

УДК 373.018

**Головко Микола Васильович**

кандидат педагогічних наук, доцент, старший науковий співробітник, заступник директора з наукової роботи  
Інститут педагогіки НАПН України, м. Київ, Україна  
*m.golovko@ukr.net*

**Крижановський Сергій Юрійович**

старший лаборант кафедри фізики та методики її викладання  
Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка,  
м. Тернопіль, Україна  
*kryzhanovskyj.s@gmail.com*

**Мацюк Віктор Михайлович**

кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри фізики та методики її викладання  
Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка,  
м. Тернопіль, Україна  
*mvm27@yandex.ua*

## МОДЕЛЮВАННЯ ВІРТУАЛЬНОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ ДЛЯ СИСТЕМ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ В ЗАГАЛЬНООСВІТНІЙ І ВИЩІЙ ПЕДАГОГІЧНІЙ ШКОЛАХ

**Анотація.** У статті проаналізовано стан розвитку навчального комп'ютерного моделювання, його сучасних можливостей. Висвітлено психолого-дидактичні підходи до проблеми моделювання у навчанні фізики і шкільному фізичному експерименті. Розглянуто можливу класифікацію комп'ютерних моделей для системи дистанційного навчання. Охарактеризовано основні види віртуального моделювання, що найбільш широко використовуються у системах комп'ютерної підтримки навчання фізики, дидактичні можливості їх застосування у навчанні учнів загальноосвітньої школи. Висвітлено особливості організації дистанційного навчання майбутніх учителів фізики засобами електронних навчально-методичних комплексів як сукупності інтегрованих електронних освітніх ресурсів і послуг.

**Ключові слова:** дистанційне навчання; моделювання; комп'ютерна модель; віртуальний фізичний експеримент.

### 1. ВСТУП

**Постановка проблеми.** В умовах становлення інформаційного суспільства виникає потреба розвивати нові методи і форми організації навчання, що реалізуються засобами сучасних технологій. У цьому контексті особливо перспективним є дистанційне навчання, що може стати важливою органічною складовою як системи професійної підготовки у вищій школі, так і навчання учнів загальноосвітньої школи. Згідно Положення про дистанційне навчання, затвердженого в 2013 р., дистанційне навчання розглядається як індивідуалізований процес набуття знань, умінь, навичок і способів пізнавальної діяльності людини. Важливою особливістю цього процесу є те, що він відбувається, на відміну від традиційного навчання, за опосередкованої взаємодії віддалених один від одного суб'єктів у спеціально створеному на основі сучасних психолого-педагогічних та інформаційно-комунікаційних технологій, середовищі. Дистанційне навчання забезпечує доступність і відкритість надання освітніх послуг, більш повно реалізує право на здобуття освіти і професійної

кваліфікації здобувачів незалежно від їх місця проживання і відповідно до здібностей [1].

Сучасна теорія і методика навчання розглядає дистанційне навчання як процес формування знань у суб'єкта навчання з використанням комп'ютерних технологій і засобів телекомунікації, які забезпечують інтерактивний діалог суб'єкта навчання з центром навчання відповідно до його індивідуального графіка, що дозволяє контролювати результати самостійної роботи суб'єкта навчання і змінювати режим комп'ютерного навчання відповідно до його індивідуальних особливостей [2]. Але якщо для гуманітарних дисциплін дистанційне навчання можна організувати досить ефективно, то для природничих і технічних дисциплін ситуація є більш складною. Відсутність науково обґрунтованих механізмів реалізації електронного навчання фізики пояснюється і специфікою викладання самої навчальної дисципліни [3].

Важливим етапом вивчення фізики є експеримент, який стимулює активну пізнавальну діяльність і творчий підхід до отримання знань. За традиційних форм освітнього процесу така можливість реалізується демонстраційним експериментом і в ході виконання необхідного комплексу лабораторних робіт і практичних занять. Утім, за дистанційного навчання подібна активізація діяльності обмежена очевидними технічними складнощами. Одним із шляхів вирішення даної проблеми може стати можливість віртуального експерименту в єдиному інформаційно-комунікаційному освітньому середовищі [4].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Через те, що комп'ютерні системи увійшли в навчальний процес досить давно, проблемі використання інформаційних технологій у процесі навчання, зокрема фізики, присвячено достатню кількість наукових і науково-методичних праць і досліджень. У цих роботах розглядаються різні аспекти проблеми: організація й управління навчальною діяльністю в комп'ютерно-орієнтованому середовищі (П. С. Атаманчук, В. Ю. Биков, М. І. Жалдак); активізація пізнавальної діяльності і розвиток творчих здібностей засобами ІКТ в процесі навчання фізики (Ю. В. Єчкало, В. Е. Краснопольський., Н. П. Литкіна, А. М. Сільвейстр., І. О. Теплицький); використання комп'ютерів у самостійній роботі з фізики (Ю. П. Рева, Ю. О. Жук); організація навчальної діяльності у комп'ютерно-орієнтованому навчальному середовищі і проектування інформаційно-освітнього середовища (М. В. Головка, Ю. О. Жук, Ю. В. Заболотня, О. І. Іваницький, О. М. Соколюк, С. П. Стецик); проблеми оптимізації використання ІКТ у навчанні фізики (Л. В. Непорожня, Р. В. Майер, А. Н. Петриця, Є. А. Самойлова, А. Ю. Свістунов, С. І. Телегін); використання інформаційних технологій у шкільному навчальному експерименті (С. П. Величко, В. О. Ізвозчиков, Л. М. Наконечна, Ю. М. Орицин, Н. Л. Сосницька, В. І. Сумський та ін.); формування предметної компетентності засобами ІКТ (Н. Баловсяк, Л. Г. Карпова, О. В. Ліскович, О. П. Пінчук, В. Д. Шарко); дистанційні технології у навчанні фізики (М. О. Моклюк) та інші.

**Метою статті** є аналіз розвитку комп'ютерного моделювання, його сучасних можливостей і шляхів використання в процесі дистанційного навчання фізики.

## 2. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Проблема дидактичних можливостей методу активно досліджується науковцями [5]. Моделювання розглядають як заміну вивчення явища в реальності вивченням аналогічного явища на моделі (мислено уявлювана або матеріально реалізована система, яка, відображаючи об'єкт дослідження, здатна замінювати його так, що її вивчення дає нову інформацію про об'єкт). Навчальна модель розглядається як система

(матеріальна або мислена), яка здатна відтворювати зовнішній вигляд чи внутрішню структуру об'єкта з метою більш глибокого його пізнання, коли безпосереднє вивчення цього об'єкта в умовах школи становить значні труднощі або зовсім неможливе. Навчальні моделі можна поділити на класи.

1. Демонстраційно-ілюстративні (матеріальні і мислені).
2. Навчально-евристичні (матеріальні і мислені).

Моделі першого класу використовуються:

1. для пояснення принципу дії установок, машин, пристроїв;
2. для розкриття механізму і внутрішньої структури відповідних явищ і процесів.

Моделі другого класу мають дослідницький характер, працюючи з якими, учень дістає нову інформацію кількісного характеру про явища і процеси об'єктивної реальності.

Із запровадженням інформаційно-комунікаційних технологій в освіті розвивається комп'ютерне моделювання. Комп'ютерні моделі передбачають створення програмного середовища, яке поєднує в собі на основі математичної моделі явища або процесу засоби інтерактивної взаємодії з об'єктом дослідження і розвинуті засоби відображення інформації [6]. Навчальні комп'ютерні моделі є віртуальними моделями, призначеними для формування в суб'єкта навчання відповідних пізнавальних умінь на основі представлення предмета навчання [7].

Відмінною особливістю навчальної віртуальної моделі є специфічні способи візуалізації істотних властивостей модельованого явища, а також організації інтерфейсу програми, що підтримує самостійну роботу учнів з даною моделлю. Комп'ютерні моделі можуть виконувати роль як демонстраційно-ілюстративних, так і навчально-евристичних моделей, залежно від того, яке педагогічне завдання розв'язує учитель на уроці.

Найефективнішим є використання комп'ютерної моделі для демонстрації під час пояснення нового матеріалу і розв'язування задач. Використання моделей у навчальному процесі з фізики дозволяє виділяти і відображати найважливіші для пізнання зв'язки в явищах, які часто бувають недоступні для безпосереднього спостереження, осмислити суть деяких фізичних явищ. Моделювання дає вчителю можливість глибше розкрити на уроці зміст фізичних понять, ознайомити учнів із сучасною експериментальною базою фізики, розкрити важливе значення методів дослідження фізичних явищ і процесів, озброїти учнів системою фізичних знань у тісному зв'язку з методами наукових досліджень [6].

Комп'ютерна модель є основою навчального віртуального експерименту. Використання комп'ютерного моделювання віртуального експерименту в навчальному процесі дистанційної освіти потребує аналізу як з погляду дидактичних, психолого-педагогічних вимог, так і реалізованості його на наявному апаратно-програмному забезпеченні [8].

Психолого-педагогічні вимоги до створення віртуального фізичного експерименту ґрунтуються на врахуванні досвіду учнів зі здійснення пізнавальної діяльності й особливостях їх психічного розвитку і включають таке [9]:

1. з'ясування функції, яку виконуватиме даний експеримент у конкретній ситуації: чи буде він сприяти створенню образів тих понять, що вивчаються, або сприяти розвитку вже сформованих понять;
2. врахування попереднього чуттєвого досвіду учнів, рівня їх абстрактного мислення, а також можливості забезпечення в постановці даного дослідження органічного зв'язку між словесними і наочними елементами;

### 3. врахування особливостей дидактичних форм постановки віртуального фізичного експерименту.

Досвід використання віртуального фізичного експерименту в навчанні фізики засвідчує [9], що він може ефективно використовуватися на всіх етапах реального фізичного експерименту, зокрема, у вигляді демонстраційних дослідів, лабораторних робіт, робіт фізичного практикуму, експериментальних задач. При цьому віртуальний експеримент може виступати засобом пізнання і безпосереднього представлення компонентів «готового» знання, засобом наочності, що супроводжує інші засоби представлення «готового» знання, тренажером (засобом відпрацювання окремих пізнавальних умінь), засобом контролю рівня сформованості знань і вмінь учнів.

Зазначені функції віртуального фізичного експерименту дають можливість його використання як ефективного засобу стимулювання інтересу в учнів до предмету, бажання самостійно досліджувати фізичні явища і процеси, готовності тривалий час підтримувати увагу до матеріалу, що вивчається.

Віртуальний фізичний експеримент також дозволяє [7]:

1. вивчати складні фізичні явища на рівні, доступному для розуміння, усуваючи використання громіздкого математичного опису;
2. «досліджувати» явище навіть у тих випадках, коли проведення реального експерименту ускладнене або недоцільне (наприклад, рух космічних об'єктів, вивчення поведінки тіл при великих тисках, дослідження мікроскопічних об'єктів, робота ядерного реактора і т. д.);
3. зупиняти і відновлювати експеримент з метою аналізу проміжних результатів і можливої зміни його ходу;
4. вивчати явище в динаміці (тобто спостерігати його розвиток у просторі й часі);
5. здійснити операцію, неможливу в натурному експерименті, змінювати просторово-часові масштаби протікання явища;
6. задавати необхідні умови проведення експерименту і параметри досліджуваної системи об'єктів, не турбуючись за її стан, а також безпеку і збереження компонентів експериментальної установки;
7. супроводжувати модельний експеримент візуальною інтерпретацією закономірних зв'язків між параметрами досліджуваної системи (у формі динамічних графіків, діаграм, схем та ін.);
8. дослідити явище в «чистому» вигляді, точно відтворюючи необхідні умови його протікання;
9. акцентувати завдяки ефектам мультимедія увагу учнів на головному в досліджуваному явищі і сприяти тим самим більш глибокому розумінню його сутності.

Важливою функцією віртуального середовища є його інтерактивність, що забезпечує динамічність і керованість користувачем зображення досліджуваної реальності. Під час використання інтерактиву як функції нового середовища навчання до раніше зазначених переваг віртуального експерименту додаються нові [7]:

1. забезпечення діяльнісного підходу до навчання, орієнтованого на розвиток ключових компонентів навчальної активності школярів: її мотиваційної сфери (зокрема інтересу до навчання), уміння планувати свої дії, виконувати і контролювати якість їх виконання;
2. розвиток пізнавальної самостійності учнів, яка визначає успіх у реалізації їх навчальної активності;
3. створення умов для творчої діяльності учнів.

Під час створення віртуального експерименту для використання в дистанційному навчанні доцільно орієнтуватися на дотримання таких дидактичних принципів, а саме:

1. гуманізації і гуманітаризації навчання;
2. пріоритетності психолого-педагогічних, соціальних та санітарно-гігієнічних підходів до всіх аспектів використання дистанційних технологій;
3. підготовленості особистості до навчання (принцип стартового рівня); модульного підходу;
4. мобільності навчання (формування інформаційного середовища); активного зворотного зв'язку;
5. вибору змісту освіти; педагогічної доцільності застосування нових інформаційних технологій;
6. неантагоністичності дистанційного навчання існуючим формам освіти;
7. забезпечення захисту інформації.

Для максимальної реалізації функцій віртуальних моделей у навчанні потрібно забезпечити використання їх різноманітних видів [6]. Тому питання класифікації віртуальних моделей є важливим для повного й об'єктивного оцінювання різноманітності функцій віртуального середовища, дає можливість уточнити перспективні напрями подальшого їх розвитку, а також вказати на найефективніші способи їх використання в дистанційному навчанні.

У побудові класифікації важливо виділити суттєві для навчання критерії поділу віртуальних моделей на видові групи. Це, у першу чергу, ті з підстав, які відповідають на ключові питання навчального моделювання:

1. що моделюється?
2. як здійснюється моделювання (способи та інструменти)?
3. які навчальні завдання можуть бути поставлені перед суб'єктом навчання в роботі з навчальною моделлю?

Підходи щодо класифікації віртуального експерименту для традиційного навчання, запропоновані Оспенніковим Н. А. [7], можуть бути використані і в умовах дистанційного навчання.

Так, наприклад, за об'єктом моделювання можна виокремити такі віртуальні фізичні моделі: реальних об'єктів і процесів (природи, приладів, машин, технічних комплексів і реалізованих на них технологічних процесів); ідеалізованих об'єктів, що відображають сутність (ядро) фізичних теорій; дій та операцій дослідника з об'єктами природи і техніки.

За типом математичної моделі, обраної для кількісного опису явища, віртуальні моделі поділяють на: моделі, у яких здійснюється аналітичний опис явища на основі відомих експериментальних законів (або рівнянь теорії); у яких правдоподібний аналітичний опис явища здійснюється на основі інших первинних математичних рівнянь, але які включають ті ж характеристики, що й досліджуване явище (за правильного вибору такі рівняння у своєму розв'язанні можуть досить добре описувати особливості протікання явища, що моделюється).

За характером навчального завдання, яке ставиться перед користувачем під час роботи з моделлю, віртуальні моделі можуть використовуватися для засвоєння елементів «готового знання» і для навчального дослідження (за планом, розробленим користувачем, відповідно до заздалегідь підготовленого навчального плану).

Різні конфігурації зазначених видових ознак моделей породжують безліч їх конкретних варіантів. Під час розробки конкретної віртуальної моделі необхідно задати їй вид з кожного із зазначених вище критеріїв класифікації. Новостворена віртуальна

модель залежно від поєднання її видових ознак буде виконувати в навчанні специфічний для неї комплекс функцій.

Віртуальний експеримент має задовольняти такі основні вимоги [10]: очевидна схожість з реальними фізичними приладами і їх реальною поведінкою в часі і просторі, віртуальний експеримент візуально не повинен суттєво відрізнятися від реального; хід роботи й обробка результатів не мають відрізнятися від відповідних для реального експерименту; як і в проведенні експерименту на реальній установці, у віртуальній роботі учні мають стикатися з перехідними процесами, необхідністю тимчасової витримки перед зняттям показів; у моделях має бути врахована випадкова помилка, що вносить похибку в результат, завдяки чому результати, отримані різними учнями, відмінні один від одного, як і в проведенні роботи на реальних установках.

Охарактеризуємо окремі варіанти віртуального моделювання, що найширше використовуються у системах комп'ютерної підтримки навчання фізики.

*Віртуальні демонстрації* – навчальні віртуальні моделі, для яких характерні ознаки реальних об'єктів і процесів призначені для засвоєння елементів «готового знання» (незалежно від виду моделі в рамках другої класифікації). Можливі два варіанти віртуальної демонстрації фізичного досліду: віртуальна демонстрація явища (користувачеві подається модель явища в природних умовах його протікання); віртуальна демонстрація фізичного експерименту (користувачеві подається модель роботи експериментальної установки і спостережуваного на ній ефекту). Можливі також віртуальні демонстрації технічних об'єктів.

*Віртуальні демонстрації структури і властивостей ідеалізованого об'єкта теорії* – навчальні віртуальні моделі з видовими ознаками ідеалізованих об'єктів, що відображають сутність (ядро) фізичних теорій, призначені для засвоєння елементів «готового знання». Математичний опис такої моделі також може бути будь-яким.

*Віртуальні симуляції* – навчальні віртуальні моделі з видовими ознаками дій і операцій дослідника з об'єктами природи і техніки в поєднанні з будь-якими ознаками другої і третьої класифікацій. Віртуальна симуляція діяльності людини в умовах, наближених до реальних, надзвичайно ефективна в навчальних цілях. Цільові орієнтири віртуальних симуляцій можуть істотно відрізнятися. Одні симулятори можуть пропонувати учням зразки діяльності в «готовому» вигляді і здійснювати потім відпрацювання дій в однотипних умовах (тренаж). Можливе використання віртуального симулятора з метою організації навчального дослідження.

У проектуванні таких моделей залежно від того, яка ознака реалізується з третьої класифікації, підбираються відповідно ознаки з другої класифікації, тобто визначається вид математичної моделі для розробки алгоритму програми, що здійснює дану симуляцію. У разі поєднання дій та операцій дослідника з об'єктами природи і техніки й аналітичний опис явища на основі відомих експериментальних законів (або рівнянь теорії) призначені для навчального дослідження (віртуальна симуляція, реалізована як навчальне дослідження), отримуємо модель, яка дуже вдало поєднує в собі можливості повноцінного віртуального експерименту й імітацію реальних дій користувача з об'єктом дослідження. Це, безумовно, цінне в навчальному плані, оскільки дозволяє за рахунок ефектних візуальних прийомів зосередити увагу учнів на істотних властивостях досліджуваного об'єкта. У деяких випадках такий підхід доцільний і в науковому пізнанні. Треба відзначити, що моделі цього типу є найбільш складними і трудомісткими для розробки.

Можливі два способи використання комп'ютерного моделювання: за допомогою спеціалізованих програмних засобів і безпосереднього програмування. Програмні засоби, які використовуються для комп'ютерного моделювання, поділяють на

віртуальні фізичні лабораторії, віртуальні фізичні світи, інструментальні середовища, засоби для проведення математичного моделювання фізичних процесів.

*Віртуальна фізична лабораторія* – програмний засіб, призначений для імітації роботи студента в фізичній лабораторії під час дослідження фізичних процесів або явищ. Зараз на ринку представлено цілу низку програмних пакетів, призначених для здійснення віртуальних навчальних експериментів. Як приклад можна розглянути декілька таких рішень: віртуальні онлайн лабораторії, які дозволяють проводити комп’ютерні досліди, не купуючи додаткових програм.

Наприклад, PhET (Physics Education Technology) – вільно поширюваний програмний засіб під ліцензією GNU/GPL. Метою цього пакету є інтерактивне моделювання фізичних явищ для демонстрації їх у процесі навчання.

На цьому ресурсі, розробленому Університетом Колорадо, представлені віртуальні лабораторії, що демонструють різні явища в галузі фізики, хімії, біології, геології, а також інтерактивні математичні інструменти (рис. 1).

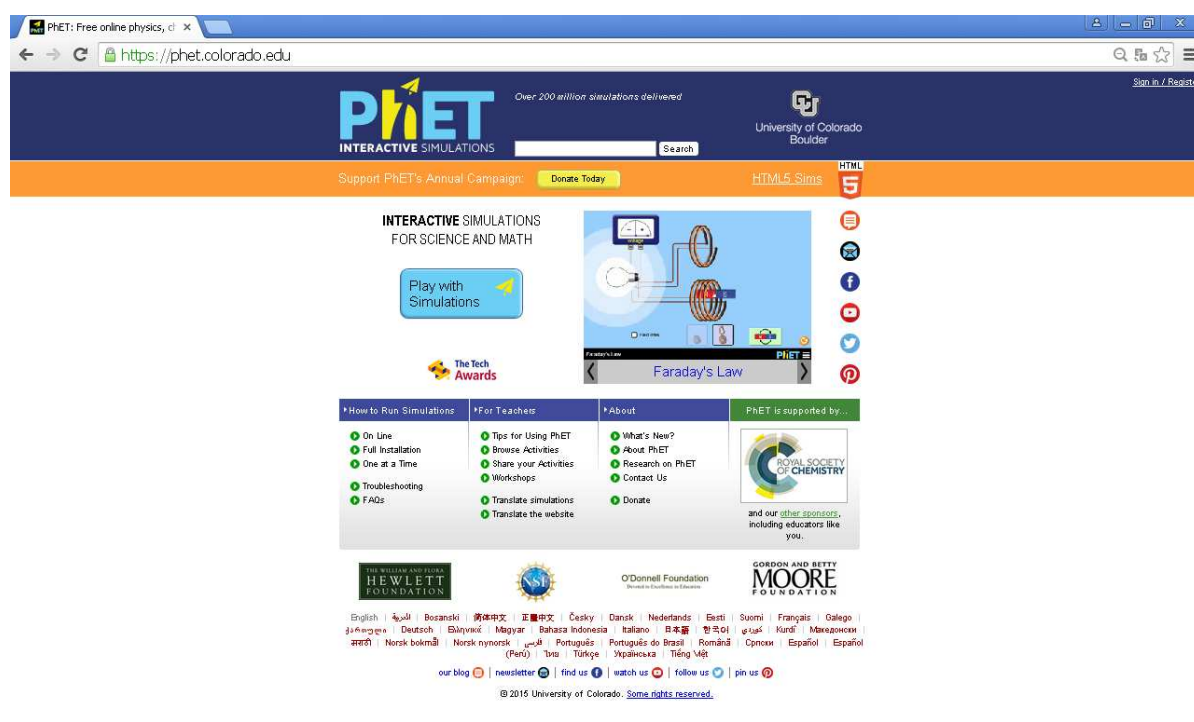


Рис. 1. Головна сторінка проекту PhET [10]

Демонстрації PhET розроблені з використанням технології Java, HTML5, що дозволяє запускати експерименти в он-лайн, завантажувати аплети на локальний комп’ютер, а також впроваджувати їх на веб-сторінки свого дистанційного курсу як віджетів. Усі ці опції передбачені на сторінці кожної демонстрації PhET. Попри це, є можливість завантажити демонстрацію й адаптувати до власних потреб, наприклад, перекласти українською мовою.

Усі експерименти PhET інтерактивні. Інтерфейс віртуальних лабораторних робіт є досить інтуїтивним і не вимагає спеціальних знань і навичок у користувачів. Усі дії з віртуальними об’єктами нагадують прийоми використання реальних об’єктів.

Віртуальні лабораторії містять одне або кілька завдань, а також набір усіх елементів, необхідних для їх розв’язування. Основна мета демонстрацій – візуалізація і пояснення явищ, а не тестування знань і навичок користувача.

Окрім ресурсу PhET доцільно звернути увагу на проект VirtuLab [11]. Це найбільший у сучасному російському сегменті Інтернету збірник віртуальних дослідів з різних навчальних дисциплін. Основна одиниця колекції – віртуальний експеримент. Кожен ролик дозволяє провести якийсь експеримент, який має навчальну мету і чітке завдання. Користувачеві пропонуються всі інструменти й об'єкти, необхідні для отримання результату.

На жаль, Україна в цьому класі програмних засобів не представлена, тому, на нашу думку, найдоцільнішим є використання ресурсів проекту PhET. Віртуальні лабораторні роботи PhET поширюються на основі відкритої ліцензії і з можливістю завантаження вихідного коду. Їх можна адаптувати під вимоги навчальної програми, перекласти рідною мовою. Бажано після внесення змін результати відправити назад у проект PhET для того, щоб ці демонстрації могли використовувати й інші користувачі.

*Віртуальні фізичні світи* належать до програмних засобів, за допомогою яких можна створювати свій фізичний світ і вивчати поведінку об'єктів у ньому. Основною відмінністю від віртуальних фізичних лабораторій є те, що діяльність відбувається не в жорстко заданих рамках програмного засобу з дослідження фізичного явища, а самостійно можна конструювати свій фізичний світ, задавати основні фізичні константи, фізичні тіла і сили, які діють на них, досліджувати поведінку цих тіл у створеному світі.

Одним із таких програмних засобів є інтерактивний двовимірний емулятор фізичного світу Interactive Physics 2000. Це комп'ютерне навчальне середовище, призначене для створення моделей «плоскої» (двовимірної) механіки. Моделі створюються без програмування, шляхом малювання мишею. У розпорядженні користувача – набір інструментів для створення тіл довільної форми, зв'язків, вимірювачів і регуляторів, можливості налаштування параметрів середовища і задання силових полів. За допомогою Interactive Physics 2000 можлива емуляція механіки часток, пружин, твердих тіл, деформації, гравітаційних і кулонівських сил (рис. 2 [12]).

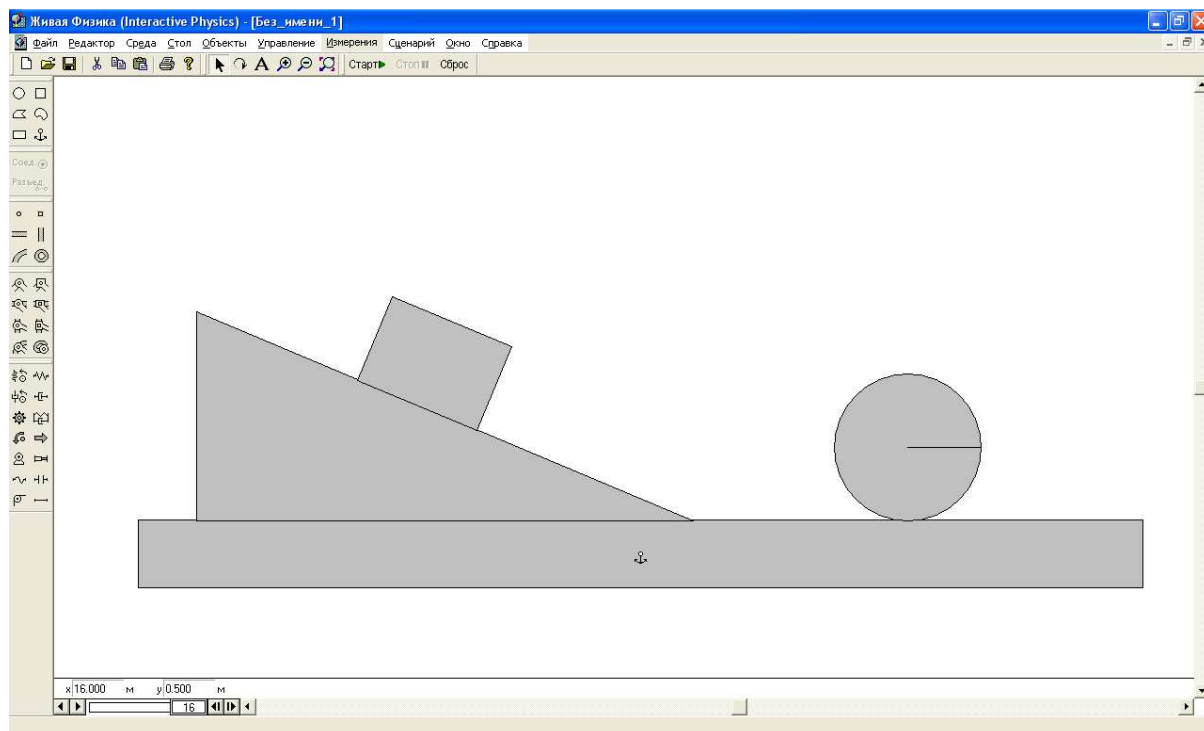


Рис. 2. Інтерактивний двовимірний емулятор фізичного світу Interactive Physics 2000 [12]



Результати моделювання можна зберегти в окремому файлі, який потім можна розмістити на веб-сторінках дистанційного курсу для завантажування користувачами.

*Спеціалізовані інструментальні середовища* – програмні засоби, призначені для моделювання, включаючи навчальне конструювання з готових базових моделей. Сюди можна віднести пакети програм для автоматизованого проектування електронних схем Proteus, NI Multisim, Micro-Cap і т. п. Ці програмні засоби дозволяють створювати електричні схеми за допомогою графічних редакторів, редагувати параметри компонентів і приєднувати з метою формування сигналів та індикації впливу «віртуальних» приладів (генераторів, різних вимірювачів тощо). У цих середовищах можна моделювати аналогові, цифрові та аналогово-цифрові пристрої (рис. 3 [13]).

У цих програмних продуктах комп'ютерного моделювання використовуються «віртуальні» прилади, під якими ми розуміємо математичну модель, що імітує структурні і функціональні принципи роботи приладу.

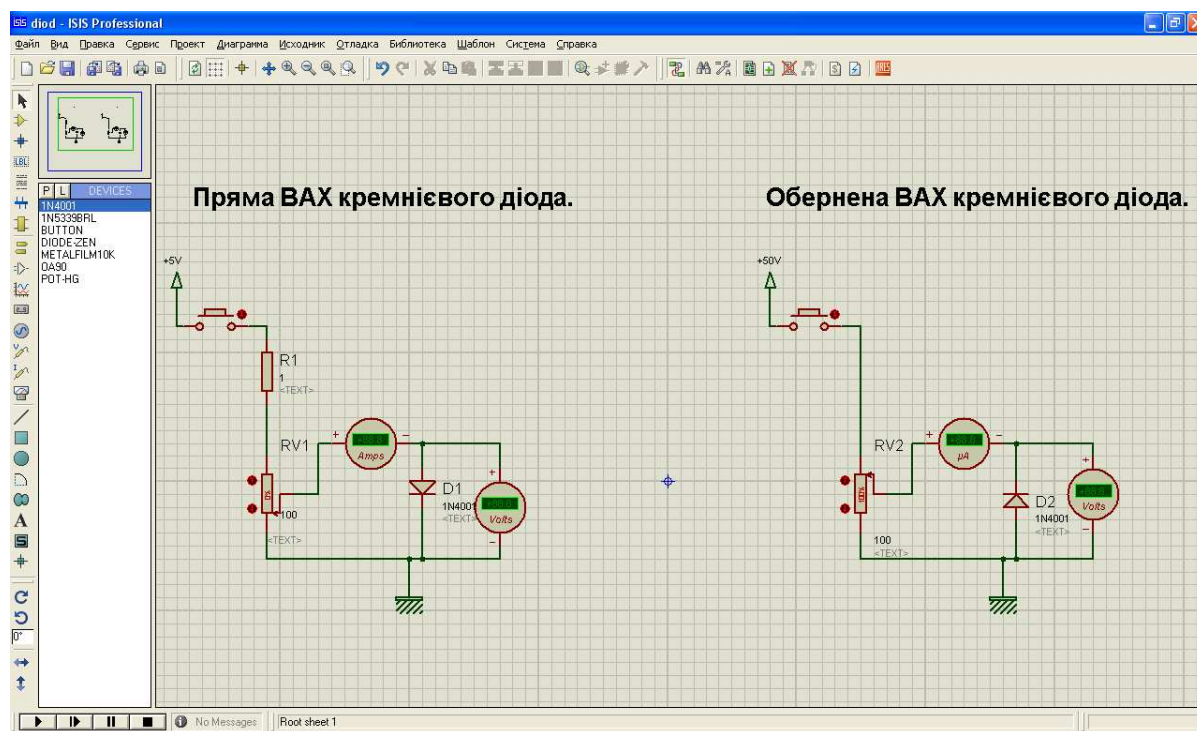


Рис. 3. Програмне середовище для автоматизованого проектування електронних схем Proteus [13]

Чисельне моделювання фізичних явищ є основою комп'ютерного моделювання фізичних процесів. Чисельний експеримент подібний до розв'язування задач і має багато спільних ознак. Проведення чисельного експерименту має переваги над імітаційним моделюванням, насамперед дозволяє більш глибоко зрозуміти суть перебігу фізичних процесів шляхом інтерпретації отриманих числових результатів або побудованих графіків.

Для здійснення чисельного моделювання, проведення розрахунків побудови графіків і діаграм, як правило, використовуються спеціальні пакети програм MatLab, MathCad, Mathematica тощо. Це програмні засоби, призначені для здійснення математичних розрахунків у числовому або аналітичному виді заданих формул, рівнянь із різних галузей наук

Важливим напрямом є створення моделей за допомогою мов програмування. Використання спеціалізованого програмного забезпечення хоч і не вимагає серйозних

знань з програмування, але обмежує розробника і не є гнучким, оскільки дозволяє створювати тільки ту комп'ютерну модель, яка обмежена набором об'єктів і методів, що існують в таких програмних середовищах. Безпосереднє програмування дозволяє реалізувати будь-яку модель, тому що за допомогою нього можна створювати будь-які відносини між об'єктами.

Особливого значення дистанційне навчання фізики набуває в умовах запровадження кредитно-модульної системи підготовки майбутніх учителів фізики. Так у Тернопільському національному педагогічному університеті діє «Центр дистанційного навчання і новітніх освітніх технологій». Він забезпечує технічну підтримку електронних навчально-методичних комплексів навчальних дисциплін (ЕНМКНД) – сукупності інтегрованих між собою електронних освітніх ресурсів й освітніх послуг, створених для організації індивідуального і групового навчання з використанням інформаційно-комунікаційних технологій для вивчення навчальних дисциплін у повному обсязі, передбаченому навчальним планом підготовки майбутніх учителів. ЕНМКНД є складовою частиною навчально-виховного процесу, має навчально-методичне призначення і використовується для забезпечення навчальної діяльності студентів і вважається одним із головних елементів інформаційно-освітнього середовища університету і забезпечує рівний доступ учасників навчально-виховного процесу (незалежно від місця їх проживання і форми навчання) до якісних навчальних і методичних матеріалів.

Зберігання, поширення, забезпечення доступу до ЕНМКНД здійснюється за допомогою системи управління навчальними ресурсами MOODLE. MOODLE (Modular Object Oriented Distance Learning Environment) – модульна об'єктно-орієнтована динамічна навчальна система управління навчальними ресурсами розповсюджується на основі вільнопоширюваної ліцензії GPL 2. Ця система дозволяє впроваджувати Java аплети віртуальних фізичних лабораторій на сторінки ЕНМКНД, також розміщувати файли, створені у вище згаданих програмних середовищах, призначені для скачування користувачами і використання на своїх персональних комп'ютерах зі встановленим відповідним програмним забезпеченням.

### **3. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Проведене дослідження дає можливість зробити висновки щодо перспективності розроблення в дидактиці фізики напряму комп'ютерного віртуального моделювання як наочного маніпулювання зі схематично представленими формами відображення причинно-наслідкових зв'язків фізичних об'єктів і явищ. Особливістю віртуальної реальності є те, що її можна вільно змінювати, стимулюючи розвиток творчої активності студента. Віртуальна реальність дає можливість моделювати перенесення в просторі і в часі, а також здійснювати наочні трансформації об'єктів не тільки макро-, але й мікросвіту. Набуті наразі знання, уміння, новий досвід можуть відігравати істотну роль у розвитку, становленні людини і як професіонала, і як особистості в цілому.

Під час дистанційного навчання фізики в загальноосвітній і вищій школах співвідношення між лабораторними роботами, які виконуються з реальним обладнанням і віртуальними лабораторними роботами з моделями реального обладнання на комп'ютері, різко зміщується в бік останніх. Створюючи віртуальні лабораторні роботи, необхідно забезпечити максимальну наочність, точність відповідності моделі реальній установці з урахуванням систематичних і випадкових похибок, а також процесів тієї або іншої фізичної природи, які не підлягають дослідженню в лабораторній роботі. Забезпечення цієї вимоги дає можливість формувати об'єктивні уявлення учнів про фізичні явища і процеси. Використання

віртуальних установок у вищій школі істотно економить навчальний час. Складні віртуальні моделі дозволяють викладачеві ставити додаткові творчі завдання, а допитливим студентам не лише проводити стандартні експерименти, а й здійснювати дослідження за власними методиками, створюючи так нове знання.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Положення про дистанційне навчання (Наказ Міністерства освіти і науки України 25.04.2013 № 466) [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу : <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/z0703-13#n18>.
2. Пасіхов Ю. Я. Ресурс організації дистанційного навчання в загальноосвітніх навчальних закладах / Ю. Я. Пасіхов // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2011. – №2. – С. 37–39.
3. Воронкін О. С. Організація дистанційного навчання з фізики – позашкільна підготовка обдарованої молоді до дослідницької роботи / О. С. Воронкін // Інформаційні технології в освіті. – 2012. – №12. – С. 119–126.
4. Дистанционное обучение. Информационный портал [Электронный ресурс]. – Режим доступу до ресурсу : <http://www.distance-learning.ru/db/el/EB77D06B14773B11C3256C5B0057C877/doc.html>.
5. Калапуша Л. Р. Моделирование у вивченні фізики / Л. Р. Калапуша. – К. : Рад. школа, 1982. – 158 с.
6. Яремчук О. М. Педагогічні ідеї вивчення штучної радіоактивності (з використанням засобів комп'ютерного моделювання) / О. М. Яремчук // Наукові праці Миколаївського державного гуманітарного університету ім. Петра Могили комплексу "Києво-Могилянська академія". Сер. : Педагогічні науки. – 2008. – Т. 97, Вип. 84. – С. 36–39.
7. Оспенников Н. А. Школьный физический эксперимент в условиях развития компьютерных технологий обучения / Н. А. Оспенников // Вестник ПГПУ. Серия «ИКТ в образовании». – 2006. – Вып. 2. – С. 47–76.
8. Кузьменко О. Проблемы використання комп'ютерного моделювання у процесі вивчення фізики в середній школі / О. Кузьменко // Психолого-педагогічні проблеми сільської школи. – 2012. – №40. – С. 48–54.
9. Шарко В. Д. Підготовка вчителя до розвитку пізнавальної активності учнів засобами віртуального фізичного експерименту як методична проблема / В. Д. Шарко // Інформаційні технології в освіті. – 2013. – №14. – С. 34–41.
10. Нижегородов В. В., Бычкова Д. Д. Моделирующий виртуальный эксперимент : материалы 77-й международной научно-технической конференции ААИ [«Автомобиле- и тракторостроение в России: приоритеты развития и подготовка кадров»] Секция 14 «Развитие образовательного процесса на основе современной системы интерактивного обучения в условиях модернизации образования», (Москва, 27–28 марта 2012 г.) / М-во об. и науки РФ, М-во пром. и торг. РФ, // Мос. гос. тех. ун-т «МАМИ», 2012. – 367 с.
11. PHET Interactive Simulations [Electronic Resource]. – Mode of access : URL: <https://phet.colorado.edu/>.
12. VirtuLab. Виртуальная образовательная лаборатория [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу : <http://www.virtulab.net/>.
13. Design Simulation Technologies [Electronic Resource]. – Mode of access : URL: <http://interactivephysics.design-simulation.com/>.
14. Labcenter Electronics [Electronic Resource]. – Mode of access : URL: <http://www.labcenter.com/>.

*Матеріал надійшов до редакції 10.04.2015 р.*

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ДЛЯ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ И ВЫСШЕЙ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ШКОЛАХ

**Головко Николай Васильевич**

кандидат педагогических наук, доцент, старший научный сотрудник, заместитель директора по научной работе

Институт педагогики АПН Украины, г. Киев, Украина

*n.golovko@ukr.net*

**Крыжановский Сергей Юрьевич**

старший лаборант кафедры физики и методики ее преподавания  
Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка,  
г. Тернополь, Украина  
*kryzhanovskyj.s@gmail.com*

**Мацюк Виктор Михайлович**

кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры физики и методики ее преподавания  
Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка,  
г. Тернополь, Украина  
*mvm27@yandex.ua*

**Аннотация.** В статье проанализировано состояние развития учебного компьютерного моделирования, его современных возможностей. Освещены психолого-дидактические подходы к проблеме моделирования в обучении физики и школьного физического эксперимента. Рассмотрена возможная классификация виртуального эксперимента для системы дистанционного обучения. Охарактеризованы основные виды виртуального моделирования, которые наиболее распространены в системах компьютерной поддержки обучения физике, дидактические возможности их использования в обучении учеников общеобразовательной школы. Освещены особенности организации дистанционного обучения будущих учителей физики средствами электронных учебно-методических комплексов как интегрированных образовательных ресурсов и услуг.

**Ключевые слова:** дистанционное обучение; моделирование; компьютерная модель; виртуальный физический эксперимент.

**VIRTUAL MODELING OF PHYSICAL EXPERIMENT FOR DISTANCE  
LEARNING SYSTEMS IN THE SECONDARY AND HIGHER PEDAGOGICAL  
SCHOOLS**

**Mykola V. Holovko**

PhD (pedagogical sciences), associate professor, senior researcher, Deputy Director for Science  
Institute of Pedagogy of NAES of Ukraine, Kyiv, Ukraine  
*m.golovko@ukr.net*

**Serhii Yu. Kryzhanovskyi**

Laboratory assistant of the Department of Physics and Methods of its Teaching  
Ternopil V. Hnatyuk National Pedagogical University, Ternopil, Ukraine  
*kryzhanovskyj.s@gmail.com*

**Viktor M. Matsiuk**

PhD (pedagogical sciences), associate professor of the Department of Physics and Methods of its Teaching  
Ternopil V. Hnatyuk National Pedagogical University, Ternopil, Ukraine  
*mvm27@yandex.ua*

**Abstract.** The article investigates the state of the educational computer simulation and its modern features. It deals with psychological and didactic approaches to modeling in physics education and school physical experiment. It was considered the possible classification of computer models for distance learning system, as well as proposed the ways of implementing virtual experiment in distance education in physics. The main types of virtual modeling, the most widely used computer systems support in teaching physics, their possible application in teaching secondary school students were characterized. The peculiarities of distance education of future physics teachers by means of electronic teaching methods as a combination of integrated electronic educational resources and services were highlighted.

**Keywords:** distance learning; modeling; computer model; virtual physical experiment.

**REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)**

1. Statement on the distance learning (Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine 25.04.2013 №466) [online]. – Available from: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/z0703-13#n18> (in Ukrainian).
2. Pasikhov Yu. Ya. The Resource of the Distance Learning Organization at the Comprehensive Secondary Institutions / Yu. Ya. Pasikhov // Computer at School and Family. – 2011. – №2. – P. 37–39 (in Ukrainian).
3. Voronkin O. S. Organization of Distance Learning of Physics: the Out-of-School Education of the Gifted Youth for their Research Work / O. S. Voronkin // Informational Technologiessm in education. 2012. – №12. – P. 119–126 (in Ukrainian).
4. Distance Learning. Data portal [online]. – Available from: <http://www.distance-learning.ru/db/el/EB77D06B14773B11C3256C5B0057C877/doc.html> (in Russian).
5. Kalapusha L. R. Modelling in Physics Learning / L. R. Kalapusha. – Kyiv : Radyanskashkola publishing house, 1982. – 158 p. (in Ukrainian).
6. Yaremchuk O. M. Educational ideas of Learning of Induced Radioactivity (with the Usage of the Computer Modelling Means) / O. M. Yaremchuk // Scientific works of Petro Mohyla State Humanitarian University of the complex “Kyiv Mohyla Academy”. Series: Pedagogical Sciences. – 2008. – V. 97, Issue 84. – P. 36–39 (in Ukrainian).
7. Ospennikov N. A. School Physical Experiment under the Conditions of the Development of Computer-Baed Teaching Technologies / N. A. Ospennikov // Herald of V. H. Belinskyi Pedagogical University. Series: ICT in Education”. – 2006. – Issue 2. – P. 47–76 (in Russian).
8. Kuz'menko O. The Problems of the Usage of Computer Modelling in the Process of Physiics Teaching at the Secondary School / O. Kuzmenko // Psychological and Educational Challenges vof a Rural School. – 2012. – №40. – C. 48–54 (in Ukrainian).
9. Sharko V. D. Preparation of a Teacher for the Development of the Pupils' Cognitive Activity by Means of a Virtual Physical experiment as a Methodological Problem / V. D. Sharko // Informational Technologies in Education. –2013. – №14. – P. 34–41 (in Ukrainian).
10. Nizhehorodov V. V., Bychkova D. D. Modelling Virtual Experiement: Materials of the 77<sup>th</sup> International Scientific and Technical Conference AAI [“Automobile and Tractor Production in Russia: Development Priorities and Staff Education”] Section 14 “Development of the Educational Process on the Basis of the Modern System of Interactive Training under the Conditions of Education Modernization”, (Moscow, March, 27-28, 2012) / Ministry of Education and Science of RF, Ministry of Industry and Trade, RF, State Technical University in Moscow, 2012. – 367 p. (in Russian).
11. PHETInteractiveSimulations [online]. – Available from : <https://phet.colorado.edu/> (in English).
12. VirtuLab. Virtual educational laboratory [online]. – Available from : <http://www.virtulab.net/> (in Russian).
13. Design Simulation Technologies [online]. – Available from : <http://interactivephysics.design-simulation.com/> (in English).
14. LabcenterElectronics [online]. – Available from : <http://www.labcenter.com/> (in English).