

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ГЛУХІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ОЛЕКСАНДРА ДОВЖЕНКА
ТОВ «ІРПІНСЬКИЙ ПРИВАТНИЙ ЗАКЛАД ЗСО ЛЦЕЙ ГАЛЛЕО»

Є. М. Єльпітіфоров, С. Д. Рудишин, А. М. Кмець

Моделі STEM-уроків в закладах загальної середньої освіти – ключові і предметні компетентності в контексті природничих наук

Методичний посібник



Суми – 2024

УДК 371.39 : 372.83
Є 57

Рекомендовано до друку вченою радою Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка (протокол № 12 від 24 квітня 2024 року)

Автори:

Сльпітіфоров Є. М., кандидат біологічних наук, вчитель вищої категорії ТОВ «Ірпінський ПЗЗСО Ліцей Галілео»;

Рудишин С. Д., доктор педагогічних наук, кандидат біологічних наук, професор кафедри теорії і методики викладання природничих дисциплін Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка;

Кмець А. М.

Рецензенти:

Хроленко М. В., доктор педагогічних наук, доцент кафедри біології, здоров'я людини та методики навчання Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка;

Гулакова І. М., вчитель біології, спеціаліст вищої кваліфікаційної категорії, старший вчитель Комунального закладу Березівської сільської ради «Березівський НВК: загальноосвітня школа І-ІІ ступенів-дошкільний навчальний заклад «Веселка».

Є 57 Сльпітіфоров Є. М., Рудишин С. Д., Кмець А. М.
Моделі STEM-уроків в закладах загальної середньої освіти – ключові і предметні компетентності в контексті природничих наук. Методичний посібник. Суми : «Корпункт», 2024. 36 с.

Посібник презентує методичні підходи (засоби, методи, прийоми, форми навчання) STEM-освіти в початковій, базовій середній і профільній середній школі. Використання елементів STEM-технології дозволяє учителю створювати для школярів нові можливості, які роблять їх активнішими, зацікавленими у власній освіті. STEM-освіта об'єднує в собі міждисциплінарний та проєктний підходи, основою яких є інтеграція природничих наук в технології, інженерну майстерність та математику. STEM-освіта передбачає формування критичного мислення та навичок дослідницької діяльності.

Апробовано в ТОВ «Ірпінський приватний заклад ЗСО Ліцей Галілео». Призначений для учнів 2-11 класів закладів загальної середньої освіти, учителів та усіх, хто зацікавлений вказаною тематикою.

УДК 371.39 : 372.83

© Сльпітіфоров Є.М., 2024.
© Рудишин С. Д., 2024.
© Кмець А. М. 2024.
© «Корпункт», 2024.

ВСТУП

Сталий розвиток України значною мірою забезпечується переважно наукою, технікою та інженерією. Саме ці галузі складають основу промисловості, охорони здоров'я та навколишнього середовища, виробництва продуктів харчування та ін. Застосування системи STEM-технологій навчання сприяє ранньому професійному визначенню особистості. Система виникла за запитом бізнесу, адже на сьогодні переважна частина робочої сили не має навичок XXI століття та не в змозі швидко реагувати на зміни, які несе із собою прогрес. За допомогою системної реалізації STEM-проектів вже у 5-6 класах в учнів формується розуміння, чим вони реально хочуть займатися, до якої сфери професійної діяльності більш схильні. Відповідно вибудовується індивідуальна освітня траєкторія, спрямована на формування професійних компетентностей.

Таким чином, учні стають краще зорієнтованими у різноманітні професії і можливостях реалізації своїх здібностей в певних галузях. Сьогодні STEM-освіта слугує військовим інтересам, а надалі слугуватиме майбутньому нашої держави. В умовах війни здатність інтегрувати природничо-математичні знання, інженерні навички, допомагають на полі бою. Саме природничо-математичні компетентності разом із м'якими навичками будуть сприяти відбудові України після нашої Перемоги [9].

Однак, соціологічні дослідження доводять існування суперечності між зростаючим попитом на ринку праці на фахівців високотехнологічних галузей, які здатні до комплексної науково-інженерної діяльності та зниженням рівня зацікавленості учнів до дисциплін природничо-математичного циклу. Вочевидь, це потребує докорінного перегляду наявних моделей освіти, освітніх програм, методів організації природничої освіти у загальноосвітніх закладах.

STEM-ОСВІТА. ЩО ЦЕ ТАКЕ?

На сьогодні дуже актуальним є інтегрований підхід до навчання, і особливо ефективним інструментом досягнення цього є використання STEM-уроків. Що ж це таке?

Абревіатура STEM – розшифровується як:

S – science (наука)

T – technology (технології)

E – engineering (інженерія)

M – mathematics (математика)

Назва STEM бере свій початок у 1990-х рр. і була запроваджена Національним науковим фондом (NSF) як «узагальнений ярлик для будь-якої події, політики, програми або практики, що включає одну або декілька дисциплін» (Bybee, 2013) [5].

Сучасний вигляд акронім STEM отримав у 2001 р. в офіційних документах Національного наукового фонду США. Серед дослідників популярною є версія, що зміна послідовності розташування складових STEM пов'язана зі змінами у ставленні освітніх політиків до пріоритетності відповідних предметних галузей. Так, у акронімі STEM Бойченко В. В., Бойченко М. А., Сбруєва А. А. 34 технології були перенесені на друге місце, що пов'язано з визнанням важливості означеної складової в сучасному світі. Також зауважимо, що крім традиційно вживаного акроніму STEM, у сучасному науковому дискурсі існує широке коло інших понять, які уточнюють або конкретизують його (табл. 1.)

Таблиця 1

Акроніми, що вживаються як синоніми STEM

Акронім	Складові
STREAMi	Science (природничі науки), Technology (технології), Research (дослідження), Engineering (інженерія), Arts (мистецтво), Maths (математика), innovation (інновації)
STM	- Science (природничі науки), Technology (технології), Mathematics (математика); - Science (природничі науки), Technology (технології), Medicine (медицина)

eSTEM	environmental STEM (екологічний STEM)
STEMIE	Science (природничі науки), Technology (технології), Engineering (інженерія), Mathematics (математика), Invention (винахід), Entrepreneurship (підприємництво)
iSTEM	invigorating STEM (надихаючий STEM)
STEMLE	Science (природничі науки), Technology (технології), Engineering (інженерія), Mathematics (математика), Law (право) and Economics (економіка)
STEMS	Science (природничі науки), Technology (технології), Engineering (інженерія), Mathematics (математика), Social Sciences (суспільні науки) and Sense of Place (відчуття простору)
STREAM	Science (природничі науки), Technology (технології), Robotics (робототехніка), Engineering (інженерія), Arts (мистецтво), Mathematics (математика)
STEEM	Science (природничі науки), Technology (технології), Engineering (інженерія), Economics (економіка), Mathematics (математика)
STEAM	- Science (природничі науки), Technology (технології), Engineering (інженерія), Arts (мистецтво), Mathematics (математика); - Science (природничі науки), Technology (технології), Engineering (інженерія), Agriculture (сільське господарство), Mathematics (математика); - Science (природничі науки), Technology (технології), Engineering (інженерія), Applied Mathematics (прикладна математика)
METALS (STEAM + Logic)	до першого представленого в даній таблиці варіанту STEAM додається логіка
STREM	Science (природничі науки), Technology (технології), Robotics (робототехніка), Engineering (інженерія), Mathematics (математика); - Science (природничі науки), Technology (технології), Robotics (робототехніка), Engineering (інженерія), Multimedia (мультимедіа)
A-STEM	Arts (мистецтво), Science (природничі науки), Technology (технології), Engineering (інженерія), Mathematics (математика)
GEMS	Girls in Engineering, Math, and Science (Дівчата в інженерії, математиці та природничих науках)
STEMM	Science (природничі науки), Technology (технології), Engineering (інженерія), Mathematics (математика), Medicine (медицина)

SHTEAM	Science (природничі науки), Humanities, Technology (технології), Engineering (інженерія), Arts (мистецтво), Mathematics (математика)
AMSEE	Applied Math (прикладна математика), Science (природничі науки), Engineering (інженерія), Entrepreneurship (підприємництво)
THAMES	Technology (технології), Hands-On (практична діяльність), Arts (мистецтво), Mathematics (математика), Engineering (інженерія), Science (природничі науки); Technology (технології), Humanities (гуманітарні науки), Arts (мистецтво), Mathematics (математика), Engineering (інженерія), Science (природничі науки)
MINT	Mathematics (математика), Informatics (інформатика), Natural sciences (природничі науки), Technology (технології)

Дані табл.1 систематизовано на основі: Science, technology, engineering, and mathematics. Wikipedia, the free encyclopedia

Оскільки власне розділення на наукові галузі пізнання відбувається тільки в уяві людини, а природа функціонує цілісно, такий підхід до навчання є логічним. Підхід не можна назвати вузькоспеціалізованим, спрямованим лише для формування IT-фахівців; доцільно розуміти, що STEM – це універсальний інструмент пізнання світу і може бути адаптованим до вивчення будь-якого предмету, особливо природничого характеру.

STEM-освіта, як окрема галузь освіти, виокремилася в США в 2009 році з програми «Educate to Innovate». У такий спосіб з’явився новий напрям інтеграції і розвитку природничих, математичних, технічних і економічних дисциплін (Сліпухіна та ін., 2016). У зазначеній програмі STEM трактується офіційними документами Департаменту освіти США, як «освіта для глобального лідерства».

Великобританія, Китай, Австралія, Корея, Тайвань та США працюють за системою K-12 STEM, що регламентується Законом «Про координацію дій у галузі STEM – освіти».

У Фінляндії STEM-підхід в освіті розпочав свій розвиток 17 років тому. Аббревіатура в цій країні змінено – LUMA. Це у перекладі означає інтеграцію природничо-наукових напрямів та математики.

За показниками PISA, Ірландія входить до переліку двадцяти країн-лідерів із впровадження STEAM-технологій в освітній процес. В цій країні було створено величезну кількість вечірніх курсів підвищення кваліфікації вчителів-STEM з окремих предметів [3].

STEM-освіта – це спеціалізований освітній напрямок, головний акцент у якому зроблено на вивченні точних та природничих наук, із додаванням потужного інноваційного та технологічного компонентів. Уже сьогодні музиканти створюють хіти за допомоги спеціального програмного забезпечення, а лінгвісти – досліджують мову завдяки штучному інтелекту та великому обсягу даних.

Розвинені країни, як от Сінгапур, США, Ізраїль та Австралія, готують школярів за напрямами STEM-освіти вже десятки років. В Україні STEM-освіта почала офіційно запроваджуватися з 2015 року. Вона має за основу нормативні документи ЮНЕСКО (Інчхонська декларація «Освіта 2030»), які декларують STEM-освіту як ключову, стратегічну і таку, що сприятиме досягненню цілей сталого розвитку [9; 17; 20].

У Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) термін вживається у такому значенні: «природничо-математична освіта (STEM-освіта) - цілісна система природничої і математичної освітніх галузей, метою якої є розвиток особистості через формування компетентностей, природничо-наукової картини світу, світоглядних позицій і життєвих цінностей з використанням транс дисциплінарного підходу до навчання, що базується на практичному застосуванні наукових, математичних, технічних та інженерних знань для розв'язання практичних проблем для подальшого використання цих знань і вмінь у професійній діяльності» [3, 4].

Роль STEM-освіти, як одного із пріоритетів модернізації освіти, відмічають провідні фахівці в галузі методик навчання біології, екології, хімії, математики, географії. В нашій країні освіта є складовою частиною державної політики. Вона спрямована на підвищення рівня конкурентоспроможності національної економіки та розвитку людського капіталу. STEM-освіта найбільш відповідає запитам економіки та потребам суспільства і може бути визнаною одним з основних факторів інноваційної діяльності у сфері надання освітніх послуг.

Провідним принципом STEM-освіти є інтеграція. Вона дозволяє здійснювати вдосконалення змісту, обсягу навчального матеріалу, технологізацію навчання. Результатом такого підходу є формування вмінь та навичок розв'язання комплексних практичних проблем, критичного мислення. Це в свою чергу сприяє формуванню креативних якостей та когнітивної гнучкості, організаційних та комунікаційних здібностей.

STEM-освіта сприяє формуванню та розвитку фінансової, математичної та екологічної грамотності. Вона може забезпечити всебічний розвиток особистості шляхом виявлення її нахилів і здібностей; сформувати навички оволодіння засобами пізнавальної, дослідної та практичної діяльності.

У методичних основах STEM-навчання закладено формування вміння учнів оцінювати проблеми та приймати рішення, бути готовими до свідомого вибору та оволодіння майбутньою професією. Це особливо важливо для випускників базової та профільної середньої школи. Великого значення STEM-освіта набуває у «вихованні особистості, яка прагне до здобуття освіти впродовж життя, формування умінь практичного і творчого застосування здобутих знань» [3, 4, 14].

Відповідно до завдань, визначених у Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти), вона забезпечується на таких рівнях (таблиця 2.)

Таблиця 2

Рівні STEM-освіти

Рівень освіти	Ознаки
Початковий	визначається стимулюванням допитливості та підтримкою інтересу до навчання і пошуку знань, мотивацією до самостійних досліджень, створенням простих приладів та конструкцій
Базовий	характеризується формуванням стійкого інтересу до предметів природничо-математичного циклу, оволодінням технологічною грамотністю та навичками розв'язання проблем, залученням до дослідництва, винахідництва, проектної діяльності, що дасть змогу збільшити частку тих, хто прагне обрати науково-технічні, інженерні професії та професії, пов'язані з біологічними науками

Профільний	поглиблене оволодіння системою знань і умінь STEM-освіти методами наукових досліджень, реалізація інноваційних проєктів
------------	---

На даному етапі розвитку суспільства STEM-освіта запроваджується в умовах інтеграції усіх видів освіти: формальної, неформальної, інформальної. Розвиток сучасної STEM-освіти забезпечується шляхом співпраці представників закладів освіти та академічних наукових установ, науково-дослідних лабораторій, наукових музеїв, природничих центрів, підприємств, громадських та інших організацій. Всі зазначені організації мають бути залученими до створення освітнього середовища закладів освіти. Реалізація Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) передбачена на період до 2027 року.

Теоретичним, методологічним та методичним проблемам інтеграції навчально матеріалу в контексті STEM-освіти присвячені роботи Т. Андрущенко, А. Горинського, В. Величко, С. Гальченко, Л. Глоби, О. Коваленко, Н. Морзе, Р. Норчевського, Н. Пилипенко, С. Рудишина; Н. Полісун, В. Рохлова, О. Сапрунова, С. Сосновського, П. Ситнікова, Л. Стрижак, І. Сліпухіної, О. Трифонова, І. Чернецького.

Теоретичні та методичні засади проблеми досліджували В. Андрієвська, Ж. Білик, В. Бойченко, О. Бутурліна, Н. Гончарова, С. Горбенко, С. Дембіцька та О. Кузьменко, О. Лозова, Т. Уманська, Є. Шаповалов та В. Шаповалов.

Організаційно-педагогічні особливості STEM-освіти вивчали науковці і методисти В. Байбі (W. Bybee), О. Барна та Н. Балик, Д. Васильєва, Н. Весела, В. Вербицький, О. Воронкін, В. Заярна, О. Костюк, О. Кузьменко, К. Постова, М. Ростока, Н. Сороко.

Аналіз зарубіжного досвіду реалізації STEM в освітньому процесі висвітлені у розвідках С. Бабійчук, М. Бойченко, О. Коваленко, Н. Мірча, О. Онопченко.

В галузі STEM-освіти праці О. Козленка, Т. Засекоїної, І. Дедюшкіної стосуються безпосередньо інтегрованих курсів природничої освітньої галузі та інтеграції природничих наук в базовій середній школі [9; 13; 20].

АКТУАЛЬНІСТЬ НАПРЯМКУ STEM В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ УКРАЇНИ

Щоб зрозуміти необхідність STEM-освіти в сучасній педагогіці, потрібно для себе відповісти на такі важливі питання:

1. Навіщо це вчителю?
2. Навіщо це учневі?
3. Як, якими методами це зручно зробити з найменшими зусиллями і найкращим результатом?
4. Чим STEM-урок відрізняється від традиційного?
5. Чи досягаємо ми результату навчання, якого вимагає Державний стандарт освіти?

Отже, розглянемо їх більш детально.

1. *Навіщо це вчителю?*

Задача вчителя, як одного із учасників освітнього процесу, розвивається в рамках конкретного предмету та в контексті загальної освіти. Але, оскільки прогрес не стоїть на місці, і освітні, і наукові, і технологічні галузі інтегруються одна в одну. Звісно, залишаючись осторонь цього, спираючись на усталену модель викладання в освітньому процесі, вчитель ризикує втратити як мінімум авторитет, а як максимум – відстати від розвитку в своїй професії.

До того ж, так як і в учнів, в педагогів формуються ті ж самі знання, вміння і компетентності, відбувається поглиблення емоційного інтелекту та формування навичок роботи в колективі та більш швидкого вирішення задач.

Вчителям STEM-освіта дозволяє:

- наочно передавати знання й навички, сприяти самостійності;
- використовувати неординарні підходи в навчанні;
- навчати більш мотивованих та зацікавлених учнів;
- відходити від стандартних систем оцінювання за відтворені знання, натомість – сприяти креативності.

2. *Навіщо це учневі?*

Завдяки цьому напрямку освіти вже в базовій середній школі у учнів формується розуміння, в якій сфері вони хочуть розвиватися і чим хочуть займатися в подальшому житті. Таким чином, в школярів формується ін-

дивідуальна освітня стратегія, що спрямована на формування професійних компетентностей.

Можливість приймати участь у обговореннях проблемних питань, хакатонах, конференціях, також формує вміння працювати в команді, розвивати та відстоювати свою думку.

Що STEM-освіта дає здобувачам освіти?

- Більш ефективне засвоєння навчального матеріалу;
- комплексне розуміння предметів та процесів;
- цікавий навчальний процес і мотивацію вчитися;
- оригінальність, мислення поза шаблоном;
- уміння формулювати дослідницьке питання та комплексно шукати рішення;
- широкі можливості здобути престижну вищу технічну освіту в найкращих вишах країни та за кордоном та знайти високооплачувану роботу в будь-якій країні світу.

3. Як, якими методами це зручно зробити з найменшими зусиллями і найкращим результатом?

Секрет STEM-освіти в своєрідній інтеграції між запитом держави, бізнесом та виробництвом. Реалізацію цієї інтеграції бере на себе освіта загалом.

Моделі STEM враховують міждисциплінарні зв'язки, але розроблені в рамках стандарту базової освіти, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 30 вересня 2020 р. № 898 та типової освітньої програми, затвердженої наказом міністерства освіти і науки України від 19 лютого 2021 р. № 225 [14].

STEM-освіта є невіддільною частиною концепції Нової української школи (НУШ), адже націлена не лише на здобуття знань, а й на формування низки компетентностей.

Серед компетентностей НУШ, що перетинаються із цілями STEM-освіти ми зазначаємо наступні:

- розвиток логічного та математичного мислення;
- розуміння природи та технологій із позиції точних наук;
- освіченість в інформаційно-комунікаційних технологіях, уміння їх використовувати;
- здатність креативно мислити та виражати творчі здібності.

Однією з засадничих задач STEM-освіти є формування в школярів системного мислення.

Власне, взаємодія в галузі природничих наук спирається на основні вектори напрямку:

- робота із штучним інтелектом,
- енергія, рух,
- матеріали, техніка, робосистеми,
- екологія.

Якщо говорити про конкретні напрями, то *робота із штучним інтелектом* більш актуальна для учнів базової та профільної школи. Маючи доступ до комп'ютерних програм, учні здатні опрацювати матеріал та спрощувати його засвоєння, зокрема через ігри та моделювання. На сьогодні штучний інтелект, як засіб навчання, передбачає генерування малюнків, тексту чи навіть музики. За правильної постановки завдань, він набагато спрощує їх виконання. Робота зі штучним інтелектом формує в учнів навички коротко та чітко формулювати завдання, виокремлювати головне, мислити логічно та послідовно.

Реалізація напрямку *енергія та рух* актуальна для учнів початкової, базової та профільної школи. Цей напрямок можна застосовувати не лише на уроках фізкультури, а й на уроках, які передбачають дослідження. Зокрема це предмети природничо-математичного циклу. В початковій школі особливо актуальним буде використання цього напрямку в процесі вивчення предмету «Я досліджую світ».

Напрямок *матеріали, техніка, робосистеми* сприяє розвитку прагнення щось створити власними руками. Мається на увазі не тільки вироби або малюнки, а щось, що зможе рухатися, функціонувати і навіть виконувати певні операції. Для цього використовується і комп'ютерна техніка, і конструктори, і природні, чи синтетичні матеріали типу глини, пластиліну та ін. Цей напрямок актуальний для учнів початкової, базової та профільної школи.

Екологія та сталий розвиток – сучасне надважливе питання науки в контексті загальних глобальних змін. Найбільш актуальний цей напрямок для учнів початкової та профільної школи, хоча неперервність освіти для сталого розвитку спостерігаються протягом всього навчання.

Якщо говорити про екологію, то мається на увазі не тільки збереження навколишнього середовища, а комплексний підхід до використання ресурсів людиною та їх відтворення. В тому числі мається на увазі і власних ресурсів.

Напрямки не пов'язані між собою змістом та послідовністю, тому в кожному освітньому закладі та при викладанні конкретного навчального предмета можна обрати послідовність або доцільність використання на свій розсуд.

4. Чим STEM-урок відрізняється від традиційного?

По-перше – це освітнє середовище, в якому школяр відчуває себе комфортно, оскільки один з принципів STEM-освіти – дитиноцентризм. Протягом STEM-уроку основна увага приділяється інтересам і здібностям учнів. Це ще й можливість школярам взяти відповідальність за своє навчання, здобувати знання природним для їх віку способом: грати, досліджувати, не боятись помилятися, комунікувати з однокласниками.

5. Чи досягаємо ми результату навчання, якого вимагає Державний стандарт освіти?

Цілком і повністю! Саме STEM-уроки відповідають вимогам до обов'язкових результатів навчання учнів у природничій освітній галузі, зазначеним у Додатку 10 до Державного стандарту, а саме:

1. Пізнання світу природи засобами наукового дослідження
2. Опрацювання, систематизація та представлення інформації природничого змісту
3. Усвідомлення розмаїття і закономірностей природи, ролі природничих наук і техніки в житті людини; відповідальна поведінка для сталого розвитку суспільства
4. Розвиток наукового мислення, набуття досвіду розв'язання проблем природничого змісту [індивідуально та у співпраці] [14].

ОРІЄНТОВНА СТРУКТУРА STEM –УРОКУ

I. ЕТАП ОРІЄНТУВАННЯ

Найбільш доцільним методом на цьому етапі є брейнстормінг (мозковий штурм). Матеріал будь якої теми, як правило, вже частково відомий учням.

Тому за допомогою мозкового штурму ми можемо з'ясувати коло ідей, питань і галузей, які пов'язані з темою. Це прекрасна можливість залучити учнів до планування подальшої навчальної діяльності, дати можливість з самого початку відчувати власну відповідальність за навчання. Найчастіше учням пропонується проблемна ситуація, яка може ґрунтуватися на здивуванні або пов'язана з інтелектуальним утрудненням. Тому можна провести аналіз конкретної ситуації, проаналізувати ставлення до неї школярів. Крім цього, доцільно на даному етапі використовувати метод сторітелінгу або елементи дискусії.

II. ЕТАП ІНТЕГРАЦІЇ

Це етап пошуку та встановлення взаємозв'язків. Разом з учнями варто проаналізувати окремі ідеї, наскільки вони стосуються основної теми, які зв'язки між ними, які напрямки перетинаються, які ідеї можна об'єднати. Це сприяє відтворенню їх знань, вмінь, життєвого досвіду. Методи, які можна використати на цьому етапі: мозковий штурм, ґрунування, «Дискусійне кафе», Fishbone, прийом «ЗаХід» (знаю, хочу дізнатись), асоціативний куш.

III. ЗАСТОСУВАННЯ STEM

Поєднання природничої науки, технології, інженерії і математики. На цьому етапі школярі за допомогою вчителя формулюють навчальну проблему та через неї тему й мету уроку. Учні об'єднуються у малі творчі групи 3-4 особи. Кожній групі визначаються конкретні задачі. Групова робота може бути диференційовано-груповою, або кооперативно-груповою. За першим видом організації групової роботи учні об'єднуються у групи за інтересами, або за рівнем навчальних досягнень. У другому випадку групи включають різних за можливостями та інтересами школярів, але кожна група виконує частину загального завдання. До початку дослідження, разом з учнями, обговорюються визначені правила роботи в командах та її регламент. Їм надається можливість обміну інформацією кожні 5-10 хв. Представники груп можуть підходити до інших груп для з'ясування проміжної інформації. Учні збирають та аналізують дані, необхідні для розв'язання проблеми. Вчитель тут виступає в ролі тьютора/

фасилітатора, спонукає учнів до формулювання ідей заохочувальними словами, підказками, надає «адресну» допомогу.

В організації роботи учнів в середині групи можуть бути використані декілька стратегій, зокрема асоціююча, конвеєрна, кооперативна. В процесі застосування асоціюючої стратегії умовою роботи членів групи є продукування учнями якомога більшої кількості ідей про те, як розв'язати задачу. Наступним кроком стає обговорення всіма членами групи придатності ідей та способів дії та підготовка звіту «від групи». Більш складний варіант зазначеної стратегії – рольова взаємодія, яка передбачає розподіл обов'язків учнів у групі, а потім асоціація виконаних завдань у спільну відповідь, або презентацію результатів дослідження.

Конвеєрна стратегія засновується на розподілі між учнями послідовності виконання операцій, які складають дії по розв'язуванню проблеми. Такий тип взаємодії зручний для відпрацювання певних дослідницьких вмінь та навичок.

Кооперативна стратегія може застосовуватись під час розв'язування проблем, які потребують значних витрат часу. Для прискорення виконання завдання учасники групи домовляються між собою, хто й що буде робити. Продукт групової роботи складається з результатів роботи кожного учасника групи.

IV. ДОСЛІДЖЕННЯ (ЕКСПЕРИМЕНТУВАННЯ)

Будьте готові до дослідження. Будьте готові до випробувань і помилок. Розглядайте з учнями предмет з різних аспектів. Це може певною мірою привести до плутанини та парадоксів, але це не означає, що навчання не відбувається. Будьте готові направляти і допомагати у навчанні в міру необхідності. В залежності від рівня сформованості дослідницьких навичок, віку учнів та теми уроку можна використати такі стратегії навчання:

– структуроване дослідження, коли відбувається колективна робота всіх учнів в процесі дослідження: пропонується план дослідження, алгоритми його виконання, матеріали та обладнання з докладним інструктажем до їх використання; пояснення ходу дослідження, але залишається можливість самостійного спостереження, аналізу та формулювання висновку;

– контрольоване дослідження – проходить у межах, встановлених вчителем. Вчитель задає контекст, починаючи з ідеї, інструментів і, можливо, навіть якихось цілей. Учні застосовують інструменти і покроково рухаються вперед;

– кероване дослідження – вчитель пропонує тему, а учні самі розробляють свої власні методи і алгоритми дослідження, самостійно досліджують і можуть по-різному організувати практичну діяльність: створення презентації, розробка технічних креслень, скрайбінг, або відео звіт).

– вільне дослідження дозволяє учням взяти на себе відповідальність за їх навчання, включаючи вибір теми, питань, методів та цілей. У цьому випадку вчитель пропонує учням обрати найбільш цікаву для них ідею, яка виникла під час мозкового штурму, дискусії і дослідити її. Це вимагає самодисципліни і самонавчання. До такого дослідження потрібно приступати вже після того, як вони оволодіють дослідницькими навичками.

V. РЕФЛЕКСІЯ

Це етап відповіді на питання: «Які методи та методичні прийоми виявились оптимальними? Яких ще позитивних результатів можна досягти у відведений час? Що дійсно цікавить учнів і сприяє формуванню позитивної мотивації до навчання?»

Підсумки можуть буди й в інших формах: побудова структурно-логічних схем, скрайбінгів, кластерів тощо.

Узагальнюючи все вищезазначене, ми можемо сформулювати мету та завдання STEM-освіти, якими ми їх вбачаємо.

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ STEM-ОСВІТИ

Мета. Розвиток особистості учнів, які володіють уміннями досліджувати, оцінювати, інтерпретувати дані з позиції науки, застосовувати ці знання, а також знаходити інформацію, взаємодіяти із новими формами і форматами наукових досягнень, реалізація творчого потенціалу, формування критичного і технічного мислення, екологічної свідомості, партнерської взаємодії в колективі, культурного та національного самовираження.

Головне – виховати учня, здатного самостійно опановувати великі масиви інформації, вміти користуватися новими технологіями та творчо підходити до пошуку рішень. На цьому шляху вчитель може використовувати перевірені форми роботи, а може пропонувати власні. У впровадженні методів STEM-освіти в освітній процес слідкуйте за реакцією учнів та збирайте зворотний зв'язок – разом ви зможете зробити освітній процес цікавим та плідним.

Завдання:

- розширити знання учнів в різних галузях наук;
- сприяти розвитку практичних навичок;
- формувати наукове, критичне, інженерне, аналітичне, та творче мислення;
- формувати навички взаємодії з цифровими носіями та програмним забезпеченням;
- розвивати роботу в команді та сприяти взаємодії в колективі;
- заохочувати творчий підхід до вирішення питань;
- підтримувати зацікавленість учнів в усіх напрямках STEM-освіти.
-

Принципи:

- дитиноспрямованість і природовідповідність;
- узгодження цілей, змісту, результатів;
- науковість, доступність, практична спрямованість;
- наступність і перспективність навчання;
- взаємозв'язок компетентностей – ключових і предметних;
- логічної послідовності;
- творчого підходу.
-

Принципи STEM можна запроваджувати як на уроках з інформатики та математики, так і на уроках української мови; і в початковій школі, і в 10 – 11 класах. Де б ви не використовували інструменти STEM, вони урізноманітять освітній процес та унаочнять знання, тим самим зробивши їх більш доступними для розуміння та запам'ятовування.

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ (ЗАСОБИ, МЕТОДИ, МЕТОДИЧНІ ПРИЙОМИ, ФОРМИ НАВЧАННЯ)

Ключовими методичними підходами у STEM-освіті є особистісно орієнтований, соціальний, дослідницький, діяльнісний.

Особистісно зорієнтований підхід передбачає здобуття автентичного практичного досвіду інноваційної діяльності з використанням ІТ-технологій, технологій інтерактивного навчання, технологій розв'язання винахідницьких задач (ТРВЗ-технологій). З цього приводу Т. О. Журавель висловлює наступну думку: «На сучасному етапі навчати дітей потрібно креативному, аналітичному, інноваційному мисленню; вмінню ефективно розв'язувати проблеми, приймати рішення; ефективній комунікації, співробітництву, роботі в команді та в проєктах; інформаційній грамотності, ефективній моделі використання ІКТ; глобальному громадянству, персональній та соціальній відповідальності» [15].

Соціальний підхід передбачає підготовку до подальшого навчання і працевлаштування відповідно до вимог XXI століття та формування soft skills . Soft skills – це особистісні характеристики, завдяки яким людина може успішно взаємодіяти в команді під час розв'язання будь-яких робочих питань. Соціальний підхід передбачає своєрідну еволюцію особистості протягом навчання в школі, за умов впровадження STEM-освіти.

Дослідницький підхід передбачає таку організацію освітнього процесу, при якій школярі знайомляться з основними методами дослідження, що застосовуються в науках, котрі вони вивчають, засвоюють доступні їм елементи дослідницької методики і опановують вмінням самостійно добувати нові знання шляхом дослідження явищ природи і суспільств

Форми організації STEM-освіти також можуть бути досить різноманітними. Однак більшість робить акцент на проєктній, командній та груповій роботі учнів. Переважаючими організаційними формами є проєкти, інтегровані уроки, квести, кейси, екскурсії, тематичні дні, конкурси, наукові виставки, фестивалі інженерних проєктів, хакатони.

Методи, які є більш поширеними в процесі STEM-освіти наведені у таблиці 4.

Методи, методичні прийоми та технології STEM-освіти

Назва методу, методичного прийому, технології	Зміст
Технологія імітаційного моделювання	Опосередковане розв'язання проблем завдяки моделюванню і побудовам схем, налагодження конструктивного діалогу (організаційно-діяльнісні ігри, пізнавально-дидактичні ігри)
Проектна технологія	Підбір та аналіз інформації, планування експериментального дослідження, формулювання гіпотези, проведення експериментального дослідження, формулювання висновку, презентація результатів дослідження.
Інформаційно-комунікаційні технології	Дозволяють віднаходити, опрацьовувати, зберігати і презентувати інформацію (веб-браузери, пошукові сервери, хмарні сховища даних та ін.);
Фото-відео-технології	Створення фото-колажів та відеороликів для презентації
Кластерний метод	Використання структурно-логічних схем, діаграм, графічних аналізаторів, таблиць і символів для унаочнення етапів дослідження
Метод скрайбінгу	Міксування стислих пропозицій, фраз, слів і невеликих малюнків у схематизовану ілюстрацію змісту дискусії та обговорення
Метод дискусії	Уможливлення обміну ідеями, створення демократичної атмосфери, активізація ресурсного потенціалу учасників
Метод брейнстормінгу	Генерування максимальної кількості творчих ідей
Метод інфографіки	Подання інформації, проблемних аспектів дослідницької діяльності у вигляді символів до образів, подій, вчинків, що допомагає опрацювати і систематизувати великі обсяги інформації та наочно презентувати результати роботи.

Основними засобами навчання за технологією STEM нами визначені:

1. Методичні (підручники, книги, журнали, електронні ресурси, посібники, картки з завданнями).

2. Наочні (натуральні експонати, фільми та відео, презентації, зразки, інструменти, матеріали, обладнання, прилади, фотографії, репродукції картин, плакати тощо, графіки, знакові моделі, схеми й таблиці та ін.).

3. Технічні (інформаційні ресурси та ресурси контролю – відеоапаратура (комп'ютери, мультимедійні технології, проєкційні екрани), оверхед-проєктори, слайдпроєктори, копії- та інтерактивні дошки, документ-камери, відеоконференційні системи, маркерні та текстильні дошки, проєкційні столики тощо, та ресурси контролю, до яких належать тренажери, прилади для діагностики процесів).

- Базою для STEM-освіти вступають наукові методи пізнання, математичне моделювання, інженерний дизайн та інноваційне мислення.

Оцінювання. Зважаючи що переважаючим є метод проєктних представлень, які, як правило реалізуються колективно, то виникає необхідність і навіть доцільність оцінювати не тільки досягнення кожного учня а і його вміння працювати в команді. Оцінювання командної роботи може відбуватися через спостереження за роботою учнів, їх комунікацією всередині групи та внеском кожного учасника в командну роботу.

Критерії оцінювання можуть варіюватися в залежності від конкретного проєкту та його характеристик.

Критерії:

- креативність, інноваційність;
- технічна точність;
- функціональність;
- виконання завдання;
- комунікація і презентація;
- командна співпраця;
- процес розробки;
- інтеграція знань;
- якість і результати.

Важливо, щоб критерії були заздалегідь визначені і доступні для учнів, а також були справедливими та об'єктивними.

В центрі всього поняття STEM-освіти знаходиться не вчитель, а практичне питання, яке необхідно вирішити. Цим, власне, цей напрямок освіти і відрізняється від традиційного підходу до освіти. Важливо розуміти, що на сьогодні на перший план в процесі освіти виходить здатність швидко вчитися і сприймати зміни, а не власне, знання, які стають застарілими наймовірно швидко.

STEM-ОСВІТА В ПОЧАТКОВІЙ ШКОЛІ

Застосовуючи STEM із школярами початкової ланки освіти, важливо не обтяжувати їх складними процесами та довгими поясненнями складних понять. Мета вчителя у STEM-освіті для школярів початкової школи – продемонструвати та максимально просто пояснити зв'язки між процесами, а також – посприяти самостійності в навчанні.

Учні 1–4 класів залюбки проводять досліди, майструють моделі чи механізми, грають в комп'ютерні ігри, адже допитливість розвивається через пригоди та гру.

Якщо раніше вчитель був обмежений в інструментарії донесення знань (крейда, книга, листок), то з розвитком технологій і наукових платформ освітній процес спрощується і в той же час стає складнішим.

Проте базові компоненти залишаються незмінними.

Обов'язковим компонентом STEM-освіти в початковій середній школі є записування, причому не тільки результатів дослідів чи проекту, а і послідовності дій, які привели до цього результату (рис. 1).

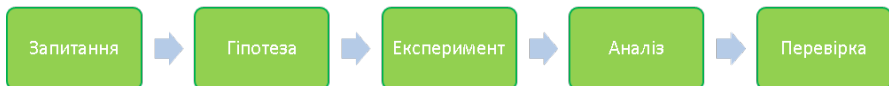


Рис. 1. Структура наукового експерименту в початковій школі.

Записування послідовності дій призводить до кращого запам'ятовування, візуалізації інформації, а також можливості відтворити дослід або частину досліду самостійно, без допомоги учителя.

Базовою конструкцією дитячого мислення в початковій школі є допитливість і бажання щось майструвати. Спираючись на це, доцільно пропонувати учням навчання в цьому ключі.

Найпростішим методом пояснення математики та природних процесів в аудиторії є використання конструкторів, наприклад Лего. Крім цифрової, кількісної інформації, конструктори мають кольорову гаму, що дозволяє вивчати кольори, їх співвідношення, будувати проєкції міст чи ландшафтів чи вибудовувати логічні схеми за іншими показниками, крім цифрових (рис.2).

Увага в молодшому шкільному віці нестабільна. Учні непосидючі, тому статичні вправи, або монотонні призводять до нудьги і вигорання.

STEM-уроки в основі своїй мають інтеграцію. Тобто мається на увазі що вчитель проводить не інтегровані уроки, а впроваджує на уроці міжпредметні зв'язки. Вони в таких моделях уроків є несучою конструкцією.

Сучасна освіта в початкових класах базується також і на дослідах, адже через практичну діяльність школярі розуміють як працює природа і процеси в ній. Як приклад пропонуємо декілька дослідів:

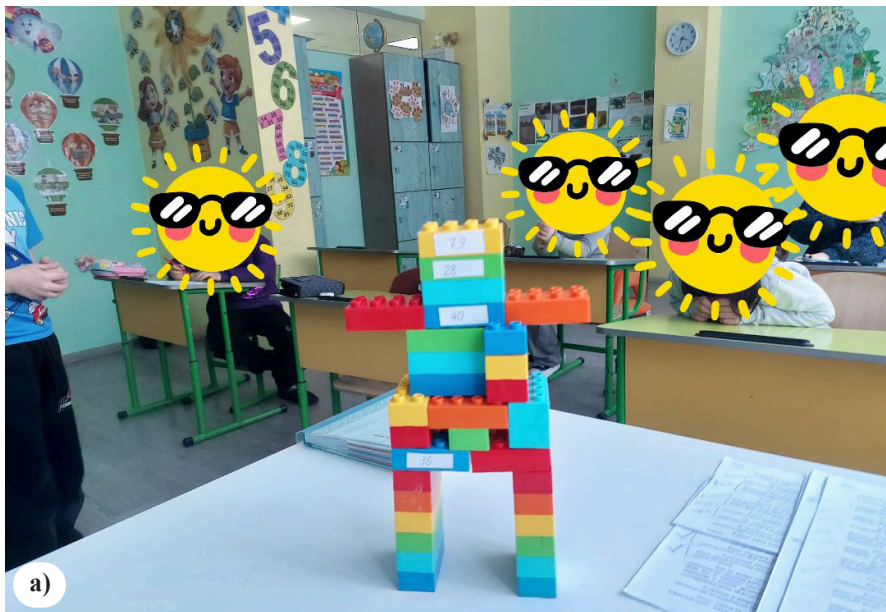




Рис. 2 (а, б, в). Робота учнів початкової школи з конструктором Лего для побудови мобільних будиночків та роботів (фото С. М. Сльнітіфорова).

Хмара в банці

Налийте в банку третину гарячої води, а зверху на сіточку чи марлю покладіть шматочки льоду і закрийте кришкою. Незабаром ви побачите, як у банці з'являється справжня хмаринка. Якщо ви приберете кришку, хмаринка вилетить і розсіється в повітрі. На цьому прикладі ви зможете пояснити учням колообіг води в природі, а також як утворюються туман, сніг чи роса.

Хмара в банці 2

Налийте в банку води і рівномірно вкрийте шаром піни (можна взяти піну для гоління). Піна триматиметься на воді, оскільки вона легша. Наберіть в шприц води з барвником (можна взяти декілька різних кольорів). Пропускаючи воду із шприца через «хмару», учні можуть спостерігати кольоровий дощ в банці. Якщо ж замість кольорової води до шприца додати кольорову олію, то видовище буде ще більш ефектним.

Цей дослід пояснює різницю в густині речовин, а також процеси дифузії.

Вода й олія

Налийте в склянку воду, а потім – додайте олії. Попросіть учнів перемішати олію у воді. Цей дослід продемонструє їм різні властивості рідин. На основі цього прикладу також вчителю буде легко пояснити, яку екологічну небезпеку становить нафта, що потрапляє море, або чому не можна гасити жир, що горить, водою. Якщо в склянку додати шипучу таблетку, то виділятиметься газ. На цьому прикладі можна пояснити природу густини і важкості речовин.

Статична електрика

Візьміть повітряну кульку і потріть її об своє волосся. Піднесіть кульку до голови когось із учнів. Волосся підніметься догори.

Статична електрика 2

Візьміть повітряну кульку і потріть її об свою голову. Піднесіть кульку до коробочки з розкришеним пінопластом на столі. Пінопласт рухатиметься. Таким чином можна пояснювати електричні явища в природі.

Квіти на воді

Зробіть з паперу квіти. Згорніть пелюстки, закривши їх всередину і покладіть на воду. Через якийсь час вони відкриються. Цей приклад де-

монструє добові явища в житті рослин та особливості води, як фізичної речовини, що має поверхневий натяг.

«Лапки гекона»

Візьміть вантуз. Приставте його до кришки стола чи стільця. Натисніть і підніміть. Дайте спробувати учням. Таким чином можна пояснити, як тварини використовують вакуум, щоб пересуватися по вертикальних поверхнях. Те ж саме можна пояснити, якщо набрати в банку воду, а зверху накрити листком або карткою і перевернути. Листок приклеїться за допомогою поверхневого натягу води.

Керований реактивний рух

Візьміть повітряну кульку, мотузку, трубку і скотч. Надуйте кульку, але не зав'яжуйте її. Мотузку пропускайте всередину трубки і натягуйте з одного кінця кімнати в інший. За допомогою скотча приклейте кульку до трубки і відпускайте. Кулька буде рухатися самостійно по заданій траєкторії. Таким чином рухаються кальмари, медузи та реактивні ракети.

Сучасна освіта передбачає використання інноваційних технологій, зокрема інтерактивних панелей. Вони передбачають моделювання явищ або процесів в природі і відтворення їх в різних форматах, зокрема 3D. Такі ресурси можна знайти на сайтах. Зокрема Kazka.fun, Wordwall.net, ActivInspire, Classflow.

Саме в початковій школі учні привчаються до колективної роботи.

STEM-ОСВІТА В БАЗОВІЙ СЕРЕДНІЙ ШКОЛІ

В базовій школі можлива реалізація STEM-освіти через чотири напрямки:

- використання штучного інтелекту та ІТ;
- відтворення матеріалу через театральні або музичні постановки, фільмування;
- наукові проекти та розробки;
- моделювання.

1. Використання штучного інтелекту та IT.

На етапі розвитку сучасних технологій і комп'ютерного моделювання існує багато програм, які дозволяють реалізацію і тестування певних моделей.

Якщо розібрати базові програми, то серед них, мабуть, варто виділити наступні: Classtime.com, kahoot.it, Wordwall.net, Zoom.us, Drive.google.com, Nus.org.ua – віртуальні подорожі, miro.com

З точки зору класифікації цілей цих програм їх можна умовно розділити на дві групи – програми помічники для вчителя і програми, якими користуються учні, але такий поділ умовний.

2. Відтворення матеріалу через театральні або музичні постановки, фільмування.

На сьогодні важливою складовою навчання в закладах загальної середньої освіти є гейміфікація, тобто перенесення навчання в ігрову площину, переведення в іншу реальність. Цей напрямок дозволяє школярам грати роль дослідника, дерева, будь-якої тварини, інопланетянина чи неживого об'єкта, але при цьому навчатися.

Як показує практика, якщо використовувати наукові постановки або спектаклі, то це має бути комплексна робота всіх учасників процесу, починаючи від етапу створення до етапу розбору помилок та успіхів.

Теми постановок зазвичай інтегровані, оскільки в природі нічого не функціонує окремо, тут одночасно відбувається інтеграція і гуманітарно-го-лінгвістичного напрямку (особливо якщо постановка або фільм іноземною або двома мовами), і науково-практичного (особливо це стосується предметів природничо-математичного циклу).

Важливо, щоб дійство не було затягнутим в часі, адже треба точково розкрити одну тему і не розпорошуватися на загальне, а також слід зважати на особливості уваги учнів середнього шкільного віку.

В предметі біологія, наприклад, в базовій школі, якщо узагальнити, загалом вивчаються теми «Клітина. Рослини. Гриби. Одноклітинні організми», «Тварини», «Біологія людини». Вони предметні самі по собі, тому будь-яку тему легко зрежисувати і вмістити в коротку постановку (рис.3). Було апробовано такі теми, як:

- рослини-прибульці (інвазійні рослини) проти рослин-аборигенів;



Рис. 3. Участь учнів в театральних постановках в рамках виконання проекту «Віруси, їх вплив на природу» та «Мікробіологія»
(фото Є. М. Єльнітіфорова).

- віруси, їх вплив на живі організми;
- наукові досліді (інтегрований курс «біологія+фізика+хімія»);
- досліді з рослинами;
- тварини-індикатори;
- людське тіло – як це працює?

Позбавлені рамок навчального процесу, учні можуть вільно висловлювати думки та експериментувати.

3. Наукові проекти та розробки

Більш доцільним використання цього напрямку є для учнів, які самовдосконалюються та займаються саморозвитком, особливо в царині науки.

На етапі розвитку сьогodнішньої науки навряд чи когось здивуєш світловим мікроскопом, томографом чи апаратом для вимірювання солоності води. Крім екскурсій на виробництва та в спеціальні наукові лабораторії, учні мають робити наукові проекти самі (рис.4). Так, приміром, починаючи з інтегрованих курсів природничої освітньої галузі, вони розробляють календарі погоди, потім доглядають за живими істотами в живому куточку, досліджуючи їх поведінку та будову, а далі розробляють проекти мікро-



Рис. 4. Робота учнів з мікроскопом. Дослідження структури клітин рослин і руху води та органічних речовин в рамках проєктів екологічного напрямку (фото Є. М. Єльнітіфорова).

препаратів рослинного та тваринного походження, орієнтуючись на свої знання та вміння. Крім біологічних знань, тут необхідні ще й знання хімії.

Важливо донести учням, що результати їх роботи значимі і можуть бути використані в подальшій їх науковій діяльності. Результатом наукової роботи може бути звіт, наукова стаття або навіть книга чи журнал.

4. Моделювання.

Створення моделей в базовій середній школі відрізняється від моделювання в 10 – 11 класах, оскільки вік учнів передбачає більш предметне моделювання. В той час, як учні профільної школи здатні моделювати ситуації чи глобальні системи.

Для учнів базової школи важливим моментом в моделюванні є можливість створювати предмети або органи рослин, тварин чи людини, відтворювати фізичні чи хімічні процеси, проводити аналогії та експериментувати в стилі «а що буде, якщо». Матеріали для моделювання можуть бути абсолютно різні – починаючи від тіста і закінчуючи конструкторами, починаючи від металу і закінчуючи матеріалами для 3D-принтера.

STEM-ОСВІТА В ПРОФІЛЬНІЙ СЕРЕДНІЙ ШКОЛІ

Існуюче в сучасній профільній школі вузьке монопредметне середовище не дозволяє в достатній мірі підготувати випускника, який може вирішувати багатовекторні питання. Більшість випускників, як показують результати останніх ЗНО та НМТ, досить невпевнено виконують завдання міжпредметного змісту. Зокрема, це завдання на знаходження біологічних помилок в літературному тексті, визначення центрів походження культурних рослин за картою, розв'язання тестів, які містять графіки, діаграми, схеми кругообігів хімічних речовин. У частини випускників утруднення викликали тести, де потрібно розрахувати калорійність виноградного, яблучного соку та молока й порівняти її. Складно майбутнім абітурієнтам було проаналізувати хід експериментів та вибрати з кількох запропонованих правильну гіпотезу, або результат експерименту. Таким чином, ми бачимо проблему, яка може бути вирішена шляхом вдосконалення змісту природничої освіти у профільній школі.

Актуальність окресленої проблеми посилюється у зв'язку загостренням низки суперечностей, що характеризують сучасну біологічну освіту в цій ланці загальної середньої освіти, зокрема:

- між суспільними вимогами до насичення освітнього процесу сучасним технологіями, формуванням у школярів критичного мислення, навичок командної роботи, бачення цілісної картини світу та вміння застосовувати знання для розв'язання завдань з реального світу та застарілими перенасиченими теоретичним матеріалом програмами, підручниками та методиками навчання;
- між процесом формування природничо-наукової компетентності, одним з компонентів якої є сукупність інтегративних знань, що уособлюють такі науки як фізика, хімія, біологія, науки про Землю, астрономія, екологія і вивченням їх окремо одна від одної, що спричиняє фрагментарність та «розірваність знань». Як наслідок – неспроможність особистості застосовувати їх на практиці.

- між необхідністю вивчення й урахування індивідуальних особливостей і здібностей учнів та деперсоналізованими методами, формами й засобами їх навчання, розрахованими на «середнього» учня.

Нині педагоги працюють в умовах воєнного стану, частина з них в умовах дистанційної організації освітнього процесу. Для них забезпечення реалізації освітніх процесів на якісному рівні потребує чітких та вчасних рішень, доступних роз'яснень, запровадження інноваційних технологій, зокрема, STEM.

Робота з учнями профільної школи передбачає, в першу чергу, рівність між вчителем і учнем. Якщо для початкової та базової школи вчитель є референтним в силу віку і знань, то для учнів профільної школи авторитет учителя не є непохитним. Важливо давати їм самостійність і в той же час вчити їх відповідальності.

Доцільним є використання зворотної системи навчання учень-вчитель, коли педагог і учень міняються місцями. Мій особистий досвід говорить що в старших класах прекрасно працює модель «розкажи мені, ніби я інопланетянин». Вчитель в такому випадку тільки задає корегуючі питання, наводить на правильну відповідь, а ініціаторами і координаторами діалогу є учні. В цій грі можна працювати як індивідуально, так і в групах, за умови що йдеться про уроки узагальнення і систематизації знань, або ж про теми, які учням відомі з практики реального життя – наприклад «Модифікаційна мінливість».

Для профільної школи є доцільним також використання ігор, як з реквізитом так і без. В процесі гри старшокласники вдосконалюються у вмінні працювати в команді, формулювати та формувати власну думку, відповідати за свої дії та висловлювання.

Впровадити методи STEM-освіти в загальний освітній процес не важко, потрібна лише мотивація вчителя, творчий підхід до пояснення навчального матеріалу та вміння пояснювати учням зв'язки між предметами та дисциплінами у вивченні конкретних процесів.

Щоб поєднати міжгалузевий підхід та STEM на уроках в профільній школі, можна використати практичні заняття на кшталт «Моя ферма», «Екодім» або «Виробництво корисної побутової хімії». При вивченні яких тем? Адже чинну програму ніхто не відмінює? Учням пропонується під-

раховувати бюджет кого, або чого?, що вчить фінансової грамотності, розрахувати необхідність того чи іншого продукту або матеріалу, вивчати його властивості та характеристики. У цьому завданні учні працюватимуть на перетині біології та математики, але наочність завдання допоможе їм ефективніше концентруватися та краще засвоювати новий матеріал.

Розширити інтеграцію цих проєктів можна, ввівши курси іноземних мов або створивши модель міжнародної компанії. Таким чином, учні вивчатимуть, наприклад, стадії та процеси виробництва, а також матеріали і компоненти декількома мовами. Готуючи власні проєкти про технології, архітектуру чи програмування англійською, школярі зможуть не лише покращити навичку говоріння, вивчити специфічну лексику та познайомитися із різними сферами застосування технічних знань, а і зрозуміють широкі перспективи для досліджень та творчості, що їх відкриває знання різних мов. Розуміючи це, вони матимуть більшу мотивацію у вивченні іноземних мов. Наприклад, провести екскурсію природоохоронною територією, застосувавши знання з історії, географії, біології.

Знову ж – таки, моделі та проєкти учнів можна представляти на виставках чи конференціях, що дозволяє учням знайомитися з однодумцями і формуватися, як спеціаліст в тій чи іншій галузі. Уроки інформатики – плідне поле для застосування методів STEM-освіти, адже технології та програмування складають її основу. Педагоги радять вчителям не зупинятись лише на програмуванні, натомість – використовувати засоби 3D-моделювання, наприклад, вивчаючи людське тіло на сайті Zygotebody.com, або моделюючи геометричні фігури самостійно на сайті Geogebra.

Також можливе створення проєкту віршами або поемою, що, безсумнівно, покращить знання української чи іноземних мов.

Досліди, що їх часто проводять у шкільних лабораторіях, з легкістю можна віднести до методів STEM-освіти. Удосконалити їх або адаптувати до дистанційного формату навчання можна, віддавши учням ініціативу та попросивши їх провести досліди самостійно.

Висновок. STEM-освіта вимагає від учнів здібностей до критичного мислення, вміння працювати як в команді так і самостійно. STEM-освіту часто називають «навчанням навпаки». Ланцюжок «від теорії до практики» у STEM зазвичай зворотний: спочатку – гра, придумування дослідів,

а вже потім, у процесі цієї діяльності, – опанування теорії і нових знань. Найбільша перевага STEM-освіти у тому, що вона допомагає опанувати нові знання не відокремлено, а за допомогою інтеграції всіх природничих дисциплін у єдину систему навчання. Ми живемо у світі, який не розділено на окремі дисципліни чи предмети, тому й дітям важливо бачити його цілісним. Сьогодні учні отримують фрагментарні знання, які можна порівняти з пазлами. І лише у небагатьох учнів ці «пазли» складаються в єдину «картину» світу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Stem-освіта: основні дефініції (2017). URL.: <https://imzo.gov.ua/2016/11/10/plan-zahodiv-shhodo-vprovadzhennya-steam-osviti-v-ukrayini-na-2016-2018-roki/> (дата звернення 17.04.2024).
2. Упровадження Stem-освіти в Україні (2021). URL: https://dnpb.gov.ua/wp-content/uploads/2021/05/Introduction_of_STEM_education_in_Ukraine_2021.pdf (дата звернення 23.04.2024)
3. PISA 2018 Database. URL: <https://www.oecd.org/pisa/data/2018database/>
4. STEAM-освіта: інноваційна науково-технічна система навчання (2016) URL: <https://ippo.kubg.edu.ua/content/11373> (дата звернення: 23.04.2024).
5. Перспективи розвитку STEM-освіти в Україні (2023). URL <http://womo.ua/stem-obrazovaniev-ukraine-perspektivuyi-razvitiya/> (дата звернення 17.04.2024).
6. Актуальні аспекти розвитку STEM-освіти у навчанні природничо-наукових дисциплін: збірник матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції, м. Кропивницький, 14-15 травня 2020 р. / за заг. ред. Н. О. Грінюк.
7. Актуальні аспекти розвитку STEM-освіти у навчанні природничо-наукових дисциплін : збірник матеріалів IV Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 70-річчю Льотної академії Національного авіа-

ційного університету (м. Кропивницький, 12-13 травня 2021 р.) / за заг. ред. Н. О. Гончарової, О. С. Кузьменко. Кропивницький : Льотна академія НАУ, 2021. 256 с.

8. Бех І. Д. Сучасна освіта на шляху досконалості. *Рідна школа*. 2021. № 1–2. С. 32–37.

9. Бойченко В. В., Бойченко М. А., Сбруєва А. А. STEM-освіта в Україні та США: актуальні тенденції: монографія. Суми: СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2021. 230 с.

10. Войлова Г. Д. Формування STEM-компетентностей при підготовці вчителів фізики профільної школи / Ганна Дмитрівна Войлова; науковий керівник к. пед. н., доц. Наталя Анатоліївна Хараджян. *Кривий Ріг*, 2022. 74 с.

11. Впровадження STEM-освіти на уроках біології й екології як важливий чинник інноваційної особистості. Гринюк О. С. *Тези_Форум_2020 р.* С. 318–321. URL: https://lib.iitta.gov.ua/723781/1/%D0%93%D1%80%D0%B8%D0%BD%D1%8E%D0%BA%20%D0%9E.%D0%A1._%D0%A2%D0%B5%D0%B7%D0%B8_%D0%A4%D0%BE%D1%80%D1%83%D0%BC_%202020%20%D1%80._%D0%A1.318-321_.pdf.

12. Гончарова Н. О. Глосарій термінів STEM-освіти // Інформаційний збірник для директора школи та завідувача дитячого садка. К.: РА «Освіта України», 2018. № 10 (79). С. 89-95.

13. Горбенко С. Л., Василяшко І. П. Розвиток напрямів STEM-освіти в системі інклюзивного навчання. Актуальні питання корекційної освіти (педагогічні науки): Збірник наукових праць: випуск 16, том 1. / за ред. М. К. Засєкіна Т. М., Коршунова О. В., Василяшко І. П.

14. Державний стандарт базової середньої освіти URL:<https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/nova-ukrayinska-shkola/derzhavnij-standart-bazovoyi-serednoyi-osviti>.

15. Збірник матеріалів «STEM-школа – 2022» / уклад.: С. Л. Горбенко, Н. І. Гущина, Л. Г. Булавська, І. П. Василяшко, О. В. Коршунова К. : Видавничий дім «Освіта», 2022. 215 с.

16. Збірник матеріалів IV Міжнародної науково-практичної конференції: «STEM-освіта: стан впровадження та перспективи розвитку»: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції, 8-9 листопада

2018 року, м. Київ / за загальною редакцією О. В. Лозової, С. Л. Горбенко, Н. О. Гончарової. К.: ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти», 2018. 97 с.

17. Збірник матеріалів конференції «STEM – світ інноваційних можливостей. Реалізація програми інноваційного освітнього проєкту «Я – дослідник» / укладачі: І. П. Василяшко, Н. І. Гущина, О. В. Коршунова, О. О. Патрикєва К. : Видавничий дім «Освіта», 2020. 160 с.

18. Кириленко С. Поліфункціональний урок у системі STEM-освіти: теоретико-методологічні та методичні сегменти. *Рідна школа*. 2016. № 4. С. 50-54.

19. Нова українська школа. URL : http://utiptuti.com.ua/view_articles.php?id=4812

20. Патрикєва О. STEM-освіта : умови впровадження у навчальних закладах України. *Управління освітою*. 2017. № 1. С. 28-31.

21. Пилипенко Наталя, Рудишин Сергій. Застосування елементів STEM-освіти на уроках біології та природознавства як засіб формування критичного мислення учнів. *Біологія і хімія в рідній школі*. 2021. № 2. С. 10-21.

22. Рєвков О. В., Тамкович І. О. (2018). Шляхи впровадження STEM-освіти в позашкілья. Збірник «Грані науковотехнічної творчості Запорізької області». № 2. 41 с. URL: http://www.grani.in.ua/wp-content/uploads/2019/01/stem_zbirnik_2_2018.pdf

23. Рудишин С. Д., Кмець А. М., Самілик В. І., Гулакова І. М. Біологія і екологія. 10 клас. Навчальний посібник: Вінниченко М. Д., Суми, 2021. 388 с.

24. Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів: методичні рекомендації / Н. І. Поліхун, К. Г. Постова, І. А. Сліпучіна, Г. В. Онопченко, О. В. Онопченко. К. : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. 80 с.

25. Шуляк В. О., Константиненко Л. А. Впровадження елементів STEM-освіти при вивченні біології. Біологічні дослідження 2021: Збірник наукових праць. Житомир, ПП «Євро-Волинь»: 2021. 446 с.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
STEM-ОСВІТА. ЩО ЦЕ ТАКЕ ?.....	4
АКТУАЛЬНІСТЬ НАПРЯМКУ STEM В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ УКРАЇНИ.....	10
ОРІЄНТОВНА СТРУКТУРА STEM –УРОКУ	13
МЕТА ТА ЗАВДАННЯ STEM-ОСВІТИ.....	16
МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ (ЗАСОБИ, МЕТОДИ, МЕТОДИЧНІ ПРИЙОМИ, ФОРМИ НАВЧАННЯ)	18
STEM-ОСВІТА В ПОЧАТКОВІЙ ШКОЛІ	21
STEM-ОСВІТА В БАЗОВІЙ СЕРЕДНІЙ ШКОЛІ	25
STEM-ОСВІТА В ПРОФІЛЬНІЙ СЕРЕДНІЙ ШКОЛІ	29
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	32

Науково-методичне видання

Є. М. Єльпітіфоров, С. Д. Рудишин, А. М. Кмець

**Моделі STEM-уроків
в закладах загальної середньої освіти –
ключові і предметні компетентності
в контексті природничих наук**

Методичний посібник

Підписано до друку 01.05.2024 р. Обл.-вид. арк. 2,09. Ум. друк. арк. 1,48.

Формат 60x84/16. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.

Друк. офсетний. Наклад 100 прим. Зам. № 168.

Видавець ПВКП «Корпункт»

40000, м. Суми, вул. Соборна, 25, офіс 12.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців,
виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції.

Серія ДК № 38 2000 р., м. Київ.