

УДК 371.321

**Дементієвська Ніна Петрівна**

науковий співробітник відділу лабораторних комплексів засобів навчання  
Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, м. Київ, Україна  
*nina.dementievska@gmail.com*

## ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ ОНЛАЙНОВИХ МОДЕЛЮВАНЬ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ДЕМОНСТРАЦІЙНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ З ФІЗИКИ

**Анотація.** Розвиток сучасного демонстраційного експерименту пов'язаний з широким застосуванням ІКТ не тільки для обробки і візуалізації даних. Комп'ютерні інтерактивні моделювання процесів і явищ із сайту Phet, розроблені науковцями і методистами, дозволяють вдосконалити демонстраційний фізичний експеримент за підтримки сучасних педагогічних технологій, які вносять зміни до традиційної методики з метою формування в учнів ґрунтовного розуміння процесів і явищ, активної пізнавальної діяльності. До вивчення впливу методики впровадження інтерактивних комп'ютерних моделювань на покращення розуміння учнями фізичних процесів, явищ і законів залучена міжнародна спільнота освітян і українські вчені й учителі фізики. Метою статті є ознайомлення з результатами їх досліджень у розробці й апробації окремих компонентів педагогічної технології виконання фізичного експерименту в середній школі.

**Ключові слова:** навчальний демонстраційний експеримент; фізика; інтерактивні комп'ютерні моделювання.

### 1. ВСТУП

**Постановка проблеми.** У педагогічній науці завжди приділялася серйозна увага питанням шкільного навчального експерименту з фізики. Як зазначено у посібнику [3], розвиток демонстраційного експерименту відбувався у двох таких основних напрямках: 1 – виявлення шляхів використання експерименту як методу навчання, виховання і розвитку учнів, джерела знань, об'єкта вивчення і виду наочності; 2 – матеріально-технічне забезпечення, яке включає в себе устаткування фізичного кабінету, прилади, установки та обладнання для постановки демонстраційного експерименту і виконання учнями самостійних дослідів, різні засоби навчання, що у комплексі з приладами дозволяють досліджувати явища і процеси, встановлювати і перевіряти фізичні закони, закономірності тощо.

Пошуки шляхів ефективнішого використання фізичного експерименту у навчальному процесі дали у свій час поштовх у розробці й організації лабораторних занять у школі (Г. Г. Де-Метц, С. П. Слесаревський) і швидкому розвитку матеріально-технічної бази шкільного фізичного експерименту в цілому. Роботами Д. Д. Галаніна, О. І. Глазиріна, Є. М. Горячкіна, Г. Г. Де-Метца, П. О. Знаменського, А. П. Карлової, а згодом В. О. Бурова, Б. С. Зворикіна, Є. В. Коршака, Б. Ю. Миргородського, О. А. Покровського, В. Г. Разумовського, Л. І. Резнікова, М. М. Шахмаєва та інших фахівців була створена система фізичного обладнання, яка об'єднана у шкільний фізичний кабінет та його типове обладнання.

З розвитком техніки, комп'ютерних технологій та програм відбувається модернізація шкільного фізичного експерименту. Помилковим буде вважати, що застосування нових інформаційно-комунікаційних технологій автоматично підвищує рівень і покращує шкільний фізичний експеримент. Для того щоб новітні комп'ютерні технології підвищували ефективність уроків з фізики, а за ними і якість навчання учнів, важливо, щоб вчені і педагоги-методисти активно досліджували педагогічні технології

впровадження такого комп'ютерного навчання, аналізували їх, вивчали передовий світовий і вітчизняний педагогічний досвід якісного впровадження комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання. Рівень комп'ютерної грамотності вчителів і учнів стрімко зростає, з'являються нові програмні педагогічні засоби, програми, комп'ютерно-орієнтовані прилади й обладнання. Це все потребує створення нових підходів до методики викладання, нової педагогічної технології навчання, нових педагогічних підходів до викладання і навчання. Учитель і підручник перестають бути виключними джерелами знань. Важливо, щоб учні навчилися самостійно здобувати знання, користуючись різноманітними ресурсами і джерелами інформації, уміти опрацьовувати цю інформацію, звертаючись до різноманітних способів пізнавальної діяльності. Сама пізнавальна діяльність не має обмежуватися тільки отриманням знань. Сучасне життя і виробництво потребують формування в учнів нових якостей, умінь, компетенцій, потрібних для успішного існування в умовах економіки знань 21 століття. Важливо передбачити вміння і здатність молоді до активного використання знань для розв'язання реальних проблем. "Організація такої самостійної діяльності передбачає використання новітніх педагогічних технологій, адекватних специфіці розвиваючого навчання, стимулюючих розкриття внутрішніх резервів кожного учня і одночасно таких, що сприяють формуванню соціально значущих якостей особистості" [4]. Такі сучасні педагогічні підходи мають включати педагогіку співробітництва, елементи технологій скафолдингу і формувального оцінювання.

Отже, **метою даної статті** є опис і обґрунтування окремих компонентів методики використання матеріалів веб-сайту з моделювань в шкільному фізичному експерименті, зокрема під час підготовки і проведення фізичного демонстраційного експерименту.

## **2. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

Дослідження проводилось у рамках НДР «Модернізація шкільного навчального експерименту на основі Інтернет-орієнтованих педагогічних технологій» відділу лабораторних комплексів засобів навчання Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. Під час дослідження використовувались такі методи: аналіз теоретичних джерел і сучасних міжнародних досліджень з проблем інноваційних методик використання комп'ютерних моделювань, вивчення й узагальнення досвіду з організації навчальної діяльності у пілотних школах, аналіз результатів педагогічних спостережень, систематизація та класифікація фактичного матеріалу. У підготовці до проведення дослідження здійснений переклад міжнародного сайту українською мовою, проведені переклад і адаптація моделювань, відібрана група пілотних шкіл для адаптації і дослідження особливостей впровадження моделювань в умовах України. До дослідження залучені вчителі фізики пілотних шкіл з різним рівнем ІКТ-компетентностей. Відібрані школи різного типу: загальноосвітні, профільні, спеціалізовані.

## **3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

### **3.1. Використання імітаційних моделювань**

Розвиток комп'ютерних технологій і Інтернету дозволяє частково допомогти розв'язанню проблеми відсутності деяких приладів й обладнання і сприяти формуванню в учнів дослідницьких та експериментальних навичок. Наполегливо підкреслюємо, що комп'ютерні моделювання не можуть замінити реальний фізичний

експеримент, проведення практичних і лабораторних робіт учнями. Інтерактивні комп'ютерні моделювання, їх особливості використання під час проведення практичних і лабораторних робіт описані, наприклад, в роботі [2]. Інтерактивні комп'ютерні моделювання можна використовувати в навчальному процесі як супровід реального експерименту, або замість реального експерименту. Під час підготовки і проведення реального фізичного експерименту вчителю потрібно враховувати ряд факторів [5]:

1. Перед проведенням реального експерименту вчителю необхідно підібрати необхідні прилади (якщо вони є).
2. Учитель сам має перед початком уроку декілька разів провести експеримент для точності, але немає гарантії, що на уроці він пройде вдало.
3. Неможливо зупинити деякі експерименти у потрібному місці для детального розгляду явища, яке демонструється.
4. За браком часу на уроці не завжди вдається показати експеримент повністю.
5. Не завжди вчитель (особливо молодий) може правильно поставити і пояснити експеримент без відповідної документації на прилади, які використовуються під час проведення експерименту.

На заваді демонстрації фізичних явищ в класі можуть стати і такі чинники:

- надзвичайно великі або дуже малі розміри обладнання, яке необхідно продемонструвати в класі (різні типи прискорювачів елементарних частинок, ядерний реактор, ядро атома тощо);
- дуже швидкий або досить повільний перебіг процесів (ланцюгова ядерна реакція, явище радіоактивності, рух планет і комет тощо);
- шкідливий вплив деяких явищ і процесів на організм людини (радіоактивні речовини, гамма-промені, рентгенівські промені);
- досить великі значення деяких параметрів системи (швидкість, тиск, температура);
- складність окремих приладів і установок, висока їх вартість.

Практично всіх цих недоліків позбавлені комп'ютерні моделювання. До переваг використання ІКТ в демонстраційному експерименті слід віднести, на наш погляд, такі:

- комп'ютерне моделювання можна зупинити в будь-який момент і проаналізувати хід експерименту разом з учнями;
- комп'ютерний експеримент можна (якщо дозволяє час на уроці) повторити, відтворити декілька разів, а також можна дати учням додому на електронних носіях для самостійного перегляду і виконання досліджень;
- можна зробити на екрані як завгодно великими дрібні деталі експерименту;
- експеримент, який неможливо показати в класі через його небезпеку, можна продемонструвати і виконувати, змінюючи параметри;
- можна показати експеримент, який потребує устаткування, якого немає в фізкабінеті, або для якого потрібні дорогі вимірювальні прилади й устаткування;
- можливо показати граничні випадки (наприклад, коротке замикання) без псування приладів, які зазвичай на уроці не показують;
- краща візуалізація невидимих об'єктів (наприклад силових ліній магнітного й електричного полів; зон із різною провідністю в напіровідниках, рух електричних заряджених частинок), що сприяє кращому розумінню фізичних процесів;
- можливість керувати деякими елементами демонстрацій, підсилювати їх наочність (наприклад, змінювати колір важливих об'єктів, їх швидкість, звук, форму тощо).

Усі ці переваги використання імітаційних моделювань великою мірою залежать від якості програмних комп'ютерних продуктів. Вони мають супроводжуватися чіткими настановами з технології і методики їх використання. До недоліків використання комп'ютерних моделювань слід віднести необхідність у класі додаткового недешевого обладнання (мультимедійний проектор, комп'ютер, екран).

У Росії найбільш поширеними продуктами є мультимедійні навчальні посібники «Відкрита фізика» (ООО «Физикон», «Шкільний фізичний експеримент. Збірник демонстраційних дослідів» («СГУ ТВ»), «Фізика», «Електроні уроки і тести» (ЗАО «Просвещение-МЕДИА»), «Фізика в анімаціях» (ООО «Силтек»), «Бібліотека лабораторних робіт з фізики» 7–11 кл., «Бібліотека електронних наочних посібників» («Дрофа»). Не всі вони є доступними для українських учителів фізики. На жаль, український ринок таких програмних продуктів дуже обмежений. Не всі українські і російські комп'ютерні педагогічні програмні засоби відповідають вимогам наочності, точності, багатофункціональності, не викликають зацікавлення в учнів і містять помилки. Більшість з них не доступні вчителям через високу вартість і неможливість копіювання в навчальних цілях для учнів всього класу. На допомогу вчителям можуть прийти можливості мережі Інтернет, де можна знайти цікаві демонстраційні дослідів їх моделювання. Українські вчителі використовують моделювання, які можна безкоштовно завантажувати із сайту Phet (<http://phet.colorado.edu>). Моделювання цього сайту розроблені великою командою вчених і комп'ютерних спеціалістів, підтримуються міжнародною спільнотою учених і вчителів практиків з понад 70 країн світу. Більшість моделювань з цього сайту, які можуть бути використані в шкільному курсі фізики, перекладені українською мовою. Для проведення і супроводу фронтального демонстраційного експерименту з використанням моделювань із сайту Phet потрібно, щоб у класі, де навчаються учні, був комп'ютер, мультимедійний проектор і екран. Якщо учні мають експериментувати в класі самі, то потрібно декілька комп'ютерів. За умови володіння вчителем сучасних педагогічних технологій співробітництва, учні можуть успішно працювати і навчатися в малих групах або в парах, проводячи комп'ютерний експеримент і обговорюючи його з однолітками. Підключення до Інтернету не обов'язкове, оскільки всі моделювання можна попередньо завантажити на комп'ютер або носії інформації і показувати учням у класі або роздати для виконання завдань вдома.

### **3.2. Дослідження ефективності використання комп'ютерних моделювань**

Моделювання можуть бути використані у різних формах під час демонстрації на лекції. У сучасних педагогічних технологіях, що пов'язані з викладанням фізики, вони найефективніше використовуються для супроводу лекційних реальних демонстрацій (Соколов і Торнтон, 1998) або під час навчання за технологією «рівний-рівному» (peer learning) у малих групах (Мазур, 1997). Учені з команди сайту Phet вже понад 10 років роблять педагогічні дослідження і на основі цих досліджень публікують методичні рекомендації з ефективного використання комп'ютерних моделювань (<http://phet.colorado.edu/uk/research>).

Цікаві дослідження були проведені щодо визначення ефективності проведення комп'ютерного демонстраційного експерименту порівняно з традиційним реальним експериментом. Предметом дослідження була глибина розуміння учнями сутності фізичних законів, концепцій. Під час проведення порівняльного дослідження [9] у двох групах учнів (по 200 осіб в кожній) були використані демонстрації з реальним обладнанням і застосуванням інтерактивних комп'ютерних моделювань. Одна група під час лекцій спостерігала класичні експерименти з вивчення стоячих хвиль, друга група

вивчала стоячі хвилі за допомогою демонстрації моделювання “Хвилі в стрічці” (*Wave on a String*) (рис. 1).

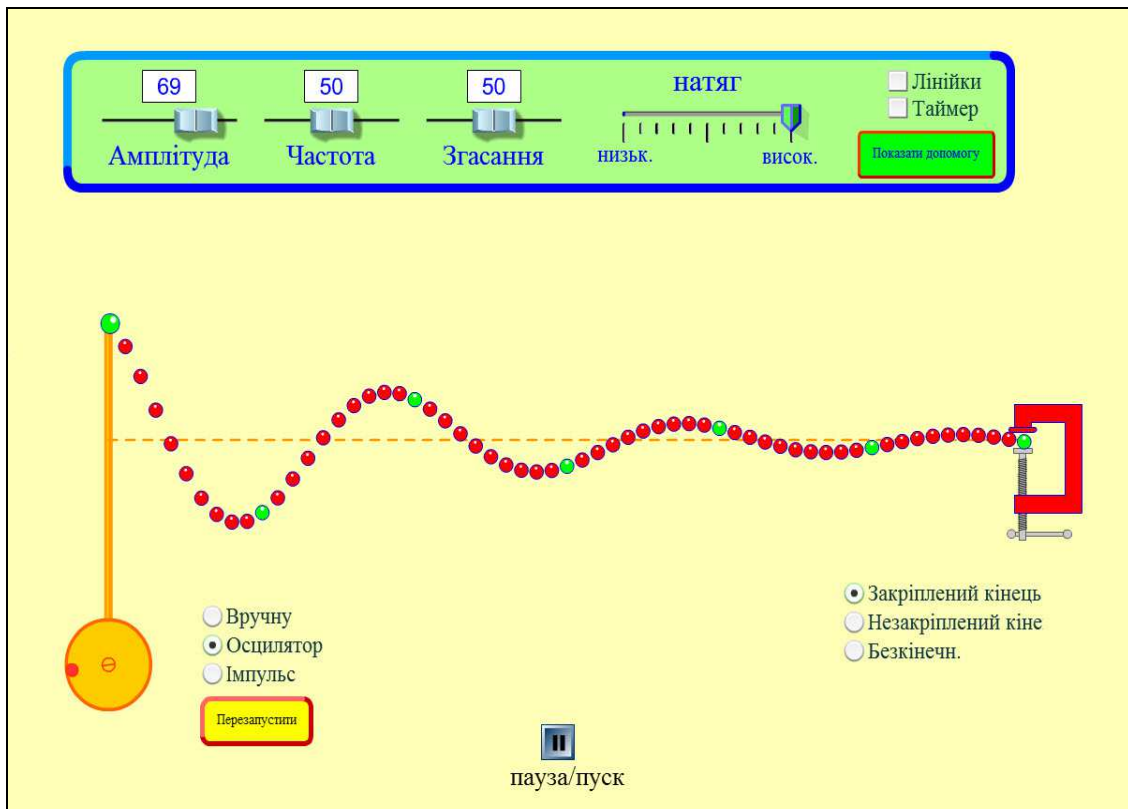


Рис. 1. Інтерактивне комп'ютерне моделювання для спостереження хвильового процесу

Так, як і в реальному демонстраційному експерименті під час інтерактивного комп'ютерного моделювання учні могли спостерігати коливання стрічки (натягнутого шнура), рухаючи його незакріплений кінець вгору і вниз. Змінюючи параметри моделювання (амплітуду, частоту, згасання тощо), можна досягти утворення стоячої хвилі. Після демонстрації тільки 28 % учнів, які спостерігали демонстрацію з реальним обладнанням, відповіли правильно на запитання щодо умов виникнення стоячих хвиль.

У той же час з групи, що спостерігала під час лекції реальну демонстрацію разом з інтерактивними моделюваннями таких учнів, було 71 % ( $p < 0,001$ ).

В іншому дослідженні реальний демонстраційний експеримент з електрики і магнетизму замінили комп'ютерним моделюванням. Лекцію проводив один і той же викладач (приблизно 170 учнів у кожній групі). У другій групі було використане комп'ютерне моделювання “Лабораторія електрики” (Circuit Construction Kit). Цей комплект моделює роботу простих електричних кіл зі струмом і включає в себе робочий простір, де учні можуть розмістити резистори, лампочки, дроти і батареї. Кожен елемент має робочі параметри (наприклад, опір або напруга), які можуть бути змінені користувачем, і виміряні моделями вольтметра і амперметра. У моделюванні є можливість показати рухомі електрони, які допомагають візуалізувати струм. Знімок екрану показаний на малюнку (рис. 2).

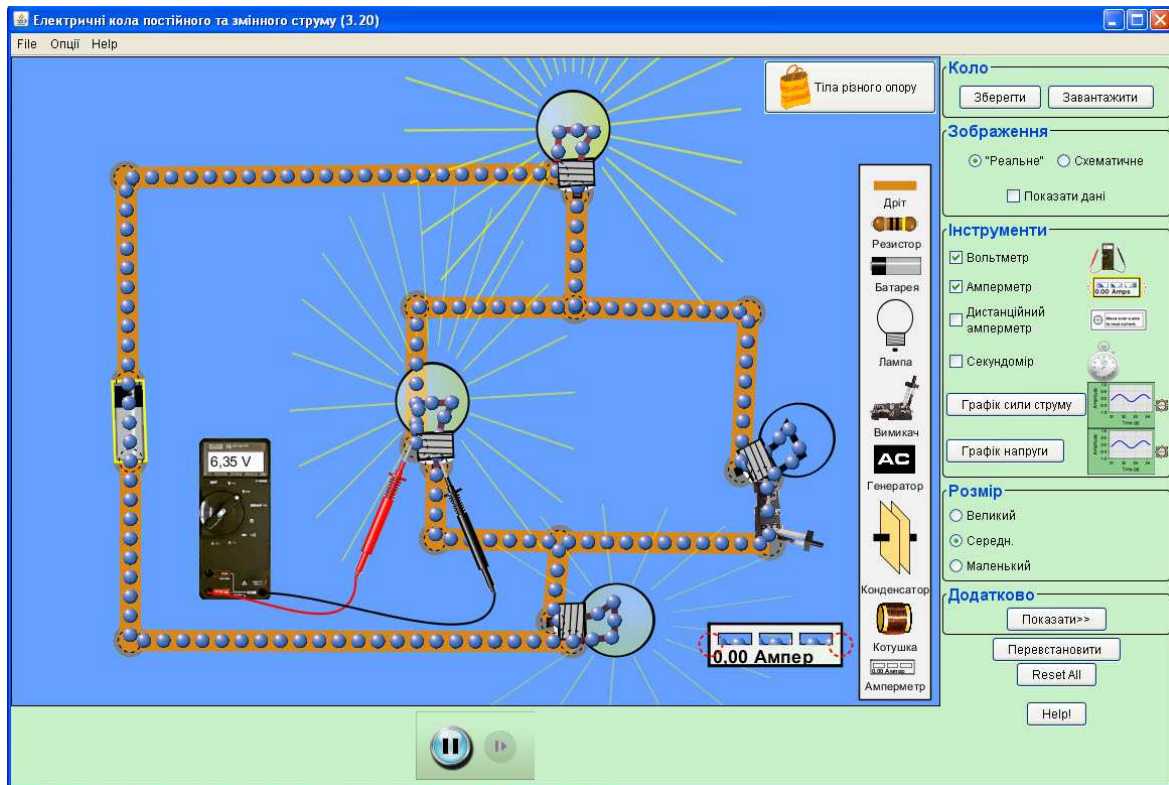


Рис. 2. Інтерактивне комп'ютерне моделювання з електрики для вимірювання законів постійного струму

У цьому дослідженні, учні в обох групах слухали по дві лекції. Обидві лекції в першій групі супроводжувалась реальним експериментом, поясненнями і розрахунками за законами послідовного і паралельного з'єднання провідників, які робив лектор крейдою на класній дошці за традиційним способом. Потім учні мали у себе в зошитах виконати завдання і відповіді на запитання. Фіксувалися їхні відповіді на запитання, які вони робили спочатку індивідуально, а потім – після обговорення із сусідами.

У другій групі учням теж були запропоновані 2 міні-лекції, перша – з використанням інтерактивних моделювань, а друга – тільки з реальним експериментом. Учням були запропоновані ті ж самі запитання і завдання, що і першій групі, тільки у них була можливість на першій лекції опрацювати їх з інтерактивними моделюваннями. Вони спочатку ознайомилися з моделюванням на великому екрані, на якому вчитель показав основні елементи моделювання, і як ними користуватися. Потім учні мали змогу відтворити цей моделюючий експеримент у себе на комп'ютерах і відповіді на запитання спочатку індивідуально, а потім поспілкуватися й обговорити виконання завдання в парах із сусідами і знову відповіді на ті ж самі запитання.

На рис. 2 і 3 немає статистично значущих відмінностей між двома групами відповідей ( $p > 0,5$ ). В умовах, коли різні види навчання були використані у двох лекціях (рис. 4, б) – Лекція 1 – за допомогою інтерактивного моделювання і Лекція 2, з використанням тільки реального обладнання, – спостерігається явна відмінність. У той час як друга група учнів (лекція 1) показала результати дещо нижчі, в "індивідуальному" тестуванні, їхні остаточні оцінки після обговорення значно вищі, ніж у їхніх однолітків ( $p < 0,005$ ). Обидва набори даних (рис. 3 і 4) підтверджують, що обговорення може значно полегшити навчання учнів. Проте дані також показують, що те, що ті учні, які мають можливість попрацювати з комп'ютерними моделюваннями і мають можливість їх обговорити з однолітками, показують значно вищі результати.

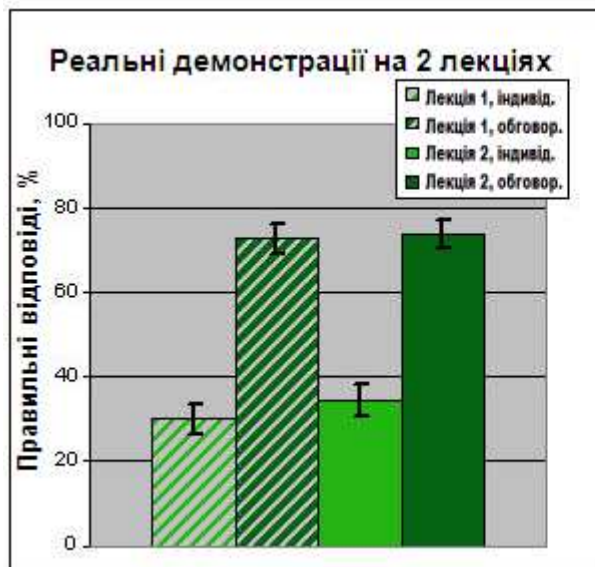


Рис. 3. Відсоток правильних відповідей після 2-х лекцій з реальними демонстраціями

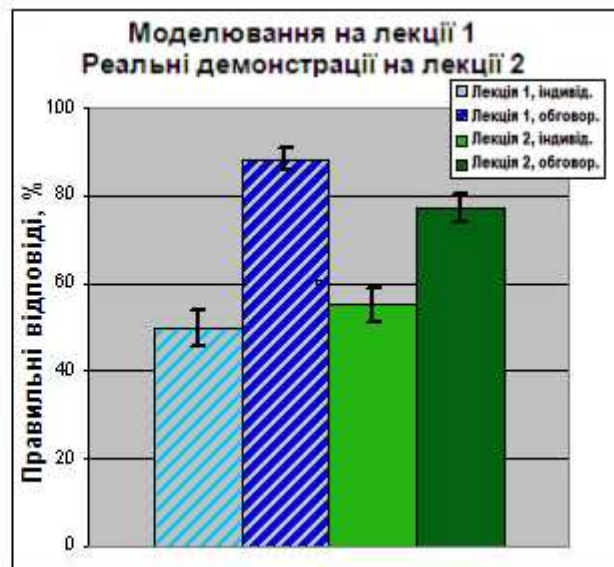


Рис. 4. Відсоток правильних відповідей після 2-х лекцій з моделюваннями і реальними демонстраціями

Учителі і дослідники, які постійно працюють з учнями, використовуючи інтерактивні моделювання, відзначають, що у таких класах спостерігаються більш високі результати навчання учнів. Ці результати значно вищі, коли учням пропонуються моделювання, що надають можливості учням “спостерігати” явища і процеси, які не можна побачити за звичайного, традиційного експерименту (наприклад, рух електронів під час проходження струму в провідниках, взаємодія молекул у рідинах і газах), а також ефективність використання таких моделювань підсилюється під час демонстрації дослідів, які неможливо зробити в класі (наприклад, досліди з атомної і ядерної фізики: дослід Резерфорда, будова атома). Моделювання допомагають учням зосередити свою увагу на сутності явищ і процесів, краще уявляти їх і зрозуміти. Утім дослідники підкреслюють, що розуміння учнями фізичних процесів значно підвищується, якщо перед демонстраційним експериментом і після нього (реального і комп’ютерного моделювання) учням надаються конкретні завдання для перегляду на моделі і можливість обговорити їх виконання і результати з однолітками [9].

Використання комп’ютерного моделювання не гарантує успіху в навчанні учнів. Дуже важливо, як саме використовують ці моделі учні і вчителі, який супровід такого навчання, наскільки учні особистісно залучені до навчання в процесі експерименту. Адже відомо, що у процесі діяльності розв’язування навчальної задачі з фізики, розходження між задачею, що задається ззовні, і її фактичним розв’язком є фундаментальним фактом: учень розв’язує лише ту задачу, якій надає особистісний смисл. Як підкреслював С. Л. Рубінштейн [7], таке приписування ззовні заданої задачі особистісного смислу є необхідною умовою переходу навчальної дії в завдання для суб’єкта навчання, що спонукає його до діяльності, і визначає подальший її хід. "Доозначення навчальної дії – один із психологічних механізмів навчальної діяльності, який може бути повністю проаналізований тільки у випадку, коли діяльність учнів розглядається в межах навчання" [6]. Дослідники і вчителі, які використовують ці моделювання, відзначають, що успіх значною мірою залежить від того, як саме побудований навчальний процес. Учні повинні мати доступ до інтерактивних моделей не тільки в школі, але й удома для підготовки домашніх завдань. Особливу увагу слід

приділяти постановці завдань і формулюванню запитань щодо роботи з моделями. Важливі не тільки самі запитання, а й послідовність, у якій вони будуть опрацьовуватися учнями. Наразі слід зауважити, що інструкції, надані – учням щодо роботи з моделюваннями, мають бути такими, щоб супровід навчання був оптимальним для даного віку і навчальних потреб учнів [10].

П. Я. Гальперін, згідно з розробленою ним концепцією поетапного формування розумових дій, виділяє шість етапів, на яких здійснюються зміни, пов'язані з утворенням у людини нових дій, образів і понять:

- формується мотиваційна основа дії – будується відношення суб'єкту до цілей і завдань наступної дії і до змісту матеріалу, наміченого для засвоєння;
- складається схема орієнтовної основи дій: виділення системи орієнтирів і вказівок, урахування яких є необхідним для виконання дій; у ході засвоєння дій ця схема постійно перевіряється й уточнюється;
- формування дії у матеріальній (матеріалізованій) формі: суб'єкт виконує потрібні дії з опорою на представлені ззовні зразки дії, зокрема – на схему орієнтовної основи дії;
- "голосна соціалізована мова", коли в результаті багатократного підкріплення складу дії систематично правильним розв'язуванням різноманітних завдань відпадає необхідність мовного користування орієнтовною схемою; її зміст відображається у мові, яка виступає як опора для дії;
- формування дії у "внутрішній мові про себе": відбувається поступове зникнення зовнішнього, звукового боку мовлення;
- мовний процес "йде" з свідомості, залишаючи у ній тільки кінцевий результат – предметний зміст дії.

На кожному етапі дія виконується спочатку розгорнутого, а потім поступово скорочується, згортається. Практично формування нової дії або поняття може проходити з пропуском окремих етапів, що перераховані. Але розшифрування механізму кожного часткового випадку, пояснення конкретної динаміки формування дій – усе це стає можливим тільки завдяки знанням повної системи поетапного формування розумових дій.

Спеціальне втілення цієї концепції у випадку постановки мети отримання дії з визначеними, заздалегідь заданими показниками загальності, розумності, свідомості, критичності і тощо має назву планомірно-поетапного формування розумових дій [1].

Дослідники, що співпрацюють з сайтом Phet регулярно проводять інтерв'ю з учнями, використовуючи настанови різного рівня докладності, щодо використання моделювань. Вони виявили, що рівень інструкцій, які надає вчитель учневі з використання моделювань суттєво впливає на розуміння учнями явищ і процесів. Мінімальне але ненульове керівництво з багатьма з цих симуляцій сприяє оптимальному рівню дослідження і вивчення матеріалу.

Дослідники виявили, що для того, щоб учні отримали концептуальне розуміння явищ і процесів, необхідно перед демонстрацією інтерактивних комп'ютерних моделювань поставити їм спеціальні запитання щодо прогнозування того, що має відбутися, якщо вони будуть змінювати деякі параметри віртуальних дослідів. Діяльність учнів планується за етапами планомірно-поетапного формування розумових дій П. Я. Гальперіна.

К. Крауч та ін. [8] довели, що учні не навчаються майже нічому новому за умови традиційного проведення демонстраційного експерименту, коли відбувається представлення в класі демонстрацій з поясненнями вчителя того, що відбувається. Важливо перед проведенням демонстраційного експерименту надати учням декілька хвилин для роздумів і передбачень можливих результатів і записів своїх ідей. Це



викликає зацікавленість учнів, що сприяє кращому сприйняттю і розумінню того, що відбувається під час демонстрації. Така вмотивованість сприяє побудові власного ставлення до матеріалу, що вивчається, особистісного залучення кожного до того, що відбувається в експерименті. Важливо, щоб такі передбачення і записи зробив кожен учень. Причому записи можна робити не тільки в зошитах, а й записати вголос на диктофон (який є практично у кожного в класі на мобільному телефоні). Такі провокуючі запитання, передбачення і роздуми важливі і під час традиційного реального демонстраційного експерименту, проте у роботі з комп'ютерними моделюваннями за умови доступу до комп'ютера кожного учня у учнів є можливість самостійно перевірити свої гіпотези. Для вчителя, який працює з інтерактивними комп'ютерними моделюваннями важливо знати, які саме пояснення і запитання потрібно надати учням, наскільки докладними мають бути інструкції для проведення таких комп'ютерних дослідів. Особливості таких методичних прийомів роботи з моделюваннями пов'язані з тим, що моделювання на відміну від реальних приладів уже мають деякий рівень пояснень й інструктивного матеріалу (наприклад, стрілки, які вказують, у якому напрямку треба переміщувати магніти, куди рухати тіла). Моделювання створені так, що вони самі спонукають учня до запитань типу: «Що відбудеться, якщо...?».

Було проведено кілька різних типів інтерв'ю з учнями з використання моделювань сайту Phet [10]. Учням були дані однакові дослідницькі завдання, але з різним рівнем інструктування щодо їх виконання. Дослідження були проведені в групах учнів (по 250 осіб у кожній групі), час виконання завдань не був обмежений. Були визначені і порівняні чотири різних типи інструктування і супроводу учнів:

- 1 тип – не надані ніякі інструкції,
- 2 тип – надані сутнісні, ключові запитання щодо явищ і процесів,
- 3 тип – надані змістові запитання,
- 4 тип – надані докладні, покрокові інструкції.

Під час роботи учнів із супроводом 1 типу їм не надається ніяких інструкцій і пояснень, а пропонується поекспериментувати з моделюванням і спробувати визначити основні закономірності фізичного явища, процесу, досліду тощо. Коли учні вивчають моделювання тільки з таким мінімальним інструктуванням, вони певний час просто граються з багатьма різними параметрами моделювання. Якщо моделювання занадто складні, комплексні, то учні не можуть взагалі нічого дослідити і зробити висновки. Якщо моделювання не зроблене з цікавою привабливою мультиплікацією, учні досить швидко полишають його і не намагаються зробити дослідження. Якщо моделювання створені так, що цікавим дизайном заохочують дослідження, учні поступово і повільно дізнаються про фізичне явище чи процес, виявляючи які фактори на нього впливають. За такого типу інструктування учні не вивчають всі залежності, притаманні даному явищу/процесу/досліді. У ході роботи учні самі собі ставлять запитання і відповідають на них.

Під час роботи учнів за 2 типом інструктування перед тим, як вони почали працювати з моделюваннями, їм були поставлені, відкриті концептуальні запитання типу: "Чи може магніт впливати на електрони?" або "Як ви можете зробити потужний магніт?" Ці запитання і відповіді на них обговорюються перед тим, як учні ознайомлюються з моделюванням. Учні записують свої попередні відповіді, щоб потім порівняти їх з результатами експерименту. Коли учні вивчали моделювання тільки з цими спрямовуючими запитаннями, було помічено, що вони експериментували з багатьма різними елементами моделювання, вони робили самостійно деякі висновки, але часто вони не помічали деяких суттєвих речей. І знову, як і у навчанні за 1 типом, якщо моделювання були складними і комплексними або без цікавої привабливої

мультиплікації, то учні швидко залишали роботу з ними, не знайшовши відповіді на поставлене завдання. Вони продовжували пошук відповідей на концептуальне запитання після того, як втручався вчитель і ставив їм допоміжні запитання. Істотною перевагою цих відкритих концептуальних запитань є те, що для деяких моделювань, учні досліджували явища і процеси більш глибоко, ніж це робили учні з першої групи. Супровід такого типу потрібен тоді, коли важливо звернути увагу учнів на важливі фізичні концепції, закономірності.

У процесі навчання за використання 3 типу інструктування учням були поставлені докладні і дуже прості запитання, починаючи з ідентифікації основних елементів моделювання, зображених на моделюванні і на панелі інструментів (контрольній панелі). Це були змістові запитання типу: «Для чого призначений елемент “величина сили”, і як ним можна керувати?», «Що відбувається при пересуванні повзунця “ОПР” на правій бічній панелі?». За такого навчання учні обмежувалися, в основному, тільки відповідями на ці конкретні запитання. Учні послідовно відповідали на всі запитання до моделювання і рідко виходили за межі цих запитань, проявляючи зацікавленість і допитливість. Такий вид запитань і інструктажу зовсім не спонукає учнів ставити свої запитання. Часто вони навіть не можуть пов'язати знання, отримані за допомогою таких моделювань зі своїми попередніми знаннями про сутність фізичних явищ і процесів. Їх діяльність зводиться до пошуку “правильних” відповідей на запитання вчителя, а не на дослідження явищ і процесів, розуміння їх сутності. Такий тип супроводу може бути корисним тільки тоді, коли учням потрібно познайомитися із зовсім новим для них моделюванням, яке є складним і комплексним, а також за умови, що після такої роботи учнів з моделюванням вони знову повернуться до початку дослідження, пророблять його ще раз з іншим типом інструктування, або їм будуть поставлені узагальнюючі, цікаві і сутнісні запитання, які допоможуть їм глибше зрозуміти фізичне явище/процес/дослід. У навчанні з використанням цього виду запитань можна досягти глибокого розуміння учнями концепцій/явищ і процесів, але за умови, що запитання в цьому випадку мають бути дуже точно продумані вчителем і вони мають бути поставлені в дуже ретельно продуманій послідовності.

Зовсім по-іншому організоване навчання з використанням інструктування за 4 типом. Цей тип навчання автори називають “готові рецепти”. Супроводжуючий інструктаж для моделювання вивчення, наприклад, закону Фарадея, може мати такий вигляд: “Ви будете переглядати моделювання “Закон Фарадея” з віртуальної лабораторії електромагнетизму і вам буде запропоновано кілька запитань щодо розуміння закону Фарадея. У цьому моделюванні можна вибрати на вкладці будь-який з таких варіантів: а) плоский магніт, б) котушку з током в) електромагніт, г) трансформатор і д) генератор. У правій частині екрану знаходиться повзунок, що змінює властивості магніту, і варіанти, щоб включити показники магнітного поля. Магнітне поле можна спостерігати або за допомогою ліній магнітного поля або за допомогою магнітних стрілок. Під час перегляду моделювання слід вчинити так.

1. Виберіть вкладку з плоским магнітом. Ви можете рухати магніт. Уважно стежте за тим, що відбувається. Тепер опишіть те, що ви спостерігали.
2. Чи змінюється магнітний потік? Якщо так, то чому ви так думаєте? Тепер виберіть іншу вкладку підберіть котушку...”

У більшості класів учителі саме так використовують моделювання для демонстрації. З такою інструкцією щодо діяльності дуже небагато учнів насправді читають усе, що написано. Вони, зазвичай, починають шукати в тексті запитання і пробують відповісти на них. Вони використовують моделювання тільки тоді, коли вони не можуть відповісти на запитання без нього. У цьому випадку учні не роблять ніяких досліджень, що поглиблюють їхнє розуміння явища/закону. Під час такого навчання

учні отримують тільки мінімальні знання. Коли надаються конкретні і покрокові інструкції, учні найчастіше побоюються самостійно пробувати різні варіанти, експериментувати. Вони часто запитують, що їм робити далі. Такий вид інструктування створює своєрідний бар'єр між учнями й інтерактивними моделюваннями. Моделювання стає частиною "викладання" вчителя, як і у використанні реального демонстраційного експерименту за традиційного навчання. Учні не навчаються самостійно, не ставлять самі собі запитання для дослідження. Таке використання моделювань призводить до мінімального розуміння фізичних явищ і процесів.

Під час проведення опитування українських школярів пілотних шкіл ІТЗН у двох групах щодо переваг використання інтерактивних комп'ютерних моделювань для проведення дослідів з геометричної оптики переважна більшість учасників першої групи, де була надана докладна покрокова інструкція, як визначати фокусну відстань тонкої лінзи, відзначають, що їм цікаво вивчати фізику з використанням моделювань (рис. 5).

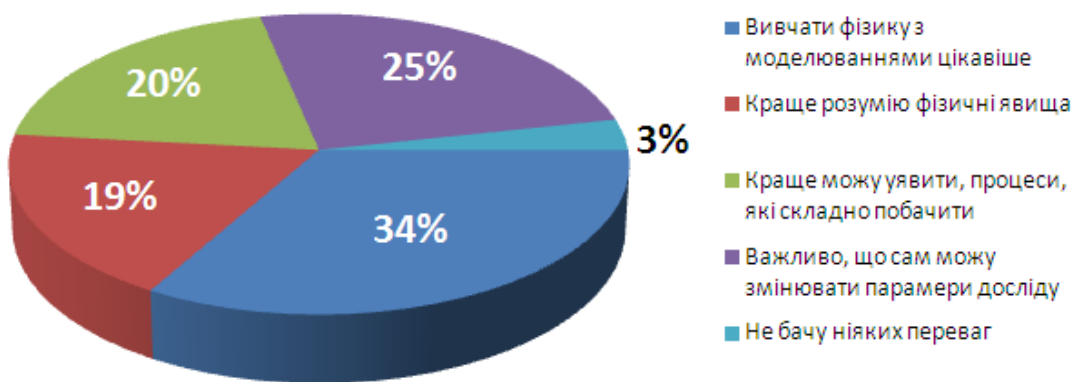


Рис. 5. Результати опитування групи 1, якій були надані покрокові інструкції

У другій групі учням перед виконанням завдання були поставлені ключові, сутнісні запитання, вони мали змогу обговорити ці запитання і висунути свої гіпотези, а докладні інструкції не надавалися. У цій групі більшість учнів відзначили, що головним для них було те, що вони тепер краще уявляють процеси, яких не можуть спостерігати і розуміють фізичні явища (як проходять промені через лінзу і створюють зображення) (рис. 6).

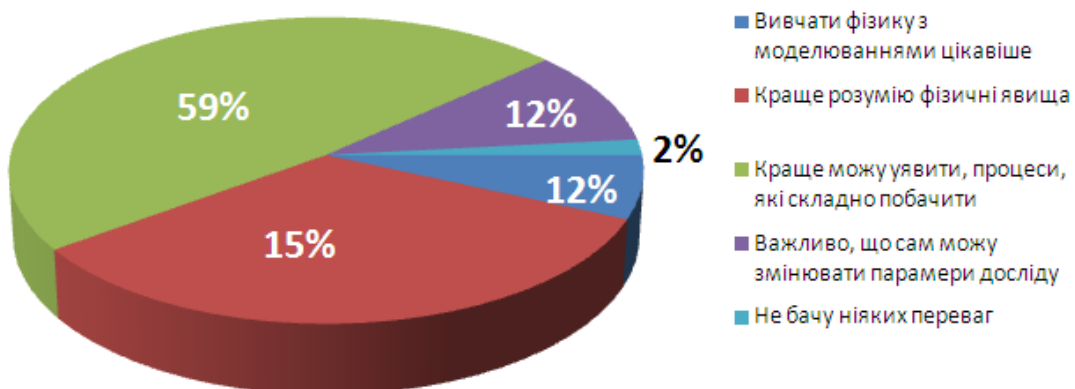


Рис. 6. Результати опитування групи 2, якій були надані ключові запитання

Підтверджено, що кращих результатів щодо якості розуміння фізичних процесів, концепцій, закономірностей приводить навчання за другим типом, коли учням поставлене до демонстрації цікаве, концептуальне запитання, що стимулює їх до роздумів і “привласнення” знання. Попри це навчання за таким супроводом сприяє розвитку в учнів навичок самостійно навчатися, ставити свої запитання, висувати гіпотези й експериментально їх перевіряти.

Кожен з типів супроводу потрібен у певних умовах, виходячи з навчальних цілей, поставлених учителем і навчальних потреб учнів.

#### 4. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

У результаті аналізу публікацій і дослідження, проведеного в пілотних школах, визначені деякі компоненти методики застосування інтерактивних комп’ютерних моделювань з фізики під час виконання фізичного експерименту. На основі аналізу навчальних програм визначено, які Інтернет-моделювання із сайту Phet відповідають демонстраційним дослідам за навчальними програмами з фізики. Подальші дослідження можуть бути проведені щодо особливостей використання інтерактивних комп’ютерних моделювань для інших видів фізичного експерименту, зокрема, домашнього експерименту і для розв’язування учнями експериментальних задач.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гальперин П. Я. Основные результаты исследования по проблеме «Формирование умственных действий и понятий». – М : Изд-во МГУ, 1965. – 52 с.
2. Дементієвська Н. П. Застосування інтерактивних онлайн-моделювань при виконанні лабораторних робіт з фізики / Дементієвська Н. П. // «Інформаційні технології і засоби навчання». [Електронний ресурс]. – К. : ІТЗН НАПН України. – 2013. – Том 36, №4. – Режим доступу : <http://lib.iitta.gov.ua/4589/>. – С. 27–39.
3. Жук Ю. О. Фізичний експеримент у загальноосвітньому навчальному закладі : навчальний посібник / Жук Ю. О., Гуржій А. М., Величко Н. О.. – К. : ІЗМН, 1999. – 306 с.
4. Ельцов А. В. Современные компьютерные технологии в учебном эксперименте по физике / Ельцов А. В., Захаркин И. А. // Вестник рязанского государственного университета им. С. А. Есенина. – Выпуск № 14. – 2007.
5. Козел В. М. Демонстраційний експеримент на екрані комп’ютера, [Електронна публікація] / В. М. Козел, Д. А. Степанчиков, М. В. Федьович. – Режим доступу : <http://studentam.net.ua/content/view/7411/97/>.
6. Машбиц Е. И. Компьютеризация обучения: проблемы и перспективы / Е. И. Машбиц.– М. : Знание, 1986. – 80 с.
7. Рубинштейн С. . Основы общей психологи / С. Рубинштейн. – М. : Учпедгиз, 1946. – 416 с.
8. Crouch, C. H., Fagen, A. P., Callan, J. P., Mazur, E., Amer. J. // Phys. – #72. – 2004. – Pp. 835–838.
9. Noah Finkelstein, Wendy Adams, Christopher Keller, Katherine Perkins, Carl Wieman and the Physics Education Technology Project Team, High-Tech Tools for Teaching Physics: the Physics Education Technology Project. // MERLOT Journal of Online Learning and Teaching. – Vol. 2. – No. 3, September 2006. – Режим доступу : <http://jolt.merlot.org/vol2no3/finkelstein.htm>.
10. Wendy K. Adams, Archie Paulson and Carl E. Wieman, What Levels of Guidance Promote Engaged Exploration with Interactive Simulations? [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://phet.colorado.edu/publications/PERC\\_Interview\\_Guidance.pdf](http://phet.colorado.edu/publications/PERC_Interview_Guidance.pdf).

*Матеріал надійшов до редакції 16.06.2014 р.*

## ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ ОНЛАЙНОВЫХ МОДЕЛИРОВАНИЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ДЕМОСТРАЦИОННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ФИЗИКЕ

**Дементиевская Нина Петровна**

научный сотрудник отдела лабораторных комплексов средств обучения

Институт информационных технологий и средств обучения НАПН Украины, г. Киев, Украина

*nina.dementievska@gmail.com*

**Аннотация.** Развитие современного демонстрационного эксперимента связано с широким применением ИКТ не только для обработки и визуализации данных. Компьютерные интерактивные моделирования процессов и явлений с сайта Phet, разработанные учеными и методистами, позволяют усовершенствовать демонстрационный физический эксперимент при поддержке современных педагогических технологий, которые вносят изменения в традиционную методику с целью формирования у учащихся глубокого понимания процессов и явлений, активной познавательной деятельности. К изучению влияния методики внедрения интерактивных компьютерных моделирований на улучшение понимания учащимися физических процессов, явлений и законов вовлечено международное сообщество педагогов и украинские ученые и учителя физики. Целью статьи является ознакомление с результатами исследований в разработке и апробации отдельных компонентов педагогической технологии выполнения физического эксперимента в средней школе.

**Ключевые слова:** учебный демонстрационный эксперимент; физика; интерактивные компьютерные моделирования.

## APPLICATION OF INTERACTIVE ONLINE SIMULATIONS FOR DEMONSTRATION EXPERIMENT IN PHYSICS

**Nina P. Dementievskia**

Researcher of the Department of laboratory complexes and learning tools

Institute of Information Technologies and Learning Tools of NAPS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

*nina.dementievskia@gmail.com*

**Abstract.** Development of modern school physics experiment is related to the extensive use of ICT not only for data processing and visualization. Interactive computer simulation for processes and phenomena, developed by scientists and methodologists by the site Phet, helps to improve the physical demonstration experiment with the support of modern pedagogical technologies that change the traditional procedure to form students' understanding of the processes and phenomena, active cognitive activity. To study the influence of methods to integrate interactive computer simulations for better understanding the students' physical processes, phenomena and laws of the international community, teachers and Ukrainian scientists and teachers of physics have been involved. The aim of the article is to introduce the research results in the development and testing of individual components of educational technology in performing a physical experiment in secondary school.

**Keywords:** demonstration experiment; physics; interactive computer simulation.

## REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Galperin P. J. Main results of the research on "The formation of mental actions and concepts" / P. J. Galperin // M. : Publ. MGU, 1965. – 52p. (in Russian).
2. Dementievskia N. P. Application of interactive online simulations in the physics laboratory activities [online] / N. P. Dementievskia // Electronic scientific magazine "Technology and learning tools". – 4 (36). – 2013. – Available from : <http://lib.iitta.gov.ua/4589/> (in Ukrainian).
3. Zhuk U. O., Gurzhiy A. M., Velichko N. O. Physical experiments in secondary schools (manual) / U. O. Zhuk, A. M. Gurzhiy, N. O. Velichko // IZMN. – 1999. – Kyiv. – 306 p. (in Ukrainian).

4. El'tsov A. V. Modern computer technologies in educational experiment in physics / A. V. El'tsov, I. A. Zaharkin // Journal of the Ryazan State University by S. A. Esenina. – Issue number 14/2007.(in Russian).
5. Kozel V. M. Demonstration experiment on the computer screen / V. M. Kozel, D. A. Stepanchikov, M. V. Fedovych [online]. – Available from : <http://studentam.net.ua/content/view/7411/97/> (in Ukrainian).
6. Mashbits E. I. Computerization of education: problems and prospects. – М. : Znanie, 1986. – 80 p. (in Russian).
7. Rubinstein S. L. Fundamentals of general psychology / S. L. Rubinstein. – М. : Uchpedgiz, 1946. – 416 p. (in Russian).
8. Crouch, C. H., Fagen, A. P., Callan, J. P., Mazur, E., Amer. J. // Phys. – #72. – 2004. – Pp. 835–838 (in English).
9. Noah Finkelstein, Wendy Adams, Christopher Keller, Katherine Perkins, Carl Wieman and the Physics Education Technology Project Team, High-Tech Tools for Teaching Physics: the Physics Education Technology Project, MERLOT Journal of Online Learning and Teaching. –Vol. 2. – No. 3, September 2006, [online]. – Available from : <http://jolt.merlot.org/vol2no3/finkelstein.htm> (in English).
10. Wendy K. Adams, Archie Paulson and Carl E. Wieman, What Levels of Guidance Promote Engaged Exploration with Interactive Simulations? [online]. – Available from : [http://phet.colorado.edu/publications/PERC\\_Interview\\_Guidance.pdf](http://phet.colorado.edu/publications/PERC_Interview_Guidance.pdf) (in English).