

NIMCHUK Nazarii Ihorovych – post-graduate student of the Department of Methodology of Teaching of Physics and Disciplines of the Technological Educational Branch of the Kamyanets-Podilsky National University named after Ivan Ogiienko.

Circle of research interests: introduction of ICT tools in the educational process of high school.

Стаття надійшла до редакції 08.03.2019 р.
Рецензент – д-р.пед.наук, професор Величко С.П.

УДК373.5.016:53

АТАМАНЧУК Петро Сергійович –
завідувач кафедри методики фізики і технологічної освіти
Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка
e-mail: ataman08@ukr.net

ФОРКУН Наталія Володимирівна –
аспірантка Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка
e-mail: forkun_n@ukr.net

ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ STEM-ОСВІТИ В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС

Постановка та обґрунтування актуальності проблеми. Стрімкі зміни – одна з основних характеристик сучасного суспільства. Інтенсивне впровадження прогресивних технологій в усі сфери життя зумовило безупинне вдосконалювання людської діяльності. Різко зменшується час на втілення нових ідей, знань, технологій у життя. Тому виникає гостра освітня потреба у якісному навчанні сьогодишніх учнів технічним дисциплінам – математиці, фізиці, інженерії, програмуванню.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основу методики навчання фізики досліджували в свої роботах О. Бугайов, П. Атаманчук, С. Величко, В. Вовкотруб, С. Гончаренко, М. Садовий, Б. Сусь, М. Шут та ін. Різні аспекти впровадження STEM-освіти в навчальних закладах розкрито у працях вітчизняних науковців: О. Барна, Н. Морзе,

І. Пархоменко, Н. Поліхун, І. Савченко, І. Сліпухіна, В. Сіпій, І. Чернецький, В. Шарко та ін.

Однак незважаючи на велику кількість науково-методичних розробок у цій сфері, актуальними залишаються питання ефективності впровадження STEM-освіти в освітній процес.

Мета статті. Показати доцільність використання елементів STEM-освіти в навчанні фізики.

Виклад основного матеріалу дослідження. Впровадження різноманітних сучасних інноваційних технологій в освітній процес – необхідна реальність сьогодишнього дня. У пошуках реформування освіти світова практика обрала компетентнісний підхід, завдяки якому випускник навчального закладу формується як компетентна особистість, готова до самореалізації в соціумі й особистому житті [1].

Виокремлення в навчальних програмах наскрізних ліній ключових компетентностей спрямоване на формування в учнів здатності застосовувати знання і вміння у реальних життєвих ситуаціях. Основні ключові компетентності концепції «Нової української школи» гармонійно входять у систему STEM-освіти, створюючи основу для успішної самореалізації особистості і як фахівця, і як громадянина.

Ідеологія STEM-освіти передбачає об'єднання (інтеграцію) природничих наук (Science), використання нових технологій (Technology), інженерії (Engineering) та математики (Mathematics) [9]. У розробленні будь-якої моделі освіти визначальною є та обставина, що методологічний засіб соціально-культурного і державницького препарування глобальної мети освіти на чинники морального, інтелектуального, духовно-культурного, науково-технічного, економічного й кадрового характеру, є надійною передумовою для створення STEM-інтегрованих стандартів національної освіти та вироблення ефективних технологій управління результативністю та якістю навчання. Сьогодні достеменно можна стверджувати, що STEM-інтеграція – це «дидактичний прорив» у царині докорінно-якісної модернізації освітньої галузі як такої. Іншими словами: це низка чи послідовність курсів або програм навчання, яка готує учнів до успішного працевлаштування, до освіти після школи або для того й іншого. Тобто легко спрогнозувати [2; 3; 4], що основний вектор таких процедур – це готовність суб'єкта до креативної творчої діяльності упродовж усього свого життя. Загалом компетентнісно-цільовий підхід в навчанні (фізика + методика навчання фізики) дозволяє більш об'єктивно і точно, в залежності від мети навчання, визначати

рівень предметної компетентності учня, або рівень предметної і професійної компетентності майбутнього педагога фізика [1].

STEM-освіта – це низка чи послідовність курсів або програм навчання, яка готує учнів до успішного працевлаштування, до освіти після школи або для того й іншого, вимагає різних і більш технічно складних навичок, зокрема із застосуванням математичних знань і наукових понять. Хоча єдиного розуміння цього поняття немає навіть там, де зародилася STEM-освіта – у США. Кожна країна визначає його самостійно. Загальним розумінням у світі є те, що така система освіти навчає дитину жити у реальному швидкоплинному світі, який постійно змінюється, вміти реагувати на ці зміни, критично мислити, бути загально розвиненою творчою особистістю. Діти, що проходять навчання за такою системою, беззаперечно стають лідерами соціуму, легко адаптуються та знаходять своє місце в житті [7].

Головна мета впровадження STEM-освіти полягає у реалізації державної політики з урахуванням нових вимог Закону України «Про освіту» щодо посилення розвитку науково-технічного напрямку в навчально-методичній діяльності на всіх рівнях. До інноваційних засобів STEM-навчання належать: авіамоделювання, аеродинаміка, мікроелектроніка, цифрове обладнання, робототехніка, мейкерство, LEGO, 3D принтери, сучасне лабораторне обладнання.

Впровадження в навчально-виховний процес моделі STEM-освіти дозволить сформулювати в учнів та студентів такі STEM-компетентності, як уміння поставити проблему, уміння сформулювати дослідницьке завдання й визначити шляхи його вирішення, уміння застосовувати знання в різних ситуаціях,

розуміти можливість інших точок зору щодо розв'язання проблем, уміння оригінально розв'язати проблему, уміння застосовувати навички мислення високого рівня [6].

На STEM-уроці кожна діяльність чітко зрозуміла учням, лабораторні прилади, об'єкти робототехніки безпосередньо залучені до структури заняття. Розробити такі заняття непросто, адже вчитель має мислити комплексно і сам бути готовим підвищувати свій рівень знань з деяких галузей, експериментувати та бути терплячим, очікуючи на бажаний результат.

Впровадження в навчально-виховний процес методичних рішень STEM-освіти дозволить сформувати в учнів найважливіші характеристики, які визначають компетентного фахівця:

- уміння побачити проблему;
- уміння побачити в проблемі якомога більше можливих сторін і зв'язків;
- уміння сформулювати дослідницьке запитання і шляхи його вирішення;
- гнучкість як уміння зрозуміти нову точку зору і стійкість у відстоюванні своєї позиції;
- оригінальність, відхід від шаблону;
- здатність до перегруповування ідей та зв'язків;
- здатність до абстрагування або аналізу;
- здатність до конкретизації або синтезу;
- відчуття гармонії в організації ідеї [8].

Під час навчання фізики потрібно застосовувати різноманітні сучасні форми роботи учнів: робота над спільними проектами в команді, створення власних

проектів, взаємодія і взаємонавчання учнів в групах, дебати, вебінари, тренінги, презентації. З метою залучення учнів до практичної діяльності бажано розширити діапазон форм, методів навчання та надати пріоритет засвоєнню навчального матеріалу у процесі екскурсій, квестів, конкурсів, досліджень, практикумів тощо.

Одне з найважливіших завдань шкільного курсу фізики – розвивати в учнів науковий підхід до явищ та процесів природи, сформувати в них уміння й навички проведення наукового експерименту.

Тому вся діяльність щодо впровадження STEAM-освіти вибудовується так, щоб сприяти становленню особистості як творця і проектна робота у цьому ракурсі є однією з найперспективніших. Прикладом можливостей здійснення STEM-навчання учнів під час вивчення шкільного курсу фізики є залучення їх до виконання навчальних проектів, які вважаються різновидом дослідницької діяльності школярів. Тематика проектів різноманітна. Наведемо окремі з них: «Дифузія навколо нас» (7 клас), «Порівняння швидкостей руху», «Енергозбереження» (8 клас), «Овочево-фруктові джерела струму» (8 клас), «Чи потрібні роботу датчики?» (8 клас), «Око і зір. Створення 3D-моделі ока» (9 клас), «Старовинні бойові катапульти» (10 клас).

Наведемо фрагмент проекту «Порівняння швидкостей руху автомобілів» (див. таблицю 1). Зауважимо, що в даний час акронім STEM доповнюють ще так: STREAM = Science + Technology + Reading + Engineering + Arts + Mathematics (природничі науки, технологія, читання, інженерія, мистецтво, математика) [10].

Таблиця 1

Складові STREAM-проекту «Порівняння швидкостей руху автомобілів»

STREAM	Предмет	Зміст діяльності учнів
S	Фізика	Дослідження швидкості. Розв'язування прикладних задач. Методи визначення середньої швидкості нерівномірного прямолінійного руху. Графічне подання нерівномірного прямолінійного руху.
T	Інформатика	Створення та опрацювання текстових документів MS Word. Створення та опрацювання графічних 3D-моделей. Створення комп'ютерних презентацій.
R	Українська мова	Ведення щоденника досліджень. Створення власних висловлювань.
E	Технології	Технологія конструювання 3D-моделі.
A	Мистецтво	Дизайн моделей.
M	Математика Економіка	Економічна доцільність обраної марки авто.

Теоретична частина проекту

1. Вивчення нерівномірного прямолінійного руху – важливе завдання механіки. Нерівномірні рухи в природі, техніці, побуті.

2. Миттєва швидкість – найточніша характеристика нерівномірного прямолінійного руху.

3. Відмінність між середньою і миттєвою швидкостями нерівномірного руху.

4. Обчислення шляху при нерівномірному прямолінійному русі.

5. Методи визначення середньої швидкості нерівномірного прямолінійного руху. Графічне подання нерівномірного прямолінійного руху

Експериментальна частина проекту

1. Об'єднуємо учнів у групи.
2. Робота з конструкторами, складання 3D-моделі автомобілів.
3. Дослідження руху автомобілів.
4. Розв'язування проблемної задачі. Колекціонер автомобілів маючи в

своєму гаражі такі автомобілі: перший самохідний автомобіль, роллс-ройс, болід, бронетранспортер, кабриолет, захотів дізнатися який з цих авто швидше здолає відстань 100 км при крейсерській швидкості першого самохідного автомобіля – 10 км/ год, ролсройса – 50 км/год, боліда – 350 км/год (372,6 км/год), бронетранспортера – 100 км/год, кабриолета – 70 км/год.

Захист проекту. Учні презентують свою роботу. Демонструють моделі. Формулюють висновки.

Наведемо фрагмент проекту на тему «Енергозбереження. Альтернативні джерела енергії».

Проблема та її актуальність. Вислови про енергозбереження та енергоефективність лунають з екранів телебачення, з шпальт газет, у виступах державних діячів. Про енергозбереження зараз почали говорити всі, іноді навіть частіше, ніж про інші проблеми у нашій державі.

Для забезпечення своїх потреб людство споживає вражаючі об'єми енергії. Викопна органіка, накопичена Землею за мільйони років, вичерпується за сторіччя. Продукти спалювання та відходи промисловості засмічують планету. Її унікальна збалансованість порушується. Світова спільнота вже давно одностайно визнала, що потреби людства в енергії виходять за межі екологічних можливостей планети. Розроблені ряд міжнародних програм, основна ідея яких полягає в тому, що на всіх рівнях суспільства – міжнародному, державному, місцевому, індивідуальному – необхідно терміново вжити заходів попередження екологічної катастрофи.

В умовах загострення енергетичної та економічної кризи надзвичайно актуальними стали проблеми енергозаощадження та ефективного використання енергоресурсів і відновлювальних джерел енергії.

Одним із важливих кроків успішного вирішення перелічених проблем є навчання громадян країни основам енергоефективності. Кожен громадянин повинен усвідомити свою причетність до розв'язання глобальних енергетичних та пов'язаних із ними екологічних проблем.

Енергоефективність – це ефективне (раціональне) використання енергетичних ресурсів – досягнення економічно виправданої ефективності і використання паливно-енергетичних ресурсів при існуючому рівні розвитку техніки та технології, а також дотриманні вимог до охорони навколишнього середовища.

Енергозбереження – це дії людини, направлені на зберігання і раціональну витрату електроенергії. Щодо енергоспоживання Україна має достатньо високий показник на одного жителя, який сягає близько 5 тис.кВт/год. Чому ж тоді так гостро стоїть питання нестачі і економії енергії? Економія всього 1%

енергоресурсів забезпечить господарство країни енергією для виплавки сталі протягом 10 місяців, вироблення целюлози, паперу, картону-протягом 1 року, міський електротранспорт працюватиме 2 роки.

Дуже прості та елементарні дії по енергозбереженню доступні для кожного і можуть бути застосовані в побуті фактично всюди.

Обрана тема є актуальною в сучасному світі, бо всі природні ресурси є вичерпними, а сонячної енергії людству вистачить на дуже довгий термін. Щоб змінити світ на краще, потрібно діяти. Кожен з нас може внести свій посильний вклад у захист та збереження навколишнього середовища.

Цільова група. Учні 8 класу.

Мета:

навчальна: пробуджувати пізнавальний інтерес учнів при дослідженні новинок науки і техніки; поглиблення теоретичних знань учнів з питань енергозбереження та енергоефективності; дослідження витрат енергоносіїв та ресурсів в школі, їх облік та пошук шляхів раціонального використання та економії; формування ключових компетентностей учнів.

розвивальна: розвивати вміння порівнювати фізичні характеристики енергозберезувальних технологій; формувати почуття економічного усвідомлення ставлення до природного середовища та відповідальності за його збереження

виховна: формування виховання енергетично та екологічно обізнаної особистості, відповідального і свідомого майбутнього споживача енергоресурсів.

Завдання. З'ясувати шляхи втрат теплової енергії, прості способи збереження теплової енергії, використання альтернативних джерел енергії.

Очікувані результати. 3D-моделі з різними джерелами енергії, оформлення результатів проекту (створення слайдової презентації, публікації, буклету, блогу, плакату, карти знань, скрайбінгу, інше).

Обладнання. Конструктори, які працюють на екоенергії, секундоміри, лінійки, доступ до мережі Інтернет, мобільні гаджети, додаткове обладнання.

Тип проекту. Дослідницько-пошуковий.

Тривалість проекту. 1 місяць.

Хід роботи

I. Організаційний момент.

II. Актуалізація опорних знань.

III. Мотивація. В сучасному світі не все працює на звичних для нас джерелах електроенергії. З кожним днем все більшої популярності набувають альтернативні джерела енергії.

IV. Дослідницька діяльність (STREAM)

Таблиця 2

STREAM	Предмет	Зміст діяльності учнів
S	Фізика Хімія	Енергозбереження. Альтернативні джерела енергії. Розв'язування прикладних задач. Дослідження конструкторів, які працюють на екоенергії. Хімічні реакції, електроліз.
T	Інформатика	Створення та опрацювання текстових документів MS Word. Створення та опрацювання графічних 3D-моделей. Створення комп'ютерних презентацій.
R	Українська мова	Ведення щоденника досліджень. Створення власних висловлювань.
E	Технології	Технологія конструювання 3D-моделі.
A	Мистецтво	Дизайн моделей.
M	Математика Економіка	Економічна доцільність обраного джерела енергії. Провести розрахунки і визначити використання якого виду енергії буде вигідніше для споживача.

Експериментальна частина проекту

1. Об'єднуємо учнів у групи.

2. Учитель роздає учням конструктори та пропонує учням їх самостійно скласти

Група 1 працює з конструктором «Сонячний бульдозер». Компоненти: комплект деталей для бульдозера, двигун, сонячна батарея.

Група 2 складає конструктор «Солікар». Компоненти: паливний модуль, пластикові елементи, металевий вал,

двигун. Паливний модуль є джерелом чистої енергії. Він складається з повітряного катода, нетканого матеріалу і магнієвого листа. Для того, щоб привести машину в рух необхідно зробити розчин солоної води й крапнути кілька крапель «пального» в потрібний відсік.

1. Дослідити можливості руху кожної моделі. Зробити висновки щодо енергозбереження.

2. Вести щоденник спостережень

Додаткові завдання: дослідити, скільки енергоносіїв споживає сім'я, скільки витрачається води, електроенергії та тепла вдома.

Завдання 1. Порахувати скільки коштів може зекономити кожна сім'я завдяки щоденному збереженню

електроенергії. Учнім було запропоновано разом з батьками протягом місяця заповнити таку таблицю економічного споживання електроенергії для електроприладів, які використовує сім'я та порівняти з минулими місяцями щодо витрачених коштів (див. табл. 3).

Таблиця 3

Обчислення економно спожитої електроенергії вдома (вчасно вимкнуте світло, телевізор, інші побутові прилади)

№ з/п	Назва електро-приладів	Кількість	Потужність приладів		Час роботи приладів		Вартість спожитої електроенергії
			одного, Вт	всіх, Вт	на день годин	на місяць годин	

V. Підсумки.

Енергозбереження – це просто, це доступно, це цікаво, це корисно, це необхідно, це вигідно. Кожна людина простими методами та зміною щоденних звичок може зменшити споживання енергії в побуті, що дозволить економити кошти власних родин та запобігти негативному впливу на екологію планети.

Проект як засіб реалізації STEAM-освіти у школі дозволяє органічно інтегрувати знання дітей з різних дисциплін під час розв'язання реальних проблем, обумовлює їх практичне використання, генерує при цьому нові ідеї, формує всі необхідні життєві компетенції, зокрема, полікультурні, мовленнєві, інформаційні, соціальні [9].

Перехід до компетентнісної моделі STEM-навчання та застосування нових методичних підходів, перш за все, передбачає:

– принципово нове цілепокладання у педагогічному процесі, зміщення акцентів в освітній діяльності з вузькопредметних на загальнодидактичні;

– оновлення структури та змісту навчальних предметів, спецкурсів тощо;

– визначення та оцінювання результатів навчання через ключові та предметні компетентності учня/учениці;

– запровадження наскрізного STEM-навчання, компетентнісно орієнтованих форм і методів навчання, системно-діяльнісного підходу;

– запровадження інноваційних, ігрових технологій навчання, технологій case-study, інтерактивних методів групового навчання, проблемних методик з розвитку критичного і системного мислення тощо;

– корегування змісту окремих тем навчальних предметів з акцентом на особистісно розвивальні, ігрові методики навчання, ціннісне ставлення до досліджуваного питання;

– створення педагогічних умов для здобуття результативного індивідуального досвіду проектної діяльності та розроблення стартапів [3].

Очевидно, що в XXI столітті неможливо впроваджувати STEM-

навчання без використання інформаційно-комунікаційних технологій – комп'ютерів чи планшетів (смартфонів) із встановленими на них програмами для проведення досліджень та обробки їх результатів, Інтернет-ресурсів, датчиків та цифрових лабораторій. Саме цифрові лабораторії допомагають учням виконувати навчальні та наукові дослідження з фізики, біології, хімії чи природознавства, а також проводити математичну обробку їх результатів.

Висновки та перспективи подальших розвідок напрямку. Викладений матеріал дозволяє зробити наступні висновки. На відміну від традиційної організації навчального процесу STEM-проекти наближають школярів до реалій, усуваючи розрив між теоретичним розв'язанням проблеми і практичним втіленням в життя набутих знань.

Здійснене дослідження не вичерпує всіх аспектів проблеми. Подальшого дослідження потребують питання розробки стандартів STEM-освіти (з урахуванням міжнародного досвіду), навчальних планів, розробки методик навчання для різних вікових категорій.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Атаманчук П.С. Важливі передумови якісного навчання/ П.С.Атаманчук// Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна / [редкол.: П.С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2018. – Випуск 24: STEM-інтеграція як важлива передумова управління результативністю та якістю фізичної освіти. – С. 7-10.

2. Атаманчук П.С. STEM-інтеграція як важлива інноватика сучасної освітньої парадигми / П.С. Атаманчук,

В.П.Атаманчук // STEM–Освіта: проблеми та перспективи : збірник матеріалів II міжнародного науково-практичного семінару (25-26 жовтня 2017 р. ; за заг. ред. О.С. Кузьменко. – Кропивницький : ІСЛА НАУ, 2017. – 120 с.

3. Атаманчук П.С. Задачі з алгебри і початків аналізу: 1001 задача прикладного змісту : 10-11 клас / П.С. Атаманчук, А.М. Кух, Л.О. Сморжевський. – К. : А.С.К., 1999. – 153 с.

4. Атаманчук П.С. Теоретичні і практичні основи управління процесами становлення майбутнього вчителя фізикотехнологічного профілю / П.С. Атаманчук // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна / [редкол.: П.С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2016. – Випуск 22: Дидактичні механізми дієвого формування компетентнісних якостей майбутніх фахівців фізико-технологічних спеціальностей. – С. 7-15.

5. Атаманчук П.С. Прогноз як основа управління в навчанні / П.С. Атаманчук, В.П. Атаманчук // Materialy VII mezinarodni vedecko-prakticka conference «Moderni vymozenosti vedy» – 2012. – Praha : Publishing House “Education and Science” s.r.o. – Dil. 16. Pedagogika – 80 stran. – S. 15-23.

6. Балик Н.Р. Формування інформаційних та соціальних компетентностей студентів з метою їх професійної підготовки у педагогічному університеті / Н.Р. Балик, Г.П. Шмигер // Науковий огляд. – 2016. – №1 (22) – С. 14-21.

7. Впровадження елементів STEM-освіти у навчання математики та фізики [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://naurok.com.ua/vprovadzhennya->

elementiv-stem-osviti-u-navchannya-matematiki-ta-fiziki-47799.html

3. Корнієнко О.Р. Про актуальність запровадження STEM-навчання в Україні.[Електронний ресурс]. – Режим доступу:

//http:elenakornienko.blogspot.com/2016/02/stem.html.

8. Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2018/2019 навчальний рік [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://timso.koippo.kr.ua/skripka/vykorystannya-tsyfrovyh-laboratorij-dlya-vprovadzhennya-stem-osvity-v-navchalnyh-zakladah/#more-1226>.

9. STEM-освіта [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/>.

10. STEM-освіта [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://iteach.com.ua/news/mass-media/>.

REFERENCES

1. Atamanchuk, P.S. (2018). *Vazhlyvi peredumovy yakisnoho navchannia*. Kamianets-Podilskyi.

2. Atamanchuk, P.S. (2017). *STEM-intehratsiia yak vazhlyva innovatyka suchasnoi osvitnoi paradyhmy*. Kropyvnytskyi.

3. Atamanchuk, P.S. (1999). *Zadachi z alheby i pochatkiv analizu: 1001 zadacha prykladnoho zmistu: 10-11 klas*. Kyiv.

4. Atamanchuk, P.S. (2016). *Teoretychni i praktychni osnovy upravlinnia protsesamy stanovlennia maibutnoho vchytelia fizykotekhnolohichnoho profilu*. Kamianets-Podilskyi.

5. Atamanchuk, P.S. (2012). *Prohnoz yak osnova upravlinnia v navchanni*. Praha.

6. Balyk, N.R. (2016). *Formuvannia informatsiinykh ta sotsialnykh kompetentnostei studentiv z metoiu yikh*

profesiinoi pidhotovky u pedahohichnomu universyteti. Naukovyi ohliad.

7. *Vprovadzhennia elementiv STEM-osvity u navchannia matematyky ta fizyky* [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <https://naurok.com.ua/vprovadzhennya-elementiv-stem-osviti-u-navchannya-matematiki-ta-fiziki-47799.html>.

8. Korniienko, O.R. *Pro aktualnist zaprovadzhennia STEM-navchannia v Ukraini*. [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://elenakornienko.blogspot.com/2016/02/stem.html>.

9. *Metodychni rekomendatsii shchodo vprovadzhennia STEM-osvity u zahalnoosvitnikh ta pozashkilnykh navchalnykh zakladakh Ukrainy na 2018/2019 navchalnyi rik* [Elektronnyi resurs] – Rezhym dostupu: <http://timso.koippo.kr.ua/skripka/vykorystannya-tsyfrovyh-laboratorij-dlya-vprovadzhennya-stem-osvity-v-navchalnyh-zakladah/#more-1226>.

10. *STEM-osvita* [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/>.

11. *STEM-osvita* [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://iteach.com.ua/news/mass-media/>.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

АТАМАНЧУК Петро Сергійович – доктор педагогічних наук, професор, академік АНВО, завідувач кафедри методики викладання фізики і дисциплін технологічної освітньої галузі Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.

Наукові інтереси: проблеми дидактики фізики.

ФОРКУН Наталія Володимирівна – аспірант кафедри методики викладання фізики та дисциплін технологічної освітньої галузі Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.

Наукові інтереси: проблеми STEM-освіти в освітньому процесі.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

ATAMANCHUK Petro Sergeevich – doctor of pedagogical sciences, professor, academician of ANVO, the head of the department of teaching methodology of physics and disciplines of the technological educational branch of Kamyanets-Podolsky National University named after Ivan Ogienko.

Circle of research interests: problems of didactics of physics.

FORKUN Natalia Volodymyrivna – post-graduate student of the Department of Methodology of Teaching of Physics and Disciplines of the Technological Educational Branch of the Kamyanets-Podolsky National University named after Ivan Ogienko.

Circle of research interests: STEM-education problems in the educational process.

Стаття надійшла до редакції 07.04.2019 р.

Рецензент – д-р.пед.наук, професор Величко С.П.

УДК 371.315

БАРАНЮК Олександр Філімонович –

кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри інформатики та інформаційних технологій

Центральноукраїнського державного педагогічного університету

імені Володимира Винниченка

ORCID ID 0000-0003-1151-0092

e-mail: o.baranyuk@ukr.net

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ВИКЛАДАННЯ НИЗЬКОРІВНЕВОГО ПРОГРАМУВАННЯ

Постановка та обґрунтування актуальності проблеми. Людство створило кілька тисяч мов програмування, більш-менш активно використовується кілька сотень мов. При цьому регулярно з'являються нові мови, бібліотеки, фреймворки, технології та архітектури побудови програмних продуктів. Надзвичайної популярності набувають вироби та модулі на основі мікроконтролерів: роботи, дрони, 3D-принтери, модулі для систем типу «розумний дім». З'явився окремий напрямок мережевих ІТ-технологій, який отримав назву «Інтернет речей» (Internet of Things або IoT). Мікроконтролерні платформи для самостійної розробки (типу

Arduino, STM32, та ін.) з численними периферійними пристроями та одноплатні міні-комп'ютери (Raspberry Pi, Orange Pi, ODROID та ін.) стали дешевими і загальнодоступними. Відповідно, до навчальних планів вищих закладів освіти включаються нові дисципліни, пов'язані з сучасними ІТ-технологіями: бази даних та інформаційні системи, програмування веб-застосувань, обробка зображень та мультимедіа, паралельні та розподілені обчислення, інтелектуальний аналіз даних та інші.

В сучасних освітніх програмах з комп'ютерних наук на вивчення низькорівневого програмування місця практично не знаходиться, Асемблер