

Список використаних джерел:

1. Закон України «Про освіту». URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>
2. Bruner J.S. The Culture of Education. Cambr., Mass.: Harvard University Press. 2006; Брунер Дж. Культура образования. Москва: Просвещение, 2006. 223 с.
3. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи. Київ: МОН України, 2016. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>
4. Ляшенко О.І., Мальований Ю.І. На шляху до нової української школи: концептуальні засади і виклики. *Педагогіка і психологія*. 2017. № 3. С. 5-12.
5. Фізика. 7-9 класи. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів. URL: <https://mon.gov.ua/Навчальні програми для 5-9 класів>
6. Шлейхер А. Найкращий клас у світі: як створити освітню систему 21-го століття. Львів: Літопис, 2018. 206 с.

Oleksandr Liashenko

National Academy of Educational Sciences of Ukraine

CONTENT OF PHYSICS EDUCATION: PROGRESS FROM THE KNOWLEDGE PARADIGM TO THE COMPETENCE PARADIGM

The article reveals the basic principles of modernization of the content of physics education in the context

of reforming general secondary education in accordance with the concept of “New Ukrainian School”. The approval of the new State Standard of Basic Secondary Education marked the approaches to structuring the content and ways of its reflection in the physics course of basic school. Modernization of the content of physics education requires a change in all components of the methodological system of teaching physics, appropriate didactic and methodological support for the organization of the educational process. This is manifested in clarifying the purpose of teaching physics, selection of basic physics knowledge and skills that implement a competency-based approach to learning, updated methods and forms of learning, the conditions of the educational process, updated methods of assessing learning outcomes. A holistic vision of such changes will allow realizing the competence potential of physics education in school teaching of physics, will outline the main tasks facing the methods of teaching physics and educational practice in the transition from the knowledge paradigm to the competency’s paradigm in education.

Key words: the content of physics education, reforming the Ukrainian school, a competency-based approach to teaching physics.

Отримано: 2.10.2021

УДК 373.51

DOI: 10.32626/2307-4507.2021-27.77-81

С. Л. Мальченко

Криворізький державний педагогічний університет
e-mail: malchenko.svitlana@kdpu.edu.ua; ORCID: 0000-0001-8291-6642

ВИКОРИСТАННЯ STEM-ПРОЄКТІВ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ З АСТРОНОМІЇ

Сучасні учні краще сприймають навчальний матеріал, якщо вчитель використовує не лише словесні методи, а додатково й наочний матеріал. З астрономії досліди та демонстрації на заняття складно організувати, тому більшість вчителів використовують елементи відео, анімації та фотографій. Однак, досвід показує, що для розуміння астрономічних явищ та понять можна використовувати також макети та моделі. Зрозуміло, що самотужки виготовити або придбати вчитель не зможе, тому такі макети та моделі можуть стати частиною учнівських STEM-проектів. При правильній постановці завдання та повній реалізації це може стати повноцінним проектом, який вчитель зможе використовувати на наступних заняттях. Наприклад, для виготовлення моделей можна скористатися 3-Д принтером, в цьому випадку учням потрібно буде розрахувати макет, спроектувати у виді 3-Д моделі, реалізувати за допомогою 3-Д принтера, продемонструвати та пояснити астрономічне явище. Більш спрощений варіант – виготовлення таких моделей з підручних матеріалів.

Ключові слова: STEM-проекти, астрономічна освіта, візуалізація навчального матеріалу, методика навчання астрономії.

Сьогодення потребує активних та креативних особистостей, які здатні до постійного самовдосконалення та саморозвитку. Відповідно постає потреба у випускниках, які мають не лише знання, вміння та навички, а також здатні швидко навчатися, здобувати потрібну інформацію, розуміти її і застосовувати на практиці, мислити самостійно та нестандартно, вміти висловити власну думку. Вчитель стає не просто носієм знань, а фасилітатором освітнього процесу. Сучасний учитель має шукати нові форми, методи і засоби подання навчального матеріалу для активізації розумових та фізичних якостей учнів. Одним з ефективних способів оптимізації освітнього процесу та активізації пізнавальної діяльності учнів є візуалізація навчального матеріалу.

Сьогодні – час великого потоку інформації різних видів: візуальної, звукової, тактильної, нюхової і сма-

кової. Згідно з твердженням Ананьєва Б.Г., сприйняття через зір йде на трьох рівнях: відчуття, сприйняття і уявлення, а через слухову систему – лише на одному рівні, на рівні уявлення. Відомо, що найбільший обсяг інформації людина сприймає саме через зоровий аналізатор, особливо нинішнє покоління, яке вільно користуються будь-якими гаджетами, різними соціальними мережами для пошуку інформації й отримання нових знань. Представлення навчального матеріалу засобами візуалізації дає змогу в стиснутому виді передавати великі обсяги інформації. На заняттях доречно поєднувати візуальні та звукові методи навчання, які будуть доповнювати один одного. Сучасному учню, наприклад, важко уявити чому під час руху Місяця навколо Землі ми бачимо тільки один бік Місяця, тому такий рух потрібно продемонструва-

ти за допомогою макетів чи анімації. Використання візуалізації у процесі навчання сприяє тому, що учні переходять від пасивного сприйняття навчального матеріалу до більш активного оволодіння знаннями, особливо якщо такі відео або графічні матеріали візуалізації учні готують особисто. Використання елементів візуалізації на заняттях з астрономії та їх підготовка й стали важливою задачею методики астрономії, й створило нову задачу – створення таких навчальних візуалізацій. Метою було не перевантажити учнів комп'ютерними додатками, тому виникла ідея – створення макетів для демонстрації на заняттях. З метою включення учнів в розробку астрономічних макетів та моделей їм було запропоновано об'єднатися в групи й створити STEM-проекти, на першому етапі пропонувалися прості макети. Зацікавленість учнів і студентів, а також реакція учнів на такі форми візуалізації й зацікавили актуальність даної роботи.

Візуалізація інформації – це представлення різної інформації у виді графіків, схем, діаграм, таблиць та ін. Проте таке визначення розкриває лише ілюстративну функцію процесу візуалізації. Інше визначення надає Вербицький А.А.: «Процес візуалізації – це згортання змісту розумового процесу в наочний образ; будучи сприйнятим, образ може бути розгорнутим і слугує опорою адекватних розумових і практичних дій». Таке визначення вже більш широко відображає процес візуалізації [1]. Результатом процесу візуалізації є візуальна модель – будь-яка конструкція, що сприймається наочно і показує суть об'єкта пізнання. Візуальна модель – це результат певного етапу формування знань, в тому числі теоретичного, в наочній формі відображає його результати, виявляє недоліки і протиріччя [2].

Візуалізація освітнього матеріалу передбачає цілеспрямоване стимулювання процесу мислення під час навчання. Словесно-логічне мислення дає більш точне й узагальнене відображення дійсності, але це відображення є абстрактним. У свою чергу, візуальне мислення допомагає організовувати образи, робить їх більш узагальненими. За визначенням В.П. Зінченка: «Візуальне мислення – це людська діяльність, продуктом якої є породження нових образів, створення нових візуальних форм, що несуть певне навантаження, що й роблять значення видимим».

Існує велика кількість видів візуалізації навчального матеріалу, які можна використовувати в освітньому процесі: опорні конспекти, схеми, таблиці, графіки, діаграми, відеоролики, презентації та інше. Засоби візуалізації навчальної інформації повинні дублювати вербальну інформацію і контролювати ступінь узагальнення змісту навчання. Використання можливостей зорового аналізатора при візуалізації навчальної інформації вимагає врахування закономірностей зорового сприйняття, грамотного застосування візуальних методів у навчанні [3]. Одночасне використання різних форм представлення інформації сприяє активізації пізнавальної активності учнів, її підтримці, процесу осмислення і переробки інформації.

На заняттях астрономії елементи візуалізації мають особливу важливість через складність уявити астрономічні явища, розміри та відстані у Всесвіті. Навіть історично склалося, що візуалізація грала важливу роль: Ще у 1972 і 1973 роках відповідно, Піонер 10 і

Піонер 11 мали на своєму борту так звані «Пластинки «Піонера»» – дві анодованих золотом пластинки з алюмінію, кожна з яких містила символічну інформацію про людину. Повідомлення-картинки містили зображення оголених фігур чоловіка і жінки, а також символи, які повинні були дати інформацію про походження космічного апарату. Зображення були створені Карлом Саганом та Френком Дрейком та були унікальними, оскільки їхнє графічне значення мало бути зрозумілим позаземним істотам, які не мають уявлення про людську мову.

На освітній процес впливають останні технічні досягнення, так на заняттях вже активно використовуються технології доповненої та віртуальної реальності. Інтерактивні комп'ютерні моделі – нові інформаційні технології, що поєднують статичну візуальну інформацію (текст, графіку, колір) і динамічну (анімація, відео), що дозволяє створювати динамічні образи в різних інформаційних поданнях. Застосування технологій доповненої реальності, інтерактивних комп'ютерних моделей дозволяє вчителю показати об'єкт вивчення з різних сторін, допомогти учневі розкрити його нові властивості, побачити нові грані досліджуваного об'єкта. Гармонійне поєднання анімації, графіки, кольору й інтерактивності максимально забезпечує наочно-образне сприйняття навчального матеріалу, розвиває уяву і модельне бачення, мислення, активізує розумову діяльність і ефективність засвоєння матеріалу, підвищує і стимулює пізнавальний інтерес до вивчення предмета.

Як відомо, сучасні інформаційні технології відкривають доступ до значної кількості джерел інформації та форм її подачі. У випадку візуалізації навчального матеріалу, використання комп'ютерів надає можливість зробити навчання більш доступним і легким для сприйняття, а також дозволяє використовувати інтерактивні, динамічні та мультимедійні засоби під час вивчення нового матеріалу, продемонструвати астрономічні об'єкти більш детально й з різних сторін, реалізувати проблемне навчання та міжпредметні зв'язки. Якщо у розпорядженні вчителя є 3-D принтер, тоді створені об'ємні комп'ютерні моделі можна «надрукувати», а за відсутності принтера можна виготовити макети чи моделі з підручних матеріалів. Особливо це актуально для вивчення астрономії, тому що у межах шкільного кабінету не можна відтворити астрономічні явища та продемонструвати астрономічні об'єкти. Комп'ютерні моделі мають високий дидактичний потенціал і можуть бути ефективно використані у навчально-методичній роботі [5]. Однак до такого виду моделей у учнів спостерігаються підвищені графічні вимоги, простота використання та доступність у будь який час. До дизайну моделей, які реалізовані учнями самостійно та за допомогою підручних матеріалів, висуваються менші вимоги та не потребують особливих вмінь програмувати, проте вимагають більше фізичних та математичних знань. Складність запропонованих макетів підбирається з врахуванням зацікавленостей та здібностей дітей.

Одним із пріоритетів модернізації освіти, пов'язаних з реалізацією Концепції Нової української школи є посилення природничо-математичної освіти та ролі STEM-освіти. Особливістю застосування візуалізації в рамках STEM-освіти полягає у використанні

на занятті самостійних спостережень, виготовлень моделей для демонстрації об'єктів, подій та явищ. Тому особливу роль у формуванні STEM-компетентностей відіграє метод моделювання – як метод дослідження об'єктів, який починається з побудови моделей (інформаційних, математичних, комп'ютерних), процесів в об'єкті, що досліджується, і завершується приведенням результатів, отриманих моделюванням, до умов функціонування об'єкта. Спочатку учні придумують, конструюють і моделюють, а вже у процесі цієї діяльності опановують навчальний матеріал та теорію у галузі STEM. Саме такий підхід до STEM-освіти висвітлює її міждисциплінарний підхід, проблемно-пошуковий характер, та наявність Науки, Технологій, Інженерії та Математики.

На заняттях з астрономії зрідка використовуються макети для візуалізації небесних тіл та астрономічних явищ, крім того, програмою шкільного курсу астрономії передбачено в основному демонстрація анімацій, відео та фотографій й не передбачена підготовка проєктів. Для використання вчителем на уроках астрономічних моделей та макетів – їх потрібно придбати або виготовити самотужки. Зараз є можливість, використовуючи 3-Д принтер чи інші підручні засоби отримати макети будь-яких астрономічних об'єктів. Звісно, що такі тіла як галактики, туманності та Всесвіт навіть за допомогою принтера не створити, тому використання фото й відео – залишається актуальним.

До виготовлення макетів можна залучати учнів, й запропонувати їм підготувати проєкти з астрономії. При цьому проєкт буде полягати не в зборі нової інформації та її представленні у виді публікації чи презентації, а створення та виготовлення макетів. Школярі можуть об'єднуватись в групи й не лише виготовити макет, а реалізувати повноцінний STEM-проєкт. Під час реалізації STEM-проєкту перед учнями ставиться завдання виготовити макет, який буде демонструвати небесне тіло або астрономічне явище, використати математичні розрахунки розмірів та відстаней, зробити макет динамічним, крім того провести дослідження або продемонструвати вивчення того чи іншого явища. Для залучення елементів програмування та інженерії можна використати 3-Д принтер, тоді ставиться задача – розробити макет, адаптувати його для друку на 3-Д принтері, зібрати надруковані деталі, продемонструвати змодельоване астрономічне явище й пояснити його іншим учням.

Розглянемо приклади таких макетів, які пропонувалися учням та студентам при вивченні астрономії. Такі проєкти можна реалізувати й в рамках міжпредметних зв'язків.

По перше це різні варіанти просторових моделей зоряних сузір'їв. На початковому етапі повідомляються лише координати, паралакси та видимі зоряні величини найяскравіших зір у сузір'ї. Учнім потрібно визначити відстані від Сонця, температуру чи спектральний клас зір, врахувати ці відстані, а зорі різного спектрального класу зробити відповідного кольору. Такий макет дає уявлення про проектування зоряних сузір'їв, як розподілені зорі у Всесвіті й як залежить видима зоряна величина від відстані до об'єкта, а колір зорі від її температури [6].

У початковій школі пропонується виготовити макет Сонячної системи, а у старшій (профільній) школі

потрібно ускладнити завдання: врахувати розміри, кольори, відстані від Сонця та між планетами, крім того можна продемонструвати залежність й від інших параметрів – кути нахилу осі обертання до орбіти, швидкості обертання навколо власної осі та навколо Сонця. Такі макети вже існують, вони пропонувалися в різних періодичних астрономічних виданнях, але кожен учень може реалізувати власний проєкт і власне представлення цього макету. При цьому головна задача – під час реалізації такого проєкту отримати нові знання, й вирішити проблемну задачу з залученням елементів математики, інформатики та фізики.

Найчастіше астрономія асоціюється саме із спостереженнями нічного зоряного неба, тому одним із головних приладів астрономії є телескоп. Придбати або виготовити власний телескоп сьогодні вже не є надскладною задачею, але перш, ніж виготовити реальний телескоп спочатку потрібно розглянути його характеристики й деталі, від яких вони залежать. Тому цікавим буде макет, який продемонструє хід променів світла у телескопі. Вивчення теми астрономічні прилади не завжди співпадає з вивченням розділу оптики та теми «Тонкі лінзи». Якщо у вчителя буде такий макет – учні краще зрозуміють, як заломлюються промені у лінзах й чому зображення в телескопі отримується перевернутим. Демонстрацію цього можна зробити використавши комп'ютерні анімації та схеми ходу променів, однак сприйняти й зрозуміти учням буде легше з макетом. Подібний макет можна реалізувати за допомогою лазерів (бажано 4-5), набору лінз та магнітної дошки (рис. 1) або виготовити макет з підручних матеріалів. При другому варіанті потрібно розрахувати відстані між лінзами, позначити фокусні відстані лінз й передбачити можливість зміни цих параметрів. Такі макети можна використати в майбутньому для вивчення залежності характеристик оптичних телескопів-рефракторів від використаних лінз (окулярна та об'єктивна).

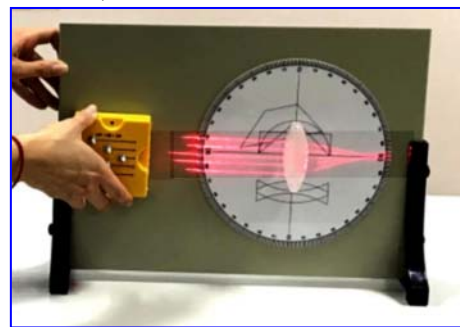


Рис. 1. Установка для демонстрації заломлення променів

Ще одним варіантом виготовлення макетів та проєктів за допомогою 3-Д принтера – це вивчення відносних розмірів тіл. Наприклад, Сонце – його внутрішня будова, структура атмосфери, елементи сонячної активності в атмосфері (протуберанці, плями, факели, тощо) або будова планет Сонячної системи. При виготовленні такого макету потрібно розрахувати та врахувати відносні розміри деталей. Макети планет у виді «матрьошки» допоможуть учням краще запам'ятати внутрішню будову й розміри ядра, мантії та кори для планет земної групи та структуру планет-гігантів (рис. 2). Такі моделі можна використати й для зірок різного спектрального типу та класу. Дослідження поля-

гає у порівнянні початкових фізичних параметрів зірок та впливу маси (розмірів) на їхню внутрішню будову.



Рис. 2. Ідеї для макетів будови планет Сонячної системи

Важливим елементом кабінету астрономії та занять з астрономії є не просто макети астрономічних явищ, будови астрономічних об'єктів, а динамічні макети, такі, які демонструють рух планет навколо Сонця, сонячні та місячні затемнення та умови, за яких вони настають, пояснюють чому Місяць повернутий до Землі лише одним боком. При розробці макету обертання Місяця навколо Землі потрібно передбачити можливість пояснення не просто явищ затемнень, а й чому вони не настають щомісяця при відповідній фазі Місяця. Такий макет, виготовлений з підручних матеріалів представлений на фото рис. 3, важливим є розташування вісі обертання Землі (під кутом $23,5^\circ$) та орбіти Місяця (під кутом 5° до площини екліптики). Головною метою такої моделі була демонстрація затемнень та умов їх настання. Модель демонструє, що затемнення спостерігається біля вузлів, тобто в той момент, коли Місяць знаходиться в точках орбіти, найменше відхилених від земного екватора.



Рис. 3. Фотографія макету місячного та сонячного затемнень

Отже, зацікавити сучасного учня читанням величезних параграфів сухої теорії – неможливо, особливо з астрономії. І якщо раніше велика кількість ілюстрацій, малюнків анімацій вважалися прерогативою лише молодших школярів, то зараз це вимога часу у викладанні всіх предметів у всіх ланках закладів середньої освіти. Зазвичай під візуалізацією розуміють викорис-

тання комп'ютерних застосунків та презентацій, але таким матеріалом вже не здивувати та не зацікавити учнів. Тому потрібно шукати й залучати нові сучасні технології – моделі й макети астрономічних понять та явищ. Підготувати та реалізувати ці ідеї можна в рамках STEM-освіти, а саме запропонувавши учням STEM-проекти. Застосування таких завдань – підготовка учнівських проектів, дозволить вчителю зробити урок не лише пізнавальним, інформативним, але й підтримувати у дітей зацікавленість астрономією. Існування подібних макетів в кабінеті астрономії допоможе вчителю швидше й цікавіше пояснювати навчальний матеріал.

Список використаних джерел:

1. Басова Н.В. Педагогика и практическая психология. Ростов на Дону: Феникс, 2000. 416 с.
2. Білошапка Н.М. Візуалізація як провідна ідея сучасного навчального процесу в умовах інформатизації світу. *Наукові записки [Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка]. Серія: Педагогічні науки.* 2017. Вип. 159. С. 167-173.
3. Лаврентьев Г.В., Лаврентьева Н.Б., Неудахина Н.А. Инновационные обучающие технологии в профессиональной подготовке специалистов. URL: http://www2.asu.ru/cppkp/index.files/ucheb.files/innov/Part2/ch8/glava_8_1.html
4. Бабич О. Візуалізація інформації в процесі навчання. *Фізико-математична освіта (ФМО),* 2013. № 1(5). С. 167-170.
5. Гайдаев А.А., Зуллиев А.М., Мирзаева М.М. Использование информационно коммуникационной технологии в астрономической подготовке будущего учителя физики. *Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Психолого-педагогические науки.* 2016. Т. 10. № 4. С. 43-48.
6. Мальченко С.Л., Иванова А.І. Вивчення зоряних сузір'їв з використанням елементів STEM освіти. *Наукові записки [Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка]. Серія: Педагогічні науки.* 2019. Вип. 177 (1). С. 231-237.
7. Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів : методичні рекомендації / Н.І. Поліхун, К.Г. Постова, І.А. Сліпихіна, Г.В. Онопченко, О.В. Онопченко. Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. 80 с.

Svitlana Malchenko

Kyryvi Rih State Pedagogical University

USING STEM-PROJECTS TO VISUALIZE OF TEACHING MATERIALS FROM ASTRONOMY

Modern students perceive the teaching material better if a teacher uses visual material, not only verbal methods. In astronomy, experiments and demonstrations are difficult to organize, so most teachers use elements of video, animation and photography. However, experience shows that models can also be used to understand astronomical phenomena and concepts. It is clear that the teacher will not be able to make or buy on their own, so such models can become part of STEM-projects. If the tasks have setting correct and full implementation, they can become a full-fledged project. The teacher can use the models in next lessons. For example, a 3-D printer can be used to

make models. In such case students will need to calculate a layout, design a 3-D model, implement it with a 3-D printer, and demonstrate and explain an astronomical phenomenon to other children. A more simplified option is to make such models from improvised materials.

Key words: STEM projects, astronomical education, visualization of training material, methods of teaching astronomy.

Отримано: 27.09.2021

УДК 371.53

DOI: 10.32626/2307-4507.2021-27.81-83

А. В. Рибалко¹, О. С. Рибалко²

¹Національний університет водного господарства та природокористування,

²Обласний науковий ліцей у місті Рівне Рівненської обласної ради

¹e-mail: ryb@ukr.net; ORCID: 0000-0003-1744-8488

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ СТРУКТУРИ НАВЧАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ У STEM-ЛАБОРАТОРІЇ

У цій статті проаналізовано структурні особливості організації навчального дослідження як системи з метою його ефективного впровадження у STEM-освітніх технологіях (зокрема STEM-лабораторії). Питання щодо створення методичного забезпечення технічних засобів STEM-навчання розробляються досить інтенсивно у вітчизняній системі освіти. Проте, таку методологію неможливо розробити без врахування особливостей структури навчального дослідження як системи, що визначає актуальність цієї статті. Мета статті – виявити найістотніші, на нашу думку, особливості навчального дослідження як окремого виду навчальної діяльності для його ефективнішого впровадження у STEM-освітні технології. Сама структура навчального дослідження була розглянута як система, що складається із двох груп компонентів. До першої відносяться *змістовий, операційно-процесуальний, мотиваційний, організаційний і методологічний* компоненти, а до другої – *цілі, продукти, засоби* (ідеальні й матеріальні) та *задачі*. У статті розглянута роль кожного компоненту, проаналізовано його особливості та напрямки реалізації у системі STEM-лабораторії. У висновку виокремлено найістотніші дидактичні особливості навчального STEM-дослідження.

Ключові слова: дидактика фізики, структурні особливості навчального дослідження, система, компоненти, STEM-лабораторії.

Одним із основних завдань сучасної школи є створити умови для різнобічного розвитку нового покоління, сприяти поглибленню критичного мислення, аналітико-синтетичних умінь та навичок.

Допомогти учням підготуватись до опанування спеціальності майбутнього, навчити адаптуватись до швидких змін при стрімкому розвитку технологій покликана STEM освіта, тобто комплексний підхід, що поєднує природничі науки, інженерію, технології і математику та має на меті розвиток креативного мислення, вміння аналізувати інформацію та приймати оптимальні рішення, усвідомлення ролі технологій, інженерного підходу до розв'язання реальних життєвих завдань. В основі цієї методики є виконання практичних завдань чи проблем, для яких учні вчать знаходити шляхи вирішення, використовуючи та розвиваючи власний науковий та творчий потенціал.

ІТ-фахівцями разом із практикуючими вчителями фізики розроблена STEM-лабораторія, тобто система засобів організації навчального дослідження у галузі природничо-математичного напрямку. Фактично це є модернізацією кабінету фізики, спрямованою на міжпредметну інтеграцію зі збереженням класичного поділу на дисципліни. Це дозволяє реалізувати практичне впровадження наскрізних ліній щодо мотивації обох сторін навчального процесу – вчителя та учня [1].

На сучасному етапі розвитку технічних дидактичних засобів STEM-лабораторії однозначно мають перспективу впровадження у навчання фізики та інших природничих дисциплін.

Згідно аналізу досліджень публікацій та інтернет ресурсів організаційними та методологічними напрямками розгортання STEM-лабораторії у загальноосвітній та вищій школі активно займаються А. Дзюба, І. Старенький [2], Г. Скрипка [3], В. Шарко [4] та інші.

Технічні засоби організації STEM впроваджують О. Кузьменко [5], Т. Павліченко [6], В. Томенко, С. Меньяйлов [7] та інші.

Отже, питання щодо створення методичного забезпечення технічних засобів STEM-навчання розробляються досить інтенсивно у вітчизняній системі освіти. Проте, на нашу думку, таку методологію неможливо розробити без врахування особливостей структури навчального дослідження як системи, що визначає актуальність цієї статті.

Тому ми поставили за мету виявити найістотніші, на нашу думку, особливості навчального дослідження як окремого виду навчальної діяльності для його ефективнішого впровадження у STEM-освітні технології.

На жаль, вказана діяльність не може опиратися лише на дослідницький метод навчання. Серед основних чинників, що обмежують ефективно застосування дослідницького методу навчання, найістотнішими, на нашу думку, є: неоднорідність учнів; рівень розвитку їх дослідницьких здібностей; зміст навчального матеріалу; професійна майстерність педагога; відсутність потрібної кількості часу за урочної форми навчання. Цей факт відіграє вирішальну негативну роль [8].

Окрім чисто технічних перешкод щодо реалізації дослідницького методу навчання, існують ще й психологічні, пов'язані із неготовністю мислення переважної частини школярів до цілісного дослідження та відмінністю форм суто дослідницької й навчальної діяльності. Тому практично впроваджувати дослідницький метод навчання можливо лише шляхом поєднання його з іншими методами, наприклад з частково-пошуковим, а також використовуючи позаурочні форми навчання, зокрема STEM-навчання. Такий підхід дозволяє поєднати різні види діяльності учнів з дослідницькою, включаючи елементи навчального до-