

ВИКОРИСТАННЯ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ ВИКОНАННЯ РОБІТ ФІЗИЧНОГО ПРАКТИКУМУ СТУДЕНТАМИ ТЕХНІЧНОГО ЗВО

USE OF STEM TECHNOLOGIES IN THE PROCESS OF PERFORMING PHYSICAL WORKSHOP BY STUDENTS OF TECHNICAL APPEARANCE

У статті висвітлено методику використання STEM-технологій під час проведення занять із фізики зі студентами нефізичних спеціальностей технічних закладів вищої освіти, що дає змогу розвивати у них STEM-компетентності з фізики. Розглянуто доцільність підпорядкування змісту навчального матеріалу з фізики, що базується на фундаментальних наскрізних генеруючих поняттях. Запропонована методика навчання фізики щодо запровадження STEM-технологій сприятиме формуванню сучасного наукового мислення у суб'єктів навчання, а також забезпечуватиме систематизацію знань із загального курсу фізики у технічних закладах вищої освіти та формуванню наукового світогляду. Установлено, що впровадження програмно-педагогічного забезпечення на основі комплексу «L-мікро» в освітній процес із фізики в Льотній академії Національного авіаційного університету сприяє організації ефективної професійної підготовки фахівців з урахуванням сучасних вимог до навчальної діяльності. Проаналізовано самостійну роботу студентів, зокрема науково-дослідну роботу в контексті розвитку STEM-освіти, оскільки дослідницька робота має у своїй сутності два взаємопов'язані елементи: навчання студентів основ дослідницької діяльності, організації та методики наукового пошуку та власне проведення наукових досліджень, що є складником професійної компетентності майбутнього фахівця.

Важливим аспектом у посиленні ролі самостійної пошуково-пізнавальної діяльності у системі фізичного експерименту на основі STEM-технологій із фізики є розроблення навчальних експериментів, які передбачають поступове і постійне поглиблення вивчення фізичних явищ і процесів, розширення теоретичних знань та експериментальних умінь у використанні нового навчального обладнання та виконанні фізичних досліджень, широке запровадження лабораторних робіт і фізичного практикуму дослідницького характеру.

Ключові слова: фізика, STEM-технології, освітній процес, технічні заклади вищої освіти, інноваційність.

The article defines the method of using STEM technologies during physics classes with students of non-physical specialties of technical institutions of higher education, which allows them to develop STEM competencies in physics. The expediency of subordinating the content of educational material in physics-based on fundamental end-to-end generating concepts is considered. Accordingly, the proposed method of teaching physics for the introduction of STEM technologies will promote the formation of modern scientific thinking in subjects, as well as provide systematization of knowledge of the general course of physics in technical institutions of higher education and the formation of the scientific worldview.

It is established that the introduction of software and teaching software based on the set «L-micro» in the educational process in physics at the Flight Academy of the National Aviation University contributes to the organization of effective training, taking into account modern requirements for educational activities.

The independent work of students is analyzed, in particular, research work in the context of STEM-education development, as research work has in essence two interrelated elements: teaching students the basics of research, organization and methods of scientific research and own research, which is composed of the professional competence of the future specialist.

An important aspect in strengthening the role of independent search and cognitive activity in the system of physical experiments based on STEM technologies in physics is the development of educational experiments that provide a gradual and continuous deepening of the study of physical phenomena and processes, expansion of theoretical knowledge and experimental skills, performance of physical researches, the wide introduction of laboratory works and physical workshop of research character.

Key words: physics, STEM-technologies, educational process, technical institutions of higher education, innovation.

УДК 53(07)

DOI <https://doi.org/10.32843/2663-6085/2021/37.17>

Кузьменко О.С.,

докт. пед. наук, доцентка,
професорка кафедри
фізико-математичних дисциплін
Льотної академії
Національного авіаційного університету,
старша наукова співробітниця
відділу інформаційно-дидактичного
моделювання
Національного центру
«Мала академія наук України»

Постановка проблеми в загальному вигляді.

На сучасному етапі розвитку освіти, актуальним є запровадження в освітній процес закладів вищої освіти інновацій (технологій STEM-освіти, цифровізації, 3D-моделювання, доповненої та віртуальної реальності, хмарних технологій та ін.). Важливе місце у навчанні в технічних закладах вищої освіти (ЗВО) відводиться спрямуванню навчальної інформації на засвоєння основ фізики, що має фундаментальний характер для професійно зорієнтованих дисциплін зі спеціальності 272 «Авіаційний транспорт». Опанування студентами/курсантами Льотної академії Національного авіаційного університету наукових методів пізнання та фор-

мування практичних умінь і навичок й оволодіння досвідом практичної діяльності в умовах розвитку STEM-освіти з метою одержання нових знань, їх узагальнення та використання на практиці, котрі згодом будуть доповнюватися і розширюватися, є важливим розвитком суб'єктів навчання в умовах сьогодення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми впровадження та розвитку STEM-освіти в закладах різного профілю окреслено в дослідженнях: П. Атаманчука (STEM-інтеграція як важлива інноватика сучасної освітньої парадигми), І. Василяшко (актуальність розвитку STEM-навчання у сучасних закладах освіти в новій українській школі),

Н. Гончарової (професійна компетентність у системі STEM-навчання; використання ігрових технологій у STEM-освіті), С. Дембіцької (особливості навчання фізики з використанням STEM-технологій), І. Савченко (інноваційні переваги й особливості педагогічних проектних технологій у аспекті формування у суб'єктів навчання науково-дослідницьких компетенцій у контексті розвитку STEM-освіти), І. Сліпухіної (особливості застосування мультидисциплінарного підходу у STEM-навчанні та педагогічні передумови використання цифрових вимірювальних комплексів як формувального чинника STEM-орієнтованого освітнього середовища), О. Стрижака (категорія трансдисциплінарності як основоположна інтегрована категорія STEM-освіти), О. Патрикєєвої (закономірності у рамках реформування освіти створення STEM-центрів), І. Чернецького (науковий та інженерний методи процесів дослідження у навчанні природничо-математичних дисциплінах) та ін.

Теоретичні та методичні проблеми вивчення фізики в ЗВО знайшли своє відображення в дослідженнях Ю. Бендеса, Г. Бушка, С. Величка, Ю. Діка, В. Заболотного, О. Іваницького, О. Коновала, І. Мороза, О. Мартинюка, В. Сергієнка, А. Сільвейстра, М. Садового, Н. Подопрігори, В. Шарко та ін.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. У науково-методичній літературі окреслено напрями використання STEM- та ІКТ-технологій, серед яких: комп'ютер як засіб контролю знань студентів; лабораторний практикум із використанням комп'ютерного 3D-моделювання; мультимедійні технології як засіб наочності у процесі викладання нового матеріалу; персональний комп'ютер як засіб для самоосвіти; застосування онтологій у навчанні з фізики [3].

Нашу увагу привертає використання STEM-технологій у лабораторному практикумі з механіки та молекулярної фізики, оскільки лабораторне обладнання кабінетів фізики вже застаріло і не має такої ефективності, як поєднання реального та віртуального фізичного експерименту. Тому нами апробовано на кафедрі фізико-математичних наук розроблену методику виконання робіт фізичного практикуму на основі STEM-технологій [2], що дає можливість перейти до сучасних методів навчання з фізики у технічних ЗВО, поглибити теоретичні знання студентів, а також сприяти докладнішому вивченню фундаментальних генеруючих наскрізних фізичних понять, явищ і законів.

Мета статті. Метою статті є розкриття запровадження STEM-технологій у процесі виконання студентами робіт фізичного практикуму в технічному ЗВО.

Виклад основного матеріалу. У Концепції розвитку національної інноваційної системи України освіта визначається одним із провідних інститутів реалізації послідовної державної політики,

спрямованої на активізацію інноваційних процесів, формування культури суспільства, підвищення інноваційно-інтелектуального потенціалу країни, її конкурентоспроможності на світовому ринку технологій.

Забезпечення інноваційної спрямованості освіти має здійснюватися шляхом утворення інноваційних освітніх структур (STEM-центрів, STEM-лабораторії, хабів та ін.), що задовольнятимуть вимогам Індустрії 4.0.

Інноваційність є визначальною характеристикою будь-яких сучасних процесів, а саме: науково-технічних, виробничих, соціально-економічних, суспільних. Перехід до інноваційного типу розвитку ЗВО має величезне соціально-економічне та гуманістичне значення, оскільки сьогодні головна увага належить процесам перетворення суб'єкта навчання з агента науково-технічного і соціального прогресу у його дійсного суб'єкта, розгортання творчого потенціалу особистості та його реалізації.

Зміни, які відбуваються нині в організації освітньої діяльності студентів, свідчать про посилення ролі самостійної роботи у підготовці майбутніх фахівців на основі STEM-технологій, оскільки під час вивчення кожного предмета студенту важливо не лише засвоїти навчальний матеріал, а й оволодіти культурою розумової праці з урахуванням трансдисциплінарного підходу та системності його вивчення, досвідом креативної та творчої діяльності [1, с. 210]. Виділяють уміння, які необхідні для опанування наукових знань: 1) читання з різною метою (для засвоєння важливих деталей, для відповіді на запитання, для критичної оцінки, для розвитку словникового запасу тощо); 2) працювати з першоджерелами, користуватися книгою як знаряддям праці; 3) шукати необхідну інформацію; 4) користуватися довідником; 5) конспектувати та складати картотеку і користуватися нею; 6) будувати схему спостережень; 7) вірно описувати процес, за яким здійснюється спостереження, та виділяти головне; 8) коротко і стисло викладати свої і чужі думки, логічно мислити, систематизувати, класифікувати явища; 9) бачити і розуміти причини і наслідки процесу виникнення і розвитку того чи іншого явища; 10) аналізувати факти, робити узагальнення і висновки, самостійно ставити завдання та ін.

Самостійна робота з виконанням навчального завдання з фізики на основі STEM-технологій охоплює три етапи:

1. Підготовку студента до виконання завдання, теоретичне, психологічне, організаційно-методичне і матеріально-технічне забезпечення самостійної роботи (*теоретична готовність* студента виявляється у його інтелектуальній підготовці, тобто у здатності застосовувати свої знання для виконання завдання; *практична підготовка*

полягає у здатності оптимально планувати самостійну роботу, вміло використовувати конспект лекцій, підручники, навчальні посібники, інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ), розумові операції (аналіз, синтез, порівняння, узагальнення, класифікацію та ін.); *психологічна готовність* студента передбачає передусім наявність у нього мотивів до виконання конкретного завдання. Успіх підготовчого етапу залежить і від *організаційного, методичного, матеріально-технічного забезпечення* самостійної роботи студента (забезпеченість літературою, методичними рекомендаціями, наочними посібниками, інформаційно-комп'ютерною базою тощо).

2. Безпосереднє виконання навчального завдання з фізики. Це найважливіший і найвідповідальніший етап самостійної роботи студента. Оскільки навчальне завдання найчастіше постає у навчально-пізнавальній формі, то в процесі його виконання беруть участь усі психічні процеси, які забезпечують пізнавальну активність: відчуття, сприйняття, уява, пам'ять, мислення, увага та ін. На ефективність виконання завдання впливають такі особисті якості студента, як цілеспрямованість, наполегливість, відповідальність тощо.

3. Аналіз виконаного завдання. Є завершальним етапом виконаної роботи. Під час аналізу студент оцінює (методом самоконтролю, іноді взаємоконтролю) якість і час виконання завдання, ефективність використаних у процесі самостійної роботи методів і засобів.

На ефективність самостійної роботи студента значною мірою впливає керівництво нею викладача, яке охоплює: планування самостійної роботи студентів; формування у них потреб і мотивів до активної, творчої самостійної роботи; навчання студентів основам самостійної роботи; контроль над виконанням навчальних завдань.

У Льотній академії Національного авіаційного університету нами розроблено роботи фізичного

практикуму з фізики, під час виконання яких поєднуються віртуальний та реальний фізичні експерименти [2]. Під час виконання запропонованого практикуму студенти вчать самостійно працювати не лише з реальним обладнанням, а й поєднувати його з комп'ютерними технологіями. Наведемо приклад лабораторної роботи «Визначення теплопровідності повітря».

Мета роботи: вивчення явища теплопровідності і вимірювання коефіцієнта теплопровідності повітря.

Обладнання: 1) штатив; 2) прилад для вимірювання теплопровідності повітря; 3) вимірювальний блок L-мікро; 4) блок живлення; 5) сталеві пластини; 6) резистор 20 Ом.

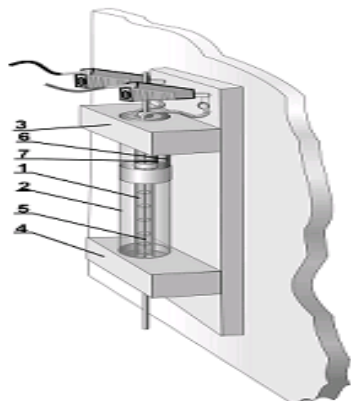
Опис лабораторної установки. Вимірювання проводяться за допомогою спеціального приладу, схему якого показано на рис. 1.

Приладом є два коаксіальних скляних циліндри (1) і (2), що закриті з торців теплоізолюючими й електроізолюючими пробками (3) і (4). Через ці пробки у внутрішній циліндр проведена дровава нитка (5), що нагрівається електричним струмом. У результаті передачі тепла в зовнішній простір температури циліндрів T_1 і T_2 різні. При цьому мається на увазі зовнішня поверхня внутрішнього і внутрішня поверхня зовнішнього циліндра. Щоб виключити передачу тепла за рахунок конвекції, циліндри розташовують вертикально, для цієї ж мети призначено пробки (3) і (4). Вимірювання різниці температур проводиться диференціальною термопарою хромель-копель (7).

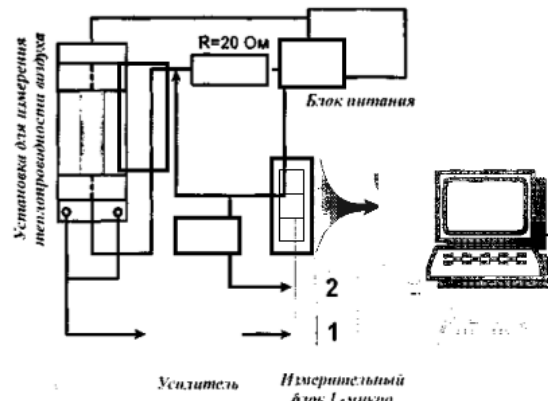
Хід роботи

1. Розміщують прилад для вимірювання коефіцієнта теплопровідності повітря на сталевій пластині, закріпленій у штативі так, щоб скляні циліндри розташовувалися вертикально (рис. 1а).

2. Підключають вимірювальний блок L-мікро до USB-роз'єму комп'ютера (рис. 1б).



а – фото установки



б – схема установки

Рис. 1. Прилад для вимірювання теплопровідності повітря [2]

3. У перший розйом вимірювального блоку підключають кабель із підсилювачем (на розйомі цього кабелю є мітка – буква «У».) Інший кінець цього кабелю підключають до датчиків термодатчиків (крайні клеми). При цьому датчики термодатчиків включаються назустріч один одному, і вимірюване значення температури відповідає різниці температур стінок циліндрів. Якщо під час вимірювання отримується негативне значення різниці температур, то варто поміняти місцями одноштирьові розйоми, підключені до установки.

4. Збирають ланцюг нагрівача (рис. 16), підключивши його до блоку живлення через резистор опором 20 Ом. Блок живлення варто переключити на напругу 12 В. Для приєднання проводів до висновків нагрівача користуються затисками типу «крокодил». Підключити до другого розйому вимірювального блоку кабель для вимірювання напруги на елементах схеми. Одноштирьові розйоми кабелю підключаються на клеми резистора R .

5. Запускають програму «L-фізика практикум», вибирають пункт меню «Вибір роботи» і в списку, що з'явиться на екрані, вибирають лабораторну роботу «Вимірювання теплопровідності повітря».

6. Натискають кнопку «Проведення вимірювань».

7. Натискають кнопку «Пуск» для початку реєстрації даних.

8. Включають блок живлення в мережу і спостерігають ріст різниці температур поверхонь циліндрів на екрані комп'ютера. Значення різниці температур можна побачити у верхньому правому куті екрана. Як тільки значення ΔT перестане змінюватися (досягнення стаціонарного режиму теплопередачі), вносять різницю температур у табл. 1.

9. Вносять у таблицю значення напруги, вимірюваної на резисторі R .

10. Відключають одноштирьові розйоми вимірювального кабелю від висновків резистора R

і підключають їх до нагрівального елемента. Заміряють напругу на нагрівачі та вписують у табл. 1.

11. Розраховують силу струму в колі нагрівача на основі закону Ома для ділянки кола $I = U_R/R$.

12. Розраховують значення коефіцієнта теплопровідності повітря, використовуючи параметри установки й отримані дані.

Таблиця 1

Розрахунок коефіцієнта теплопровідності повітря

$r_1, \text{ м}$	$r_2, \text{ м}$	$h, \text{ м}$	$R, \text{ Ом}$	$\Delta T, \text{ град}$	$U_R, \text{ В}$	$U, \text{ В}$	$I, \text{ А}$	$k, \text{ Вт/ (мград)}$
0,002	0,006							

Висновки. Виховання у студентів навичок самостійної роботи у процесі виконання робіт фізичного практикуму на основі STEM-технологій сприятиме розвитку організаторських, творчих, креативних здібностей, системності та зосередженості, без чого не обійтися їм і в майбутній професійній діяльності.

Подальші дослідження потрібно спрямовувати на створення на сучасній науково-технічній базі фізичного експерименту з фізики для активізації самостійної пізнавально-пошукової діяльності студентів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Балл Г.В. Гуманістичні засади педагогічної діяльності. Київ : Академія, 1994. 311 с.
2. Борота В.Г., Кузьменко О.С., Остапчук С.А. Механика и молекулярная физика : методические рекомендации к выполнению лабораторных работ по физике на базе комплекта «L-микро» ; 2-е изд., перераб. и доп. Кировоград : КЛА НАУ, 2012. 68 с.
3. Rostoka M., Guraliuk A., Kuzmenko O., Bondarenko T., Petryshyn L. Ontological Visualization of Knowledge Structures Based on the Operational Management of Information Objects. In: Auer M.E., Rüttnann T. (eds) Educating Engineers for Future Industrial Revolutions. ICL 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing, 2021, vol 1329. Springer, Cham. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-68201-9_82.