

корней и вычисления значения функции и её второй производной (в методе касательных) предлагается использование инструментария СКМ Sage, для уточнения приближенных значений корней – ЭТ Google. Решение одного уравнения тремя способами способствует сравнению скорости сходимости, а использование нескольких средств ИКТ, в том числе и облачно-ориентированных, способствует формированию информатических компетентностей (как ключевых, так и предметных) на высоком уровне. И, как результат, для решения конкретной прикладной задачи, моделью которой является нелинейное уравнение с одной переменной, студент осуществляет выбор метода и средства с учетом их преимуществ и недостатков в определенных условиях.

Ключевые слова: метод половинного деления, метод хорд, метод касательных, электронные таблицы Google, система компьютерной математики Sage.

Mintij I. S., Shokalyuk S. V. Means implementation of numerical methods for solving nonlinear equations.

The article describes the guidelines to laboratory work "The solution of nonlinear equations" course "Computational Mathematics" for students of physics and mathematics and the natural faculties of pedagogical high school with the use of cloud-oriented funds. The stages of separation of roots of the equation and clarify bisection method, the method of chords and tangents method with a certain accuracy. We describe the essence and methods of implementation are given samples of all stages of the problem with the help of selected ICT tools – sheets Google and system of computer mathematics (SCM) Sage. Thus, at the stage of separating the roots for plotting functions used SCM Sage on the stage of improving the automation of computing the root conveniently organize with Google ET, and to clarify the method of tangents to use web-SCM Sage to compute the values of the function and its second derivative. The solution of an equation in three ways conducive than the rate of convergence and the use of multiple ICT, including cloud-oriented, contributes to the formation of IT competencies (as key, and subject) at a high level. And as a result, for specific applications, a model of which is a nonlinear equation, the student chooses the method and means of taking into account their strengths and weaknesses in certain circumstances.

Keywords: bisection method, chord method, tangents method, Google Sheets, system of computer mathematics Sage.

УДК 372.853

О. О. Пасько

Сумський державний педагогічний університет
імені А.С.Макаренка

Л. В. Олгодворець

Сумський державний університет

МОЖЛИВОСТІ ВДОСКОНАЛЕННЯ ШКІЛЬНОГО ДЕМОНСТРАЦІЙНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ З ФІЗИКИ ЗАСОБАМИ СУЧАСНОЇ ЦИФРОВОЇ ТЕХНІКИ

Стаття присвячена розв'язанню проблеми вдосконалення шкільного демонстраційного фізичного експерименту. У роботі здійснено аналіз стану теоретичної розробки та практичного впровадження методів вдосконалення демонстраційного експерименту на основі вивчення філософської дидактичної та методичної літератури з даного аспекту. Визначено функції шкільного демонстраційного фізичного експерименту, з'ясовано методичні основи та вказано особливості його проведення. Встановлено складності, що можуть виникати під час

підготовки та демонстрації фізичних явищ. Виявлено головні напрями підвищення ефективності демонстраційного експерименту шляхом використання цифрових технологій, враховуючи наявні вимоги до проведення демонстрацій та їх потенційні можливості щодо подання інформації. Запропоновано методичні рекомендації щодо вдосконалення демонстраційного експерименту на основі сучасної цифрової техніки.

Ключові слова: демонстраційний експеримент, методика навчання фізики, засоби навчання, цифрова техніка, комп'ютерна модель, експериментаторські уміння.

Постановка проблеми. Фізика як наука вивчає найбільш загальні властивості та закономірності поведінки матеріальних об'єктів та їх систем. Фундаментальні основи фізичної науки та найважливіші її технічні доповнення складають зміст фізики як навчального предмета. Одним з основних методів пізнання фізичних процесів є саме демонстраційний фізичний експеримент. У ході його виконання та сприйняття результатів учні вчаться розпізнавати явища та з'ясовують їхню сутність, визначають умови, за яких ці явища виникають, під час їхнього багаторазового спостереження й детального вивчення якісно та кількісно описують досліджувані явища, знаходять причинно-наслідкові зв'язки між ними та роблять самостійні висновки. За словами В.Д. Сиротюка демонстраційний експеримент слугує одночасно джерелом знань, методом навчання і засобом наочності [3, 169].

Однак, труднощі щодо оснащення навчальних фізичних лабораторій сучасним обладнанням та активна комп'ютеризація навчальних закладів обумовлюють тенденцію витіснення навчального експерименту його моделюванням. Так під час пояснення матеріалу вчителем інформація про експеримент у вигляді статичних чи динамічних ілюстрацій з'являється на класній дошці, демонстраційному плакаті, слайдах презентації чи анімаційному ролику в низці випадків за відсутності первинної натурної демонстрації фізичних явищ. Однак подібні тенденції ставлять під загрозу реалізацію експериментальної компетенції школярів, що передбачає формування в учнів умінь планувати та підготувати експеримент, проводити спостереження, здійснювати вимірювання фізичних величин, обробляти та інтерпретувати результати експерименту.

Таким чином, для вирішення проблеми вдосконалення фізичного демонстраційного експерименту необхідне обґрунтоване комплексне використання традиційних та новітніх засобів з дотриманням специфічних психолого-педагогічних вимог до постановки експериментів.

Аналіз актуальних досліджень. Питанням удосконалення змісту, методики і техніки шкільного демонстраційного експерименту з фізики використанням електронних засобів присвячені роботи О.І. Бугайова, С.У. Гончаренка, Є.В. Коршака, Б.Ю. Миргородського, В.Г. Разумовського, О.В. Сергеева, М.М. Шахмаєва та інших. Подальший розвиток проблеми відображений у роботах А.І. Анциферова, В.О. Бузова, С.П. Величка, Ю.І. Діка, М.В. Каленика, Д.Я. Костюкевича, О.С. Мартинюка, О.А. Покровського, та інших.

Мета статті полягає в описі сутності шкільного фізичного демонстраційного експерименту, визначенні на основі теоретичного й практичного аналізу педагогічних умов та розробці методичних рекомендацій щодо можливостей його удосконалення засобами сучасної цифрової техніки.

Для досягнення поставленої мети застосовувалися такі методи дослідження: аналіз джерел з проблеми дослідження, узагальнення на основі вивчення психолого-педагогічної та науково-методичної літератури, інтерв'ювання вчителів.

Виклад основного матеріалу. Для з'ясування змісту вислову «демонстраційний експеримент», слід звернутися до понять «демонстрація» та «експеримент».

У філософському словнику - «демонстрація (від лат. demonstratio – вказівка) – доказ; ... те ж саме, що наочна ілюстрація процесу предмета (напр., шляхом експерименту)» [5].

Експеримент (від лат. *experiment* – проба, дослід) там же визначається як «планомірно проведене спостереження; планомірна ізоляція, комбінація й варіювання умов з метою вивчення явищ, що від них залежать...» [5].

Проаналізувавши існуючі визначення, під терміном «демонстраційний експеримент», будемо розуміти наочну демонстрацію фізичних явищ і процесів з метою їх вивчення шляхом активного впливу на них суб'єктів навчального процесу, відповідно до цілей дослідження.

Сукупність прийомів поведінки з обладнанням демонстраційного експерименту у процесі підготовки й проведення демонстрацій, які забезпечують їх точність та виразність називають *технікою демонстрування*.

Сукупність методів та прийомів, що забезпечують ефективність демонстрацій, найкраще сприйняття їх учнями, називають *методикою демонстрування*.

Демонстраційний експеримент у навчальному процесі з фізики відіграє вагомий роль, оскільки його використання дозволяє:

- продемонструвати фізичні явища, що розглядаються, у педагогічно трансформованому вигляді;
- проілюструвати зміст встановлених у науці закономірностей та фізичних законів у доступній для учнів формі;
- забезпечити наочність у навчанні;
- продемонструвати школярам основи експериментального методу вивчення фізичних явищ;
- формувати в учнів експериментаторські уміння та навички;
- посилити пізнавальну мотивацію школярів під час вивчення фізики.

У навчальному процесі фізики демонстраційний експеримент надає можливість вирішити низку педагогічних завдань:

1. *Побудити та активізувати пізнавальний інтерес тих, хто навчається.* Демонстраційний експеримент, особливо, якщо він має проблемний характер, може стати «поштовхом» до активної пізнавальної діяльності учнів. Так, під час явища поверхневого натягу проблемна ситуація може бути створена з допомогою демонстрації плавання металевої голки на поверхні води у склянці.

2. *Проілюструвати пояснення вчителя.* Під час демонстрації досліду вчитель має можливість керувати пізнавальною діяльністю учнів, акцентуючи увагу на найбільш важливих деталях експерименту, покращуючи розуміння сутності демонстрованих фізичних явищ та процесів.

3. *Встановити фізичні закономірності та перевірити деякі їх наслідки.*

4. *Перевірити припущення, що були висунуті учнями у процесі обговорення навчальних проблемних ситуацій.*

5. *Підвести учнів до розуміння сучасних фізичних методів дослідження.* Правильно організована демонстрація фізичного явища чи процесу є для учнів зразком діяльності під час організації та проведення експерименту.

6. *Продемонструвати школярам приклади застосування фізичних явищ та процесів у техніці, технологіях та побуті.* Ознайомлення школярів з об'єктами техніко-технологічного характеру дозволяє поглибити й систематизувати знання учнів з фізики, а також проілюструвати зв'язки фізики з технікою та сучасними технологіями.

Демонстраційний експеримент у школі є основою вивчення фізики. Без перебільшення можна сказати, що якість знань і практична підготовка учнів з фізики перебувають у прямій залежності від якості фізичного експерименту.

У методиці навчання фізики розроблені певні правила проведення демонстраційного експерименту з фізики. Загалом, ці правила можна сформулювати таким чином:

1. Демонстрація повинна максимально сприяти з'ясуванню сутності питання, що розглядається, відбираючи мінімум часу для організації, показу й пояснення.

2. Принцип роботи установки повинен бути ясний і простий, щоб за кілька хвилин він міг бути чітко пояснений учнями і сприйнятий ними.

3. Демонстрація може вважатися дієвою лише тоді, коли забезпечено видимість головного у ній для всієї аудиторії одночасно.

За історію свого становлення фізичний експеримент зазнавав безліч перетворень. Значно розширити діапазон спостережуваних явищ та процесів дозволили технічні засоби навчання. У різні роки в шкільну освіту впроваджувалися різні аналогові засоби, поява яких піднімала на якісно новий рівень інформаційне забезпечення системи загальної середньої освіти:

- засоби для запису й відтворення звуку – електрофони, магнітофони, CD-програвачі;

- системи й засоби телефонного і радіозв'язку – телефонні та факсимільні апарати, телетайпи, системи радіозв'язку;

- системи й засоби телебачення, радіомовлення – радіоприймачі, навчальне телебачення і радіо, DVD-програвачі;

- оптична й проекційна кіно- і фотоапаратура – фотоапарати, кінокамери, діапроектори, кінопроектори, епідіаскопи тощо.

За допомогою аналогових технічних засобів навчання демонструвалися нерухомі й рухомі фізичні об'єкти, в разі кіно- і відеофільмів демонстрації супроводжувалися мовою і звуком. Характерною особливістю усіх цих демонстрацій був той факт, що засоби проекції динамічних зображень без додаткових модернізацій не залишали можливості користувачеві впливати на хід демонстрації під час роботи з ними. Їх можна було демонструвати або фрагментарно, або цілком без можливості регулювання швидкості відтворення, повторення певного фрагменту демонстрації, що накладало суттєві обмеження на методику застосування останніх у навчальному процесі. При цьому під час використання кіноапаратури та епіпроектора виникала необхідність затемнення кабінету, що перешкоджало вчителю належним чином керувати пізнавальною активністю учнів та у деякій мірі знецінювало методичні задуми розробників цих навчальних матеріалів.

Крім того, можна виокремити деякі труднощі в організації традиційного демонстраційного експерименту:

- 1) швидкоплинність (надмірна тривалість) фізичного процесу чи явища робить неефективною або взагалі унеможливорює його демонстрацію в умовах шкільного фізичного кабінету;

- 2) певні процеси неможливо спостерігати у реальному експерименті, наприклад, зміну проміжків між молекулами речовини під час деформації;

- 3) технічні характеристики пристрою (розміри, собівартість, складність конструкції, потенційна загроза здоров'ю тощо) не дозволяють у реальності продемонструвати його будову та принцип дії;

- 4) висока собівартість, громіздкість обладнання або ж токсичність використовуваних у досліді матеріалів;

- 5) є необхідність продемонструвати дрібні деталі установки;

- 6) необхідно сконцентрувати увагу школярів на певних деталях досліду, аби зрозуміти фізичну сутність спостережуваного явища.

Комп'ютерна демонстрація дослідів на уроках фізики має широкі перспективи використання технологій цифрового моделювання і при цьому передбачає збір та розробку специфічних аудіовізуальних інформаційних матеріалів, що утворюють медiateку фізичних об'єктів – це статичні рисунки, фотографії та динамічні відео- та звукові фрагменти, анімації, а також комп'ютерні інтерактивні моделі дослідів.

Методика демонстрування будь-якого з перелічених конструктів має відповідати загальнодидактичним вимогам. Цифрові модельні демонстрації мають деякі специфічні особливості. Для реалізації принципу наочності необхідно враховувати два аспекти:

оптимальна побудова інтерфейсу ресурсу та реалістичність модельних зображень.

Структура діяльності учнів у процесі проведення демонстраційного експерименту з фізики на основі цифрової техніки може бути такою [1].

1. Виходячи із логіки вивчення конкретного фрагменту навчального матеріалу, визначається мета експерименту, його задачі або висувається гіпотеза, яку треба перевірити.

2. З'ясовується яким шляхом можна вирішити сформульоване перед цим завдання, зокрема з'ясовується принципова схема дослідної установки.

3. Визначаються необхідні прилади й матеріали.

4. Складається (аналізується віртуальна) дослідна установка.

5. Визначається послідовність операцій під час виконання дослідів.

6. Звертається увага учнів на те, за чим треба спостерігати. Виконується дослід. Фіксуються результати спостережень.

7. Аналізуються одержані результати і формуються відповідні висновки.

Застосовують подібні демонстрації звичайно в тому випадку, якщо відсутнє або вийшло з ладу необхідне обладнання, якщо дослід або фізичне явище швидко (повільно) протікає, якщо використовуються дорогі витратні матеріали, коли у ході дослідів не забезпечується необхідна видимість, якщо дослід не відповідає вимогам безпеки, якщо потрібно показати виробничий процес або явища природи і врешті, якщо натурна демонстрація не забезпечує у повній мірі розуміння сутності явища чи процесу, що вивчається.

Із впровадженням у навчальний процес *цифрової техніки* істотно розширилися можливості проведення фізичних демонстрацій. Це пов'язано з тим, що з'явилася можливість використовувати програмно-апаратні засоби та пристрої, що функціонують на базі мікропроцесорної техніки, сучасні засоби та системи інформаційного обміну, які забезпечують збір, зберігання, обробку та передачу інформації.

Можна виділити наступні напрямки розвитку цифрового моделювання.

1. Моделювання явищ і процесів, що реально протікають, з можливістю встановлення й зміни початкових і граничних умов, здійснення вимірювання фізичних величин, обробки результатів вимірювань та побудови графіків, діаграм, таблиць.

2. Конструювання реальних або віртуальних об'єктів у дво- або тривимірному просторі, задання переміщень, змін параметрів та форми об'єктів у часі й просторі.

3. Моделювання та візуалізація явищ і процесів, що протікають у складних системах або агрегатах під час високих чи низьких температурах, занадто швидко чи повільно. Вивчення цих явищ, закономірностей їх протікання, зміна параметрів роботи системи, вимірювання необхідних даних та їх обробка, можливість просування «вглиб екрана».

4. Управління роботою реальної системи (пристрою, машини) з можливістю зняття показань за допомогою спеціальних датчиків, побудова на основі цих даних таблиць, діаграм, графіків.

Отже, першим напрямом удосконалення демонстраційного експерименту є застосування презентаційної техніки (мультимедіа-проектор, комп'ютер, документ-камера, кінокамера та ін.), яка дозволяє організувати не тільки інформаційну підтримку експерименту, а й урізноманітнити демонстрації і поліпшити їх якість.

Можна виділити такі *переваги* демонстраційних дослідів на основі цифрових технологій:

- реалізують доповнення натурального експерименту;
- відображають лише необхідні для вивчення прояви явища чи закономірні зв'язки між об'єктами;
- за рахунок ефектних візуальних прийомів дозволяють зосередити увагу учнів на істотних властивостях досліджуваного об'єкта і сприяти тим самим більш глибокому розумінню його сутності;
- заощаджують час, який витрачається на збирання та перевірку

експериментальної установки.

Іншу групу засобів на основі цифрових технологій складають різні вимірювальні комплекси з системою датчиків, що дозволяють використовувати їх під час проведення експерименту.

Із розвитком комп'ютерної техніки з'явився *автоматизований* натурний демонстраційний експеримент, тобто експеримент із застосуванням спеціальних датчиків з'єднаних з персональним комп'ютером. Традиційно серед різних вимірювальних приладів за способом відображення результатів вимірювань найпоширенішими є аналогові. Однак, цифрові вимірювальні прилади, які останнім часом набувають усе більшого поширення, дають змогу оперативно та з великою точністю виконувати вимірювання, при цьому контролювати багато параметрів, видавати покази вимірювань у формі, зручній для обробки або передачі без втрати точності. Усе це сприяє впровадженню таких приладів у навчальний фізичний експеримент. При реалізації такого експерименту можлива візуалізація фізичного явища, а також отримання різних функціональних залежностей безпосередньо на екрані комп'ютера.

Однак, не можна повністю замінювати реальні досліди їх віртуальними аналогами, оскільки при цьому втрачається мета дослідження, а саме формування практичних вмінь та навичок учнів, опанування методів експериментальних досліджень і вмінь роботи з принциповими схемами та установками. Також не завжди доцільним буде використання цифрових вимірювальних приладів чи установок, оскільки робота з аналоговими приладами є більш наочною, учні вивчають фізичну основу дії приладів та не втрачають експериментальних вмінь та навичок (як під час роботи з установками, що збираються з готових блоків).

Висновки. Матеріали здійсненого аналізу дозволяють стверджувати, що демонстраційний фізичний експеримент на основі цифрових технологій має певні переваги перед традиційною його постановкою за допомогою фізичних приладів. Серед них можна виокремити такі його можливості:

- задання необхідних умов проведення експерименту і параметрів досліджуваної системи об'єктів (без загрози її стану, із забезпеченням збереження компонентів експериментальної установки, а також дотриманням безпеки постановки дослідження);
- можливість зупинки та поновлення перебігу дослідження з метою аналізу проміжних результатів чи зміни певних його параметрів;
- ілюстрування характеру функціональної залежності та динаміки її зміни при варіюванні умов проведення дослідження;
- оперативна візуалізація результатів експерименту у вигляді послідовності значень шуканих параметрів, графіків, діаграм або динамічного графічного зображення особливостей поведінки досліджуваного об'єкта у заданих умовах.

На завершення необхідно підкреслити, що учні повинні розуміти: віртуальна реальність – це лише уявна модель реального світу, яка використовується для його пізнання. Жоден "віртуальний експеримент" не замінить реального. У результаті проведення дослідження за допомогою комп'ютера, у школяра не можуть бути сформовані певні складові експериментаторської компетентності: складання установки, користування вимірювальними приладами і т. ін. Тому головне, щоб електронний варіант демонстрації комп'ютерних моделей в жодному разі не виключав традиційної постановки демонстраційних дослідів із використанням відповідного фізичного обладнання та став гармонійним доповненням останнього.

Перспективи подальших наукових досліджень. Натурний дослід, віртуальна модель явища, навчальний текст (або усне пояснення вчителя) – все це у комплексі – повинно визначати принципово нову якість подачі навчальної інформації. Таким чином, матеріали дослідження можуть стати основою для подальшого розвитку теорії та методики використання фізичного експерименту у процесі навчання фізики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Каленик М. Методика віртуального демонстраційного фізичного експерименту / М. Каленик, О. Пасько // Фізика та астрономія в школі : Науково-методичний журнал. – 2009. – N 1. – С. 29-32.
2. Кузьменко О., Величко С. Шкільного фізичний експеримент як чинник розвитку самостійної пізнавально-пошукової діяльності школярів // Наукові записки. – Випуск 82. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка. – 2009. – Частина 1. – С. 156-161.
3. Сиротюк В. Д. Теоретико-методичні засади використання дидактичних засобів у навчанні фізики в школах інтенсивної педагогічної корекції : дис. д-ра пед. наук : 13.00.02 / Сиротюк В. Д. – К., 2005. – 456 с.
4. Навчальний фізичний експеримент як основний вид діяльності при вивченні фізики [Електронний ресурс] / Одарчук К.М. Режим доступу : http://www.nbuv.gov.ua/-portal/Soc_Gum/Vchdpu/ped/2011_89/odarch.pdf
5. Философский словарь. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.t4w.ru/>

Пасько О.А., Отодворец Л.В. Возможности совершенствования школьного демонстрационного эксперимента по физике средствами современной цифровой техники.

Стаття посвящена решению проблемы совершенствования школьного демонстрационного физического эксперимента. В работе проведен анализ состояния теоретической разработки и практического внедрения методов совершенствования демонстрационного эксперимента на основе изучения философской дидактической и методической литературы по данному аспекту. Определены функции школьного демонстрационного физического эксперимента, выяснено методические основы и указано особенности его проведения. Установлено сложности, которые могут возникать при подготовке и демонстрации физических явлений. Выявлены главные направления повышения эффективности демонстрационного эксперимента путем использования цифровых технологий, учитывая имеющиеся требования к проведению демонстраций и их потенциальные возможности представления информации. Предложены методические рекомендации по совершенствованию демонстрационного эксперимента на основе современной цифровой техники.

Ключевые слова: демонстрационный эксперимент, методика обучения физике, средства обучения, цифровая техника, компьютерная модель, экспериментаторские умения.

Pasko O., Odnodvorets L. Possibilities for improving to the school demonstration experiment in physics by means of modern digital technology.

The article substantiates the need and are features of the school physical demonstration experiment highlighted difficulties that may arise during training and demonstrations of physical phenomena and to find ways to improve physical demonstration experiment using digital technology. The functions of the school demonstration physical experiment are determined, the methodological foundations are clarified and the features of its conduct are indicated. The difficulties that can arise in the preparation and demonstration of physical phenomena are identified. The main directions for increasing the efficiency of the demonstration experiment using digital technologies. Methodical recommendations for improving the demonstration experiment on the basis of modern digital technology are proposed.

Ключевые слова: демонстрационный эксперимент, методы преподавания физики, учебные пособия, цифровые технологии, компьютерная модель, экспериментальные навыки.