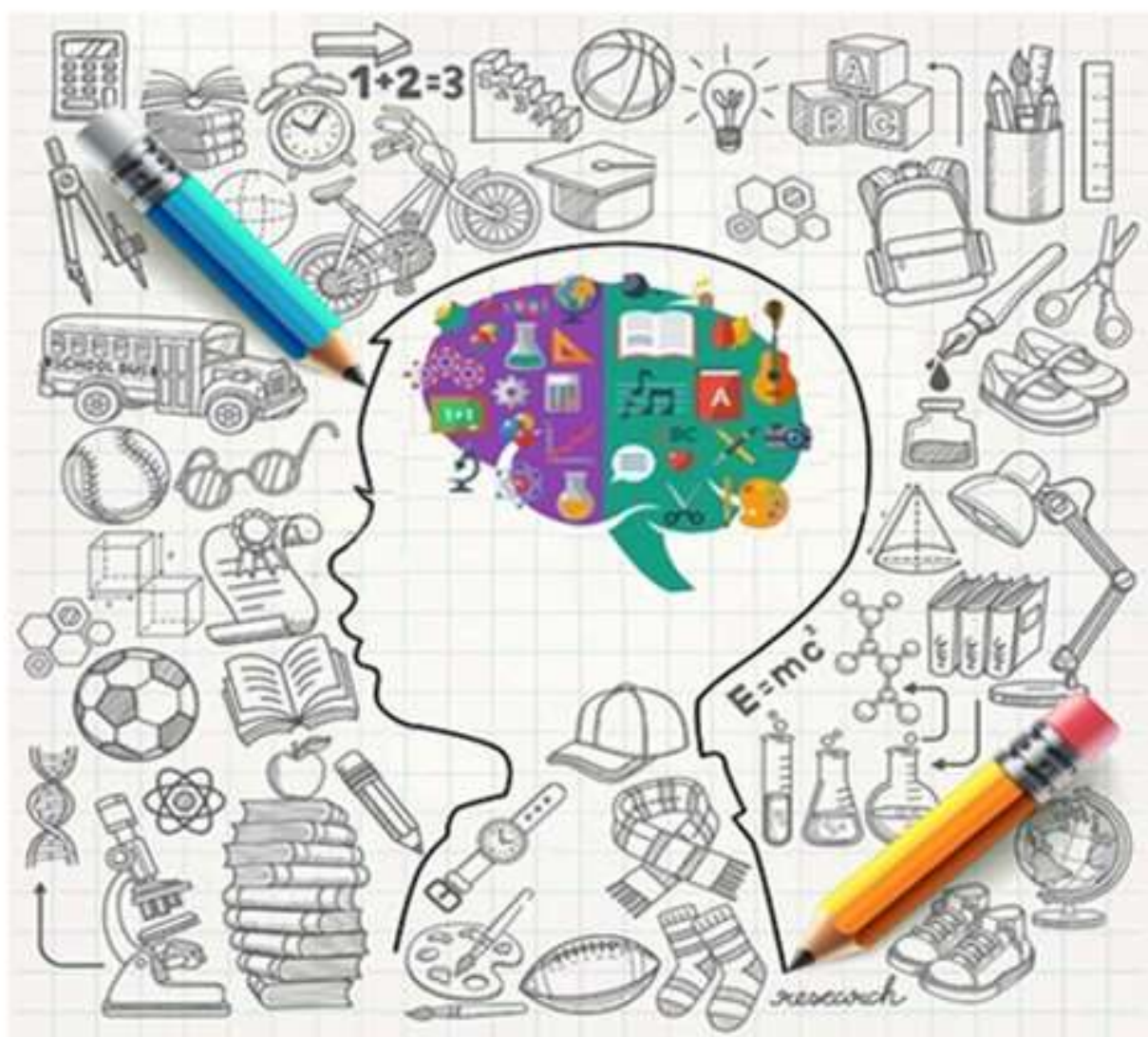


МАТЕРІАЛИ круглого столу

STEAM-ОСВІТА: від теорії до практики



24 березня 2023 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ОБДАРОВАНОЇ ДИТИНИ НАПН УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ПЕДАГОГІКИ НАПН УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА НАУКОВА УСТАНОВА «ІНСТИТУТ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЗМІСТУ ОСВІТИ»
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР «МАЛА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ»
КАФЕДРА UNESCO З НАУКОВОЇ ОСВІТИ
УКРАЇНСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ МИХАЙЛА ДРАГОМАНОВА



МАТЕРІАЛИ
круглого столу
**«STEAM-ОСВІТА:
ВІД ТЕОРІЇ ДО ПРАКТИКИ»**
24 березня 2023 року

Київ
2023





УДК 37.01/.09:(001+502+62+7+51)

C79

C79 **STEAM-освіта: від теорії до практики** : матеріали круглого столу (Київ, 24 березня 2023 року). – Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2023. – 652 с.

У збірник увійшли статті та тези учасників круглого столу «STEAM-освіта: від теорії до практики», у яких розкрито теоретичні засади становлення STEAM-освіти, висвітлено актуальні питання освітнього простору STEAM, навчальних STEAM-практик і технологій, а також питання популяризації STEAM-освіти.

Тематика публікацій:

-  Зв'язок науки і мистецтва (філософський аспект)
-  Психологічні аспекти STEAM-освіти
-  Методологічні аспекти STEAM-освіти
-  Практичні аспекти STEAM-освіти

Видання рекомендовано для науковців, керівників і представників освітніх закладів, інститутів післядипломної освіти, педагогічних працівників усіх ланок системи освіти.

Статті подано в авторській редакції (збережено стилістику, орфографію та мову). Автори опублікованих матеріалів несуть відповідальність за точність наведених фактів, цитат, посилань на джерела тощо.

УДК 37.01/.09:(001+502+62+7+51)

Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2023

<i>Городнюк Л. С.</i> Осягати і знати себе: метапізнання як важлива складова STEAM-освіти.....	107
<i>Драгунова В. В.</i> Педагогічні умови реалізації консалтингової діяльності в закладі освіти.....	111
<i>Литвинова О. М.</i> Профільність математики у освітньому процесі, як основи STEM-освіти у закладі	115
<i>Прибора Н. А., Прибора А. О., Жукова Д. С.</i> Музейна педагогіка у контексті STEAM-освіти.....	120
<i>Рябець І. С., Рябець С. І.</i> CHATGPT як потужний інструмент в STEM-освіті.....	126
<i>Сидоренко Я. І.</i> Впровадження STEM/STEAM-напрямку в систему освіти України.....	128
<i>Франчук Т. Й.</i> Формування STEM-середовища у межах взаємозалежних освітніх систем	133
1.3. Що означає Art в STEAM? STEM під призмою Art і Art під призмою STEM.....	140
<i>Вороненко О. Б.</i> Впровадження STEAM, як інноваційної освітньої технології.....	140
<i>Єфіменко Д. М.</i> Перспективи розвитку природничо-математичних дисциплін у закладах загальної середньої освіти в контексті розвитку STEAM-освіти.....	148
<i>Заюков І. В.</i> Практика застосування STEAM-освіти при проведенні тематичних заходів Workshop зі сталого розвитку України.....	158
<i>Книш І. В.</i> Упровадження інноваційних практик у STEM-освіту: досвід і перспективи.....	165
<i>Колодій І. М.</i> STEAM-освіта як умова формування інформаційних компетентностей учнів.....	176
<i>Костюк О. М.</i> Впровадження STEM-освіти в освітній процес початкової школи	182
<i>Кропачева Н. М.</i> Впровадження STEAM-технологій в освітнє середовище мережі освітянських бібліотек МОН і НАПН України: інформаційно-бібліографічний контекст	186
<i>Курлянич О. В.</i> Мета, цілі та завдання STEM-освіти в Україні.....	192
<i>Назарова О. С.</i> Впровадження STEAM-освіти як запорука ефективності українських стартапів	200
<i>Пахолік Х. В.</i> Поняття та використання STEM/STREAM-освіти як способу вивчення іноземних мов (перська мова)	207
<i>Солдатенко Н. Г.</i> Для кого та якою має бути STEM-освіта.....	209
<i>Ступак А. В.</i> Інтеграція трансдисциплінарних підходів у природничій галузі базової та профільної середньої освіти засобами STEAM-освіти.....	213
<i>Чижевський Б. Г.</i> Концептуальні основи прийняття управлінських рішень стосовно розвитку STEM-освіти у закладах загальної середньої освіти	221

Прибора Н. А.,
кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри хімії
Українського державного університету імені Михайла Драгоманова,
natapry@gmail.com

Прибора А. О.,
здобувач вищої освіти
Українського державного університету імені Михайла Драгоманова,
artempribora@gmail.com

Жукова Д. С.,
здобувачка вищої освіти
Українського державного університету імені Михайла Драгоманова,
darazukova1699@gmail.com

МУЗЕЙНА ПЕДАГОГІКА У КОНТЕКСТІ STEAM-ОСВІТИ

Мета сучасної системи освіти полягає у формуванні ключових компетентностей школярів. Досягти цього можна засобами STEAM-освіти. Важливість її стає все більш очевидною в умовах швидкого розвитку науки та технологій. Одним з напрямків STEAM-освіти є музейна педагогіка. Вона включає в себе різноманітні методики та підходи. За допомогою музейної педагогіки можна не тільки вивчати різноманітні об'єкти культурної спадщини, а й поглиблювати знання з хімії, математики, фізики та біології.

Ключові слова: *ключові компетентності, STEAM-освіта, музейна педагогіка.*

The main purpose of the modern education system is the formation of key competencies of students. This can be achieved through STEAM-education. Its importance is becoming more and more obvious in the conditions of rapid development of science and technology. One of the areas of STEAM-education is museum pedagogy. It includes various methods and approaches. With the help of museum pedagogy, it is possible not only to study various objects of cultural heritage, but also to deepen knowledge of chemistry, mathematics, physics and biology.

Keywords: *key competencies, STEAM-education, museum pedagogy.*

Сучасні зміни в системі освіти зумовлюють пошук нових технологій, орієнтованих на здобуття учнями/ученицями не вузькоспеціальних знань з предметів, а на оволодіння ключовими компетентностями. Одним з таких є підхід до навчання, що поєднує в собі п'ять складників: науку (Science), технології (Technology), інженерію (Engineering), мистецтво (Arts) та математику (Mathematics) – STEAM-освіта. Цей підхід створений на допомогу школярам розвивати ключові компетентності та навички, що потрібні для майбутнього успіху в різних галузях. STEAM-освіта підтримує розуміння зв'язків між різними предметами та допомагає учням/ученицям розвивати креативність, критичне та проблемне мислення, комунікаційні та соціальні навички, а також комп'ютерну грамотність. Здобувачі освіти, які оволодівають знаннями за підходом STEAM, вчаться засвоювати їх в різних контекстах та застосовувати для розв'язання реальних проблем. Вони

працюють у групах, взаємодіючи та обмінюючись ідеями. STEAM-освіта також допомагає розвивати творчість та винахідливість, що стає все більш важливим у світі, що постійно змінюється. Існує декілька підходів до реалізації STEAM-освіти. Одним з них є музейна педагогіка.

Музейна педагогіка – це підхід до навчання та виховання, що ґрунтується на використанні музеїв як платформи для пізнання та розвитку учнів/учениць. Він передбачає використання музейних експонатів, історій та контекстів, щоб допомогти учням краще зрозуміти інформацію та здобути всебічні знання з конкретної теми.

Музейна педагогіка може включати в себе різні методики та підходи, приміром, екскурсії, робота з музейними матеріалами, ігри та інтерактивні вправи. Вона допомагає розвивати критичне мислення, сприяє формуванню цілісного уявлення про історію, культуру та природу, розвиває комунікативні навички та збагачує досвід учнів. Музейна педагогіка є ефективним підходом до навчання та виховання, оскільки вона за допомогою світового досвіду допомагає зрозуміти складні концепції та поняття, надає можливість учням/ученицям вивчати предмети з практичної точки зору та збільшує мотивацію здобувачів освіти до навчання.

Музейна педагогіка як цілісний підхід до навчання та виховання зародилася наприкінці XIX століття в Європі та Північній Америці. У цей період музеї почали більше уваги приділяти освіті та використовувати свої колекції для навчальних цілей. Один з перших прикладів застосування музейних експозицій для навчання – відкриття Британського музею у 1753 році, де публіці була доступна колекція наукових експонатів для вивчення. У другій половині XIX століття з'явилися перші музейні програми для шкіл та університетів, а також почали створюватися спеціальні відділи з освітньою метою в окремих музеях. Згодом, у XX столітті, музейна педагогіка стала більш розвиненою та уніфікованою, з'явилися спеціальні методичні посібники та кваліфіковані педагоги, які стали використовувати музеї як платформу для навчання та виховання [1].

Можна виділити декілька особливостей музейної педагогіки у контексті STEAM-освіти. Розглянемо основні з них.

Інтерактивність та дослідницький підхід. Музейна педагогіка у контексті STEAM-освіти часто базується на дослідницькому підході, який передбачає активну участь учнів у процесі вивчення матеріалу, експериментування та відкриття. Інтерактивність та можливість взаємодії з експонатами роблять музейну педагогіку більш привабливою та змушують учнів більше дізнаватися про тему.

Інтеграція мистецтва. STEAM-освіта передбачає використання мистецтва як способу розвитку креативності та інноваційності. Музеї часто мають великі колекції мистецтв, які можна використовувати у контексті STEAM-освіти. Наприклад, експонати зі склом можуть бути використані для вивчення властивостей матеріалу, а також для виконання художніх проєктів.

Використання технологій. Музеї можуть використовувати нові технології для покращення процесу вивчення та розуміння складних понять. Наприклад, використання віртуальної реальності та інтерактивних ігор може бути корисним для розуміння складних процесів у науці та технології.

Індивідуалізований підхід. Музейна педагогіка може допомогти учням з різними індивідуальними потребами та здібностями зрозуміти складні концепції та поняття. Музейні експонати можуть бути використані для створення індивідуальних траєкторій навчання для кожного/кожної учня/учениці залежно від його/її особистих інтересів та потреб.

Підвищення мотивації до навчання. Музеї можуть створювати цікаві та захопливі середовища для навчання та дослідження, що може допомогти підвищити мотивацію учнів до навчання. Інтерактивні експонати, використання новітніх технологій та можливість взаємодії з предметами експозицій можуть зробити процес навчання більш цікавим та ефективним.

Розвиток міжпредметних зв'язків. Музейна педагогіка може бути використана для розвитку міжпредметних зв'язків, що є важливим у контексті STEAM-освіти. Наприклад, виставка про промисловість може бути використана для ознайомлення з технологіями та основами науки, а також для вивчення історії та соціальних наук.

Музейна педагогіка може бути важливим інструментом у вивченні будь-яких предметів у контексті STEAM-освіти. Вона дозволяє створити динамічне інтерактивне навчальне середовище, покликане допомогти підвищити мотивацію до навчання та зрозуміти складні наукові концепції. Приміром, потенціал музейної педагогіки у вивченні хімії може бути реалізований декількома способами, а саме:

- екскурсії в хімічні музеї або відділи музеїв, що присвячені хімії, де учні можуть побачити хімічні елементи та реакції в дії та дізнатися про їх властивості та застосування;
- використання музейних експонатів, таких як моделі молекул або різноманітні речовини, для демонстрації взаємодії між хімічними речовинами;
- робота з історичними експонатами, які демонструють, як використовувалися хімічні речовини у минулому;
- використання інтерактивних вправ та ігор, щоб допомогти учням краще зрозуміти складні концепції та поняття в хімії;
- використання віртуальних турів хімічних музеїв або музеїв, що присвячені хімії, для навчання учнів/учениць у школах, де немає доступу до фізичного музею.

Слід зазначити, що наряду з численними природничими музеями існують навіть спеціалізовані музеї хімії. В них відвідувачі можуть побачити експонати, пов'язані з історією хімії, технологією та наукою. В їх експозиціях представлені різноманітні матеріали, обладнання та інструменти, що використовуються в хімії, висвітлені принципи перебігу хімічних процесів та їх використання у різних галузях науки та технології.

Наприклад, у США функціонує Музей хімії у місті Філадельфія, де можна ознайомитись з експозицією, присвяченою історії хімії та відкриттям в області науки та технології. Також у Франції діє Музей хімії у місті Страсбург, де відвідувачі можуть дізнатися більше про хімічні елементи та сполуки, а також про роль хімії в історії та культурі.

У деяких країнах, включаючи Україну, можна відвідати відділи музеїв, присвячені науці та технології, що містять також і експонати з хімії. Наприклад, у Київському Планетарії функціонує відділ «Хімія та енергетика», де можна побачити

демонстрації хімічних реакцій та взаємодій речовин. А не так давно відновив сою роботу Перший державний «Музей науки» Малої академії наук України, що також поміж інших інтерактивних експонатів містить і присвячені хімії [2].

Якщо у місці проживання немає музеїв, то принципи музейної педагогіки можна втілити користуючись віртуальними турами або вивчаючи репродукції. Зокрема, такий підхід з 2015 року успішно реалізовувався в освітньому процесі Українського коледжу імені В.О. Сухомлинського (м. Київ). У шкільному музеї експонувалися репродукції деяких всесвітньо відомих творів мистецтва, а вчителі різних предметів проводили там уроки, ознайомлюючи школярів з науково-предметними фактами та закономірностями, пов'язаними з цим твором. У подальшому такі проекти уже розробляли самі учні/учениці, обираючи для своїх наукових пошуків всілякі архітектурні об'єкти, полотна та скульптури різних напрямків та стилів. Здебільшого це робили старшокласники, які уже визначилися зі своєю подальшою спеціалізацією.

Одним з найбільш унікальних та незабутніх митців в історії, який досяг успіху як у мистецтві, так і в науці, був Леонардо да Вінчі. Так, з'ясувалось, що вивчаючи найбільш відому картину Леонардо да Вінчі «Мона Ліза», хімік може розповісти про застосування художником спеціальної техніки – сухої пастелі. Відомо, що да Вінчі здійснював детальні дослідження хімічних властивостей матеріалів та пігментів, які використовувались у тогочасному мистецтві, щоб забезпечити максимальну стійкість кольорів та запобігти їх вигоранню. Він також експериментував з новими методами зображення, використовуючи шарувату техніку нанесення фарб на полотно, що створювало враження туманності та тонких переходів відтінків.

Крім того, відомо, що да Вінчі був фахівцем і в області оптики, що могло вплинути на його вибір кольорової палітри та техніки створення ефекту мікроскопічних деталей на картині «Мона Ліза». Деякі дослідження також вказують на те, що да Вінчі використовував у своїх творах оптичні ілюзії, зокрема перспективні ефекти, що допомагали створювати враження глибини та просторовості. Митцеві вдалося передати на картині різні оптичні ефекти, приміром, розсіювання світла, що відбувається в атмосфері, та ефект глибини. Крім того, на картині можна побачити відтінки кольору, які виникають за рахунок взаємодії світла з різними поверхнями та матеріалами. Фізик також може звернути увагу на те, що да Вінчі цікавився законами природи та їх впливом на наш світ. Він досліджував акустику та гідродинаміку і використовував свої знання для створення більш реалістичних зображень. Його вміння застосовувати фізичні закони та принципи у своїх мистецьких роботах зробило його одним з найбільш інноваційних майстрів Ренесансу.

Математик же, досліджуючи картину «Мона Ліза», може розповісти, приміром, про відношення між формами та пропорціями. Леонардо да Вінчі був відомий своїми математичними здібностями, і це проявилось у його мистецтві. Він використовував геометрію для створення глибини, простору та пропорцій на своїх полотнах. Наприклад, «золоту пропорцію» – математичне співвідношення двох величин, яке вважається природним та гармонійним. Це співвідношення можна знайти у відношенні розмірів обличчя Мони Лізи до розмірів картини в цілому, а

також у відношенні розмірів її очей, носа та рота. Використання цієї пропорції дозволяє створювати гармонійні та пропорційні зображення.

Крім того, відомо, що да Вінчі зацікавився вивченням перспективи та геометричних фігур. Він ретельно досліджував світло та тіні, використовуючи їх для створення враження глибини та просторовості. Його вміння використовувати математику та геометрію для створення художніх творів робить його одним з найбільш видатних майстрів у світі мистецтва.

Біолог може розповісти про кілька інших особливостей картини «Мона Ліза» Леонардо да Вінчі, які звертають увагу. По-перше, біолог може зазначити, що на картині виразно простежується стиль одягу, який відповідає моді того часу, коли да Вінчі жив та працював. Це може надати додаткової інформації про те, як люди жили у той період історії, які етноси заселяли певні території. По-друге, біолог може відзначити, що Мона Ліза має виразні очі, які зазвичай вважаються ключем до того, що картина розкриває жіночу особистість. З точки зору біології, очі є одним з найважливіших органів чуття людини та допомагають нам сприймати та розрізнити обличчя та емоції.

Не менш цікавими є проекти, що з різних аспектів висвітлюють скульптурні композиції. Приміром, «Благодать» – скульптура українського митця, одного з основоположників кубізму Олександра Архипенка, створена зі сталі та бронзи.

Зокрема, хіміків ця скульптура може зацікавити з кількох причин. По-перше, скульптура виготовлена з металевих матеріалів, що може викликати інтерес до їх хімічних властивостей. Хімік може зацікавитися складом металу, його структурою та властивостями, які дозволяють створювати такі витончені форми. По-друге, скульптура «Благодать» є прикладом використання технологій та матеріалів у мистецтві. Хімік може відзначити, що використання металів у скульптурі є важливим з точки зору міцності та стійкості, а також може дослідити процеси, які були використані для створення та обробки матеріалів. По-третє, хімік може зацікавитися тим, які хімічні процеси відбуваються у матеріалах, що використовувалися для створення скульптури. Наприклад, хімік може вивчати окиснення та корозію металу, що впливають на довговічність та зовнішній вигляд скульптури.

З математичної точки зору, скульптура «Благодать» Олександра Архипенка може викликати захоплення не лише своєю естетичною красою, але й математичними принципами, які лягли в основу її створення. По-перше, загальна форма скульптури являє собою приклад витончених математичних форм та геометричних фігур. Саме такі форми часто використовуються в математиці при вивченні теорії чисел, геометрії, топології та інших галузях. По-друге, скульптура слугує прикладом абстрактного мистецтва, що базується на математичних принципах та співвідношеннях. Це може зацікавити математиків, які вивчають теорію мистецтва та культурну математику. По-третє, математики можуть пояснити технології, що використовуються при створенні скульптури, зокрема, комп'ютерне моделювання та 3D-друк.

Окрім того математик може знайти в «Благодаті» Олександра Архипенка ряд математичних елементів та структур. Наприклад:

Симетрія. У цій скульптурі можна побачити симетричні форми, які створюють відчуття рівноваги та гармонії. Математик може дослідити різні типи симетрії, які можна знайти в цій скульптурі, та вивчити, як вони використовуються для створення візуальних ефектів та як вони впливають на вигляд скульптури в цілому. Зокрема, в скульптурі можна побачити симетрію щодо вертикальної осі, яка проходить через середину фігури, а також симетрію щодо горизонтальної осі, яка проходить через рівень рук.

Форма. Можна досліджувати форми та їхні взаємозв'язки, вивчати, як вони взаємодіють між собою та як вони впливають на візуальний ефект. Приміром, можна помітити, що форма фігури складається з геометричних фігур, як от конуси, сфери та циліндри, що надає їй чіткість та простоту форм.

Пропорції. Математик може дослідити пропорції, які використовуються в «Благодать», та вивчити, як вони впливають на загальний вигляд скульптури.

Також можна згадати, що у математиці та фізиці існує поняття «градієнта», яке описує швидкість зміни значення функції у конкретній точці. У «Благодаті» можна побачити, що фігура виглядає так, ніби вона формується з градієнта певної функції, що дає можливість описати гармонійні переходи від одного елемента до іншого.

«Благодать» Олександра Архипенка є цікавим прикладом демонстрації і інших законів фізики. У скульптурі дуже вдало підібраний баланс між силами тяжіння та механічної напруги матеріалу, що дозволяє створити ілюзію, ніби гладеньке полотно застигло в повітрі. З фізичної точки зору, скульптура може бути розглянута як система, де вага матеріалу підтримується силами тяжіння, а форма визначається внутрішніми напруженнями матеріалу. Щоб досягти такого ефекту, скульптор використав увесь свій досвід та знання фізики матеріалів, а також механіки.

Крім того, можна звернути увагу на використання світла та тіні в скульптурі. Відтінки тіней на поверхні скульптури надають відчуття глибини та об'єму. З фізичної точки зору, це можна пояснити законом розсіювання світла та законом Ламберта, які описують, як світло розподіляється на поверхні матеріалу.

Усі перелічені приклади доводять, що «Благодать» Олександра Архипенка має не лише художню, а й наукову складову, яка зробила її однією з найбільш значущих та визнаних скульптур ХХ століття.

У підсумку, засобами музейної педагогіки формуються різні ключові компетентності:

- комунікативна компетентність: школярі вчаться висловлювати свої думки та ідеї, спілкуватися з колегами та вчителями на різноманітні теми;
- ініціативність і підприємливість: учні/учениці вчаться генерувати нові ідеї, думки та концепції, використовуючи, наприклад, експонати музеїв як натхнення;
- інформаційно-цифрова компетентність: здобувачі освіти вчаться знаходити, оцінювати та використовувати інформацію з експонатів музею;
- критичне мислення: школярі вчаться аналізувати інформацію, знаходити зв'язки та робити висновки на основі різноманітних об'єктів культурної спадщини;
- обізнаність та самовираження у сфері культури: здобувачі освіти дізнаються про різноманітні культури, традиції та історію через експонати в музеї; вчаться розуміти та поважати культурну спадщину, історію та її пам'ятки;

- соціальна та громадянська компетентності: учні/учениці вчаться співпрацювати з іншими, розуміти соціальні норми та цінності.

Усі перелічені ключові компетентності є важливими для становлення сучасної особистості та можуть бути розвинуті засобами музейної педагогіки.

Список використаних джерел

1. Richard Sandell, Eithne Nightingale. Museums, Equality and Social Justice. Routledge, 2012. 344 p.

2. Перший державний «Музей науки» Малої академії наук України. URL: <https://sciencemuseum.com.ua/> (дата звернення: 18.03.2023).

Рябець І. С.,

здобувач бакалаврського ступеня
за освітньою програмою

Професійна освіта (Цифрові технології)

факультету математики,

природничих наук та технологій

Центральноукраїнський державний

університет імені Володимира Винниченка

icetimcommunity@gmail.com

Рябець С. І.,

кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри технологічної та професійної освіти

Центральноукраїнський державний

університет імені Володимира Винниченка

1432002@ukr.net

CHATGPT ЯК ПОТУЖНИЙ ІНСТРУМЕНТ В STEM-ОСВІТІ

Анотація. У статті розглянуто використання чат-боту ChatGPT як потужного інструменту освітнього процесу, в тому числі в STEM-освіті. Проаналізовано різновиди взаємодії штучного інтелекту та користувача (викладача, студента, учня) з точки зору значного підвищення ефективності інформатизації освітньої діяльності у різних технологіях навчання. Подані у статті застосування систем штучного інтелекту типу ChatGPT можуть бути використані учнями, студентами, викладачами в першу чергу в програмах обміну повідомленнями, в освітньому програмному забезпеченні й системах управління навчанням та не обмежуються наведеним у статті переліком.

Ключові слова: чат-бот, штучний інтелект, технології навчання, освітнє програмне забезпечення.

Abstract. The article considers the use of ChatGPT chatbot as a powerful tool for the educational process, including in STEM education. The varieties of interaction between artificial intelligence and the user (teacher, student, student) are analyzed from the point of view of a significant increase in the efficiency of informatization of educational activities in various teaching technologies. The applications of artificial