



**Ольга
Кузьменко**

Доцент кафедри фізико-математичних дисциплін Кіровоградської льотної академії Національного авіаційного університету, кандидат педагогічних наук



**Наталія
Гончарова**

старший науковий співробітник відділу географії та економіки Інституту педагогіки НАПН України, кандидат педагогічних наук, м. Київ

ПРОГРАМНО-ПЕДАГОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ У НАВЧАННІ ФІЗИКИ ЯК ЕЛЕМЕНТ STEM-ОСВІТИ В ТЕХНІЧНИХ ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

У статті розглядаються тенденції розвитку STEM-освіти, висвітлено основні педагогічні цілі впровадження програмно-педагогічного забезпечення у навчанні фізики як елемента STEM-освіти в технічних закладах вищої освіти. Розглянуто ППЗ «STEM та фізика», що орієнтований на сучасні форми навчання з забезпеченням сумісності з традиційними навчальними матеріалами в повній відповідності з документами, що регламентують зміст освіти. Виявлено, що використання STEM-підходу у навчальному процесі з фізики дозволяє диференціювати навчання, враховувати індивідуальні особливості пам'яті, сприйняття, мислення студента.

Перспективи подальших досліджень полягають в розробці методики навчання фізики на засадах інтегрованого підходу з використанням ППЗ в контексті впровадження STEM-освіти у ВНЗ технічного профілю.

***Ключові слова:** фізика; методика навчання; програмно-педагогічний засіб; технічна освіта; STEM-освіта.*

Постановка проблеми. Система освіти є одним із найважливіших соціальних інститутів у будь-якому суспільстві. Її значимість та ефективність функціонування виступають показниками рівня розвитку держави в цілому. На сучасному етапі відбувається глобальне реформування вищої освіти, спрямоване на зміну концептуальних пріоритетів, на пошук шляхів інтеграції

до європейської системи освіти. Одним із перспективних напрямів є впровадження STEM-освіти, яка передбачає об'єднання наук, орієнтоване на розвиток нових технологій, на інноваційне мислення та забезпечення потреби в добре підготовлених інженерних кадрах. У такому контексті відбувається переорієнтація освітнього процесу на розвиток особистості, і така переорієнтація передбачає вдосконалення усієї системи освіти, а відповідно й методик навчання окремих дисциплін, зокрема фізики, з урахуванням вимог та особливостей STEM-освіти.

У сучасних умовах інтенсивного розвитку освіти, враховуючи ІV Індустріальну революцію та появу такого напрямку, як STEM-освіта, виникає необхідність в створенні іншого освітнього середовища. Нині актуальним є питання використання програмно-педагогічних засобів (ППЗ) у навчальному процесі з фізики в контексті розвитку STEM-освіти.

Однак, незважаючи на те, що проблемам впровадження програмно-педагогічних засобів навчання у навчально-виховний процес з фізики присвячена достатня кількість досліджень, не всі методичні питання, пов'язані з комп'ютеризацією фізики, розроблені досить детально, що ускладнює впровадження ППЗ. Відповідно, недостатньо обґрунтовані роль і місце STEM-технологій у процесі навчання фізики, поєднання комп'ютера з традиційними підходами до навчання студентів, немає єдиної класифікація електронних засобів навчального призначення для закладів вищої освіти, зокрема педагогічних програмних засобів, електронних підручників, не розроблені критерії оцінки комп'ютерних програм з фізики і практичні методики їх застосування у навчання тощо.

У результаті виникла невідповідність між потребами вищої освіти у використанні ППЗ у процесі навчання фізики та обмеженнями, зумовленими недостатнім методичним забезпеченням окремих важливих її складових у практиці STEM-освіти.

Проблема впровадження ППЗ та інформаційно-комунікаційних технологій у навчальний процес досліджувалась у працях Б. Беседіна,

А. Веліховської, М. Голованя, Ю. Горошка, В. Дровозюк, М. Жалдака, Ю. Жука, Т. Зайцевої, В. Ключка, Н. Кульчицької, К. Ламонової, Ю. Лотюк, Н. Морзе, А. Олійника, К. Осенкова, А. Пенькова, С. Ракова, Ю. Рамського, В. Розумовського, Є. Смирнової, В. Чирко, В. Шавальнової та інших учених.

Основу методики навчання фізики у вищій школі досліджували в свої роботах О. Бугайов, П. Атаманчук, С. Величко, В. Вовкотруб, С. Гончаренко, І. Кучерук, М. Мартинюк, Л. Осадчук, М. Садовий [4], Б. Сусь, М. Шут та ін.

Різні аспекти впровадження STEM-освіти в навчальних закладах привернули увагу вітчизняних науковців, таких як О. Барна, О. Бутурліна, Д. Васильєва, О. Воронкін, С. Кириленко, Л. Клименко, В. Мачуський, Н. Морзе, І. Пархоменко, Н. Поліхун, І. Савченко, І. Сліпухіна, В. Сіпій, О. Стрижак, І. Чернецький, В. Шарко та ін.

Метою пропонованої статті є розгляд основних тенденцій розвитку STEM-освіти та розробка програмно-педагогічного забезпечення у поєднанні з роботами фізичного практикуму у навчальному процесі з фізики з поєднанням STEM-технологій у Льотній академії Національного авіаційного університету.

Досліджуючи означену проблему, ми використовували такі теоретичні методи: аналіз підручників, навчальних посібників і наукових публікацій, які відображають проблему дослідження, з метою виявлення та узагальнення сучасних наукових положень та досягнень, тенденцій розвитку методики навчання фізики у технічних закладах вищої освіти в контексті розвитку STEM-освіти.

Реформування фізичної освіти має на меті зробити її якіснішою шляхом забезпечення широких можливостей для розвитку, навчання та виховання творчої особистості, в результаті яких вона буде підготовлена до активного, самостійного життя в суспільстві. Таке складне завдання можна вирішити шляхом використання інноваційних технологій навчання, а саме STEM-технологій.

У своїх наукових працях, методичних розробках викладачі акцентують увагу на гармонійному поєднанні традиційних та інноваційних методів

навчання, зокрема ППЗ. Викладачі-практики пропонують розробки проведення таких занять (лекційних, практичних, семінарських, лабораторних), що мають під собою не лише суто методичне, але й науково-теоретичне підґрунтя.

У моделюванні освітньо-професійної підготовки майбутніх фахівців різних галузей, зокрема фахівців у галузі математики і фізики, значна роль нині відведена впровадженню в освітній процес закладів вищої освіти (ЗВО) інноваційних STEM-технологій.

Одним із напрямів інноваційного розвитку природничо-математичної освіти є система навчання STEM (Science-наука, Technology-технологія, Engineering-інженерія, Mathematics-математика), завдяки якій суб'єкти навчання розвивають логічне мислення та технічну грамотність, вчаться вирішувати поставлені задачі, стають новаторами, винахідниками.

У моделюванні освітньо-професійної підготовки майбутніх фахівців різних галузей, зокрема фахівців у галузі фізики, значна роль нині відведена впровадженню в освітній процес закладів вищої освіти інноваційних STEM-технологій. За думкою багатьох дослідників і викладачів, використання лише традиційних методів роботи у вищій школі втрачає свою ефективність. І це насамперед вимога часу, оскільки сучасний студент потребує нових підходів до організації освітнього процесу. Тому, як зазначає у своїй праці В. Луговий, за характеристиками методи викладання мають зміщуватися від пасивних до активних, від масових до індивідуальних, від аудиторних до самостійних, від монологічних до діа(полі)логічних, від ексклюзивних до інклюзивних, від очних і заочних до очно-заочних, від низькоефективних до високоефективних, від низької інформаційної насиченості до високої, від незбалансованості різних методів до їх системної оптимізації [9].

Слід указати і на специфіку освітньо-професійної підготовки майбутніх фахівців у галузі природничих дисциплін, що вивчаються у ЗВО технічного профілю. Вона пов'язана насамперед зі значним обсягом матеріалу фізичного змісту, що містить проведення численних математичних розрахунків, побудову і читання діаграм, графіків, вимірювання, моделювання та ін. У процесі

навчання фізико-математичних дисциплін здійснюється інтелектуальний розвиток особистості майбутнього фахівця (розвивається логічне мислення, пам'ять, уява, математична культура, просторове уявлення, здатність до встановлення причинно-наслідкових зв'язків та ін.), що так важливо для не лише для успішного здійснення професійної діяльності, а й для повсякденного життя.

Ефективність STEM-навчання, запровадження інноваційних методик в освітній діяльності ЗВО залежить від оновлення матеріально-технічної бази як предметів природничо-математичного циклу, так і навчального закладу в цілому.

Навчальні, сучасні інформаційні засоби навчання, вимірювальні комплекси сприяють мотивації до навчально-дослідної, інтелектуальної й творчої діяльності курсантів (студентів), розвитку пізнавального інтересу та формують предметні компетентності, водночас, створюючи відповідні умови для розвитку профільності навчання ЗВО.

З найбільш поширених засобів навчання для реалізації STEM-навчання слід назвати конструктори, робото-технічні системи, моделі, вимірювальні комплекси та датчики, лабораторні прилади, електронні пристрої (3D-принтери, комп'ютери, цифрові проектори, проекційні екрани різноманітних моделей, оверхед-проектори, копії-дошки, інтерактивні дошки, документкамери, проекційні столики та розробка ППЗ тощо). Їх використання надає курсантам (студентам) змогу здійснювати проектну та дослідницьку діяльність, реалізувати завдання моделювання різноманітних процесів і явищ та усвідомлено формувати якісно нові трансдисциплінарні знання.

На базі Льотної академії НАУ створено STEM-центр, який є новітнім ресурсом для впровадження напрямків STEM-освіти в Кіровоградській області, активізації інноваційного розвитку предметів природничо-математичного циклу та науково-дослідної роботи у навчальних закладах різного профілю навчання. Основними напрямками діяльності STEM-центру академії є організаційна робота, наукова та науково-методична діяльність [6].

Науково-професорський склад та курсанти Льотної академії Національного авіаційного університету активно впроваджують основні напрями STEM-освіти. Так, було проведено два Міжнародних науково-практичних семінари «STEM-освіта – проблеми та перспективи» у 2016-2017 рр., академія є експериментальним ЗВО з дослідно-експериментальної роботи всеукраїнського рівня за темою «Науково-методичні засади створення та функціонування Всеукраїнського науково-методичного віртуального STEM-центру (ВНМВ STEM-центр)» [10]; підписано угоди про науково-методичне співробітництво з вищими навчальними закладами, провідними інституціями; академія увійшла до складу STEM-коаліції України; виконується науково-дослідна робота «Впровадження інноваційних технологій в процесі навчання фізико-математичних дисциплін в умовах розвитку STEM-освіти» (Держ. реєстр. №0117U000789).

Основними педагогічними цілями використання комп'ютерних технологій, а саме ППЗ у навчальному процесі з фізики, є: розвиток творчого потенціалу курсантів (студентів), їхніх здібностей до комунікативних дій, умінь у сфері експериментально-дослідницької діяльності, підвищення мотивації до навчання; інтенсифікація всіх рівнів навчально-виховного процесу, підвищення його ефективності та якості; реалізація соціального замовлення, пов'язаного з інформатизацією сучасного суспільства (підготовка користувача засобами комп'ютерних технологій).

Повноцінне вивчення курсу фізики курсантами (студентами) Льотної академії передбачає впровадження ППЗ у процесі вивчення фізики, що дозволяє розширити можливості засвоєння матеріалу [8].

1. Під час викладу нового матеріалу комп'ютер дає змогу супроводжувати його динамічними ілюстраціями, комп'ютерними моделями, текстами і відеофрагментами. Комп'ютерні моделі оживляють матеріал, забезпечують демонстрацію того, що не вдається показати в натуральному експерименті чи важко сприймається на статичних малюнках. Саме

інтерактивність комп'ютерних моделей надає процесу навчання нових можливостей.

2. У демонстраційному експерименті комп'ютер використовується або як частина установки, або як пристрій, що дозволяє демонструвати всій аудиторії такі явища, які можливо спостерігати лише у мікроскоп.

3. Під час розв'язання задач комп'ютер використовується для представлення текстів задач, перевірки відповідей, розрахунків.

4. У випадку проведення лабораторних робіт обробка результатів відбувається з використанням спеціальних програм або ж проводяться комп'ютерні лабораторні роботи.

Представимо ППЗ «STEM та фізика», яку розробив курсант факультету льотної експлуатації, 27-ї роти А. Лаврук (керівник – О. Кузьменко, доцент кафедри фізико-математичних дисциплін, кандидат педагогічних наук).

ППЗ «STEM та фізика» – це віртуальний фізичний експеримент, який використовується в поєднанні з роботами фізичного практикуму. Розроблена за допомогою конструктора програм «PHP Devel Studio 3.0.2.0 beta». Devel Studio (середовище програмування, орієнтована на створення програми за допомогою мови PHP для Windows).

Основні можливості:

- 1) компіляція «проекту» в .exe програму для Windows;
- 2) підтримка мови програмування PHP 5.2 і 5.3.;
- 3) режим автоматичного налагодження і перевірки на синтаксичні помилки;
- 4) можливість працювати з усіма розширеннями PHP, такими як curl, mysql, sockets і т.п;
- 5) Компонентна система, близько 60 компонентів, серед них GUI компоненти, а також компоненти для роботи з Інтернетом, мультимовою, потоками, даними, діалогами і т. ін;
- 6) можливість вбудовування в свої програми Chromium'а для відображення складного контенту з підтримкою HTML5;

7) вбудований РНР редактор коду, з розумною підсвічуванням і автодоповнення.

Завантажити програму можна на офіційному сайті Devel Studio (<http://develstudio.org/>).

Розглянемо впровадження STEM-технологій на основі виконання робіт фізичного практикуму на прикладі лабораторної роботи «Вивчення законів динаміки на машині Атвуда».

Мета роботи: вивчити закономірності рівномірного та рівноприскореного руху.

Прилади і матеріали: ППЗ «STEM та фізика».

Теоретичні відомості представлені в навчальному посібнику для робіт фізичного практикуму [7], тому ми розглянемо хід виконання роботи з використанням ППЗ «STEM та фізика» (рис. 1).



Рис. 1. Принтскрин робочого вікна ППЗ «STEM та фізика»

Хід роботи

Перевірка закону рівномірного руху

1. Зібрати схему (рис. 2).

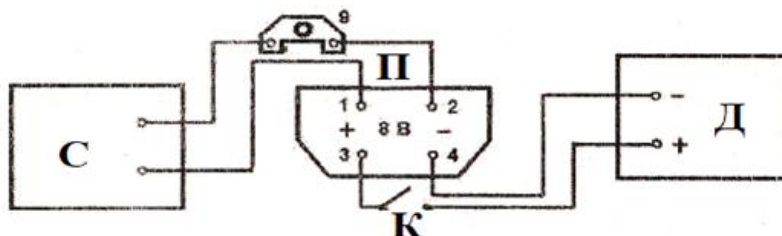


Рис. 2. Схема підключення установки машини Атвуда

2. За допомогою машини Атвуда, яка є у програмі ППЗ «STEM та фізика» встановлюємо необхідну довжину H та необхідні маси вантажів (рис. 3).

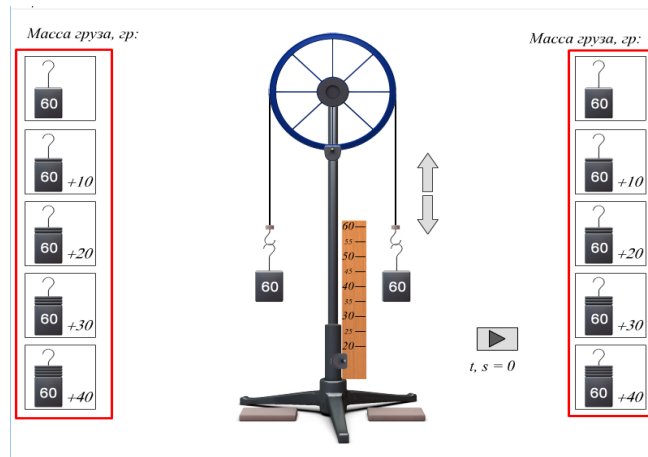


Рис. 3. Зображення моделі машини Атвуда в ППЗ «STEM та фізика»

3. Натисканням кнопки « t, s » визначити показання секундоміра:



$t, s = 0$

4. Пункт 2 повторити для значень H , вказаних у таблиці 1.

5. Результати експерименту внести до «Таблиці 1» у програмі ППЗ «STEM та фізика», де автоматично розраховується $t_{\text{ср}}$, Δt , та співвідношення $H/t_{\text{ср}}$.

6. Зробити висновки.

Таблиця 1

$H(m)$	0,2	0,3	0,4
t_1, c			
t_2, c			
t_3, c			
$t_{\text{ср}}, c$			
$\Delta t, c$			
$H/t_{\text{ср}}, m/c$			

Перевірка законів рівноприскореного руху

1. Зібрати схему (рис. 2).

2. За допомогою стрілок (рис. 4) вибрати необхідну відстань L (м), вказану у таблиці 2 з необхідними вантажами та перевантажами.

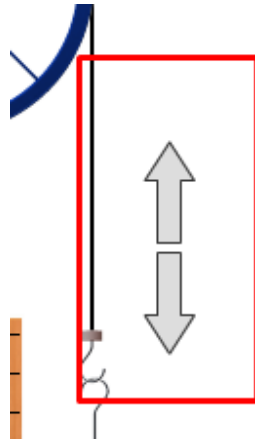


Рис. 4

3. Показання секундоміра внести до «Таблиці 2» у програмі ППЗ «STEM та фізика», де автоматично розраховується t_{cp} , Δt , a , Δa .

4. Зробити висновки.

Таблиця 2

L , м	0,2	0,4	0,6
t_1 , с			
t_2 , с			
t_3 , с			
t_{cp} , с			
Δt , с			
a , м/с ²			
Δa , м/с ²			

Перевірка другого закону Ньютона

1. При значень $L = 60$ см. Повторити п. 2. попереднього експерименту для трьох різних мас вантажів з масами m_1 , m_2 , m_3 .

2. Внести показники секундоміра до «Таблиці 3» у програмі ППЗ «STEM та фізика», де автоматично розраховується t_{cp} , Δt , a , Δa .

3. Побудувати графік $a = f(m_i \cdot g)$ (рис. 5) у вікні «Графік», встановленому у ППЗ «STEM та фізика», де m_i - маса вантажу. Визначити з графіка величину M_{mp} , використовуючи рівняння (рис. 5) і вважаючи $R = 8,5$ см.

m_i , кг			
t_1 , с			
t_2 , с			
t_3 , с			
t_{cp} , с			
Δt , с			
a , м/с ²			
Δa , м/с ²			

4. Визначити силу тертя на осі блоку за допомогою «Калькулятора» (рис. 6), вбудованого у ППЗ «STEM та фізика», вважаючи, що її радіус дорівнює $R_0 = 0,5$ см. Блок вважати однорідним диском, його маса дорівнює 162,6 г.

5) Зробити висновки.

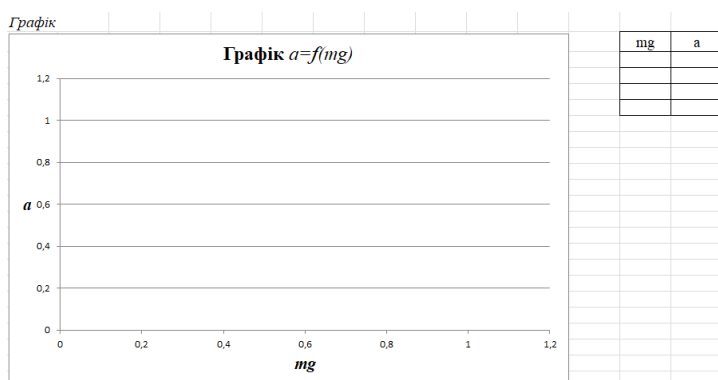


Рис. 5



Рис. 6

Висновки та перспективи подальших досліджень

Використання ППЗ дає можливість досягнення наступних педагогічних цілей:

1. Підтримки групових та індивідуальних форм навчання у процесі навчання фізики в умовах розвитку STEM-освіти.
2. Створення комфортних умов комп'ютерної підтримки традиційних і новаторських технологій навчання у навчанні фізики.
3. Створення дидактичних основ технології дистанційного навчання для вивчення фізики як комп'ютерної STEM-технології навчання.
4. Підвищення пізнавального інтересу курсантів (студентів) до вивчення фізики шляхом створення умов самодослідження природних явищ.
5. Забезпечення диференційованого підходу до вивчення курсу фізики у закладі вищої освіти.
6. Структуризація змісту фізики та активізація опорних знань.

Подальші дослідження потребують висвітлення проблем, що стосуються розробки методики навчання фізики з урахуванням інтегрованого підходу в контексті впровадження STEM-освіти в навчальний процес, зокрема і в закладах вищої освіти технічного спрямування.

Список використаних джерел:

1. Інформатика. Комп'ютерна техніка. Комп'ютерні технології : підручник для студ. ВНЗ. – К. : Каравела, 2004. – 464 с.
2. Машбиц Е.И. Психолого-педагогические проблемы компьютеризации обучения / Е. И. Машбиц. – М. : Педагогика, 1988. – 191 с.
3. Нові комп'ютерні засоби, обчислювальні машини та мережі: зб. наук. праць: у 2 т. / редкол.: В. О. Рошена та ін. – К. : 2001. – Т.1. – 161 с.; Т.2. – 176 с.
4. Садовий М.І. Окремі питання сучасної та традиційної фізики : навчальний посібник / М.І. Садовий. – Кіровоград : Видавництво ПП «Каліч О.Г.», 2007. – 138 с.
5. Сосницкая Н.Л. Современная информационная образовательная среда как эффективное инструментальное изучение физики: [монография] / Н.Л. Сосницкая, П.И. Самойленко, Е.А. Волошина. – М. : АПК и ППРО, 2009. – 216 с.
6. Положення про «STEM-центр» академії / укладач: О.С. Кузьменко. – Кропивницький : КЛА НАУ, 2017. – 10 с.
7. Физика. Пособие для выполнения лабораторных работ / А.Н. Бурмистров, В.Г. Борота, Ю.Г. Ковалев и др. ; сост. : О.С. Кузьменко, В.В. Фоменко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Кировоград : Изд-во КЛА НАУ, 2013. – 172 с.
8. Сайт вчителя фізики Занковича Миколи Миколайловича [Ел. ресурс]. – Режим доступу:
http://zankphysic.at.ua/publ/zastosuvannja_komp_juternikh_tekhnologij_na_urokakh_fiziki/1-1-0-1

9. Середня освіта [Ел. ресурс] // Освіта.уа. – Режим доступу: http://osvita.ua/legislation/Ser_osv/56880/

10. Про проведення дослідно-експериментальної роботи всеукраїнського рівня за темою «Науково-методичні засади створення та функціонування Всеукраїнського науково-методичного віртуального STEM-центру (ВНМВ STEM-центр)» на 2017-2021 роки : Наказ МОН України від 17.05.2017 № 708 [Ел. ресурс]. – Режим доступу: <https://drive.google.com/file/d/0B3m2TqBM0APKaXJGVlk1bVZ2cFk/view>

Надійшла до редакції 04.05.2018

Olga Kuz`menko, Nataliia Honcharova. *Program-pedagogical Support as an Element of STEM-Education of the Training Process on Physics in Technical Higher Education*

The education system is one of the most important social institutions in any society. Its significance and efficiency of functioning serve as indicators of the level of development of the entire state. At this stage, there is a global reform of higher education, aimed at changing conceptual priorities, in seeking ways to integrate into the European system. One of the promising areas is the introduction of STEM-education, which involves the unification of science, aimed at the development of new technologies, on innovative thinking and the need for well-trained engineering staff. This requires the improvement of the whole system of education, and, accordingly, the teaching methods of disciplines, in particular physics, taking into account the requirements and features of STEM education.

Accordingly, the role and place of STEM-technologies in the process of teaching physics is not well-grounded, the computer is combining with traditional approaches to student learning, there is no single classification of electronic teaching aids for institutions of higher education, in particular, pedagogical software tools, electronic textbooks, criteria have not been developed. evaluation of computer programs in physics and practical methods of their application in teaching, etc.

The «STEM and Physics» OPP is considered, which is oriented on modern forms of training ensuring compatibility with traditional educational materials in full accordance with the documents regulating the content of education. It has been found that the use of the STEM approach in the educational process in physics allows to differentiate between training and individualization, taking into account individual peculiarities of memory, perception, and student thinking.

Prospects for further research are the development of a methodology for teaching physics based on an integrated approach with the use of PPP in the context of the introduction of STEM-education in higher educational institutions technical profile.

Key words: physics; training technique; program-pedagogical tool, technical education, STEM-education.