

Дементієвська Ніна Петрівна

науковий співробітник відділу лабораторних комплексів засобів навчання Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України
e-mail: nina.dementievaska@gmail.com

ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ ОНЛАЙНОВИХ МОДЕЛЮВАНЬ ПРИ ВИКОНАННІ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ФІЗИКИ

Анотація. Сучасному вчителю фізики потрібно мати професійні компетентності, що спрямовані на використання інтернет-технологій, пов'язаних з фізичним експериментом. Недостатня кількість методичних матеріалів для вчителів українською мовою призводять до використання вчителями віртуальних лабораторій і комп'ютерних моделювань за традиційними методиками, а не за новітніми інноваційними сучасними педагогічними технологіями, що може обмежити їх використання і значно знизити їх ефективність. В українській методичній літературі практично відсутні відомості щодо оцінювання компетентностей, дослідницьких навичок учнів при виконанні ними лабораторних робіт. Метою статті є опис окремих компонентів методики використання матеріалів веб-сайту з моделювань в шкільному фізичному експерименті та їх оцінювання, зокрема, при виконанні лабораторних робіт.

Ключові слова: навчальний експеримент, лабораторні роботи з фізики, формуюче оцінювання

1. ВСТУП

Постановка проблеми. Стратегічним завданням фізичного компоненту освітньої галузі «Природознавство» Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти є забезпечення усвідомлення учнями основ фізичної науки, засвоєння ними основних фізичних понять і законів, наукового світогляду і стилю мислення, розвиток здатності пояснювати природні явища і процеси та застосовувати здобуті знання під час розв'язання фізичних задач, удосконалення досвіду провадження експериментальної діяльності, формування ставлення до фізичної картини світу, оцінювання ролі знань фізики в житті людини і суспільному розвитку [1,23]. Фізика ґрунтується на експерименті. Ця її особливість визначає низку специфічних завдань шкільного курсу фізики, спрямованих на засвоєння наукових методів пізнання. Формування експериментальних вмінь — процес довготривалий, який вимагає планомірної роботи вчителя й учнів упродовж усього навчання фізики в школі. Перелічені в програмі демонстраційні досліди й лабораторні роботи є мінімально необхідними і достатніми щодо вимог Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти. За вимогами навчальних програм з фізики вчитель може доповнювати цей перелік додатковими дослідженнями, короткочасними експериментальними завданнями, об'єднувати кілька робіт в одну залежно від обраного плану уроку. Окремі лабораторні роботи можна за умови відсутності обладнання виконувати за допомогою комп'ютерних віртуальних лабораторій. Разом з тим модельний віртуальний експеримент повинен поєднуватися з реальними фізичними дослідженнями і не заміщувати їх [2,7]. Деякі досліди, наприклад, з ядерної фізики, вчитель не може відтворити в умовах класу, для цього теж можливо і доцільно використовувати комп'ютерні моделювання відомих дослідів і експериментів, які мають визначне світоглядне значення. Виконання цих завдань значною мірою залежить від комп'ютерної компетентності викладача, від якості його методичної підготовки і володіння ним сучасними методиками інноваційного навчання. Сучасному викладачеві вже не достатньо мати професійні компетентності, що спрямовані на використання традиційних технологій навчання, необхідно не тільки знати освітній сегмент Інтернету, пов'язаний з фізичним експериментом, а й орієнтуватися в педагогічних мережних співтовариствах, мати навички здійснення інтеграції сучасних інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) у навчальний процес. Інтернет пропонує вчителю фізики досить багато різних ресурсів для моделювань і віртуальних лабораторій [3]. Недостатня кількість методичних матеріалів для вчителів українською мовою призводять до використання вчителями віртуальних лабораторій і комп'ютерних моделювань за традиційними методиками, а не за новітніми інноваційними сучасними

педагогічними технологіями, що може обмежити їх використання і значно знизити їх ефективність. В українській методичній літературі практично відсутні відомості щодо оцінювання компетентностей, дослідницьких навичок учнів при виконанні ними лабораторних робіт. Вчителі потребують спеціальних знань і навичок з оцінювання спільної роботи учнів, оскільки лабораторні роботи повсякчас виконуються учнями в парах, або малих групах.

Отже, **метою даної статті** є опис окремих компонентів методики використання матеріалів веб-сайту з моделювань в шкільному фізичному експерименті, зокрема при виконанні лабораторних робіт.

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 з проблем інноваційних методик використання комп'ютерних моделювань, вивчення і узагальнення досвіду з організації навчальної діяльності у пілотних школах, аналіз результатів педагогічних спостережень, систематизація та класифікація фактичного матеріалу. При 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. Вік і педагогічний досвід вчителів різний (від 3 до 30 років педагогічного стажу). Вчителі отримали знання і навички з використання інтернет-моделювань під час регулярних семінарів та через онлайн-спільноту [9].

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Визначення основних понять

Інтерактивний сайт «Інтерактивні симуляції» Phet (Physics Education Technology <http://phet.colorado.edu/>) використовується для віртуального моделювання при вивченні природничих наук, зокрема, фізики. На сайті міститься понад 200 різного рівня моделювань з фізики, хімії, біології, математики та інших природничих наук. Характерною особливістю сайту є активно працююча міжнародна мережева спільнота науковців і вчителів-практиків, яка разом розробляє, впроваджує і оцінює різноманітні моделювання. На сайті розміщені загальні методичні настанови та методичні рекомендації щодо використання кожної моделі. Сайт перекладено на 68 мов світу. Всі Phet-моделювання знаходяться у вільному доступі на веб-сайті Phet і прості у використанні. Вони можуть бути завантажені і використані за допомогою стандартного веб-браузера. Сайт перекладено на 75 мов світу. Наприклад, китайською перекладено 119 моделювань, російською – 54, українською – 50. До перекладу залучаються педагоги-волонтери з усього світу. Сайт є безкоштовним для використання і найпопулярнішим серед подібних сайтів, про що свідчить понад 170 тис. гіперпосилань на нього із інших сайтів і наукових статей щодо вивчення природничих дисциплін, g_{jyfl} 110 млн. завантажень з сайту на серпень 2013 року.

Сайт Phet з моделювання «оживляє» за допомогою мультиплікації та графіки те, що невидиме для очей, і надає змогу інтуїтивно управляти процесами, використовуючи такі дії, як «натиснути і перетягнути», а також за допомогою різноманітних повзунків і перемикачів. З метою подальшого стимулювання кількісних досліджень, що можуть бути пророблені учнями, моделювання також пропонує вимірвальні прилади, наприклад, лінійки, годинники, вольтметри, амперметри, термометри тощо. Користувач, маніпулюючи цими інтерактивними інструментами, може одразу отримувати вимірювані величини таким чином, що вони ефективно ілюструють причинно-наслідкові зв'язки. Це

також дозволяє спостерігати за декількома пов'язаними об'єктами і параметрами (відображається рух об'єктів, графіки процесів, числові значення показників тощо). Моделювання мають унікальні особливості, які не доступні більшості засобів навчання (інтерактивні елементи, анімацію, динамічний зворотний зв'язок), вони дозволяють продуктивно досліджувати явища і процеси, недоступні для безпосереднього експериментування.

Спільнота науковців і практиків сайту Phet досліджує принципи проектування моделювання на основі педагогічних досліджень того, як відбувається процес навчання учнів. На сайті наведено близько 50 наукових праць (<http://phet.colorado.edu/uk/research>), пов'язаних з дослідженням ефективності використання моделювання при вивченні природничих наук. Спостереження вчителів і результати досліджень доводять, що учні не навчаються краще, якщо вони дома просто граються з моделюваннями. Більшість учнів не мають необхідних навичок і мотивації, щоб навчатися самостійно, граючись з моделюваннями (їм цікаво, але це не є цікавим навчанням), якщо немає прямого стимулювання, такого, як створює учитель в класі. Це одна з причин, чому вчені-методисти спільноти сайту Phet проводять спеціальні дослідження того, як ефективно інтегрувати симуляції в навчальний процес. Спостереження і дослідження доводять, що якщо учнів цілеспрямовано не навчати самостійно формулювати дослідницькі завдання, не ставити перед ними цілі і не вчити їх осмислено працювати з моделюваннями, то зацікавленість фізичними моделюваннями з часом швидко згасає. Так, наприклад, вчителька Н. з однієї з пілотних шкіл відзначила, що більшість учнів з 7 класу переписали собі на носії всі моделювання, замість того, щоб взяти тільки ті, які рекомендувала вчителька до теми уроку. Наступного дня учні жваво розказували один одному про «віртуальні експерименти». Проте, через два тижні учні залюбки і з цікавістю виконували тільки завдання з моделюваннями, які давала вчителька, інші моделювання їх вже не цікавили.

Після представлення вчителям пілотних шкіл моделювання «Геометрична оптика», всі вони звернули найбільшу увагу на те, що використання комп'ютерного моделювання може виявитися ефективним в умовах реальної школи, коли лабораторну роботу зі свічками проводити заборонено, а достатньої кількості елементів живлення для електричних лампочок в школі немає. Вчителям був запропонований один зі сценаріїв проведення лабораторної роботи з використанням комп'ютерного моделювання. Після проведення лабораторної роботи з використанням інтерактивних моделювань вчителі відмітили більшу зацікавленість учнів у поясненні результатів роботи і висновках, які вони зробили.

3.2. Деякі елементи методики підготовки і проведення лабораторних робіт

У діючих навчальних програмах з фізики зазначено, що під час проведення дослідницького фізичного експерименту учні мають виявляти високий рівень пізнавальної самостійності, а отже, вони повинні володіти відповідними знаннями і мати певну практичну підготовленість, яка дозволяє їм інтерпретувати одержані результати і робити необхідні висновки. Тому їх виконання потребує від учителя особливого вміння керувати пізнавальною діяльністю учнів, адже самостійне здобуття ними нового знання не повинно піти хибним шляхом, і тому має відбуватися під контролем з боку вчителя [6,5]. Залежно від змісту діяльності учнів навчальний фізичний експеримент може бути:

а) *репродуктивний*, коли відповідні експериментальні завдання формують уміння, не вимагаючи самостійного здобуття нового фізичного знання, а лише підтверджують уже відомі факти й істини або ілюструють теоретично встановлені твердження;

б) *частково-пошуковий*, коли під час їх виконання з'ясується новий елемент знання як результат напівсамостійної пошукової діяльності учнів;

в) *дослідницький*, коли в результаті самостійного виконання експерименту учні роблять висновки та узагальнення, що мають статус суб'єктивно нового для них знання [6].

Наведені в підручниках з фізики інструкції для лабораторних робіт відповідають, в основному, тільки репродуктивному фізичному експерименту, в якому учням пропонується докладна покрокова інструкція, всі формули і закони, за якими потрібно виконувати експеримент. Це, на нашу думку, певною мірою суперечить деяким наведеним у навчальних програмах вимогам формування в учнів узагальненого експериментального вміння, яке формується всією системою навчального фізичного експерименту і має складну структуру, що містить:

а) *уміння планувати експеримент*, тобто формулювати його мету, визначати експериментальний метод і давати йому теоретичне обґрунтування, складати план досліді і визначати найкраща умови його проведення, обирати оптимальні значення вимірюваних величин та умови спостережень, враховуючи наявна експериментальна засоби;

б) *уміння підготувати експеримент*, тобто обирати необхідне обладнання і вимірювальні прилади, збирати дослідні установки чи моделі, раціонально розміщувати приладдя, домагаючись безпечного проведення досліді;

в) *уміння спостерігати*, визначати мету і об'єкт спостереження, встановлювати характерні риси плину фізичних явищ і процесів, виділяти їхні суттєві ознаки;

г) *уміння вимірювати фізичні величини*, користуючись різними вимірювальними приладами і мірами, тобто визначати ціну поділки шкали приладу, її нижню і верхню межу, знімати покази приладу;

д) *уміння обробляти результати експерименту*, знаходити значення величин, похибки вимірювань (у старшій школі), креслити схеми дослідів, складати таблиці одержаних даних, готувати звіт про проведену роботу, вести запис значень фізичних величин у стандартизованому вигляді тощо;

е) *уміння інтерпретувати результати експерименту*, описувати спостережувані явища і процеси, вживаючи фізичну термінологію, подавати результати у вигляді формул і рівнянь, функціональних залежностей, будувати графіки, робити висновки про проведені дослідження, виходячи з поставленої мети [6,4]

У програмі зазначено, що «кількісне співвідношення між видами навчального фізичного експерименту не можна визначити нормативно, оскільки на їх вибір впливає багато чинників. Це й відповідність обраного рівня самостійності учнів меті уроку, і підготовленість їх до сприймання навчального матеріалу на відповідному рівні, і сам зміст досліді, й уміння вчителя забезпечити на уроці належний рівень пізнавальної активності учнів[6,5]». Проте, в більшості шкіл вчителі виконують лабораторні роботи з учнями від 7 до 11 класу саме за інструкціями, наведеними в підручниках. У вчителів немає необхідних знань, досвіду і методичних розробок, щоб змінювати вид проведення лабораторної роботи від репродуктивного до дослідницького. Використання інтерактивних моделювань допомагає вирішити цю проблему. Запропонована нами в цій статті технологія проведення лабораторних робіт з використанням інтерактивних комп'ютерних моделювань може допомогти вчителю поступово формувати в учнях дослідницькі вміння і пізнавальні інтереси.

Хочемо наполегливо зауважити, що використання інтерактивних моделювань не може замінити проведення учнями дослідів і експериментів з реальними об'єктами і приладами, навіть, якщо у шкільній лабораторії відсутні потрібні для виконання лабораторної роботи матеріали і прилади. Моделювання лише можуть відігравати допоміжну роль, формуючи в учнях нові навички, збуджуючи їх інтерес до експериментування, побудови власних гіпотез і їх перевірки, вміння і бажання експериментувати і досліджувати, ставити дослідницькі завдання з постійними і змінними параметрами.

Ми пропонуємо таку послідовність дій при підготовці і проведенні лабораторних робіт з використанням інтерактивних комп'ютерних моделювань з сайту Phet:

1 етап. Підготовка до лабораторної роботи. Напередодні лабораторної роботи (краще – за декілька уроків до проведення лабораторної роботи) вчитель ознайомлює учнів з темою лабораторної роботи і повідомляє дату її проведення. Зазвичай, при

традиційному навчанні, учні, які знають, що наступним уроком буде лабораторна робота, в найкращому випадку повторюють закони і формули до теми. Іноді вчителі просять заздалегідь записати в зошитах для лабораторних робіт вступну частину, можливо, схему досліду. В пропонованій технології вчитель ознайомлює учнів з темою і основними завданнями майбутньої роботи, а також з відповідними цій лабораторній роботі інтерактивними моделюваннями.

Учні мають разом з учителем спочатку з'ясувати, які параметри в моделюванні (як і в майбутній лабораторній роботі) є сталими, а які можна змінювати і в яких межах. Оскільки більшість моделювань – комплексні і охоплюють декілька тем, навіть розділів навчальної програми курсу фізики, то слід обов'язково на початку домовитися з учнями, які саме параметри вони мають залишати незмінними під час проведення досліджень. Учні не зможуть сформулювати і перевірити свої гіпотези, якщо будуть змінювати декілька параметрів одразу. Важливо показати з великого екрану, як саме можна змінювати ці параметри, потім дати учням можливість спробувати повторити ті ж дії на комп'ютерах. При підготовці до лабораторної роботи слід запропонувати учням поекспериментувати вдома з моделюваннями і з'ясувати декілька взаємозв'язків між декількома параметрами. Таких дослідницьких завдань, на нашу думку, має бути не більше трьох. Завдання можуть бути різної складності: від простих до підвищеної складності. Це можуть бути такі завдання, наприклад, для лабораторної роботи з геометричної оптики:

1. Як змінюється зображення, утворене збиральною лінзою, якщо рухати предмет:
 - В напрямку до/від лінзи?
 - Перпендикулярно до оптичної осі лінзи?
2. Від чого (яких змінних параметрів лінзи) залежить величина зображення, якщо воно не рухається?
3. Коли (за яких умов) лінза може давати збільшене і зменшене зображення?
4. За яких умов можна отримати найбільше зображення за допомогою збиральної лінзи?

Запросіть учнів вдома дослідити і записати свої відповіді, використовуючи поняття: «оптична вісь», «відстань від предмета до лінзи», «відстань від лінзи до зображення», «фокусна відстань», «фокус(точка)», «радіус кривизни лінзи» тощо. Запропонуйте записати свої відповіді у вигляді речень «Якщо збільшувати/зменшувати... при незмінних..., то...». Важливо спочатку надати учням такі «мовленнєві кліше». Можна запропонувати «тим, хто не любить писати», записати свої висновки у вигляді «фізичного шифру» - умовних позначень, які використовуються в формулі тонкої лінзи, і ввівши, наприклад, додаткові позначення, як, наприклад, AB - розмір предмета, $A'B'$ - розмір зображення.

Слід обов'язково перевірити виконання домашнього завдання, але оцінки в журнал виставляти не варто, або виставити тільки за вдалі, цікаві дослідження. Учні мають привчитися, що підготовка до лабораторної роботи – це обов'язково. Без такої попередньої двоступеневої підготовки: в школі – роз'яснення, як працює моделювання, і вдома – «експериментування» у оптимальному для кожного учня темпі, коли кожен витрачає на це стільки часу, скільки йому потрібно, не можлива подальша ефективна робота з комп'ютерними моделюваннями. Робота з моделюваннями тільки в класі, як показав досвід пілотних шкіл, не приносить бажаного результату, відволікає учнів, не поглиблює їх знання. Перевірка самого факту (а не результатів) виконання домашнього завдання має бути обов'язковим, і може виконуватися взаємоперевіркою самими учнями.

2 етап. Виконання лабораторної роботи в класі. Виконання лабораторної роботи з використанням інтерактивних моделювань може бути здійснене за одним з трьох варіантів:

1 варіант - за запропонованою в підручнику інструкцією,

2 варіант - за розробленою вчителем, або доповненою інструкцією з підручника,

3 варіант - без наданої вчителем інструкції, яку учні (як план дослідження) можуть розробити самі.

При виконанні лабораторної роботи з використанням інтерактивних моделювань за будь-яким варіантом після стислого обговорення результатів виконання домашнього дослідження, вчитель запрошує учнів ознайомитися з критеріями правильного виконання лабораторної роботи. Вчитель роздає розроблену ним форму оцінювання лабораторної роботи, наприклад, взявши за основу загальну «Форму оцінювання проведення експериментальної роботи. Середні класи» з Бібліотеки оцінювання сайту «Оцінювання проєктів» навчальних програм Intel [4].

Цю форму оцінювання виконання дослідницьких робіт вчителю потрібно адаптувати/змінити відповідно до умов класу, віку учнів, залишивши/додавши тільки ті критерії, які співвідносяться з навчальними цілями, які ставить вчитель до цієї роботи і перед цим конкретним класом. Важливо також додати до таблиці праворуч ще один стовпчик і проставити коефіцієнти-множники (вагу критерія) для кожного критерія в залежності від їх важливості, згідно навчальним цілям для цього конкретного класу, цієї навчальної теми. Наприклад, для проведення лабораторної роботи з геометричної оптики адаптована форма для учнів 7 класу однієї з пілотних шкіл має такий вигляд:

Таблиця 1

Форма оцінювання проведення лабораторної роботи «Визначення фокусної відстані та оптичної сили тонкої лінзи»

Критерій	4 рівень	3 рівень	2 рівень	1 рівень	Вага критерію
Матеріал і обладнання	Я склав список і всіх використаних мною матеріалів і обладнання, використовуючи дуже конкретні і точні назви предметів і їх кількості. Я записав все обладнання і матеріали, які реально використовував в роботі	<u>Я склав список всіх використаних мною матеріалів і обладнання, описав більшість з них. Я записав все обладнання, яке наведене в посібнику.</u>	Я склав список більшості використаних мною матеріалів і обладнання, але деякі пропущені або не детально описані.	Я склав список лише деяких використаних мною матеріалів і обладнання.	x1
Схематичні малюнки	Два схематичні малюнки з лінзами мають всі основні елементи: предмет, його зображення, оптичну вісь, лінзу, два фокуси, основні промені, що формують зображення. Всі об'єкти позначені буквами і пояснені	<u>Два схематичні малюнки з лінзами мають всі основні елементи: предмет, його зображення, оптичну вісь, лінзу, два фокуси, основні промені, що формують зображення. Майже всі об'єкти позначені буквами</u>	Зроблений тільки один схематичний малюнок, який має всі основні елементи: предмет, його зображення, оптичну вісь, лінзу, два фокуси, основні промені, що формують	Схематичних тільки один малюнок, який має всі основні елементи: предмет, його зображення, оптичну вісь, лінзу, два фокуси, основні промені, що формують	x7

Критерій	4 рівень	3 рівень	2 рівень	1 рівень	Вага критерію
	під малюнком, всі відстані з формули лінзи позначені правильно. Всі побудови зображень відповідають формулі лінзи.	<u>і пояснені під малюнком, вказані відстані з формули лінзи.</u>	зображення. Всі об'єкти позначені буквами і пояснені, всі відстані з формули лінзи позначені правильно.		
Змінні величини	Я визначив змінні величини і занотував всі зв'язки між змінними величинами.	Я визначив змінні величини і занотував деякі зв'язки між змінними величинами.	Я визначив змінні величини.	<u>Я не визначив змінні величини.</u>	x4
Підрахунки	Я вірно використав відповідні формули, щоб зробити правильні розрахунки, і представив всі свої розрахунки чітко і точно.	Я представив всі свої розрахунки чітко і точно. Я зробив лише одну чи дві помилки, які не впливають та загальні висновки з мого експерименту.	<u>Я не вірно використав формули для обчислення, підставив в них не вірні дані. Моя робота містить помилки.</u>	Я не використовую ніяких формул для розрахунків. Моя робота має багато помилок.	x4
Гіпотеза	Мої гіпотези щодо лінз, мікроскопа і телескопа сформульовані так, що є чітке пояснення, що буде свідчити «проти» або «за» щодо припущень (спростовує або доводить встановлені зв'язки). Я використовую відповідні наукові поняття і науковий словник.	<u>Мої гіпотези щодо лінз, мікроскопа і телескопа сформульовані чітко, в них є пояснення того, як буде підтримане/аргументоване доведення. Я зазвичай використовую відповідні наукові поняття і слова.</u>	Мої гіпотези щодо лінз, мікроскопа і телескопа не сформульовані чітко, вони не засновані на науковому знанні, а на здогадках. Я намагаюся використовувати деякі наукові поняття і слова, але іноді я використовую їх неточно.	Мої гіпотези щодо лінз, мікроскопа і телескопа не сформульовані, вони засновані на здогадках. Мої пояснення суперечать науковим знанням. Я не правильно використовую наукові поняття або слова.	x8
Аналіз	Я аналізую взаємозв'язки однієї або декількох змінних, що характеризують	Я аналізую взаємозв'язки між змінними величинами.	<u>Я намагаюся проаналізувати взаємозв'язки між змінними величинами, але мої пояснення</u>	Я не аналізую взаємозв'язки між змінними величинами.	x8

Критерій	4 рівень	3 рівень	2 рівень	1 рівень	Вага критерію
	лінзи і цей аналіз ґрунтовний і глибокий.		<u>поверхові.</u>		
Висновки	<u>Мій висновок показує, що я перевіряв гіпотези і ясно пояснив всі змінні величини. Мої висновки засновані на ґрунтовних дослідженнях і добре задокументованих даних. Я використовую наукові терміни, поняття і всі слова правильно.</u>	Мій висновок показує зв'язок між гіпотезою і результатами дослідження, пояснює деякі змінні величини. Мої висновки засновані на проведених дослідженнях і отриманих даних. Я використовую специфічні наукові терміни і слова правильно.	Мій висновок є розпливчастим і в деякій мірі пояснює зв'язок між гіпотезою, змінними і результатами. Я іноді роблю помилки при використанні наукової мови.	Висновок відсутній або дуже короткий практично без пояснень про зв'язок між гіпотезою, змінними і результатам. Я роблю багато помилок при використанні наукової мови, або зовсім її не використовую.	x5
Безпека	Я виконую всі правила безпеки при проведенні мого експерименту, і я детально описую їх. Я успішно справляюся з непередбачуваними обставинами, виконуючи правила безпеки.	<u>Я виконую всі правила безпеки при проведенні мого експерименту, і я детально описую їх. Якщо я і роблю декілька помилок, то вони незначні і не загрожують мені чи моїм однокласникам.</u>	В основному я виконую всі правила безпеки при проведенні мого експерименту, і я описую їх. Я і роблю декілька помилок, які небезпечні для мене чи моїх однокласників.	Я проводжу мої дослідження у небезпечний спосіб, ризикуючи своєю безпекою, або безпекою інших. Я не описую правила безпечного проведення досліджень.	x4
Звіт про лабораторну роботу	<u>Мій звіт включає в себе всі необхідні компоненти: чітко і послідовно описує гіпотезу, матеріали, змінні величини, розрахунки, результати.</u>	Мій звіт включає в себе всі необхідні компоненти: чітко і послідовно описує гіпотезу, матеріали, змінні величини, розрахунки, результати,	Мій звіт не включає лише деяких необхідних компонентів: гіпотези, матеріалів, змінних величин,	Мій звіт не включає багатьох необхідних компонентів: гіпотези, матеріалів, змінних величини,	x4

Критерій	4 рівень	3 рівень	2 рівень	1 рівень	Вага критерію
	<u>проведений аналіз і висновки. Мова мого звіту чітка і точна, не містить орфографічних або граматичних помилок.</u>	проведений аналіз і висновки. Звіт не містить орфографічних або граматичних помилок, таких, що не дозволяють зрозуміти зміст.	розрахунків, результатів, їх аналізу чи висновків. Або мій звіт містить такі граматичні помилки, які не дозволяють чітко зрозуміти зміст.	розрахунків, результатів, їх аналізу чи висновків. Мова мого звіту містить так багато помилок, що зміст його важко зрозуміти.	

З цієї форми, адаптованої для конкретного класу, за величиною множника (вагою критерію) чітко видно, наприклад, які навчальні цілі ставив вчитель до цієї роботи: перш за все навчити формулювати гіпотези, проводити аналіз і вірно робити схематичні малюнки.

До початку виконання учнями лабораторної роботи слід роздати учням роздруковану на папері форму оцінювання. Вона буде слугувати їм орієнтовною основою дій. Якщо учні працюють при виконанні лабораторної роботи в парах, то потрібно видати їм один екземпляр на пару. Слід докладно ознайомити учнів з критеріями (перша колонка) та дескрипторами (описами) для чотирьох рівнів навчальних досягнень. Можна прочитати вголос тільки описи для найвищого і найнижчого рівнів. Важливо переконатися, що всім учням зрозумілі описи критеріїв для кожного рівня. Слід пояснити значення ваги основних критеріїв.

При виконанні лабораторної роботи і наприкінці оформлення результатів роботи учні здійснюють самооцінювання своєї діяльності за цією формою. В ході проведення експериментального дослідження учні мають самі звіритися з описами критеріїв (дескрипторами) і вирішувати, на який саме рівень вони хочуть/можуть виконати роботу. Цінним є те, що користуючись формою, учні самі можуть дізнатися з опису, наприклад, як правильно формулювати гіпотези. Наприкінці виконання роботи вони самі мають підкреслити (або позначити кольором), на який саме рівень вони виконали кожен критерій і внести корективи в свою роботу.

Таким чином ця форма оцінювання крім безпосереднього оцінювання виконує ще й інструктуючу, формуючу роль. Вона допомагає учням визначити сподівання вчителя щодо їх виконання роботи, а також оцінити свої сильні і слабкі сторони, вона дозволяє виставити аргументовану оцінку, яка відображає знання і вміння учнів, а також вказує їм шляхи подальшого самовдосконалення.

В ході виконання лабораторної роботи за *другим варіантом* використання інтерактивних моделювань вчитель може поряд з інструкцією, вміщеною в підручнику надати учням додаткові завдання, які допомагають учням краще зрозуміти сутність фізичних процесів і формул, поглибити їх знання з фізики. Так, наприклад при виконанні лабораторної роботи «Вивчення залежності електричного опору від довжини провідника, площі його поперечного перерізу і матеріалу провідника» в посібнику [7, 54] наведено декілька варіантів проведення роботи. Щоб поглибити розуміння учнів процесів, які відбуваються в середині провідника, як рухаються електрони в кожному окремому випадку, і як це впливає на опір, доцільно надати учням можливість попрацювати з комп'ютерними моделюваннями «Просте коло зі струмом» і «Коло з батареї і резистора» [8]. Використання комплексного комп'ютерного моделювання «Електричні кола постійного струму» [8] допомагає виконанню додаткового завдання до лабораторної роботи «Вимірювання потужності споживача електричного струму» [7], особливо при

поясненні перетворення енергії. Для розуміння учнями взаємозв'язків і процесів, які відбуваються в провідниках зі струмом, до проведення лабораторних робіт «Дослідження електричного кола з послідовним з'єднанням провідників», «Дослідження електричного кола з паралельним з'єднанням провідників» [10] варто ознайомити учнів, роздати на електронних носіях моделювання і дати їм домашні завдання до моделювання «[Конструктор для змінного і постійного струму. Віртуальна лабораторія](#)». Моделювання процесів, які відбуваються в провідниках, не видимі очам людини, використання моделювань дозволяє учням не механічно запам'ятовувати формули і закономірності паралельного і послідовного з'єднання провідників, а розуміти, чому спостерігаються такі співвідношення електричних величин. Малюнки, в підручнику з фізики, за якими учням пропонується скласти електричне коло невиразні, як наприклад, на мал.56 [10, 60]. Прилади в шкільному фізичному кабінеті можуть не бути подібними тим, які зображені на малюнках, а отже і не розпізнаються учнями, а це не дозволяє їм правильно самостійно скласти електричне коло для вимірювань. Використовуючи комплексне моделювання з електрики для вивчення електричного кола, вчитель може заздалегідь створити в моделюванні такий схематичний малюнок, зберегти його на своєму комп'ютері, клацнувши на кнопці «Зберегти» і скопіювати і роздати на електронних носіях це моделювання всім учням класу або тільки учням, які мають труднощі при складанні електричних кіл. (Рис.1)

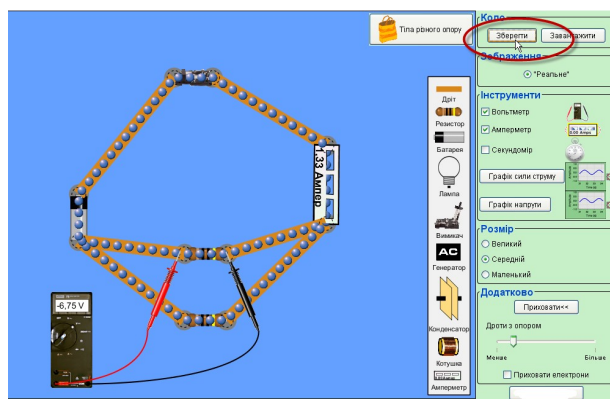


Рис.1. Моделювання кола електричного струму

Використовуючи вимірювальні прилади в класі при виконанні лабораторної роботи під час вимірювань електричного струму, учні можуть вивести їх з ладу за браком досвіду користування ними, при помилковому приєднанні приладів. При складанні схеми спочатку на комп'ютерній моделі, а після самостійної перевірки її роботи – на реальних приладах, учні вчаться правильно складати схеми, експериментувати, правильно користуватися приладами, робити вимірювання. Психологічна напруженість щодо використання таких приладів і обладнання можуть стримувати дослідницький інтерес учнів, а при самостійному використанні комп'ютерних моделювань, учні можуть дозволити собі помилятися, працювати з граничними параметрами.

3 етап. Виставлення оцінок за виконану лабораторну роботу. При використанні форм оцінювання з чіткими критеріями і описом вимог щодо них, учні можуть здійснити самооцінювання або взаємооцінювання робіт один одного (одна пара – іншу). Роботи також може перевіряти вчитель. За формами оцінювання розрахунок оцінки за 12-бальною системою можна, наприклад, наближено зробити так: в Таблиці 2 виділено підкресленням вчителем (або учнями, що оцінюють) рівні, що відповідають кожному з критеріїв. Загальна сума «сирих» балів за наведеними в Таблиці 2 позначеннями (підкресленнями): $3*1+3*7+1*4+2*4+3*8+2*8+4*5+3*4+4*4=124$, максимальний бал за таблицею – 180, то ж оцінка за дванадцятибальною шкалою ($12*124/180$) приблизно дорівнює 8.

На початку застосування такої технології формуючого оцінювання сам процес розрахунку і виставлення оцінки може здаватися вчителю занадто громіздкою

процедурою і такою, що вимагає багато часу. Проте, коли вчителі часто застосовують такі обчислення, вони роблять це швидко (можна залучити комп'ютер, ввівши в готові формули для обчислення підсумкової оцінки). Крім того, такі обчислення можна доручати учнями при взаємооцінюванні і самооцінюванні. Таке формуюче оцінювання має ряд суттєвих переваг:

- Оцінка, розрахована за конкретними і чіткими критеріями, є більш об'єктивною у порівнянні з традиційними (інтуїтивними) технологіями, позбавлена суб'єктивності.
- Учні заздалегідь знають точні очікування вчителя від своєї роботи і намагаються їм слідувати.
- Таке оцінювання чітко вказує на сильні і слабкі сторони навчання учнів, і тим самим вказує їм шляхи подальшого вдосконалення конкретних навичок (наприклад, вміння формулювати гіпотези).
- Оцінювання вказує на ті «прогалини» в знаннях, які учням слід надолужити
- Таке оцінювання дозволяє вчителю визначити/діагностувати не тільки знання і вміння учнів виконувати окремі етапи лабораторної роботи, а й їх вміння мислити, порівнювати, робити висновки і вирішувати проблеми. Вчитель після аналізу таких робіт також може визначити шляхи свого подальшого вдосконалення як педагога.

Використання інтерактивних моделювань і технології формуючого оцінювання дозволяє більш ефективно навчати учнів усвідомлено ставитися до свого навчання.

4. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

У результаті дослідження, проведеного в пілотних школах, визначені основні ключові моменти методики застосування комп'ютерних моделювань з фізики при виконанні учнями лабораторних робіт. На основі аналізу навчальних програм визначено, які Інтернет-моделювання з сайту Phet відповідають лабораторним роботам, передбаченим навчальними програмами з фізики. Подальші дослідження мають бути проведені щодо особливостей використання інтерактивних комп'ютерних моделювань для інших видів фізичного експерименту, зокрема, демонстраційного експерименту, фізичного практикуму, домашнього експерименту, при розв'язуванні експериментальних задач.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Державний стандарт повної загальної середньої освіти [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.mon.gov.ua/ua/activity/education/56/general-secondary-education/state_standards/
2. Навчальна програма. Фізика для 7-9 класів загальноосвітніх навчальних закладів [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.mon.gov.ua/ua/activity/education/56/general-secondary-education/educational_programs/1349869088/
3. Дементієвська Н.П. Використання інтернет-ресурсів для навчального експерименту з курсу фізики середньої школи, Інформаційні технології і засоби навчання. Електронне наукове фахове видання «Інформаційні технології і засоби навчання», 3 (29), (2012) .
4. Бібліотека інструментів оцінювання навчальних програм Intel, [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://educate.intel.com/ASSESSING-DEMO/PersonalLibraryPage.aspx?channel=uk-UA&tid=ap>
5. Дементієвська Н.П., Формуюче оцінювання ІКТ компетентностей учнів у курсі з допрофільної підготовки // Інформатика і інформаційні технології в навчальних закладах. — 2011. - №6
6. Навчальна програма з фізики. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.mon.gov.ua/ua/activity/education/56/general-secondary-education/educational_programs/1349869429/
7. Програма для учнів 8—9 класів загальноосвітніх навчальних закладів із поглибленим вивченням фізики [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.mon.gov.ua/ua/activity/education/56/general-secondary-education/educational_programs/1349869497/
8. Інтерактивні моделювання. Веб-сайт Університету Колорадо, [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://phet.colorado.edu/>
9. Шкільний навчальний експеримент з сайтом моделювань PHET. Блог мережної спільноти, [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://ukrainephet.blogspot.com/>

10. Коршак С.В., Фізика : 9 кл.: підручн. для загальноосвіт. Навч.закл. /С.В.Коршак, О.І.Ляшенко, В.Ф. Савченко. – К.: Генеза, 2009. – 160 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ ОНЛАЙНОВЫХ МОДЕЛИРОВАНИЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ФИЗИКЕ

Дементиевська Ніна Петровна

научный сотрудник отдела лабораторных комплексов средств обучения Института информационных технологий и средств обучения НАПН Украины

e-mail: nina.dementievaska@gmail.com

Аннотация. Современному учителю физики нужно иметь профессиональные компетентности, направленные на использование интернет-технологий, связанных с физическим экспериментом. Недостаточное количество методических материалов для учителей на украинском языке приводят к использованию учителями виртуальных лабораторий и компьютерных моделирований по традиционным методикам, а не по новейшим инновационным современным педагогическим технологиями. Это может ограничить их использование и значительно снизить их эффективность. В украинской методической литературе практически отсутствуют материалы по оценке компетентностей, исследовательских навыков учащихся при выполнении ими лабораторных работ. Целью статьи является описание отдельных компонентов методики использования материалов сайта моделирования в школьном физическом эксперименте и их оценивания, в частности, при выполнении лабораторных работ.

Ключевые слова: учебный эксперимент, лабораторные работы по физике, формирующее оценивание

APPLICATION OF INTERACTIVE ONLINE SIMULATIONS IN THE PHYSICS LABORATORY ACTIVITIES

Nina P. Dementievaska

Researcher at the Department of laboratory complexes of Learning, Institute of information technology and learning tools of National Academy of Pedagogical Science of Ukraine

e-mail: nina.dementievaska@gmail.com

Resume. Physics teachers should have professional competences, aimed at the use of online technologies associated with physical experiments. Lack of teaching materials for teachers in Ukrainian language leads to the use of virtual laboratories and computer simulations by traditional methods of education, not by the latest innovative modern educational technology, which may limit their use and greatly reduce their effectiveness. Ukrainian teaching literature has practically no information about the assessment of competencies, research skills of students for the laboratory activities. The aim of the article is to describe some components of instructional design for the Web site with simulations in school physical experiments and their evaluation.

Keywords: Physic experiment, laboratory work in physics, formative assessment

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. State education standards for secondary schools [Electronic Resource]. — Access mode: http://www.mon.gov.ua/ua/activity/education/56/general-secondary-education/state_standards/ (Ukr)
2. Physics curriculum for 7-9 grades of secondary schools [Electronic Resource]. — Access mode: http://www.mon.gov.ua/ua/activity/education/56/general-secondary-education/educational_programs/1349869088/ (Ukr)
3. Dementiyevska N.P. Online resources for experiment in high school physics course, Technology and learning tools. Electronic scientific magazine "Technology and learning tools", 3 (29) (2012). [Electronic Resource]. — Access mode: <http://lib.iitta.gov.ua/639/> (Ukr)
4. Intel Library of assessment tools, [Electronic Resource]. — Access mode: <https://educate.intel.com/assessing-demo/personallibrarypage.aspx?channel=uk-ua&tid=ap> (Ukr)
5. Dementiyevska N.P. Formative assessment of ICT competencies for students in preprofilation course // Computer science and information technology in schools. - 2011. - № 6 (Ukr)
6. Physics state curriculum, [Electronic Resource]. — Access mode: http://www.mon.gov.ua/ua/activity/education/56/general-secondary-education/educational_programs/1349869429/ (Ukr)

7. Physics state curriculum for secondary school students (grades 8-9) with in-depth study of physics. [Electronic Resource]. — Access mode: http://www.mon.gov.ua/ua/activity/education/56/general-secondary-education/educational_programs/1349869497/ (Ukr)
8. Interactive simulations. University of Colorado Website [Electronic Resource]. — Access mode: <http://phet.colorado.edu/>
9. Physics experiment with Phet simulations. Blog online community [Electronic Resource]. — Access mode: <http://ukrainephet.blogspot.com/> (Ukr)
10. Korshak E.V., Physics: 9 grade.: manual for schools. /E.V. Korshak, O.I.Lyashenko, V.F. Savchenko. — Kiyv.: Geneza, 2009. — 160 p. (Ukr)