І. М. Пахомова

Формування ключових компетентностей завдяки впровадженню STEM-орієнтованого підходу в освітньому процесі у позашкільний час за темою «Поверхневий натяг»

Розглянуто методику впровадження STEM-підходу в освітньому процесі на прикладі теми «Поверхневий натяг».

Ключові слова: STEM-освіта, міждисциплінарні зв’язки, компетентнісний підхід, поверхневий натяг.

Сучасність вимагає висококваліфікованих працівників, які володіють ключовими компетентностями [4]. Успішна реалізація компетентнісного підходу в галузі освіти можлива завдяки впровадженню STEM-освіти у шкільний та позашкільний час навчання (STEM з англійської перекладається: *science* – «наука», *technology* – «технології», *engendering* – «інженерія» та *mathematics* – «математика») [12]. Сучасні технології не стоять на місці, тому модернізація освіти – це лише питання часу. На цьому етапі розвитку новітньої школи важливим є не лише те, що ми знаємо, але й те, як користуватися цими знаннями на практиці, як впровадити комп’ютерні технології (далі – КТ) в освітній процес на усіх рівнях освіти та не потрапити у заручники КТ, тобто залишити спілкування в аудиторіях з учнями (студентами). Грамотне органічне поєднання цих складових сучасної та традиційної освіти в процесі навчання створює нову концепцію української освіти [3]. Для впровадження STEM-орієнтованого підходу потрібно створити фундамент, який надає послуги з оволодіння новими методиками, технологіями, формами роботи тощо. Як одну з важливих цеглин у формуванні нової сучасної ефективної освіти на базі кафедри фізики кристалів Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна було створено STEM-майданчик.

Метою створення STEM-майданчика було знайти, реалізувати та проаналізувати шляхи впровадження STEM-освіти в навчанні фізики, дослідитии ефективність застосування елементів STEM-освіти на заняттях із фізики у позашкільний час.

Що змінюється у процесі навчання у разі застосування STEM-орієнтованого підходу? По-перше, головним стає не вчитель (і навіть не учні), головне – це проблема, яку потрібно сформулювати та дослідити усім учасникам освітнього процесу, враховуючи усі можливі шляхи розв’язання цієї проблеми (експеримент, моделювання тощо). Порушену проблему розглядають інтегровано, тобто з погляду міждисциплінарних зв’язків. Методику занять зосереджено на проведенні самостійного експерименту та його аналізі. Основні складові STEM-орієнтованого підходу в освіті подано на рис. 1.

Сьогодні STEM-підходи реалізуються у формі різноманітних олімпіад, турнірів (Всеукраїнський турнір юних фізиків і Всеукраїнський турнір юних винахідників та раціоналізаторів) у діяльності Малої академії наук, конкурсах і заходах: *Intel Techno Ukraine, Intel Eco Ukraine,* Фестиваль науки *Sikorsky Challenge, STEM Festival*, наукові пікніки тощо. Проте безпосередньо на уроках впровадження STEM-освіти є недостатнім.

Основна мета проекту:

– створити науково-дослідницький простір для учнів 10–15 років задля вивчення фізичних явищ за допомогою STEM-технологій у позаурочний час англійською мовою;

– стимулювати учнів до креативності й бажання спостерігати та вивчати навколишній світ, заглиблюватися у кожне звичайне повсякденне явище з погляду науки, її законів та закономірностей;

– надати учням стійку мотивацію для саморозвитку й самовдосконалення, дати змогу впроваджувати здобуті знання у повсякденному житті;

– створити базовий словничок фізичних явищ англійською мовою;

– навчити слухати та розуміти науково-популярні відеоролики англійською мовою. Позбавити учнів боязкості спілкуватися англійською мовою.

На нашу думку, STEM-орієнтовний підхід може ефективно застосовуватися на лабораторних роботах, фізичному практикумі, інтегрованих уроках (міждисциплінарні зв’язки), уроках-виставках (наприклад, організувати виставку створених самостійно простих механізмів та дослідити перетворення енергії у процесі їхньої роботи), уроках-конференціях (наприклад, за темою «Енергозберігальні технології» власноруч створити сонячну піч та перевірити її потужність на дії: розплавити сирний бутерброд, нагріти склянку води тощо), шкільних проектах (створити із білого паперу формату А-4 вертушку, яка б перебувала у стані вільного падіння протягом найтривалішого часу), під час розв’язання практичних задач тощо. Такі задачі вирішуються в нашій STEM-лабораторії.

Рис. 1. Основні складові STEM-освіти

Етапи реалізації STEM-орієнтованого підходу:

1. Отримання знань, умінь та навичок про методику викладання [1]. Однією зі складних сучасних педагогічних, психологічних проблем є підготовка вчителя до роботи за STEM-програмами. Потрібно грати у команді: наприклад, вчителі фізики, хімії та англійської мови мають співпрацювати

під час розробки заняття, щоб реалізувати інтегроване дослідження, досягти розвивальної, дослідницької, проективної, комунікативної мети проекту. Оскільки основним джерелом інформації для сучасних учителів та учнів є Інтернет, багато цікавих ресурсів, присвячених STEM-орієнтовному підходу в освіті, можна знайти в Мережі. Колекція простих відео експериментів: HooplaKidzLab [8], Peekaboo Kidz [11], The Science Kid [15], WhizKidScience [18]. Плани-конспекти окремих занять, розроблених за STEM-методикою [5].

2. Планування окремих занять за STEM-методикою (самостійно або колективно).

3. Розробка плану-заняття (або елементів уроку) за STEM-методикою.

4. Проведення заняття.

5. Аналіз заняття.

6. Оприлюднення власного досвіду впровадження STEM-методики.

Власний досвід створення та роботи STEM-лабораторії складає 6 місяців. В одній групі навчаються діти 5–9 класів. Оптимальна кількість учасників – 10–12 учнів у групі. Тривалість одного заняття – 2 години. Кожне заняття присвячене окремому фізичному явищу. Заняття мають дистанційну підтримку у соціальній мережі Facebook [2]. Групу у Facebook створено для учасників процесу: учнів та їхніх батьків, які мають змогу побачити фотоархів занять та завантажити необхідні файли для заняття. Для кожного заняття розробляється дидактичний матеріал. Мова спілкування – англійська й українська; мова додаткового матеріалу: картки, слова, завдання, перебіг виконання досліду – англійська. Відео- та аудіоматеріали, які використовуються на заняттях, – англійською мовою.

Із власного досвіду можна дійти висновку, що учні мають різний рівень підготовки володіння англійською мовою, тому кожне заняття є ретельно підготовленим. Створюється «словничок» із новими словами та фразами, який розсилають заздалегідь у facebook-групу. Учні роздруковують «словничок» та перекладають невідомі слова. Потім кожен учень заносить свої нові слова у програму *Lingualeo* [9] та має змогу проходити тренувальні вправи протягом тижня. *Lingualeo* має опцію завантаження власних текстів, аудіо- та відеодокументів, які вчитель планує використовувати на занятті. Ця опція надає освітньому процесу мобільності і зручності. Це дає змогу вивчати необхідну порцію запропонованого матеріалу англійською мовою без ускладнень. Використання online-програм формує та вдосконалює інформаційну та комунікаційну компетентності учнів.

Вважаємо доцільним навести приклад заняття, побудованого за STEM-орієнтовним підходом за темою «Поверхневий натяг».

Перший етап: створення плану заняття та дидактичного матеріалу за темою «Поверхневий натяг», публікація основних термінів та слів англійською мовою, список переліку матеріалів та речей, які буде використано

під час проведення експерименту в аудиторії (необхідні матеріали учень приносить із собою на заняття). Для заняття нам знадобляться одноразова тарілка, кориця або мелений перець, будь-який миючий засіб, ватні палички, монетка, піпетка.

Другий етап. Привітання учнів. Кожен учасник розповідає про свій тиждень і наприкінці говорить комплімент будь-кому, хто присутній на занятті. Мова спілкування – англійська. Привітання та декілька позитивних слів надихають учнів та поліпшують настрій. Можна заздалегідь роздрукувати картки із компліментами та розіграти ці картки випадково. Така методика доцільна на перших заняттях, коли учасники групи ще малознайомі між собою.

Третій етап. Робота зі «словничком». Читаємо нові слова та перекладаємо. Кожен учасник може допомагати, якщо виникають складнощі перекладу. Учень, у якого володіння англійською мовою краще, за бажанням говорить речення із новим словом зі списку. Закріпляємо вивчені слова різноманітними іграми: «Корова», «Склади слово із літер» та ін. Працюємо у командах під час закріплення вивчених нових слів. Сучасне суспільство вимагає володіння навичками роботи в команді та вмінням брати на себе відповідальність.

Четвертий етап. Формулюємо проблему у вигляді практичної задачі. Скільки крапель води ми можемо розмістити на монеті вартістю 5 копійок? Усі гіпотези записують на дошці у таблицю (таблиця 1).

Проводимо власні експерименти. Записуємо експериментальні дані. З'ясовуємо, у якій бік є відхилення експериментальних даних від передбачуваних даних. Чому? Якою є максимальна кількість крапель на монеті? Якої форми набуває вода, розташована на поверхні монети? Чому? Що таке «поверхневий натяг»? Чи є можливість зменшити поверхневий натяг води? Як? Додаємо декілька крапель миючого засобу у воду, записуємо на дошці припущення щодо кількості крапель води із миючим засобом та проводимо такий самий експеримент, заносимо дані у таблицю 1. Аналізуємо отримані результати. Що ми спостерігаємо? Чому?

Таблиця 1

Результати експерименту

Ім'я	**Кількість крапель води на монеті – 5 копійок**	**Кількість крапель води із рідким милом на монеті –5 копійок**
1.		
2.		
Середнє значення крапель		

П’ятий етап. З’ясування фізичної сутності поверхневого натягу рідин. Перегляд відеороликів, що пояснюють фізичний зміст явища. [13, 14]. Дискусія.

Шостий етап. Як, маючи тарілку із водою, корицю та миючий засіб провести демонстрацію зменшення поверхневого натягу рідини. Усі учасники проводять власний експеримент та роблять висновки. Тобто кожен учень планує перебіг експерименту самостійно та проводить його (рис. 2), доходить певних висновків на базі отриманих знань. Який експеримент дає можливість спостерігати дію поверхневого натягу рідини? Кожен учень має змогу запропонувати свій приклад експерименту.

Рис. 2. Демонстрація зменшення поверхневого натягу рідини

Сьомий етап. Надати питання, відповіді, на які показують взаємозв’язок набутих знань на занятті та життєвого досвіду.

- Де у повсякденному житті використовується явище зменшення поверхневого натягу рідин? (У процесі прання білизни значення поверхневого натягу зменшується як через нагрівання рідини, так і внаслідок введення миючих засобів).
- Чому деякі комахи мають можливість рухатися поверхнею води? [6]
- Чому мильні бульбашки утворюють сфери, а не кубики? (Якщо дротяний каркас помістити в мильний розчин, то утвориться поверхня мильної плівки. Потім на поверхню покласти замкнений контур із нитки, нитка набуває випадкової форми. Якщо обережно зруйнувати мильну плівку всередині замкненого кола нитки, то мильна плівка негайно зменшить свою поверхню і натягне нитку. Саме прагненням плівки скоротитися до найменших можливих розмірів пояснюється сферична форма мильних бульбашок [7]).

Восьмий етап. Надзвичайне у звичайному. Що станеться, якщо налити воду на листок лотоса? [10]. Вода утворює «бусинки» – і котиться поверхнею. Пояснення створення супергідрофобних поверхонь (рис. 3), та шляхи застосування таких поверхонь [17]. Знайомство із одягом майбутнього. Тестування супергідрофобних поверхонь [16]. Завершується заняття формулюванням нової проблеми у вигляді практичної задачі: придумати шляхи створення власноруч супергідрофобних поверхонь вдома.

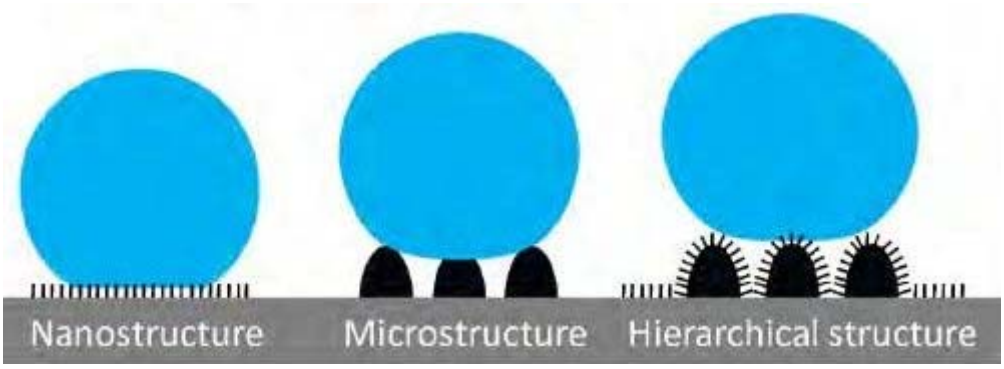

Рис. 3. Супергідрофобні поверхні [18]

Планування заняття, яке базується на STEM-освіті, вимагає у викладача багато часу для розробки плану, розроблення дидактичного матеріалу заняття, володіння найсучаснішими науковими знаннями, володіння ІКТ.

Отже, саме завдяки STEM-освіті можна досягти формування та розвитку креативного, аналітичного, творчого, інноваційного мислення; вміння працювати над проектами в команді та розв'язувати конкретні задачі, поєднуючи теоретичні знання із практичними навичками; інформаційної грамотності й ефективного використання ІКТ та КТ; інтеграції та систематизації знань із різних дисциплін з однієї теми, тому інвестовані зусилля та час мають дати успішні результати у процесі підготовки майбутніх фахівців. STEM-підхід під час розробки позашкільних занять на базі ХНУ імені В. Н. Каразіна сприяє формуванню таких вмінь та ключових компетентностей учнів, як уміння вчитися, спілкування державною та іноземною мовою, математична і базові компетентності в галузі природознавства та техніки, інформаційно-комунікаційна компетентність.

Література

1. Відділ STEM-освіти [Електронний ресурс] // Інститут модернізації змісту освіти. – Режим доступу : https://imzo.gov.ua/pro-imzo/struktura/viddil-stem-osviti.

2. Пахомова І. PenguIN English Speaking Club [Електронний ресурс] / Ірина Пахомова. – Режим доступу : https://www.facebook.com/groups/148818052379354.

3. Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017/2018 навчальний рік Лист ІМЗО № 21.1/10-1470 від 13.07.17 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/56880.

4. Хуторській А. Ключові освітні компетентності [Електронний ресурс] / А. Хуторській // Відкритий урок – Режим доступу : http://osvita.ua/school/method/2340.

5. ABC Science [Electronic resource]. – Mode of access : http://www.abc.net.au/science/surfingscientist/lessonplans/default.htm.

6. 5 Animals That Can Walk On Water [Electronic resource] // YouTube. – Mode of access : https://www.youtube.com/watch?v=wJ__rbsytjI.

7. Harvard Natural Sciences Lecture Demonstrations Soap Film Loops [Electronic resource] // YouTube. – Mode of access : https://www.youtube.com/watch?v=e0fhh1830Kc.

8. HooplaKidzLab [Electronic resource] // YouTube. – Mode of access : https://www.youtube.com/channel/UCZYqWTQJzJaMW7jFG16p8ug.

9. Lingualeo [Electronic resource] – Mode of access : https://lingualeo.com.

10. Lotus effect [Electronic resource] // YouTube. – Mode of access : https://www.youtube.com/watch?v=MFHcSrNRU5E.

11. Peekaboo Kidz [Electronic resource] – Mode of access : https://www.youtube.com/channel/UCxlJ45KjG4XVcQ_hd8j227A.

12. Science, Technology, Engineering and Math: Education for Global Leadership [Electronic resource] – Mode of access : https://www.ed.gov/stem.

13. Surface Tension – Why are drops spherical? [Electronic resource] // YouTube. – Mode of access : https://www.youtube.com/watch?v=4WZTzKu3CsY.

14. The Meaning of Surface Tension and its Practical Applications / Get Science & Technology [Electronic resource] // YouTube. – Mode of access : https://www.youtube.com/watch?v=zZeAdPKd6XY.

15. The Science Kid [Electronic resource] // YouTube. – Mode of access : https://www.youtube.com/channel/UC99BnMUvlR-2bN5YMTAW6xQ.

16. The SECOND Official Ultra-Ever Dry Video – Superhydrophobic coating – Repels almost any liquid! [Electronic resource] // YouTube. – Mode of access: https://www.youtube.com/watch?v=BvTkefJHfC0.

17. Ultrahydrophobicity. From Wikipedia, the free encyclopedia [Electronic resource] // YouTube. – Mode of access : https://en.wikipedia.org/wiki/Ultrahydrophobicity.

18. WhizKidScience [Electronic resource] // YouTube. – Mode of access : https://www.youtube.com/user/WhizKid8881.