 та №6. Відповідаючи на питання «Чи вважаєте ви необхідним впровадження елективних курсів?» (№1), більшість групи, а саме 10 учнів (55%) не змогли визначитися з відповіддю, а позитивно висказалися лише 5 (28%). Тобто, можна зробити припущення, що діти не до кінця розуміють сутність елективних курсів та можливості, які вони надають, в розрізі вивчення конкретної науки чи галузі. При цьому, ствердних відповідей на запитання «Чи бачите ви сенс у зосередженні більшої уваги на вивченні конкретної дисципліни?» (№6) було виявлено аж 13 (72%) і лише одна (5%) негативна відповідь. Тобто, за рахунок такого співвідношення підтверджується попереднє припущення. Учні, з однієї сторони, чітко розуміють необхідність поглиблення знань з конкретних обраних галузей та переходу до профільного навчання, а, з іншої, не можуть ефективно оцінити шляхи та способи досягнення цього, яким і є, наприклад, елективний курс. Цікава і неоднозначна ситуація спостерігається з принципом вибору елективного курсу серед опитаних. Так, відповідаючи на питання «Чи подобаються вам науки природничого циклу» (№7), більшість групи, а саме 9 дітей (50%) відповіли позитивно, при 5-ти (28%) негативних відповідях, що, ніби, мало б говорити про загальну зацікавленість учнів в обраній тематиці курсу. Проте, якщо звернутися до результатів питання №2 «Чи хотіли б ви відвідувати елективні курси біологічного спрямування?», можна помітити, що більшість групи відповіло негативно, а саме 9 (50%) учнів. Тобто, очевидним є деяке протиріччя, з одного боку якого досить низький рівень зацікавленості учнів у відвідуванні курсів біологічного ухилу, а, з іншої, їх фактичний вибір. Можна припустити, що така ситуація склалася в результаті зменшення перспективності вивчення біологічних наук серед сучасної молоді, в

порівнянні із більш актуальними напрямками, пов'язаними із інформатикою та математикою, але, при цьому, тематика курсу достатньо універсальна, що буде корисним в процесі подальшого навчання і складання іспитів. Не очікувані результати були отримані при відповіді на питання, що стосувалося власне способу проведення уроків. Так, у відповідь на питання «Чи вважаєте ви достатнім застосування традиційних методів навчання та викладання в сучасному освітньому процесі?» (№9) більшість групи, а саме 10 дітей (55%) обрали варіант «Не знаю», тоді як ствердно відповіло лише 3 учня (17%). Як і в попередньому випадку, припускаємо, що учні не можуть чітко відмежувати традиційні методи навчання від інноваційних, а отже не можуть дати чіткої і адекватної оцінки їх реальної ефективності та самодостатності.

Оскільки центральним аспектом дослідження виступає STEAM-модель освіти, слід звернути увагу на питання №8 («На вашу думку, чи можна назвати актуальним застосування STEAM-моделі навчання в розрізі вивчення предметів біологічного спрямування?»), результати якого виявилися не втішними. Так, більшість групи зазначило, що не можуть дати чітку відповідь на дане питання (12 учнів (67%)), що, очевидно, говорить про незнання дітей самого поняття STEM та STEAM-освіти, а також про недостатній рівень впровадження та популяризації даних підходів у сучасний освітній процес.

Так як, для подальшої ефективної роботи та правильного планування занять, а також доцільного вибору методів викладу матеріалу і його обсягу, необхідною умовою було попереднє визначення рівня фактичної обізнаності учнів стосовно тематики курсу, на вступному занятті було проведене аналітичне тестування. В ході зазначеного тестування кожен з учнів групи, в індивідуальному порядку, давав відповідь на серію питань (18 питань), зазначених у спеціально розроблених бланках, поданих у форматі закритих тестів (з однією вірною відповіддю), що стосувалися теми клітини та всіх аспектів її існування і функціонування (Додаток 4). Дане оцінювання носило, насамперед, аналітичний характер, тобто отримані результати не впливали на

загальну результативність учнів в ході курсу, проте вони були використані в ході подальшого порівняння динаміки цієї результативності наприкінці проходження курсу.

Отримані результати, здебільшого, виявилися очікуваними, та знаходилися в межах рівня «середній», а, подекуди «нижче середнього», що, в загальному, може свідчити не стільки про незнання запропонованої теми, скільки про поверхневість цих знань, що впливає з діаграми на рисунку 3 (Рис. 3.2).

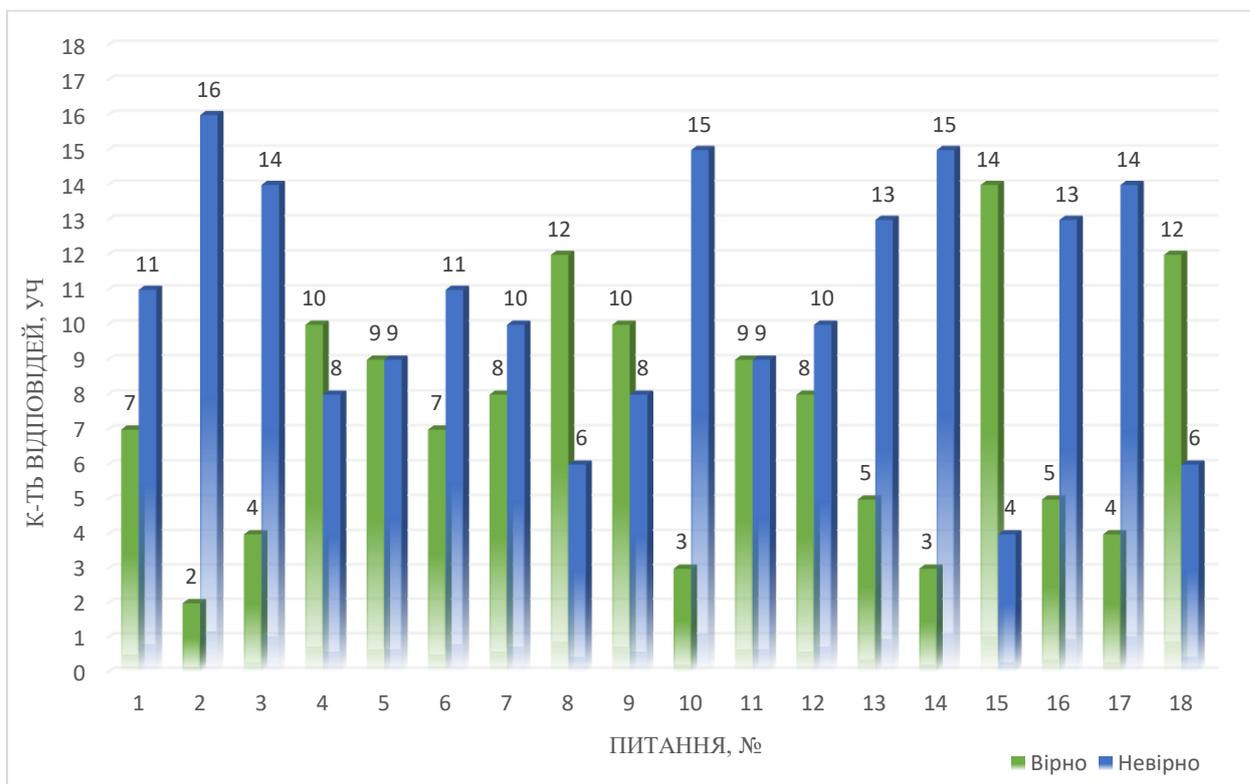


Рис. 3.2. Порівняння результатів аналітичного тестування серед учнів робочої групи курсу «Клітина - Всесвіт»

Аналіз результатів проведеного тестування не дозволяє виділити якусь конкретну закономірність, яка б однозначно характеризувала отриманий розподіл показників, проте є й певні характерні тенденції. Наприклад, розглянемо пару питань, що стосувалися особливості рослинної клітини в порівнянні із тваринною. Мова йде про питання № 5 «Пориста структура з целюлози, що надає клітині міцності та постійної форми» та №15 «Клітини тварин мають менш стабільну форму, в порівнянні із рослинними, оскільки в

них відсутні». У випадку питання №15 вірну відповідь дало 14 учнів (78%), що являється абсолютною більшістю класу, тоді як на п'яте питання вірно відповіла лише половина групи (9 (50%)). Тобто, очевидним є те, що діти чітко розуміють, що відмінною рисою рослинних клітин, на відміну від тваринних, є наявність клітинної стінки, проте, визначити з переліку цю органелу за описом можуть лише частково, що підтверджує попереднє припущення про поверхневність та загальність знань учнів групи. Очікувані складнощі виникли й з питаннями, які стосувалися генетичних аспектів клітини, такими як: «В якому із зазначених органоїдів клітини відбувається утворення веретена поділу в процесі мітозу/мейозу?» (№11) та «Генетичний код, наявний у всіх живих істот, існуючих на Землі являє собою:...» (№12). Відповідно, кількість невірних відповідей на зазначені питання склала 9 (50%) для першого, та 10 (55%) для другого. Тобто, приблизно однакова результативність, при відповіді на дані запитання, що знаходиться на середньому рівні, свідчить про не достатньо глибокі знання як стосовно клітинного циклу та особливостей проходження мітозу і мейозу, так і про роль окремих органел у реалізації функцій, пов'язаних із спадковістю. В загальному спостерігається тенденція до переважання низької результативності більшості запропонованих питань, без явних випадінь із загального розподілу.

Щодо переважної більшості питань, які стосуються будови, функцій чи особливостей окремих органел клітини, їх результативність умовно можна поділити на «задовільну» і «незадовільну», з переважанням останньої. Наприклад, порівняємо питання про ендоплазматичну сітку («Система мембран, що поділяють клітину на окремі відсіки, в яких протікають реакції синтезу речовин та їх транспортування – це...» (№2)) та мітохондрії («Двомембранні органоїди клітини, в яких відбувається запасання енергії у вигляді АТФ – це...» (№9)). У першому випадку кількість вірних відповідей склала лише 2 (11%), тоді як у випадку питання з мітохондріями цей показник склав 10 (55%), тобто виявлена результативність була вищою у 5

разів. Схожа ситуація спостерігається і для інших питань подібного характеру. Пов'язано це, ймовірно, в більшій мірі, із рядом суб'єктивних чинників, серед яких можна виділити неоднорідність учнів класу, або індивідуальні складнощі із засвоєнням інформації певного роду (дати, числа, терміни тощо), а, в меншій, із загальною недостатністю викладу матеріалу, стосовно конкретної теми, або переважання інформації стосовно певного аспекту теми, над іншими. Крім цього, опосередковано, такі неоднозначні відмінності в результатах схожих питань можуть ілюструвати ефективність (неефективність) методів та підходів, які були задіяні в ході викладання даного матеріалу. А, отже, можна зробити припущення, що інформація, яка запам'яталася краще, викладалася із застосуванням інтерактивних методів, які спонукали дітей до активної співпраці та формували в них бажання пізнавати і запам'ятовувати.

Слід також відмітити, що, на ряду зі складнішими питаннями, відповіді на які потребували більш вузькоспеціалізованих знань, незадовільний рівень успішності учнів демонстрували й прості завдання, для вирішення яких достатнім є базовий рівень знань. Так, наприклад, на питання, яке стосувалося власне визначення клітини («Клітина – структурна та функціональна одиниця живого, оскільки»), під №1, вірно змогли відповісти лише 7-ро учнів групи, що склало трохи менше 39%. На нашу думку, це в чергове підтверджує недостатню увагу як в процесі викладання вчителями, так і в процесі навчання дітьми, до, здавалося б базових, елементарних аспектів теми.

Після проведення аналітичної обробки отриманих в ході аналітичного тестування даних, в попередньо розроблену програму були внесені необхідні правки та розпочалося власне функціонування елективного курсу «Клітина - Всесвіт». Як було зазначено раніше, загальний курс був поділений на 2 великих модулі. **Перший** модуль складався з 8-ми занять, які проводилися у логічній послідовності (спираючись на базову навчальну програму), які відбувалися один раз на тиждень, тривалістю 45 хвилин. До першого модуля

увійшли такі теми: Цитологія – вивчаємо мікрокосмос клітини; Інноваційне цитологічне дослідження. Мікроскоп – інструмент пізнання; Унікальність та подібність клітин живого; Мембрани – бар’єр чи двері?; Трансміембранний транспорт речовин; Центр клітинного всесвіту – ядро; Клітинний цикл простими словами. Каріотип; ЕПС – мультитул клітини. Основними аспектами розроблених та проведених занять були: орієнтація на діяльнісний компонент, активне застосування STEAM-технологій, максимальне залучення кожного з учнів робочої групи до практичного засвоєння та пізнання, створення атмосфери, що сприяє проактивній позиції школярів, щодо навчання.

Кожне заняття розглядалося як міні-проект, в ході якого учні «проживали» повний цикл етапів проектної діяльності, відповідно до характеру конкретного заняття. Для цього використовувалися три ключові методи STEAM-навчання, а саме наукове дослідження (найбільш затребуваний і універсальний, для обраної теми, метод, в ході реалізації якого діти вчилися правильно ставити перед собою питання, проводити фонове дослідження, формулювати гіпотези та перевіряти їх, аналізувати отримані дані та, як результат роботи, презентувати їх), інженерний проект (був доцільний тоді, коли результатом навчання повинно було стати створення чогось нового, або вдосконалення вже існуючого, наприклад створення якісно нових мікропрепаратів клітин. Окрім тотожних до першого методу вмінь та навичок, учні вчилися формулювати вимоги до продукту своєї діяльності, оцінювати ідей та обирати оптимальні шляхи їх реалізації, обґрунтовувати обрані рішення, власне виготовляти «прототипи» свого продукту та тестувати його і, в результаті, презентувати і надавати для використання на загал) і навіть дизайн-мислення (схожий до інженерного проекту, проте більш творчий процес, суть якого полягає, в першу чергу, в аналізі потреби відповідно до якого проводиться дослідження та виготовляється продукт діяльності. Так, наприклад, спираючись на цей метод, учні мали змогу розробити та побудувати просторову модель клітини

прокаріот наприкінці курсу. В ході цього процесу діти мали змогу навчитися генерувати ідеї, визначати проблемні аспекти та фокусуватися на їх вирішенні, поетапно прототипувати продукт своєї діяльності тощо).

Викладення власне матеріалу обраних тем відбувалося з максимально можливим задіянням *інтерактивних методів навчання та відповідних ІКТ*. З методів, яким надавалася перевага, можна виділити різні форми дискусійного обговорення, групові дидактичні ігри, мозкові штурми тощо. Оскільки ефективність розробленого та реалізованого комплексу методів та навчально методичних прийомів, в розрізі діяльності елективного курсу профільного спрямування, раніше не досліджувалася, а отже була взята за аксіому, по аналогії до схожих курсів з інших дисциплін, наступним етапом роботи було обрано проведення діагностувального контролю знань. На відміну від стандартного контролю, діагностувальний, відповідно до назви, виконує функцію діагностичну функцію, тобто дозволяє проаналізувати не стільки саму успішність та результативність учнів, скільки екстраполювати її на методи і прийоми, які використовуються в процесі навчання, та оцінити їх ефективність та правильність підбору.

Власне діагностувальний контроль представляв собою коротку письмову роботу, яка складалася з 10-ти питань формату простих закритих тестів з однією вірною відповіддю, які стосувалися матеріалу, пройденого учнями на протязі першого навчального модулю курсу (Додаток 5). Результати діагностувального контролю наведені у діаграмі на рисунку 3.3.

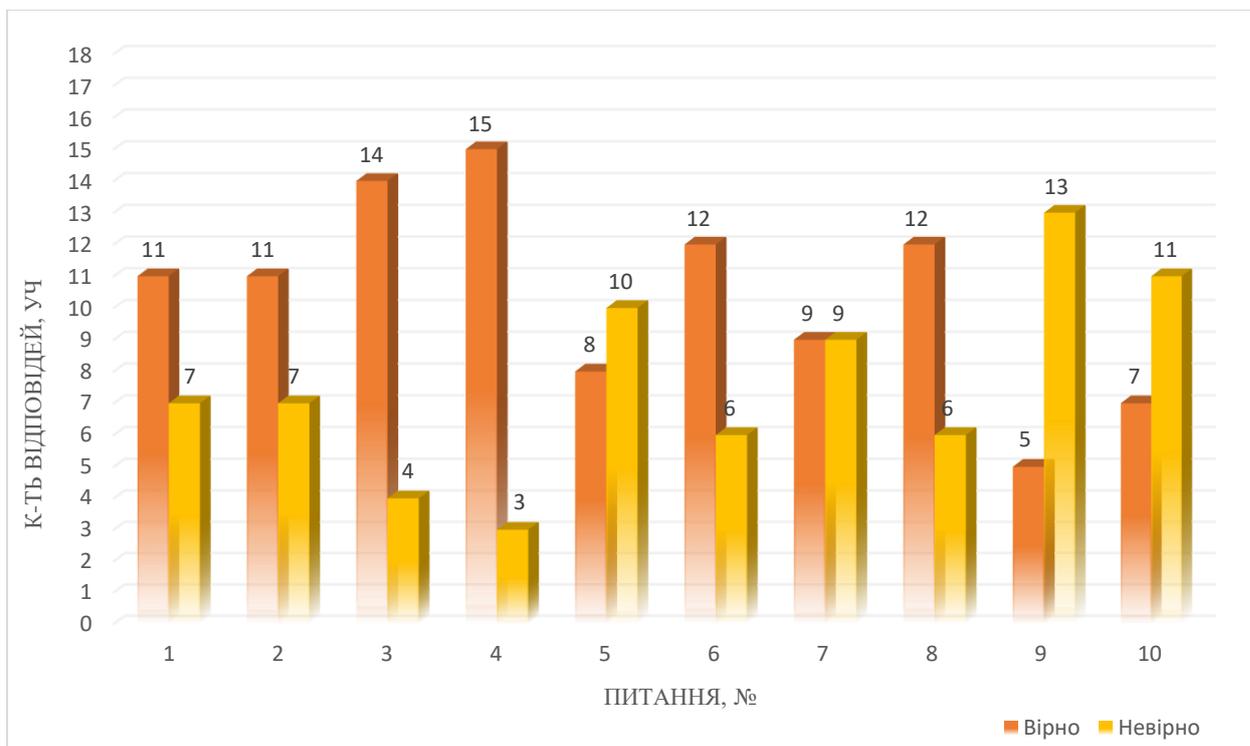


Рис. 3.3. Результати діагностувального контролю знань учнів робочої групи курсу «Клітина - Всесвіт»

Як видно з приведеної вище діаграми, загальний розподіл отриманих даних, здебільшого, рівномірний, а самі показники можна охарактеризувати як вищі за середні/високі, що, саме-по-собі є позитивною тенденцією. Також, явних випадів із загального розподілу не прослідковується, як у негативну, так і в позитивну сторону не спостерігається, проте можна відмітити деякі характерні закономірності.

До прикладу, найбільшу кількість вірних відповідей учні групи дали на питання, що стосувалися різноманітності мікроскопів («Отримати об'ємне зображення досліджуваного об'єкта можна за допомогою» (№3)), а також особливостей неклітинних форм життя («Клітинна теорія не актуальна для:…» (№4)). На третє питання вірно відповіло 14 (78%) учнів групи, тоді як для питання №4 цей показник склав 15 (84%) з 18 можливих. Пояснення таким високим результатам, на нашу думку, очевидне: у випадку питання №3, діти добре розібралися у темі саме за рахунок його прикладного характеру, тобто, в ході заняття учні мали змогу на власному досвіді, практичним шляхом познайомитися з різними мікроскопами, їх відмінностями та принципами

роботи, а у випадку питання №4, яке можна сприймати як логічне продовження третього, діти застосовували отримані знання та вміння, щодо використання мікроскопів, щоб на власному досвіді впевнитися, що всі групи організмів, окрім вірусів, мають клітинну форму, досліджуючи та, часково, створюючи самостійно тимчасові та постійні мікропрепарати. Тобто, такі результати можуть прямо свідчити про ефективність засвоєння знань, в процесі отримання яких учні займали проактивну, практико-орієнтовану позицію та залучалися до різного роду інтерактиву.

Прикладом протилежної групи питань, більш теоретичного спрямування, інтерактивне дослідження яких, в шкільних умовах, неможливе, або дуже ускладнене, можна назвати №9 («Каріотипом людини називають:...») та №10 («Який хімічний елемент у великій кількості депонується в ендоплазматичному ретикулумі?»). Результативність зазначених питань склала 5 (28%) вірних відповідей для дев'ятого та 7 (39%) вірних відповідей для десятого питань відповідно. З однієї сторони, відповідь на вказану пара питань потребує набагато специфічніших знань, ніж це було при розгляді першої пари, що може негативно впливати на результативність окремих учнів групи. Проте, оскільки матеріал, який був необхідним для відповіді на задані питання, викладався в ході модуля у повному обсязі та, навіть, з поглибленням у певних аспектах, що розширюють шкільну навчальну програму, сумніви у ефективності викликає не стільки власне засвоєння матеріалу учнями групи, скільки характер викладання відповідного матеріалу.

Порівнюючи групу 9,10 питання з групою 3,4 питання очевидно стає перевага викладання матеріалу із застосуванням STEAM технологій, з максимальною залученістю учнів, перед стандартним викладом, навіть із застосуванням певних інтерактивних конструктів. В загальному ж, умовно порівнюючи результативність учнів після проходження аналітичного тестування та діагностувального контролю, яке мало місце вже після вивчення першого тематичного модулю, можна стверджувати, що має місце

її приріст в загальному по групі. Це, в свою чергу, опосередковано свідчить про доцільність обраних методів викладання, а головне, ефективність застосованих елементів STEAM-освіти.

Наступним етапом діяльності курсу стало проведення **другого тематичного модулю**. По-аналогії до першого, другий модуль представляв логічно вибудовану послідовність із 9-ти занять, які проводилися на протязі другої половини семестру по 1 академічній годині (45 хв.) на тиждень. Тематами, які розглядалися в ході другого модуля стали: Апарат (комплекс) Гольджі як лабораторія гліколізу та фосфорилування; Вакуолі та їх різноманіття; Рибосоми та Лізосоми. Що відмінного?; Мітохондрії – квазари всередині клітини; Органели руху. Пластиди; Прокаріотична клітина ≠ еукаріотичній клітині; Клітинний цикл – це просто; Зародження нових зірок (клітин). Мітоз і Мейоз; Відмирання клітини – кінець чи новий початок? Апоптоз. Кожне із зазначених занять було практико-орієнтованим, а власне діяльнісний елемент навчання спирався на застосування відповідних методів та технологій STEAM-освіти. Загалом, в ході другого модулю, на різних етапах були застосовані всі три базові методи STEAM-моделі навчання (наукове дослідження, інженерний проект, дизайн-мислення). Деякі із зазначених тем, особливо ті, виклад яких більшою мірою формувався з матеріалу, що не входить до базової шкільної навчальної програми з біології, були складнішими для розуміння та викликали певні труднощі в учнів, в процесі їх розгляду (наприклад тематика апоптозу чи клітинного циклу). Проте, саме застосування діяльнісної компоненти навчання на основі STEAM-технологій, як основного методу роботи на занятті, допомогло обійти ці проблеми, що відобразилося і на кінцевому результаті навчальної діяльності учнів курсу. Оскільки кінцевим результатом STEAM-діяльності, як для вчителя, так і для учнів, повинен стати певний продукт цієї діяльності, наприкінці курсу учням було запропоновано, спираючись на отримані раніше знання, побудувати функціональну просторову модель еукаріотичної клітини, яка би максимально достовірно репрезентувала б її оригінал.

Хоча елективні курси і відносять до позаурочних форм освітнього процесу, їх основною відмінністю від спеціальних курсів (спецкурсів) є оціночний характер, тобто кінцевим вираженням результату роботи кожного учня на протязі всього функціонування курсу повинна стати бальна оцінка, яка виставляється на основі проведення підсумкового контролю отриманих знань.

Власне, з цією метою, на останньому етапі роботи курсу серед учнів робочої групи було проведено підсумкову контрольну роботу.

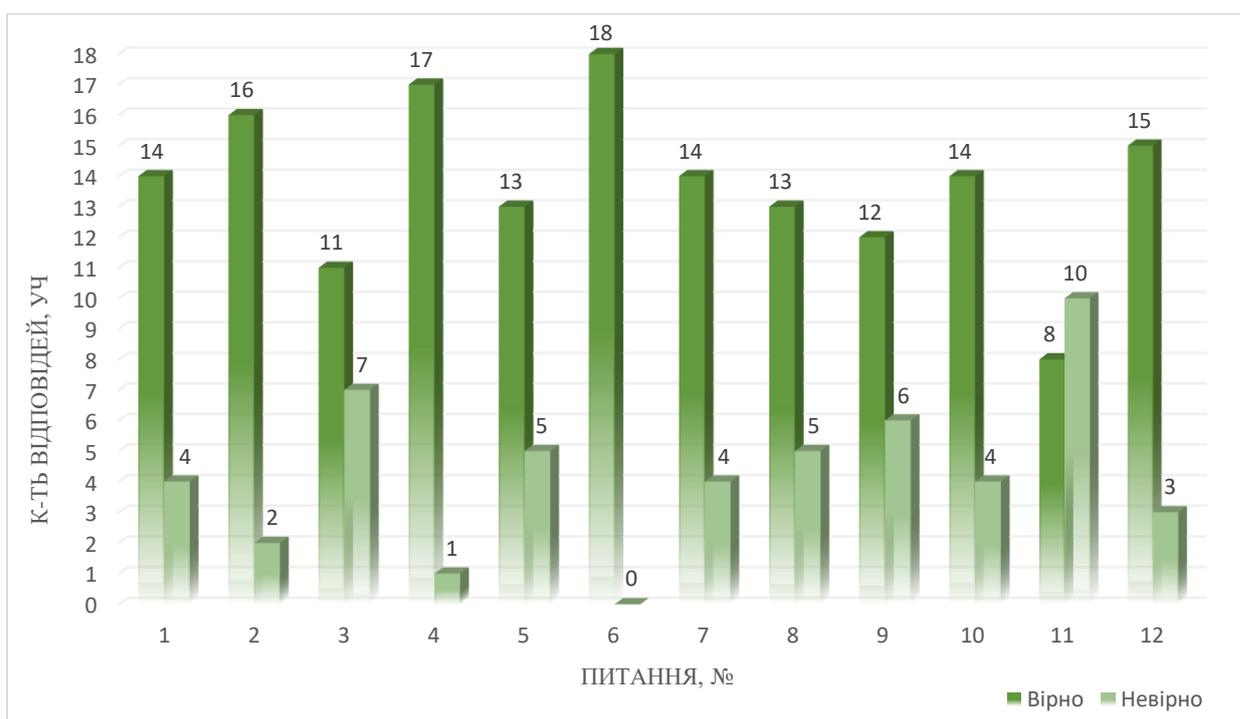


Рис. 3.4. Аналіз результатів підсумкового контролю знань учнів робочої групи курсу «Клітина - Всесвіт»

Дана підсумкова робота була представлена класичним різномірним контролем знань, кожен рівень якого був сформований із завдань конкретного типу та оцінювався визначеною кількістю балів (Додаток 6). При цьому максимально можливий бал, відповідно до освітніх норм, складав 12. Аналіз отриманих після проведення контролю результатів показав чітку та однозначно позитивну динаміку значного покращення загальної результативності учнів групи (Рис. 3.4).

Якщо оцінювати отриманий в ході аналізу розподіл даних, можна сказати, що він характеризується досить стійкою однорідністю, з очевидним переважанням показників рівня «високий», при цьому відсутні будь-які випадіння із загального розподілу у негативну сторону. Натомість, присутнє питання, кількість вірних відповідей на яке є абсолютною (100%) і складає 18 з 18-ти можливих. В цьому випадку мова йде про питання №6 «Який термін відповідає визначенню «запрограмованої смерті клітини?»». Така ситуація є досить показовою, оскільки, в ході вивчення теми апоптозу і відмирання клітин, у більшій частини групи виникали певні труднощі у розумінні особливостей даного процесу. Припускаємо, що обрані методи розгляду зазначеної теми, що базувалися на інтерактивних освітніх технологіях та елементах STEAM-у, навіть без безпосереднього застосування специфічного устаткування, сприяють більш глибокому розумінню та закріпленню навіть складних та специфічних аспектів обраних тем. Питання другого рівня складності («Оберіть особливості, які характеризують апарат (комплекс) Гольджі:..»), «Із запропонованих нижче ознак оберіть ті, які не описують пластичний обмін:..»), «Для центріолей клітини характерно:..»), за номерами 7, 8 та 9, які містили по-декілька вірних відповідей, повторюють загальну тенденцію та відрізняються між собою на всього одиницю (14 (78%), 13 (72%) і 12 (67%) правильних відповідей відповідно). При цьому, слід відмітити, що зазначені питання стосувалися не тільки будови і особливостей органодів клітини, але й досить складних для розуміння процесів, які проходять в клітині, на прикладі пластичного обміну. Дещо відстороненим виглядає результат питання, що стосувалося мітотичного поділу в клітині («Встановіть вірну послідовність процесів, що відбуваються в ході мітотичного поділу, починаючи з профазі:..» (№11)), кількість вірних відповідей на яке склало всього 8 з 18 можливих (44%). Порівнюючи цей результат із таким для подібного питання, отриманим в ході аналітичного тестування, можна констатувати, що деякі теми, особливо ті, які досить складно підкріпити «STEAM-супроводом» в наявних умовах проведення

курсу, залишаються проблематичними для дітей та потребують більш комплексної підготовки та підбору специфічних STEAM-технологій. Але, на загальну картину, яка чітко демонструє прогресію результативності учнів робочої групи, даний показник не впливає. Слід також відмітити результат відповіді на відкрите питання четвертого рівня, яке оцінювалося комплексно, в залежності від повноти розкриття та чіткості викладу думки. Було виявлено, що абсолютна більшість учнів класу (15 з 18 (83%)) якісно та чітко можуть описати спільні та відмінні риси про- та еукаріотичних клітин, що вкотре підтверджує високий рівень засвоєння знань учнями в ході проходження курсу. Для більшої наочності прогресії результативності учнів нами було проведено порівняння середнього балу по групі після аналітичного тестування та після підсумкового контролю (Рис. 3.5.).



Рис. 3.5. Порівняння показників середнього балу учнів групи до (аналітичне тестування) та після (підсумковий контроль) проходження курсу

Виходячи з результатів, проілюстрованих на діаграмі з рисунку 6, різниця середньої успішності по класу склала 1,83 бали, що становить 15% приросту. Хоча завдання, які були запропоновані в ході підсумкового контролю, були складнішими та більш комплексними, в порівнянні із аналогічними у аналітичному тестуванні, таке порівняння вважаємо об'єктивним, оскільки програма курсу направлена не на заміщення базової навчальної програми, знання якої і репрезентують результати аналітичного

тестування, а на її доповнення та поглиблення в розрізі конкретно обраної теми, а, отже, оцінюється не стільки якість шкільної програми, скільки власне якість виконання зазначених функції поглиблення і розширення базису знань учнів, а також ефективність STEAM-технологій, які були застосовані. Власне результативність розробленої програми, спираючись на отримані результати, можна оцінити як «високу».

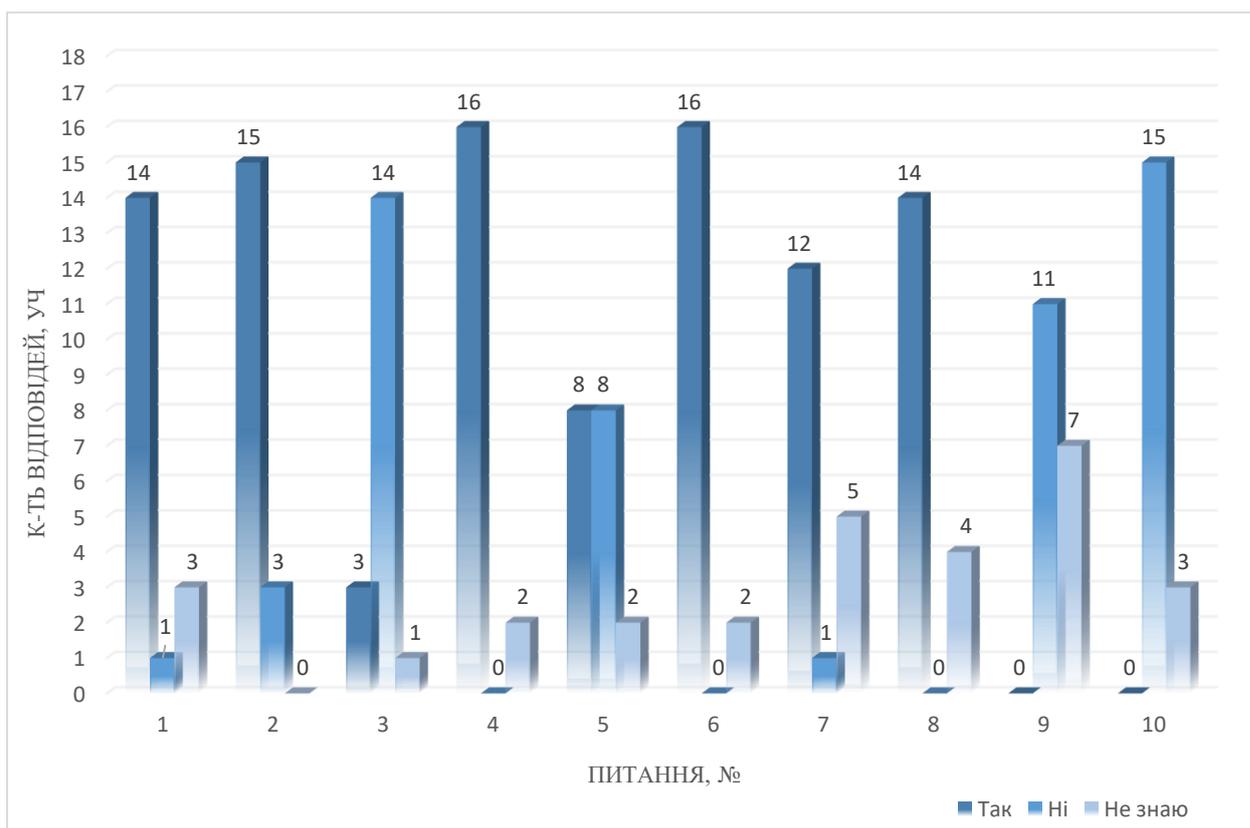


Рис. 3.6. Аналіз результатів панельного опитування робочої групи курсу «Клітина - Всесвіт» (повторне)

Додатково, вже після завершення основного робочого блоку курсу, учням групи було запропоновано повторно пройти панельне опитування, в якому вони брали участь на початку роботи. Основною метою повторного панельного опитування була оцінка зміни ставлення респондентів, якими виступали учні, до елективних курсів, в цілому, та специфіки обраного ними курсу, зокрема, в результаті проведеної роботи.

В загальному, отримана картина була бажаною та очікуваною, проте не гарантованою, навіть враховуючи активне впровадження STEAM-технологій

в процес роботи курсу, які повинні формувати в учнів бажання навчатися і пізнавати нове.

Розберемо детальніше деякі показові питання. Наприклад, відповідаючи на питання «Чи вважаєте ви необхідним впровадження елективних курсів?» (№1), в ході попереднього опитування, 10 учнів (55%) не змогли чітко визначитися з відповіддю, тоді як результати того ж питання, вже після проходження курсу, склали 14 ствердних «Так» і лише троє утрималися від чіткої відповіді. Можна зробити припущення, що, учні, які були залучені до роботи курсу, отримали знання і досвід, які стали для них корисними не лише в моменті, а й на перспективу, що й посприяло визначенню ними елективних курсів, як необхідних у шкільній освіті.

Цікавими виявилися й результати питання №8, яке стосувалося безпосередньо STEAM-моделі навчання («На вашу думку, чи можна назвати актуальним застосування STEAM-моделі навчання в розрізі вивчення предметів біологічного спрямування?»). В ході попереднього опитування тут домінував варіант «Не знаю», який був обраний 12-ма учнями (67%), тоді як наприкінці курсу більшість з них, а саме 14 дітей (78%) віддали перевагу варіанту «Так». Оскільки, як припускалося раніше, початково діти не до кінця розуміли саму суть STEAM-освіти, її складових, принципів і методів, вони не могли адекватно оцінити її корисність чи ефективність, однак, побувавши не просто спостерігачами, а, власне, активними користувачами та реалізаторами даної моделі навчання, вони чітко зрозуміли її сильні сторони та актуальність у сучасному освітньому процесі.

Суміжним до цього питання можна виділити й наступне: «Чи вважаєте ви достатнім застосування традиційних методів навчання та викладання в сучасному освітньому процесі?», яке йде у бланку під №9 та демонструє схожу кореляцію результатів відповідей та усвідомлення певних аспектів навчання. Якщо на початку роботи курсу більшість дітей не змогла дати однозначну відповідь (10 (55%)), то вже наприкінці навчання більшість групи, на власному досвіді упевнилася, що застосування інтерактивних

методів та технологій навчання, а також новітніх освітніх моделей, по типу STEM/STEAM, забезпечує не просто повноцінне вивчення теми, розділу чи предмету, а формує внутрішню потребу в навчанні, бажання пізнавати нове та вдосконалюватися, що, очевидно, не можуть забезпечити традиційні уроки з використанням класичним методів викладання.

## ВИСНОВКИ

1. Аналіз тематичної літератури виявив чітку тенденцію до планомірного, проте повільного переходу галузі середньої до сучасних освітніх стандартів, проте, саме темпи реформації загальної системи, наряду із недостатністю матеріальної бази та навчально-методичного комплексу, наразі, не можуть забезпечити глобальне ефективне впровадження STEAM-технологій в процес навчання дітей у ЗЗСО.

2. Шляхом проведення контролів знань різного типу було виявлено, що, на початку курсу переважна більшість робочої групи демонструвала нижчий за середній рівень обізнаності стосовно обраної теми курсу («Клітина»), що може свідчити про недостатність матеріалу базової навчальної програми чи недоцільність методів викладання, тоді як наприкінці курсу загальна тенденція успішності по групі перейшла на високий рівень, а приріст результативності, в середньому, склав майже 2 бали;

3. Розроблено та апробовано навчально-методичне забезпечення, необхідне для проведення дослідницької роботи, а саме: навчальну програму курсу «Клітина – Всесвіт», панельне опитування «Елективні курси та STEAM – Моє?», тематичні плани-конспекти занять, роздатковий матеріал, функціональну просторову модель клітини, бланки та робочі листи для реалізації комплексу контрольних-оціночних заходів;

4. Порівняльний аналіз рівня обізнаності учнів, як на проміжних етапах роботи курсу (за результатами діагностувального контролю знань), так і по його завершенні, показав чітку позитивну динаміку зростання результативності учнів, причому показники завжди були вищі для тих тем, викладення яких повністю орієнтувалося на застосування STEAM-технологій та відповідного устаткування. Зазначені закономірності свідчать про високий рівень ефективності моделі STEAM-освіти, як сучасного підходу до навчального процесу, щодо поглиблення базису знань, розвитку творчого мислення, формування в учнів внутрішньої потреби в пізнанні, бажання навчатися розширювати свій кругозір.

## Список використаних джерел

1. Beghetto, R.A.; Kaufman, J.C. 2013. Fundamentals of creativity. *Educ. Leadersh.* – Vol. 70. – P. 10–15.
2. Said-Metwaly, S.; Fernández-Castilla, B.; Kyndt, E.; Van den Noortgate, W. 2018. The factor structure of the figural Torrance tests of creative thinking: A meta-confirmatory factor analysis. *Creat. Res. J.* – Vol. 30. – P. 352–360.
3. Anito, J. J. C., & Morales, M. P. E. 2019. The Pedagogical Model of Philippine STEAM Education: drawing implications for the reengineering of Philippine STEAM learning ecosystem. *Universal Journal of Educational Research.* – Vol. 7(12). – P. 2662–2669.
4. Anisimova, T. I., Sabirova, F. M., & Shatunova, O. V. 2020. Formation of design and research competencies in future teachers in the framework of STEAM education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning.* – Vol. 15(2). – P. 204–217 <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i02.11537>
5. Herro, D., Quigley, C., Andrews, J., & Delacruz, G. 2017. Co-measure: developing an assessment for student collaboration in STEAM activities. *International Journal of STEM Education.* – Vol. 4(26). – P. 1–12 <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0094-z>
6. Max, A. L., Schmoll, I., Uhl, P., Huwer, J., Lukas, S., Mueller, W., & Weitzel, H. 2020. Integration of a teaching-learning lab and a pedagogical makerspace into a module for media education for steam teacher students. *INTED2020 Proceedings.* – P. 2050–2059 <https://doi.org/10.21125/inted.2020.0645>
7. Salmi, H. S., Thuneberg, H., & Bogner, F. X. 2020. Is there deep learning on Mars? STEAM education in an inquiry-based out-of-school setting. *Interactive Learning Environments.* – P. 1–13 <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1823856>

8. Biesta, G. 2015. Freeing teaching from learning: opening up existential possibilities in educational relationships. *Studies in Philosophy and Education*. – Vol. 34. – P. 229–243 <https://doi.org/10.1007/s11217-014-9454-z>
9. Burnard, P., & Colucci-Gray, L. 2019. *Why science and art creativities matter. (Re-)Configuring STEAM for future-making education*. Brill/sense. <https://doi.org/10.1163/9789004421585>
10. Craft, A. 2003. The limits to creativity in education: Dilemmas for the educator. *Br. J. Educ. Stud.* – Vol. 51. – P. 113–127. [CrossRef]
11. Henriksen, D. 2014. Full STEAM ahead: Creativity in excellent STEM teaching practices. *STEAM J.* – Vol. 1. – P. 1–7. [CrossRef] *Educ. Sci.* 2021,11, 331 12 of 13.
12. Kim, B.H.; Kim, J. 2016. Development and validation of evaluation indicators for teaching competency in STEAM education in Korea. *Eurasia J. Math. Sci. Technol. Educ.* – Vol. 12. – P. 1909–1924. [CrossRef]
13. Batdi, V.; Talan, T.; Semerci, C. 2019. Meta-analytic and meta-thematic analysis of STEM education. *Int. J. Educ. Math. Sci. Technol.* – Vol. 7. – P. 382–399.
14. Breiner, J.M.; Harkness, S.S.; Johnson, C.C.; Koehler, C.M. 2012. What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *Sch. Sci. Math.* – Vol. 112. – P. 3–11. [CrossRef]
15. Ritz, J.M.; Fan, S.C. 2015. STEM and technology education: International state of the art. *Int. J. Technol. Des. Educ.* – 25. – P. 429–451. [CrossRef]
16. Bybee, R.W. 2013. *The Case for STEM Education Challenges and Opportunities*; National STEM Teachers Association: Arlington, VA, USA.
17. Sanders, M. 2009. STEM, STEM education, STEMmania. *Technol. Teach.* – Vol. 68. – P. 20–26.
18. Martín-Páez, T.; Aguilera, D.; Perales-Palacios, F.J.; Vílchez-González, J.M. 2019. What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Sci. Educ.* – Vol. 103. – P. 799–822. [CrossRef]

19. Shaughnessy, J.M. 2013. Mathematics in a STEM context. *Math. Teach. Middle Sch.* – Vol. 18. – P. 324.
20. Kelley, T.R.; Knowles, J.G. 2016. A conceptual framework for integrated STEM education. *Int. J. STEM Educ.* – Vol. 3. – P. 1–11. [CrossRef]
21. Merrill, C. The future of TE masters degrees: STEM. In *Proceedings of the 70th Annual International Technology Education Association Conference*, Louisville, KY, USA, 21–23 February 2009.
22. Zollman, A. 2012. Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. *Sch. Sci. Math.* – Vol. 112. – P. 12–19. [CrossRef]
23. Land, M.H. 2013. Full STEAM ahead: The benefits of integrating the arts into STEM. *Procedia Comput. Sci.* – Vol. 20. – P. 547–552. [CrossRef]
24. Maeda, J. 2013. STEM + Art = STEAM. *STEAM J.* – Vol. 1. – P. 34. [CrossRef]
25. Yakman, G.; Lee, H. 2012. Exploring the exemplary STEAM education in the US as a practical educational framework for Korea. *J. Korean Assoc. Sci. Educ.* – Vol. 32. – P. 1072–1086. [CrossRef]
26. Zamorano-Escalona, T.; García-Cartagena, Y.; Reyes-González, D. 2018. Educación para el sujeto del siglo XXI: Principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional. *Contextos Estud. Humanid. Cienc. Soc.* – Vol. 41. –P. 1–21.
27. Kuenzi, J.J. 2008. Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: Background, federal policy, and legislative action. In *Congressional Research Service Reports*; Lincoln, N.B., Ed.; University of Nebraska-Lincoln: Lincoln, NB, US. – P. 35.
28. Miller, J.; Knezek, G. 2013. STEAM for student engagement. In *Proceedings of the Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2013*, New Orleans, LA, USA; McBride, R., Searson, M., Eds. 2013. *Association for the Advancement of Computing in Education*: Chesapeake, VA, USA. – P. 3288–3298.

29. Park, H.; Kim, Y.; Nho, S.; Lee, J.; Jung, J.; Choi, Y.; Han, H.; Baek, Y. 2012. Components of 4C-STEAM education and a checklist for the instructional design. *J. Learn. Cent. Curric. Instr.* – Vol. 12. – P. 533–557.
30. Barron, F. 1955. The disposition toward originality. *J. Abnorm. Soc. Psychol.* – Vol. 51. – P. 478–485. [CrossRef]
31. Stein, M.I. 1953. Creativity and culture. *J. Psychol. Interdiscip. Appl.* – Vol. 36. – P. 311–322. [CrossRef]
32. Simonton, D.K. 2012. Taking the US patent office criteria seriously: A quantitative three criterion creativity definition and its implications. *Creat. Res. J.* – Vol. 24. – P. 97–106. [CrossRef]
33. Runco, M.A.; Jaeger, G.J. 2012. The standard definition of creativity. *Creat. Res. J.* – Vol. 24. – P. 92–96. [CrossRef]
34. Plucker, J.A.; Beghetto, R.A.; Dow, G.T. 2004. Why isn't creativity more important to educational psychologists? Potentials, pitfalls, and future directions in creativity research. *Educ. Psychol.* – Vol. 39. – P. 83–96. [CrossRef]
35. Gardner, H. 2011. *Creating Minds: An Anatomy of Creativity Seen Through the Lives of Freud, Einstein, Picasso, Stravinsky, Eliot, Graham, and Ghandi*; Basic Books: New York, NY, USA.
36. Csikszentmihalyi, M.; Wolfe, R. 2014. New conceptions and research approaches to creativity: Implications of a systems perspective for creativity in education. In *The Systems Model of Creativity*; Csikszentmihalyi, M., Ed.; Springer: Dordrecht, The Netherlands, – P. 161–184.
37. Davies, D.; Jindal-Snape, D.; Collier, C.; Digby, R.; Hay, P.; Howe, A. 2013. Creative learning environments in education: A systematic literature review. *Think. Ski. Creat.* – Vol. 8. – P. 80–91. [CrossRef]
38. Sanders M. E. 2006. Integrative STEM education as best practice. In H. Middleton (Ed.), *Explorations of Best Practice in Technology, Design, & Engineering Education.* – Griffith Institute for Educational Research, Queensland, Australia. – Vol. 2. – P. 103–117.

39. Wells J. G. 2006. VT STEM Curriculum Class. In M. o. Class (Ed.). Blacksburg, VA. URL: <https://www.teachmeteamwork.com/files/sanders.istem.ed.ttt.istem.ed.def.pdf>
40. Horwedel, D. 2006. Operation STEM. *Diverse: Issues in Higher Education*. – Vol. 23(20ov). – P. 36.
41. Tyson, W., Lee, R., Borman, K. M., & Hanson, M. A. 2007. Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Pathw Postsecondary Degree Attainment. *Journal of Education for Students Placed at Risk (JESPAR)*. – Vol. 12(3). – P. 243.
42. Hodson, R. 1991. Philosophy of science and science education. . In M. M. R (Ed.), *History, philosophy, and science teaching: Selected readings*. New York: OISE Press.
43. Toulmin, C.N., Groome, M. & National Governor`s Association, W. D. C. 2007. *Building a Science, Technology, Engineering, and Math Agenda: National Governors Association*.
44. Burnard, P., & Colucci-Gray, L. 2019. *Why science and art creativities matter. (Re-)Configuring STEAM for future-making education*. Brill/sense. <https://doi.org/10.1163/9789004421585> Accessed 16 Jan 2021.
45. Gorgette P. Yakman. 2008. STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education. *STE@M Education Theory. Pupils Attitude Toward Technology [PATT]*. – P. 28.
46. Wells, J., Pinder, C., & Smith, J. 1992 (b). Algae, electronics and ginger beer. *Technology, Innovation & Entrepreneurship for Students (TIES) Magazine*, 6(March-April). – P. 27-32.
47. Васьківська Г. О. Знання про людину як основа формування соціальної компетентності / Г. Васьківська // *Українська література в загальноосвітній школі*, 2012. – № 8. – С. 22–25.
48. Васьківська Г. О. Дидактичні умови реалізації інтерактивних технологій навчання у процесі формування у старшокласників системи знань

про людину / Г. О. Васьківська // Молодь і ринок, 2013. – № 1(96). – С. 18–22.  
19

49. Васьківська Г. О. Інтернет-середовище як чинник формування ціннісних орієнтацій учнів / Г. О. Васьківська // Молодь і ринок, 2015. – № 11 (130). – С. 11– 16.

50. Васьківська Г. О. Технології профільного навчання : кол. монографія / Г. О. Васьківська, С. В. Косянчук, В. І. Кизенко [та ін.]. – Київ : Педагогічна думка, 2020. – 304 с.

51. Васько О. О. Дидактичні засади формування змісту курсів за вибором у класах фізико-математичного профілю / О. О. Васько // Педагогічні науки : зб. наук. праць. – Херсон: ХДПУ, 2011. – Вип. 57. – С. 86–92.

52. Гончаренко С. Український педагогічний енциклопедичний словник / С. Гончаренко. – Рівне : Волинські обереги, 2011. – 519 с.

53. Чеботарьов О. М. Елективні курси та їх роль в профільному навчанні : метод. вказівки для студентів III курсу ф-ту хімії та фармації спеціальності 014 «Середня освіта (Хімія)» / О. М. Чеботарьов, О. М. Гузенко, О. М. Рахлицька. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2020. – 42 с.

54. Косянчук С. Інваріантні чинники модернізації освіти: соціальне спрямування педагогічних технологій в умовах профільного навчання / С. Косянчук // Модернізація освітнього середовища: проблеми та перспективи. – Умань : ВПЦ «Візаві», 2018. – С. 174– 178.

55. Косянчук С. В. Соціалізація та самовизначення особистості: апгрейдери процесу реалізації педагогічних технологій в умовах профільного навчання / С. В. Косянчук // Психологія свідомості: теорія і практика наукових досліджень. – Київ : Талком, 2018. – С. 138– 141.

56. Сяргейка С. Професійна орієнтація старшакласника у набувцях спеціальності настаўніка як компонент кадровой політики у сфери адукацыі рэгіона / С. Сяргейка, Л. Таранцей // Дидактика: теорія і практика :

зб. наук. праць. – Київ : Ін-т обдарованої дитини НАПН України, 2017. – С.  
82– 88.