

Ключевые слова: методика, компоненти методической системы, критерии, уровни, профессиональная компетентность по социально-экологической безопасности жизнедеятельности.

L. A. Sydoruk¹, O. G. Chorna²

¹National Pedagogical Dragomanov University

²Kamianets-Podilsky Ivan Ohienko National University

CONCEPTUAL OF TEACHING METHODS SOCIAL AND ENVIRONMENTAL SAFETY LIFE TECHNOLOGIES FUTURE TEACHERS

Research is dedicated to the use of a multidisciplinary approach in the educational process of the study subjects safety of life

and safety, which ensured continuity and continuity in the study of these subjects, sufficiency and lack of duplication of material, integrating security and professional training, to facilitate the development of creative thinking of students, a unified system views on the current view of the world and optimizes the educational process in high school. We proposed and reasonably methodical system of formation of professional competence of social and environmental future teachers of life safety technologies.

Key words: method, methodical system components, criteria and levels, professional competence of social and ecological life safety.

Отримано: 30.09.2016

УДК 004.588:002:378.02 (045)

I. A. Сліпухіна¹, I. С. Чернецький², С. М. Мєняйлов¹, Ж. О. Рудницька¹, Г. Д. Матеїк³

¹Національний авіаційний університет

²Національний центр «Мала академія наук України»

³Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
e-mails: ¹slipukhina@i.ua, ²manlabkiev@gmail.com, ³galuschak@nung.edu.ua

СУЧАСНИЙ ФІЗИЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ У ДИДАКТИЦІ STEM ОРІЄНТОВАНОГО НАВЧАННЯ

Досліджено дидактичні особливості STEM орієнтованих освітніх середовищ: фундаментальні фізико-математичні засади, формування критичного способу мислення, орієнтація на здобуття практичних, інформатичних, соціально-особистісних навичок. З'ясовано ключову роль матеріально-технічного, інформаційного і кадрового забезпечення у реалізації STEM освіти, дидактичні витоки якої знаходяться у теорії і практиці проблемного навчання. Виявлено загальнонаукові засади цього педагогічного підходу: використання наукового та інженерного методів дослідження оточуючої реальності. Теоретично обгрунтовано, що натурний фізичний експеримент з використанням цифрових вимірювальних комплексів, гармонічно поєднує усі компоненти STEM орієнтованої освіти та є дієвою, ефективною і практично придатною платформою для її функціонування і розвитку. На прикладі проблемно орієнтованого завдання з курсу загальної фізики продемонстровано методику реалізації відповідного навчального проекту.

Ключові слова: натурний фізичний експеримент, цифровий вимірювальний комплекс, STEM, освітнє середовище, навчально-дослідницька робота, інженерний метод дослідження, міждисциплінарні зв'язки, лабораторія МАНЛаБ.

Постановка проблеми. Спостережувані нині процеси у сучасній педагогічній науці, орієнтовані на впровадження, дослідження функціонування і ефективності STEM орієнтованих освітніх середовищ, є наслідком протиріч у сучасному суспільстві, пов'язаних з проблемами підготовки конкурентно спроможних фахівців, здатних до професійної і соціальної адаптації в епоху постмодерну. Визначальним чинником, який фактично є передумовою до виокремлення відповідної галузі дидактики стало статистично доведене падіння цікавості учнів до дисциплін природничо-математичного циклу, знання яких покладено в основу створення і розвитку сучасних технологій різного рівня та спрямування: від техніки до соціально-економічних процесів [3].

Провідною ідеєю STEM технології у педагогіці є конструювання навчальних дисциплін (курсів) на міждисциплінарних засадах (інтегроване навчання відповідно до певних тем, а не окремих дисциплін [10]), які комплексно формують ключові фахові і соціально-особистісні компетенції молоді [12]. До інших важливих передумов впровадження цього дидактичного напрямку є перебування суб'єктів пізнавальної діяльності у стані опрацювання постійно зростаючих обсягів інформації, що потребує здатності і готовності, з однієї сторони, до виокремлення практично значущих даних, а з іншої – уміння їх подальшого суспільно важливого застосування (компетенції критичного і креативного мислення) [3, с.262].

Освітні процеси на основі STEM підходів, які були підтримані в США на державному рівні з 2009 р., а в подальшому й у країнах Євросоюзу, довели ефективність останніх, що виявилось, зокрема, у підвищенні цікавості до технічних дисциплін, формуванні уміння застосовувати науково-технічні знання у реальному житті, набутті навичок активної комунікації у процесі командної проектної роботи, здатності до реалізації креативних підходів і генерування ідей та ін. [14].

Впровадження і розвиток нового підходу у навчання супроводжується вирішенням масштабних проблем, серед яких ключовими є підготовка компетентних педагогічних кадрів, правова та інформаційна підтримка інноваційного процесу на різних рівнях, створення спільнот, які об'єднують як педагогів, так і представників різних професій і прошарків населення [13, 14].

Концепція STEM освіти передбачає поступову її реалізацію починаючи з молодшої школи у межах як формальної, так і позашкільної освіти [12]. Однак, переважна більшість відповідних програм розраховані на збільшення зацікавленості суб'єктів пізнавальної діяльності дисциплінами шкільного курсу, зокрема, фізикою, що досягається, наприклад, використанням практико орієнтованих методик навчання з використанням сучасних засобів отримання і опрацювання експериментальних даних.

Аналіз останніх досліджень і публікацій виявив, що STEM освіта формує певний комплекс якостей особистості, який складається з критичного мислення, навичок творчості і роботи в команді. Досягнення відповідної педагогічної мети може здійснюватися інтеграцією STEM дисциплін через навчально-дослідницьку міждисциплінарну діяльність [7, с.4] і потребує впровадження як нових методичних підходів, так і засобів навчання, до яких належать, наприклад, цифрові вимірювальні комплекси (ЦВК) [8, с.260].

Педагогічний пошук й існуюча практика показали, що ідеальна модель STEM освіти має певні особливості, які важливо брати до уваги у навчальному процесі: від проектування конкретного заняття до взаємодії з викладачами суміжних дисциплін. Так, заняття повинні мати ознаки проблемного навчання, в основу якого покладено постановку завдань з реальним контекстом, вирішення яких передбачає міждисциплінарну взаємодію, переважного використання індуктивних методів дослідження, роботу в команді [2, с.126-127]. Продуктивність останньої значно зростає за умови систематичної взаємодії і злагодженості викладачів кафедр, які спільно реалізують STEM проект [11].

Фізико-математичний контент є засадничим у навчанні, орієнтованому на STEM. Однак, його реалізація передбачає, насамперед, використання інженерного методу дослідження (інженерного проектування), до складу якого входять такі етапи як визначення сутності проблеми, попереднє дослідження, визначення вимог, мозковий штурм, розроблення і тестування прототипу, оцінювання результату, внесення змін і подання отриманого результату [4, с.224-225]. На відміну від наукового методу дослідження, в цьому випадку студенти здобувають знання, застосовуючи до розв'язання поставленого завдання

різноманітні (часто помилкові) підходи, які виступають як засіб навчання у вирішенні конкретної проблеми.

Слід зазначити, що STEM орієнтовані завдання є відкритими, тобто їх розв'язання припускає наявність декількох правильних відповідей (або їх відсутність), а також необхідність врахування певних обмежень, наприклад, у доборі матеріалу [11].

STEM освіта має глибокі філософські засади – це методологічна єдність природничих, технічних і соціально-гуманітарних наук, яка виявляється у застосуванні спільного математичного апарату, інформаційно-комунікаційних технологій, моделювання тощо і міждисциплінарній взаємодії [7, с.7]. Таким чином, фізичний експеримент є універсальним засобом, здатним формувати у свідомості суб'єктів пізнавальної діяльності критичне й інженерне мислення, а, отже, засади техніко-технологічної картини світу [2, с.36-37]. Дослідження виявило, що інформаційні електронні ресурси, що містять ідеї, результати і різноманітні технології проведення навчального фізичного експерименту з використанням як комп'ютерно орієнтованого натурального так і віртуального дослідження користуються значним попитом серед суб'єктів освіти [1, 13, 15, 16].

Проведений аналіз інформаційних джерел з актуальних проблем педагогіки середньої і вищої школи виявив важливість і необхідність проведення дослідження, метою якого є з'ясування дидактичного значення комп'ютерно орієнтованого натурального експерименту у навчанні фізики як інтегративного міждисциплінарного чинника STEM орієнтованого освітнього середовища.

Виклад основного матеріалу. Створення цифрових вимірювальних комплексів, в яких інтегровано вимірювальний і оцінний комп'ютерний пристрій, без перебільшення є революційним етапом у розвитку засобів пізнання. ЦВК пройшли тривалий шлях концептуального становлення. Зокрема, до їх складу входять сенсори, через які здійснюється початкове опрацювання даних, що надходять від досліджуваного об'єкта. Отримана інформація трансформується в аналоговий, а далі – у цифровий електричний сигнал. Останній опрацьовується інформаційно-технологічним засобом і надається у зручній для суб'єкта пізнавальної діяльності формі – візуальній, табличній або графічній [8, с.260].

В основі конструкції і функціонування кожного з сегментів ЦВК покладено технологічні відкриття. Прикладами сенсорного сегмента, якістю якого є визначальною для первинного сприйняття даних, є тензосенсори, напівпровідникові пристрої, нанотехнологічні мембрани тощо. Перетворення отриманого від датчиків електричного сигналу в аналогове, а потім і в цифрову форму здійснюється через цифрове опрацювання інформаційних одиниць напівпровідниковими елементами обчислювальної техніки, а технологічні засоби у вигляді програмного коду реалізують візуалізацію даних.

Розвиток інженерно-дослідницьких якостей суб'єктів пізнавальної діяльності в STEM освіті здійснюється за безпосередньої участі педагогічних кадрів і відповідних процесуальних засобів. До складу останніх належать інтерактивні фрагменти, гіперпосилання на мережні ресурси, технологічні карти певних вимірювань тощо, які в ході виконання практичного завдання формують нове (цифрове) мислення суб'єкта пізнавальної діяльності. Процесуальні засоби, спрямовані на педагогічні кадри, доповнюються візуалізацією процесу використання ЦВК для демонстрації досліджуваних явищ, процесів та детальним описом можливостей усіх сегментів комплексу (опис сенсорної групи, опис технології постановки дослідження, опис роботи з програмним продуктом, опис процедури інтерпретації отриманої інформації).

Освітнє середовище навчального центру Малої академії наук України має особливе STEM орієнтоване навчальне середовище – «Експериментарій» [1], яке входить до структури сегменту «Лабораторія МАНЛаб». Його просторово-матеріальною складовою є лабораторний комплекс з сучасним обладнанням та ЦВК провідних виробників навчальної техніки. Соціально-особистісна складова представлена учнями Малої академії наук України, які навчаються в очному та дистанційному режимі, а також студентами вищих на-

вчальних закладів, зокрема Національного авіаційного університету. Технологічно-процесуальну складову утворюють інтерактивні ресурси, розроблені у Лабораторії МАНЛаб [1]. Так електронні документи лабораторної звітності, створені з використанням засобів flash технології, можуть завантажуватися на термінал користувача та мають інтерактивні елементи, гіперпосилання, імплантовані приклади отриманих результатів та детальний опис виконання навчально-дослідницької роботи. Особливістю відповідної технології навчання є відсутність паперової звітності, оскільки передбачено функціонування такого засобу як інтерактивний кабінет, через який здійснюється контакт з експертом предметної галузі навчання [1, 2, с.184-189].

База завдань, створених МАНЛаб, містить методичні і технологічні дані про застосування ЦВК та окремих цифрових пристроїв (таких, як тепловізор, спектроскоп, колориметр та ін.) при виконанні навчально-дослідницьких робіт у галузі фізики, аналітичної хімії, енергетики, астрономії, значна кількість яких є компонентами STEM освіти.

На прикладі навчально-дослідної роботи «Дослідження особливостей зміни прозорості каламутних розчинів» розглянемо процес реалізації STEM підходу у вивченні курсу загальної фізики у вищому технічному навчальному закладі. Виконання студентами дослідження починається з постановки проблемного запитання: як можна здійснити очищення каламутних розчинів? В ході обговорення завдання в міні-командах з'ясовується, що до найпростіших способів належать фільтрування й осадження. Подальший аналіз проблеми за участі викладача призводить до з'ясування власне терміну «осадження» як розділення рідких неоднорідних систем шляхом виділення з рідкої фази твердих або рідких зв'язаних часток під дією сили тяжіння або відцентрової сили. Безпосередній процес поділу проходить під впливом сили тяжіння – частинки, що мають густину більшу, ніж вода, осідають на дно. Існує два типи осадження: просте осадження – відділення від рідини дрібних нерозчинних частинок під впливом гравітаційних сил – і комбіноване, яке включає окрім простого один або декілька допоміжних методів. З'ясовується також, що осадження є найдавнішим методом механічного очищення води. Перед студентами ставиться *завдання*, для реалізації якого потрібно на наступне заняття підготуватися у міні-групах: дослідити залежність просвітлення води від тривалості осадження срібних сферичних кульок; порівняти отримані дані із основним законом осадження; дослідити відповідні функціональні залежності випадання суспензії на основі теоретичних матеріалів, а також власних експериментальних досліджень з використанням колориметра та програмного забезпечення для аналізу даних *MultiLab 3.0*, що входить до складу ЦВК *Fourier Systems 9*].

У процесі теоретичної підготовки студентів з'ясовується, що теоретичне й експериментальне вивчення процесів седиментації (осідання або спливання колоїдних частинок) було розпочате Ейнштейном під час розвитку статистичної теорії броунівського руху. Ним було отримано рівняння, яке встановило функціональну залежність між середньою рухливістю, температурою, радіусом зм'ячених частинок, в'язкістю середовища і дифузиею та сприяло подальшим дослідженням полідисперсних систем і колоїдних розчинів. Так, значні експериментальні дані з седиментації піску і гравію у воді були зібрані та проаналізовані А.П. Зегжда, а узагальнення експериментального матеріалу про опір частинок зроблено Л. І. Седовим та Д.М. Мінцем [6, с.36-45].

Визначення гідродинамічних характеристик твердих частинок суспензій у воді має широке практичне застосування, наприклад, для розрахунку й проектування систем водозабору та водовідведення, для проектування машин механізмів, які працюють з бетоном, пульпою, водомісткими сумішами. Окрім того, процес осадження суспензій є основою для реалізації очистки стічних вод – комплексу заходів з видалення забруднень, які містяться в побутових і промислових стічних водах перед випуском їх у водоймища.

У ході обговорення з'ясовується, що з даними попередніх досліджень використання закону Стокса для осадження частинок у воді можливе лише в певних межах. Верхня межа

визначається моментом переходу від суспензії до колоїдних розчинів, коли частинки дисперсної фази мають розмір 0,1-0,5 μ . Висувається припущення, що також потрібно врахувати можливий вплив броунівського руху, який, однак, не перешкоджає осадженню частинок.

З'ясовують, що швидкість випадання частинки в стоячій воді при температурі 10°C називають гідравлічною крупністю частинки. Величина частинки будь-якої форми може бути умовно виражена через теоретичний (еквівалентний) діаметр (d) – діаметр такої кулястої частинки, яка має таку ж гідравлічну крупність, що і дана частинка довільної форми. Слід зазначити, що і в цій області коефіцієнт опору буде залежати від форми частинок, що осідають. Зазвичай як природна, так і коагульована суспензії є полідисперсними, то на практиці експеримент проводиться з урахуванням значного діапазону розмірів частинок. Характеристики осадження такої суспензії отримують емпіричним шляхом.

Швидкість осадження v_{0c} можна знайти з умови рівності сили, що спричиняє рух частинки, і сили опору середовища: $\frac{\pi d^3 g}{6} (\rho_T - \rho) = \zeta \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{\rho v_{0c}}{2}$, звідки $v_{0c} = \sqrt{\frac{4gd(\rho_T - \rho)}{3\zeta\rho}}$. Отримані теоретичні дані дають змогу конкретизувати поняття кривої випадання суспензії. Визначаючи в лабораторії кількість P зважених речовин (у відсотках від кількості зважених речовин до відстоювання), що випали з проб досліджуваної води через різні проміжки часу (наприклад, через кожну годину), отримують криву випадання суспензії.

Наступним висновком є те, що чим більше вигнута крива, тим більшою є неоднорідність суспензії, яка міститься у воді. Зазвичай, опуклість кривих випадання суспензії для води з природних джерел звернена вгору. Це свідчить про уповільнення процесу освітлення з плином часу і пояснюється неоднорідним складом суспензії. Більші частинки випадають швидше й осідають на початку процесу освітлення води. Для монодисперсної суспензії ця крива виродилась би у пряму лінію.

Отже, отримані експериментальні залежності дозволяють визначити процентну кількість частинок суспензії, що осідають упродовж будь-якого заданого проміжку часу. Окрім того, на підставі отриманих залежностей для агрегатно-стійких суспензій можна також визначити розрахункові швидкості їх осідання та відсоток затриманих зважених частинок або заданий ефект освітлення води.

Подальше обговорення досліджуваної проблеми стосується особливостей експериментальної установки, яка пропонується для виконання роботи. Колориметр (від лат. *color* – колір і від гр. *metreo* – вимірюю) – це прилад для вимірювання характеристик кольору світла (рис. 1, а). Концентраційні колориметри використовують для визначення концентрацій речовин в їх забарвлених розчинах, що утворюються в результаті спеціально проведених хімічних реакцій. Для таких колориметрів заснована на залежності ступеня поглинання світла певної довжини хвилі (тобто певного кольору) від концентрації тієї чи іншої речовини в розчині. Поглинання світла в досліджуваній рідині порівнюється з поглинанням в еталонному розчині (з відомим вмістом компонента), після чого за відомим в оптиці законом Бугера-Ламберта-Бера розраховується вимірювана концентрація аналізованої речовини [5, с.289-293]. Точність таких вимірів надзвичайно висока: похибка не перевершує 0,01-0,001 моль/літр.

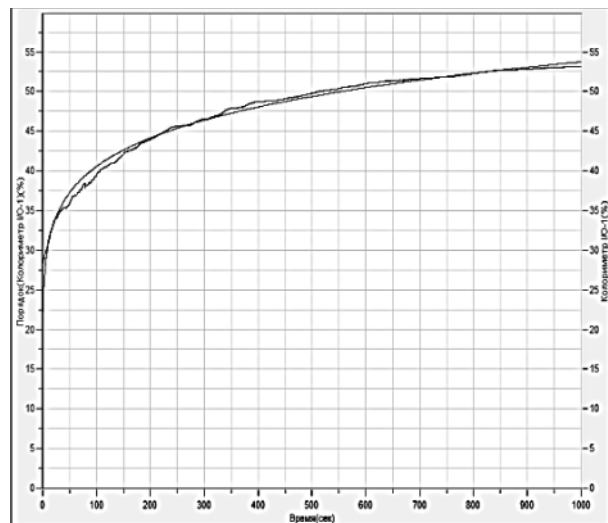
Подальший колективний аналіз поставленого питання стосується процедури калібрування колориметра до 100% пропускання. Для цього запускають програмне забезпечення *MultiLab 3.0*, з'єднують колориметр з виходом реєстратора NOVA 5000, вставляють один з трьох фільтрів (синій, зелений або червоний) і кювету з сумішшю води та срібних кульок у тримач, щільно закривають кришку, натискають кнопку «Встановлення» на панелі інструментів. Після цього запрограмовують частоту замірів реєстратора даних, кількість зразків, натискають кнопку «Пуск» на панелі інструментів і розпочинають реєстрацію даних, повертаючи ручку калібрування, що знаходиться зверху на колориметрі, поки показання не досягнуть 100%.

У ході експерименту студенти спостерігають як біле світло світлодіодного індикатора проходить через кольоровий

фільтр, а потім – через кювету із пробним розчином. Деяка частина світла поглинається розчином. Інтенсивність світла, що проходить через розчин, вимірюється з використанням фотодіода. З'ясовується, що коефіцієнт пропускання колориметра 20% – 90%; точність: $\pm 10\%$, роздільна здатність (12 біт); довжина хвиль для фільтрів: синій (480 нм); зелений (500 нм); червоний (650 нм); об'єм комірки – 3,5 см³, а її ширина – 1 см. Для аналізу отриманих від колориметра даних використовуються відповідне програмне забезпечення *MultiLab 3.0*. На наступному етапі експерименту у кювету набирають певну кількість дистильованої води та додають до неї декілька крапель срібних кульок, а потім ретельно збовтують суміш.



а)



б)

Рис. 1. Дослідження особливостей зміни прозорості каламутних розчинів:

- а) – вигляд лабораторної установки;
б) – графіки залежності прозорості від часу

Після калібрування починають реєстрацію даних, знову ретельно збовтавши суміш дистильованої води та срібних кульок та вставивши один з фільтрів-слайдів або залишивши попередній. Дослід проводять протягом 1000 секунд. Такі дії повторюють для кожного заміру даних. Отримують графіки залежності ефекту освітлення дистильованої води (тобто процентну кількість частинок, що випали) від часу (рис. 1, б). Для того, щоб порівняти отриманий емпіричним шляхом результат, апроксимують графіки за степеневу функцією, обираючи для цього у *MultiLab 3.0* параметри *Майстер аналізу, Апроксимація, Тип: степеневий*. Для графіка, отриманого через різні фільтри, функції апроксимації виглядають так, як це показано на рис. 1 б: $f(x) = 23.11x^{(0.12)}$ – червоний світлофільтр; $f(x) = 26.14x^{(0.12)}$ – синій світлофільтр.

На етапі отримання висновків з'ясовують, що у ході експерименту було доведено правильність з перевірки закону осадження твердих частинок у воді, що добре видно з отриманих графіків. На кожному з них можна бачити, що

з часом рівень освітлення води підвищується, оскільки все більша кількість твердих частинок (срібних сферичних кульок) випадає в осад. Порівнюючи отримані експериментальні дані з теоретичними роблять висновки про те що: отримані графіки звернені опуклою стороною вгору, тобто процес освітлення сповільнюється з часом; осадження частинок у всіх досліджених випадках відбувається за законом степеневі функції і може незначно змінюватись в залежності від створюваних умов; колір фільтра (тобто довжина світлової хвилі) не впливає на закон осадження твердих частинок у воді, а лише дає можливість оцінити концентрацію частинок в освітлюваному об'ємі.

Виявлено, що, розв'язуючи поставлене завдання, студенти залучають до цього процесу знання з усіх засадничих дисциплін STEM: знання з фізики (науковий метод пізнання світу), використання ЦВК (сучасні технології дослідження), практичні навички, пов'язані з постановкою, реалізацією і коригуванням експерименту (інженерний метод пізнання світу), а також використання математичних знань для опису реальних процесів і явищ з урахуванням методичних, інструментальних і випадкових похибок (математичні інструменти і моделі).

Проведене дослідження показало, що найбільш трудомістким етапом впровадження STEM освіти у вищому навчальному закладі (за підтримки програми на рівні керівництва і кафедр, наявності ЦВК та іншого сучасного комп'ютерно орієнтованого обладнання) є реалізація її засад у межах певної дисципліни, зокрема, пошук, опрацювання і методична адаптація практико орієнтованих завдань, які мають міждисциплінарний характер, забезпечення засвоєння фундаментальних положень дисципліни, наприклад, законів, підготовка кваліфікованих кадрів та ін.

Висновки дослідження і перспективи подальших розвідок з цього напрямку. У ході проведеного дослідження з'ясовано, що теоретичну і практичну основу STEM освіти, спрямованої на створення засад для інновацій як технічного, так і суспільно-економічного рівня, складають фундаментальні знання з математики і природничих наук, які інтегровані з ключовими компетенціями особи XXI ст.: здатності до критичного, креативного, інженерного мислення, співробітництва, готовності до вирішення практичних завдань та ін.

Головним висновком роботи є доведення того, що натурний фізичний експеримент, інтегрований з ЦВК або іншим сучасним комп'ютерно орієнтованим обладнанням, є ефективною дидактичною платформою для впровадження STEM освіти як у середній, так і у вищій школі.

Подальші дослідження цього новітнього напрямку (у педагогіці взагалі й у дидактиці фізики зокрема) стосуються широкого кола методичних, організаційних і правових питань, серед яких основними є оновлення просторово-матеріальної та інформаційно-технологічної складових освітніх середовищ різного рівня з вивчення природничих дисциплін, підготовка та підтримка висококваліфікованих науково-педагогічних кадрів, створення спільнот та ін.

Список використаних джерел:

1. Експериментарій / Лабораторія МАНЛаб [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://manlab.inhost.com.ua/experimentarij.html>
2. Сліпухіна І.А. Формування технологічної компетентності майбутніх інженерів з використанням системи комп'ютерно орієнтованого навчання : монографія / І.А. Сліпухіна. – Луцьк : СПД Гадак Жанна Володимирівна, 2014. – 356 с.
3. Сліпухіна І.А. Використання цифрового вимірювального комплексу в STEM орієнтованому освітньому середовищі / І.А. Сліпухіна, І.С. Чернецький // Інформаційні технології в освіті й науці : зб. наук. пр. – Мелітополь : Вид-во МДПУ ім. Богдана Хмельницького, 2016. – Вип. 8. – С.261-272.
4. Сліпухіна І.А. Дослідницька діяльність студентів у контексті використання наукового й інженерного методів / І.А. Сліпухіна, І.С. Чернецький // Вища освіта України : теоретичний та науково-методичний часопис. – № 3. – Додаток 1: Інтеграція вищої освіти і науки. – К., 2015. – С.216-225.
5. Фізика. Модуль 5. Оптика : навч. посіб. / [Поліщук А.П., Рудницька Ж.О., Сліпухіна І.А., Чернега П.І.] ; за заг. ред. А.П. Поліщука. – К. : НАУ, 2012. – 388 с.

6. Фрог Б.Н. Водоподготовка : учебн. пособие для вузов / Б.Н. Фрог, А.П. Левченко. – М. : Из-во МГУ, 1996. – 680 с.
7. Чернецький І.С. Технологічна компетентність майбутнього інженера: формування і розвиток у комп'ютерно інтегрованому лабораторному практикумі з фізики / І.С. Чернецький, І.А. Сліпухіна // Information Technologies and Learning Tools – електронне наукове фахове видання. – К. : ПТЗН НАПН України. – 2013. – Т. 38. – № 6. – Режим доступу: <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/ilt/article/view/952#.UurcSm6ccZk>
8. Чернецький І.С. Цифрові вимірювальні комплекси – засіб розвитку дослідницьких якостей суб'єктів пізнавальної діяльності / І.С. Чернецький, І.А. Сліпухіна, С.М. Меньяйлов // Наук. часоп. Нац. пед. ун-ту ім. М.П. Драгоманова. – Сер. № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи : зб. наук. пр. ; [за ред. В.Д. Сиротюка]. – К. : Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2013. – Вип. 40. – С.259-269.
9. Fourier education [Electronic Resource]. – Mode of access: <http://fourieredu.com/2014-bett-awards/>
10. Hom, Elaine J. What is STEM Education? / Live Science Contributor // February 11, 2014 [Electronic Resource]. – Mode of access: <http://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html>
11. Jolly, A. Six Characteristics of a Great STEM Lesson / Education Week: Teacher // June 17, 2014 [Electronic Resource]. – Mode of access: http://www.edweek.org/tm/articles/2014/06/17/ctq_jolly_stem.html
12. Resources for STEM Education [Electronic Resource]. – Mode of access: <http://www.nsfresources.org/home.cfm>
13. Sloan, Willona M. Teaching and Learning Resources for STEM Education / Education Update February, 2012. – Vol. 54. - Number 2. – Mode of access: <http://www.ascd.org/publications/newsletters/education-update/feb12/vol54/num02/Teaching-and-Learning-Resources-for-STEM-Education.aspx>
14. STEM Education Coalition [Electronic Resource]. – Mode of access: <http://www.stemedcoalition.org/>
15. Teaching Advanced Physics [Electronic Resource]. – Mode of access: <http://tap.iop.org/>
16. The Physics Front : Physics and Physical Science Teaching Resources [Electronic Resource]. – Mode of access: <http://www.thephysicsfront.org/search/browse.cfm?browse=GSSS>

І. А. Сліпухіна¹, І. С. Чернецький², С. Н. Меньяйлов¹,
Ж. А. Рудницька¹, Г. Д. Матеєк³

¹Національний авіаційний університет

²Національний центр «Мала академія наук України»

³Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

СОВРЕМЕННЫЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ДИДАКТИКЕ STEM ОРИЕНТИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ

Определены дидактические особенности STEM ориентированных образовательных сред. Выявлена ключевая роль материально-технического, информационного и кадрового обеспечения в реализации STEM образования, дидактические истоки которой находятся в теории и практике проблемного обучения. Выявлены общенаучные принципы исследуемого педагогического подхода: использование научного и инженерного методов исследования окружающей реальности. Теоретически обосновано, что натурный физический эксперимент с использованием цифровых измерительных комплексов, гармонично сочетает все компоненты STEM ориентированного образования и является действенной, эффективной и практически пригодной платформой для ее функционирования и развития. На примере проблемно ориентированного задания по курсу общей физики продемонстрирована методика реализации соответствующего учебного проекта.

Ключевые слова: натурный физический эксперимент, цифровой измерительный комплекс, STEM, образовательная среда, учебно-исследовательская работа, инженерный метод исследования, междисциплинарные связи, лаборатория МАНЛаб.

I. A. Slipukhina¹, I. S. Chernetskiy², S. M. Menyaylov¹,
Zh. O. Rudnytska¹, G. D. Mateik³

¹National Aviation University

²National center «Minor Academy of Sciences of Ukraine»

³Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

MODERN PHYSICS EXPERIMENT IN DIDACTICS OF THE STEM BASED EDUCATION

Didactic features of the STEM-oriented educational environments are investigated in the article. There are fundamental

physical and mathematical principles, critical thinking formation, and accent on gaining practical, informational, social, and personal skills. It was shown the key role of material and technical supplies, information and personnel support in the implementation of STEM education. The education backgrounds are in the theory and practice of problem-based teaching. General scientific principle of the pedagogical approach is revealed; there is the use of methods of scientific and engineering research. Theoretically proved that full-scale physical experiment with the digital measurement systems using combines harmoniously all the compo-

nents of STEM-oriented education. Such experiments are real, efficient, and practically usable platform for the education development. An example of problem-oriented physics task demonstrates technique of implementing the educational project.

Key words: full-scale physical experiment, a digital measuring system, STEM, educational environment, education and research activity, engineering research method, interdisciplinary connections, MANLab laboratory.

Отримано: 22.08.2016

УДК 53(07)

С. П. Стецик

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
e-mail: ssrr@ukr.net

ДЕМОНСТРАЦІЯ ДОСЛІДІВ З ФІЗИКИ ЗА ДОПОМОГОЮ КОМП'ЮТЕРНОГО ВИМІРЮВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ «НАВЧАЛЬНА ЛАБОРАТОРІЯ ІТМ»

У статті розглянуто можливості комп'ютерного вимірювального комплексу та особливості його використання для демонстрації дослідів з фізики, сформульовано алгоритм використання навчальної лабораторії ІТМ, який може бути використано учителями при підготовці демонстрацій з фізики.

У ході дослідження нами проаналізовано можливості комп'ютерного вимірювального комплексу як інструменту для вимірювань з фізики. Також були визначено основні методичні вимоги демонстрацій із використанням навчальної лабораторії ІТМ (м. Харків), які можуть бути використані при навчанні фізики. Означено складові елементи які включає в себе комп'ютерний вимірювальний комплекс.

При вивченні фізики в школі усталеним є використання учителями комп'ютера з метою демонстрації наочностей (відео фрагментів, презентацій, віртуальних моделей тощо). Проте можливості сучасного комп'ютера дозволяють перетворити його на потужний вимірювальний інструмент, який дозволяє вимірювати практично усі фізичні величини в реальному часі та здійснювати запис виконаних дослідів і разом з цим, виконувати демонстрації на більш високому рівні у порівнянні із застосуванням класичного фізичного обладнання.

Використання комп'ютерного вимірювального комплексу як інструменту для вимірювань та демонстрацій з фізики, допоможе підтвердити вивчений матеріал демонстрацією, що підвищуватиме інтерес учнів до вивчення фізики.

Ключові слова: комп'ютерний вимірювальний комплекс, навчальна лабораторія, інструмент вимірювання, демонстраційні дослідів, фізичні вимірювання, фізичне обладнання, інформаційні освітні технології, навчання фізики.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Використання сучасних освітніх технологій у поєднанні з традиційними методиками використання демонстраційного фізичного експерименту є ефективним інструментом, через який реалізуються інноваційні підходи при вивченні фізики, наприклад, діяльнісний, компетентнісний і системний.

Демонстраційні дослідів мають специфічні дидактичні цілі та методику проведення, тому потребують ретельної підготовки.

Комп'ютерний вимірювальний комплекс є досить ефективним для проведення навчального фізичного експерименту, що дозволяє в певній мірі вирішити проблему відсутності сучасного фізичного обладнання і підвищить якість навчального експерименту з фізики. Ефективним є залучення комп'ютерного вимірювального комплексу до шкільного освітнього процесу, що дозволить реалізувати принцип науковості, який передбачає у процесі навчання використання методів, близьких до тих, якими послуговується певна наука [6, с.111].

Використання комп'ютера як інструментарію для проведення фізичних дослідів має ряд методичних переваг. Щоб підкреслити ці переваги, вкажемо основні вимоги до проведення демонстрацій.

Головні методичні вимоги до демонстрацій можна умовно об'єднати у п'ять груп:

1. Учні повинні бути готовими до сприйняття дослідів (наприклад, учням повідомляють мету експерименту).
2. Відносна простота демонстраційної установки: демонстраційна установка повинна складатись із приладів, які відомі учням або відомий принцип їх дії чи доступний для їх розуміння.
3. Дослід повинен бути добре видимим усім учням.
4. Темп демонстрації повинен відповідати темпу усного викладу учителем і швидкості сприйняття учнями.
5. Демонстраційний дослід повинен бути переконливим.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання цієї проблеми і на які спирається автор. Над вирішенням проблеми удосконалення шкільного фізичного експерименту займалися вчені О.І. Бугайов,

М.В. Головки, В.Ф. Заболотний, А.В. Касперський, Є.В. Коршак, О.І. Ляшенко, М.І. Шут.

Дослідженнями можливостей використання ІКТ у навчальному процесі займалися С.П. Величко, М.І. Жалдак, Ю.О. Жук, О.В. Іваницький, М.П. Лапчик, А.Н. Петриця, І.В. Роберт та ін. Застосування ІКТ у процесі підготовки майбутніх учителів та їх подальший вплив у майбутній професії дослідили І.М. Богданова, С.П. Величко, І.С. Войтович, В.В. Мендерецький, Н.О. Цодікова та ін.

Виконання вимірювань за допомогою комп'ютера під час виконання дослідів з фізики у середній та вищій школі висвітлено у роботах Ю.П. Бендеса, О.І. Денисенка, О.С. Мартинюка, В.І. Тищука, Т.М. Яценко та ін.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується запропонована стаття. Проблема зношеності та відсутності фізичного обладнання має місце у більшості шкіл нашої держави. Виникає потреба у заміні експериментального обладнання [2]. У переважній більшості випадків учителі фізики замінюють реальні демонстрації їх відеозаписами, віртуальними симуляторами фізичними явищ і процесів, фізичними експериментами віддаленого доступу за допомогою спеціальних програмно-апаратних комплексів [1].

Метою статті є описати методичні особливості проведення демонстрацій з фізики, із застосуванням комп'ютерного вимірювального комплексу «Навчальна лабораторія ІТМ» (м. Харків).

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів; висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок з цього напрямку. Пропонуємо кілька демонстрацій із використанням комплексу «Навчальна лабораторія ІТМ». Важливим є те, щоб проведення цих демонстрацій, повинне передбачати їх відповідність означеним вище вимогам.

1. *Демонстрація коливань пружинного маятника.* Мета: довести, що коливання пружинного маятника гармонічні.

Для того, щоб довести, що коливання є гармонічними, необхідно показати, що функція залежності координати від