

ІНТЕГРАЦІЯ ТРАДИЦІЙНИХ ТА ІННОВАЦІЙНИХ ПІДХОДІВ ДО ПРОВЕДЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

Анотація. У статті запропоновано інноваційні підходи до традиційного проведення навчального фізичного експерименту. Відзначено відомих науковців-методистів, які внесли вклад в розвиток методики проведення навчального фізичного експерименту. Серед інноваційних підходів виокремлено використання цифрової лабораторії Nova5000, елементів робототехніки на прикладі конструктора «Знаток», технології BYOD та мобільних додатків, а також віртуальних симуляцій сайту Physics Education Technology (Phet). Встановлено, що цифрову лабораторію Nova5000 доцільно включати в цикл лабораторних робіт фізичного практикуму, окремі датчики використовувати під час проведення фронтальних лабораторних робіт, що є важливим чинником для формування знань та умінь працювати з сучасним обладнанням, обробляти результати експериментів, оцінювати отримані залежності тощо. Детально описано такий новий напрямок в дидактиці як застосування технології Bring Your Own Device (BYOD) та мобільних додатків. Наведено коротку інформацію про датчики, що вмонтовуються у смартфони, та які можна використовувати під час проведення фізичного експерименту: акселерометр, гіроскоп, барометр, Global Positioning System, магнітометр, датчик освітленості. Описано можливості мобільного додатку Lab4Physics для проведення фізичних досліджень учнями під час вивчення кінематики рівноприскореного руху, законів Ньютона та сил в механіці, коливних процесів, звукових явищ тощо. Детально описано контент порталу інтерактивних симуляцій Phet. Зосереджено увагу на технічних особливостях роботи з симуляціями, які розміщених на порталі інтерактивних симуляцій Phet та дидактичних можливостях симуляцій, які призначені для якісного дослідження фізичних явищ, розуміння принципу роботи приладів та установок, для встановлення та дослідження функціональних залежностей фізичних величин та побудову графіків.

Ключові слова: навчальний фізичний експеримент, фізичні дослідження, цифрова лабораторія Nova5000, технологія BYOD, мобільні додатки, Lab4Physics, датчики, інтерактивні симуляції.

INTEGRATION OF TRADITIONAL AND INNOVATIONAL APPROACHES TO A TRAINING PHYSICAL EXPERIMENT

Abstract. Innovative approaches to the traditional conduct of a physical experiment are proposed in the article. Well-known methodologists who have contributed to the development of the methodology for conducting an

educational physical experiment are identified. To use the Nova5000 digital laboratory, robotics components such as the Expert, BYOD technology and mobile applications, as well as virtual simulations of Physics Education Technology (Phet) site are among the innovative approaches. It has been established that the digital laboratory Nova5000 should be included in the cycle of laboratory works of the physical workshop; separate sensors should be used during frontal laboratory work, which is an important factor for the formation of knowledge and skills to work with modern equipment, to process the results of impregnations, to evaluate the obtained dependencies, and so on. This new direction in didactics as applied to Bring Your Own Device (BYOD) technology and mobile applications is described. Brief information on sensors built into smartphones that can be used during a physical experiment is: accelerometer, gyroscope, barometer, Global Positioning System, magnetometer, light sensor. The capabilities of the mobile application Lab4Physics for conducting physical research by students in the study of the kinematics of equinox motion, Newton's laws and forces in mechanics, oscillatory processes, and sound phenomena are described. The Phet interactive simulation portal content is described in detail. Attention to the technical features of working with the simulations that are hosted on the Phet interactive simulation portal. Attention to the didactic capabilities of simulations, which are intended for qualitative research of physical phenomena, understanding of the principle of the operation of devices and installations, for the establishment and study of functional dependencies of physical quantities and plotting is concentrated.

Key words: *physical physical experiment, physical research, Nova5000 digital laboratory, BYOD technology, mobile applications, Lab4Physics, sensors, interactive simulations.*

Постановка проблеми. В методиці навчання фізики чільне місце відводиться навчальному фізичному експерименту. Навчальний фізичний експеримент як органічна складова методичної системи навчання фізики забезпечує формування в учнів знаннєвої, діяльнісної та оцінювальної компонент змісту освіти. Традиційно для виконання різних видів фізичного експерименту застосовуються спеціально виготовлені прилади, засоби та установки. Поява нових засобів та технологій надає змогу модернізувати та вдосконалити систему навчального фізичного експерименту і, відповідно, розробляти нові методи і прийоми організації діяльності учнів.

Питання методики навчального фізичного експерименту були актуальними з моменту генезису методики навчання фізики взагалі. Серед видатних методистів, які займалися даними питаннями слід відзначити Е.М. Горячкіна, О.А. Покровського, С.А.Хорошавіна, Є.В.Коршака.

Серед сучасних українських вчених-методистів найбільш вагомий внесок у розвиток даного питання здійснили П.С.Атаманчук, С.П.Величко, О.І.Ляшенко, В.В.Мендерецький. Їхні праці присвячені методиці проведення навчального фізичного експерименту з використанням традиційного фізичного обладнання. Поява нового сучасного обладнання, цифрових лабораторій та розвиток високих технологій зумовлює потребу вдосконалення та оновлення методики навчального фізичного експерименту. Питання поєднання віртуального та реального в навчальному фізичному експерименті за допомогою цифрових лабораторій стали предметом дослідження В.Ф.Заболотного, А.В.Лаврової, М.О.Моклюка, А.Н.Петриці [1], [2], [3], [4]. Використанню технології BYOD в освітньому процесі присвячені праці В.М.Кухаренко, С.Г.Литвинової, Н.В.Рашевської, О.В.Слободяник, С.С.Пудової. Однак, в них лише розглядається використання мобільних додатків в якості джерел інформації. Залишається не розкритим питання використання елементів робототехніки під час навчання фізики.

Метою статті є опис інноваційних підходів до проведення навчального фізичного експерименту на основі використання сучасних засобів та технологій.

Слово «експеримент» походить від латинського «experimentum» (випробування). Експеримент – спостереження і аналіз явищ, що досліджуються в певних умовах, які дозволяють спостерігати за перебігом явища і відтворювати його кожного разу за фіксованих умов. З педагогічної точки зору демонстрація дослідів здійснюється: для ілюстрації пояснень учителя; для ілюстрації застосування вивчених фізичних явищ та теорій в техніці, технологіях та побуті; для збудження та активізації пізнавального інтересу до фізичних явищ та теорій; для перевірки припущень, висунутих учнями в ході обговорення навчальних проблем; слугує джерелом отримання знань; виступає критерієм істинності нових знань і слугує для більш повного і глибокого розуміння теоретичних висновків; як засіб наочності навчання фізики.

Для постановки навчального фізичного експерименту тривалий час використовувалось традиційне фізичне обладнання, яке постачалось в заклади середньої освіти. На жаль, тривалий час не відбувалось оновлення шкільних фізичних кабінетів у зв'язку з певними об'єктивними причинами. Наразі в Україні налагоджено виробництво з виготовлення фізичного обладнання і за наявності фінансування фізичні кабінети можуть поповнюватись новим обладнанням. В першу чергу планується оснащувати сучасними фізичними кабінетами опорні школи.

Окрім традиційного фізичного обладнання, для забезпечення якісного формування знаннєвого, діяльнісного та оцінювального компонентів змісту освіти пропонуємо наступні інноваційні підходи:

використання цифрової лабораторії Nova5000, елементів робототехніки, наприклад, конструктора «Знаток», технології BYOD та мобільних додатків, а також віртуальних симуляцій сайту Phet.

Цифрову лабораторію Nova5000 включаємо в цикл лабораторних робіт фізичного практикуму, окремі датчики використовуємо під час проведення фронтальних лабораторних робіт. Робота учнів з сучасними цифровими вимірювальними датчиками є важливим чинником для формування знань та умінь працювати з сучасним обладнанням, обробляти результати експериментів, оцінювати отримані залежності тощо.

Конструктор «Знаток» використовуємо для виконання індивідуальних завдань, дослідницьких проєктів під час вивчення електромагнітних явищ.

Новим напрямком в дидактиці є застосування технології BYOD та мобільних додатків. Bring Your Own Device (BYOD) – нова глобальна концепція, технологія, яка просувається швидким темпом в США і передбачає можливість використання співробітниками компаній власних мобільних пристроїв в процесі роботи. Тобто ця технологія виникла в сфері бізнесу, але таку ідею можна використовувати і в освітньому процесі. Під час вивчення фізики є можливість використання мобільних додатків, а також датчиків, які вбудовані в смартфони. В сучасні смартфони вбудовуються акселерометр, гіроскоп, барометр, GPS (Global Positioning System), магнітометр, датчик освітленості. За допомогою програми Sensor Kinetics (<http://goo.gl/gTLJyC>) можна перевірити, які датчики знаходяться у смартфоні чи планшеті. Акселерометр (Accelerometer) або G-сенсор дозволяє вимірювати прискорення одночасно в декількох площинах (уздовж осей X, Y, Z). Це допомагає визначати положення пристрою в просторі, встановлюючи кут його нахилу відносно поверхні Землі. Завдяки акселерометру гаджет реагує на повороти: альбомна орієнтація перетворюється на книжкову і навпаки, а також пристрій реагує на струшування або удар. Додаток для Android можна завантажити за адресою <http://goo.gl/ayZRI2>, аналогічний додаток для пристроїв на базі iOS – <http://goo.gl/Dc2a7h>.

Гіроскоп (Gyroscope) також є інерційним датчиком. Його назва походить від двох давньогрецьких слів: γῦρος – «коло» і σκοπέω – «дивлюся». Гіроскоп – це пристрій, який здатний реагувати на зміну кутів повороту навколо трьох осей координат X, Y, Z, при цьому відстеження переміщення відбувається відносно трьох площин одночасно. Гіроскоп дозволяє визначити орієнтацію пристрою в просторі і пов'язує ці дані з віртуальним світом [3]. Використовується цей датчик при роботі програми Smart Measure, призначенням якої є вимірювання висоти та відстані до об'єкта.

Барометр (Barometer) призначений для вимірювання атмосферного тиску, завдяки чому можна спрогнозувати погоду [2]. Для пристроїв з таким датчиком передбачено низку додатків (рис.3), які дозволяють не лише вимірювати атмосферний тиск, але й аналізувати виміри, будуючи графіки по днях і по годинах та прогножуючи зміни погоди або самопочуття людини (<http://goo.gl/vfUcHG>).

GPS (Global Positioning System). Визначити місце розташування об'єкта можна по вишкам стільникового зв'язку, по Wi-Fi і за допомогою GPS. Приймач GPS корисний тим, що його можна використовувати не тільки для навігації або визначення координат місцевості, а можна сфотографувати місцевість і вказати її GPS-координати (геотеги). Також, знаючи, де користувач знаходиться в даний момент, програми для роботи з GPS мають функцію перегляду прогнозу погоди даної місцевості. Функціональність GPS можна використовувати в різних додатках, таких як My Tracks (<http://goo.gl/KaZLTu>), TraceMyTrack і подібних їм (рис.4). За допомогою цих програм запам'ятовується пройдений користувачем маршрут, швидкість руху, визначається відстань і витрачений час, а потім ця інформація прив'язується до карти.

Магнітометр (Magnetometer) вимірює силу магнітного поля уздовж осей X, Y і Z, а також магнітні властивості матеріалів [4]. Використовувати такі датчики можна в процесі досліджень рівня магнітного поля під час вивчення курсу фізики в 9 класі (Розділ 3. Магнітне поле). Вимірювання можна здійснювати в різних місцях – в школі, вдома, на вулиці в різних куточках населеного пункту чи поза ним. Для цього доцільно використовувати один із додатків MetalDetector для Android (<http://goo.gl/ihpS6e>), зображених на рис.5.

Датчик освітленості (Light sensor) автоматично регулює яскравість екрану, встановлюючи найбільш комфортне значення в залежності від умов освітлення навколо. Якщо гаджет знаходиться в темному приміщенні, то яскравість дисплея зменшується, щоб зайвий раз не дратувати очі. В результаті чого можна не тільки підвищити комфорт при роботі, але і збільшити час роботи батареї. У той же час при використанні пристрою в сонячну погоду, яскравість буде вищою, для того щоб інформація з екрану була зручна для читання. Датчики освітленості можна використати для дослідження рівня освітленості приміщення при вивченні курсу фізики в 9 класі (Розділ 3. Світлові явища). Для такої роботи можна використати такі додатки (рис.7), як Lux Metr, Light Meter, Luxmeter (<http://goo.gl/jEHxCA>) для пристроїв на базі ОС Android.

Окрім датчиків, пропонуємо під час формування експериментальних умінь учнів використовувати мобільний додаток Lab4Physics. Використовуючи даний додаток можна провести низку експериментів з розділів курсу фізики. Особливістю цього додатку є те, що смартфон використовується як об'єкт дослідження. Для учителя розроблено методичні рекомендації, інструкції до виконання робіт. В свою чергу для учня також

пропонується інструкція та орієнтир для звіту. Єдина складність полягає в тому, що інтерфейс і всі методичні матеріали англomовні.

Розглянемо методичні підходи до формування експериментальних умінь учнів на прикладі організації їх діяльності на порталі інтерактивних симуляцій Phet (Physics Education Technology <http://phet.colorado.edu/>), який був створений у 2004 році науковими співробітниками Університету Колорадо (США) і наразі підтримується Національним Науковим Фондом (США), департаментами освіти, Microsoft Research та іншими науковими і дослідницькими установами й організаціями. На сайті розміщено понад 75 млн. різного рівня симуляцій з предметів природничого циклу та математики, які постійно оновлюються. До того ж на сайті подано короткі методичні настанови та рекомендації щодо використання симуляцій. Сайт англomовний, але низку симуляцій перекладено на 68 мов світу; є безкоштовним для використання і досить популярнішим, про що свідчить понад 170 тис. гіперпосилань на нього із інших сайтів і наукових статей щодо його використання під час вивчення природничих дисциплін. Розроблені інтерактивні моделі можуть бути використані на уроках пояснення нового матеріалу, в процесі підготовки та проведенні лабораторних робіт і в якості домашнього завдання [3].

Симуляції написані на Java і у Флеш, тому вони можуть бути завантажені і переглядатись за допомогою стандартного веб-браузера (Flash і Java). Для запуску або завантаження використовуються відповідні кнопки «Run Now!» або «Download», для отримання html-коду для вставки моделі на веб-сторінку - кнопка «Embed». При натисканні на кнопку «Run Now!» (якщо симуляція створена на Flash) модель запуститься у браузері, у випадку, якщо модель написана на Java вона автоматично зберігається в кеш WebStart і відкривається під час запуску програми. Результат натискання кнопки «Embed» також залежить від «природи» обраної моделі: моделі, створені на Java мають лише код для вставки картинки, яка запустить модель при натисканні, а моделі, розроблені на Flash дають можливість вставити на сторінку повністю активну копію моделі.

Phet також дає змогу завантажити весь веб-сайт на комп'ютер, для того, щоб використовувати будь-які моделі навіть за відсутності Інтернет-з'єднання. Якщо виникає необхідність отримати копію сайту на комп'ютері, то в розділі «How to Run Simulations» слід вибрати пункт «Full Install» і будуть запропоновані на вибір три посилання для завантаження інсталяторів повного Phet Offline пакета на Windows, Mac OS X або Linux. На панелі навігації сайту, яка розташована ліворуч, наведено перелік симуляцій за певними рубриками:

- «Cutting Edge Research» - симуляції ультрасучасних досліджень;
- «By Grade Level» – в даній рубриці симуляції розділені у відповідності до ступеней навчання - початкова школа, середня школа, старша школа, університет;
- «All Sims» - в даній рубриці симуляції розташовані в алфавітному порядку у вигляді списку посилань;
- «Translated Sims» - в даній рубриці подано таблицю, в якій зазначено моделі, що переведені на різні мови.

Для візуального уявлення і розуміння фізичних явищ, законів, закономірностей тощо розробники використали мультиплікацію, моделювання та графічне подання функціональних залежностей, а також надали можливість віртуально керувати процесами, використовуючи такі дії як «натиснути і перетягнути», а також різноманітні повзунки і перемикачі. Окрім того, у моделі включені віртуальні вимірювальні прилади, наприклад, лінійки, годинники, якими можна керувати, вольтметри, амперметри, термометри тощо. Користувач, маніпулюючи цими інтерактивними інструментами, може отримувати конкретні значення фізичних. Також є можливість спостерігати за декількома пов'язаними об'єктами і параметрами (відображається рух об'єктів, графіки, числові значення тощо).

Як свідчить огляд Phet-симуляцій, розробниками запропоновано такі основні типи симуляцій [3]:

- на якісне дослідження фізичних явищ;
- на розуміння принципу роботи приладів та установок;
- на встановлення та дослідження функціональних залежностей фізичних величин;
- на дослідження функціональних залежностей фізичних величин та побудову графіка.

На нашу думку, доповнення традиційних методів проведення навчального фізичного експерименту інноваційними підходами, які базуються на використанні сучасних засобів та їх програмного забезпечення, нових технологій тощо сприятиме підвищенню інтересу учнів до вивчення фізики та залучення якомога більшої кількості учнів до свідомого освоєння експериментальних методів пізнання фізичних явищ та процесів.

Список використаних джерел:

1. Заболотний В.Ф., Моклюк М.О., Мисліцька Н.А. Експериментальне вивчення законів ідеального газу засобами сучасних інформаційно-комунікаційних технологій // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. Вип. 48: Збірник наукових праць. К. : Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2014. С.58-64.
2. Лаврова А.В., В.Ф. Заболотний Використання сучасних цифрових лабораторій у навчальному фізичному

Розділ 2 Психолого – педагогічні проблеми навчання, виховання та розвитку учнів у закладах професійної (професійно – технічної) освіти

експерименті/Інноваційні технології управління якістю підготовки майбутніх учителів фізико-технологічного профілю: збірник матеріалів міжнародної наукової конференції. Кам'янець-Подільський: Аксіома, 2013. С. 69-70.

3. Мисліцька Н.А. Організація фахової підготовки майбутнього учителя фізики з використанням методичної пропедевтики: монографія. Вінниця:ТОВ Нілан-ЛТД, 2017. 308 с.

4. Петриця А.Н. Поєднання віртуального та реального в навчальному фізичному експерименті за допомогою цифрової лабораторії nova5000// Наукові записки. Випуск 4. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Ч. 2. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2013, С.178-181.