

Дементієвська Н.П.
науковий співробітник ІТЗН НАПН України,
orcid.org/0000-0003-2985-3771
nina.dementievska@gmail.com

Пінчук О.П.
кандидат педагогічних наук, старший науковий співробітник,
заступник директора з науково-експериментальної роботи
ІТЗН НАПН України
orcid.org/0000-0002-2770-0838
orinchuk100@gmail.com

Слободяник О.В.
кандидат педагогічних наук,
старший науковий співробітник ІТЗН НАПН України
orcid.org/0000-0003-3504-2684
oslobodyanyk84@gmail.com

Соколюк О.М.
кандидат педагогічних наук, старший науковий співробітник,
в.о. вченого секретаря ІТЗН НАПН України
orcid.org/0000-0002-5963-760X
sokolyuk62@gmail.com

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ МОДЕЛЮВАНЬ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ФІЗИКИ

Анотація. Статтю присвячено проблемі підвищення методологічного рівня викладання предметів природничо-математичного циклу, зокрема фізики, в закладах загальної середньої освіти. Зазначено, що формування основних компетентностей у природничих науках і технологіях можливе шляхом активного використання у навчально-виховному процесі комп'ютерно орієнтованих технічних засобів. Робота з комп'ютерними моделями на уроках фізики створює умови для реалізації пізнавальної активності учнів, позитивно впливає на формування як мотиваційного так і змістово-процесуального компонента предметної компетентності учнів.

Ключові слова: комп'ютерні моделі, комп'ютерні симуляції, шкільний курс фізики, навчально-пізнавальна діяльність, компетентності учнів.

Постановка проблеми:

Проблема підвищення методологічного рівня викладання предметів природничо-математичного циклу, фізики зокрема, в закладах загальної середньої освіти розглядається як актуальна протягом тривалого часу.

Формування в учнів системи фізичного знання на основі сучасних фізичних теорій (наукових фактів, понять, теоретичних моделей, законів, принципів) і розвиток у них здатності застосовувати набуті знання в пізнавальній практиці є одним з головних завдань курсу фізики старшої школи (згідно з [1]).

Наразі, у Концепції Нової української школи, ухваленій рішенням колегії МОН 27.10.2016 р., серед основних компетентностей у природничих науках і технологіях зазначені наступні: «Наукове розуміння природи і сучасних технологій, а також здатність застосовувати його в практичній

діяльності. Уміння застосовувати науковий метод, спостерігати, аналізувати, формулювати гіпотези, збирати дані, проводити експерименти, аналізувати результати» [2]. У Державному стандарті початкової освіти, в описі компетентності у галузі природничих наук, техніки і технологій виокремлено: «формування допитливості, прагнення шукати і пропонувати нові ідеї, самотійно чи в групі спостерігати та досліджувати, формулювати припущення і робити висновки на основі проведених дослідів, пізнавати себе і навколишній світ шляхом спостереження та дослідження» [3]. Незабаром буде опублікований для громадського обговорення проект Державного стандарту базової середньої освіти, в якому засадничі положення компетентнісного підходу до навчання учнів в середній школі мають бути продовжені і розвинені. На базі цих документів розробляються типові освітні програми і типові навчальні плани, що мають деталізувати і конкретизувати шляхи розвитку навичок наукового дослідження в учнів.

Діючий Державний стандарт і навчальні програми для середньої загальноосвітньої школи спрямовують вчителів і учнів, переважно, на оволодіння змістом, при цьому менший акцент робиться на розвиток наукових уявлень і дослідницьких навичок.

Мета статті – дослідити дидактичні можливості використання комп'ютерно орієнтованих засобів моделювання пізнавальної діяльності учнів з фізики.

Діючими навчальними програмами передбачена реалізація прикладної спрямованості шкільного курсу предметів природничо-математичного циклу через застосування модельного підходу у навчанні зазначеним предметам. Реалізація прикладної спрямованості відбувається, перш за все, через формування в учнів: знань про моделі об'єктів предметної області, типи моделей, їх характеристики; вмінь будувати і досліджувати найпростіші моделі реальних об'єктів, процесів і явищ, задач, пов'язаних із ними [4].

Проблема формування предметної компетентності учнів з фізики залишається актуальною. Її розв'язання, на нашу думку, можливе шляхом вдосконалення, розвитку та ефективної реалізації ідей особистісно орієнтованого навчання, діяльнісного підходу, а також активного використання у навчально-виховному процесі комп'ютерно орієнтованих технічних засобів, які супроводжують життєдіяльність учнів і набули статусу ознаки життєдіяльності сучасної людини.

Перелік компетенцій учнів, що виокремлює у дослідженнях переважна більшість учених-педагогів, співвідноситься з відповідними компетентностями. *Компетенції з фізики* сформульовані нами як вимоги до засвоєння учнями сукупності фізичних знань, способів діяльності, набуття досвіду певних ставлень та прояву якостей особистості, яка діє з позицій розуміння природничо-наукової картини світу. Нормативні вимоги до компетенції учня закладені стандартами та навчальними програмами на різних ступенях (початкова школа, основна школа, старша школа) та рівнях (теоретичне уявлення про зміст, рівень предмета і навчального матеріалу) формування змісту шкільної фізичної освіти. *Предметна компетентність*

учня є особистісним утворенням, властивістю особистості. Предметні компетенції з фізики – це освітня вимога до результату навчання фізики. Тобто, вимога до засвоєння учнями сукупності наукових знань, способів діяльності (уміння діяти за зразком у стандартних ситуаціях), досвіду творчої діяльності (уміння приймати ефективні продуктивні рішення у нестандартних ситуаціях), досвіду рефлексії (оцінювання власних знань та дій) та ціннісних ставлень особистості, яка діє в соціумі, по відношенню до фізики як важливого компонента загальнолюдської культури (досвід емоційно-ціннісного відношення до природи, суспільства і людини).

Нами було конкретизовано складові предметних компетенцій учнів з фізики на достатньому та високому рівнях компетентності, що повинні бути сформовані протягом навчання в основній школі [5], а саме: ціннісні ставлення учня по відношенню до фізики, коло наукових знань учня, уміння діяти за зразком у стандартних навчальних ситуаціях, уміння приймати продуктивні рішення у нестандартних ситуаціях, оцінювання учнем власних знань та дій. А в інтересах наступного викладу зазначимо лише деякі показники. Так, на достатньому рівні володіння компетенцією «уміння діяти за зразком у стандартних навчальних ситуаціях» учень демонструє свою здатність виконувати наступне:

- володіє методами наукового пізнання світу, проведення спостережень і дослідів, вимірювань, обробки і пояснення результатів експериментальних робіт;

- використовує знання про роботу приладів для вимірювання фізичних величин, межі похибок;

- проводить навчальні досліди й експерименти з фізичними явищами та процесами;

- демонструє навички роботи з інформацією (виділяє суттєві факти (корисні одиниці інформації), які містяться у змісті завдання, використовує дані приклади (зразки) або прямі вказівки, здійснює навчальні процедури з типовими даними, чітко прописує стандартну процедуру, результат обчислень, отриману відповідь, сприймає та інтерпретує інформацію, яка містить дані різних видів (графіки, діаграми, інструкції, схеми, таблиці); пояснює фізичні явища шляхом моделювання);

- використовує математичне моделювання (підбирає математичну модель до стандартної ситуації, записує алгебраїчний вираз, функцію, рівняння, нерівність, геометричну форму, простір елементарних подій, які описують дану ситуацію, оцінює придатність отриманих результатів з точки зору реальної ситуації, для якої побудована модель, правильно виконує дії з числами, перетворює алгебраїчні вирази, розв'язує найпростіші рівняння, їх системи, а також нерівності, читає за графіком залежність властивостей фізичних величин, будує графіки протікання фізичних процесів за стандартними умовами та описує їх властивості);

- використовує правила наближених обчислень, враховує похибки вимірювань.

Загальнофілософські проблеми моделювання висвітлені у працях А. Уймова [6]. Проблеми моделювання в гуманітарній сфері розглянуто І. Мельчуком [7], А. Лосевим [8], В. Широковим [9]. У дослідженні І. Кульчицького [10] розглянуто окремі аспекти застосування методу моделювання у наукових дослідженнях. У роботах Р. Майєра [11; 12] розглянуті методологічні аспекти моделювання, його місце в системі методів пізнання. Автором вводиться поняття комп'ютерної моделі, аналізуються різні класи моделей, розглядається імітаційне моделювання, області його застосування. М. Ядровською [13] визначено особливості використання і переваги застосування методу моделювання у навчанні. Ф. Горбовим, О. Чудиноюю [14] досліджувалися особливості моделювання та їх функції в навчальній діяльності школярів. Теоретичні засади використання моделювання при вивченні курсу фізики у закладах загальної середньої освіти розроблені Л. Калапушею [15].

Обґрунтування суті методу фізичного моделювання є вимогою до рівня загальноосвітньої підготовки учнів старшої школи. Елементи моделювання входять й до системи навчального фізичного експерименту. Для усвідомлення теоретичної моделі учневі необхідно: дати її опис або навести дефініцію, що її визначає як ідеалізацію; встановити, які реальні об'єкти вона заміщує; з'ясувати, до якої конкретно теорії вона належить; визначити, від чого слід абстрагуватися, чим нехтувати, вводячи цю ідеалізацію; з'ясувати наслідки застосування даної моделі.

Пошук математичної моделі розв'язку фізичних задач є одним з трьох етапів діяльності учнів при розв'язуванні задач. При цьому моделі виконують різні функції: конкретизації, схематизації, побудови наочного образу, абстрагування, узагальнення. Особливість застосування модельного підходу до розв'язування задач вбачають в тому, що сама фізична задача під час її розв'язування розв'язування виступає як модель реального фізичного явища [16]. При цьому слід розрізняти моделювання як метод пізнання і моделювання як метод навчання, оскільки змінюється мета моделювання (в першому випадку вона спрямована на об'єкт пізнання, в другому – спрямована на навчання за допомогою моделі) й розширюється функціональне призначення предмета моделювання (в першому випадку предмет моделювання призначений тільки для дослідження, у другому – як для дослідження, так і для навчання) [17].

Моделювання розглядатимемо як цілісну, взаємопов'язану сукупність прийомів і операцій пізнання (спостереження, аналіз, синтез, порівняння, аналогія, побудова гіпотез, ідеалізація, формалізація, класифікація, систематизація, узагальнення, конкретизація, побудова висновків), що застосовуються як до об'єкта при побудові його моделі, так і до моделі в ході її дослідження, і практичних дій моделювання (побудова моделі, дії з моделлю, реалізація моделі, експериментування, інтерпретація), що дозволяють отримати за моделлю знання про сам об'єкт. [4].

Під моделюванням розуміють метод «дослідження на лабораторних моделях складних фізичних процесів або різноманітних споруд, машин і

конструкцій, які важко або неможливо розрахувати теоретично чи вивчити в реальний спосіб» [18]. З допомогою програмного забезпечення та сучасної комп'ютерної техніки можна змоделювати будь-який фізичний процес чи явище та провести математичні обчислення в найкоротший проміжок часу. Урок фізики набуває іншого «забарвлення», якщо «сухий» теоретичний матеріал підкріпити інтерактивною картинкою чи відео сюжетом, що візуально демонструє будь-яке, навіть найскладніше фізичне явище.

Однак, як зазначає Калапуша Л.Р., щоб учні на достатньому рівні оволоділи моделюванням як методом наукового пізнання, варто, демонструючи їм різні навчальні комп'ютерні моделі, розкривати процес їх створення (інтеграція міжпредметних зв'язків). Необхідно навчити учнів самостійному створенню подібних моделей чи то на уроках інформатики, чи у процесі гурткової роботи. З цієї метою вчитель повинен ознайомити учнів з основними етапами створення навчальної комп'ютерної моделі. Така діяльність сприятиме глибокому розумінню суті логічних відношень між оригіналом і моделлю, особливостей побудови моделей, формуватиме в учнів уявлення про моделювання як про метод пізнання навколишнього світу [18; 19].

Моделі створюють на екрані монітора яскраві динамічні картини фізичних дослідів або явищ, що добре запам'ятовується. Робота з комп'ютерними моделями дозволяє бути не тільки спостерігачами, але й активними учасниками експериментування. Таким чином, робота з комп'ютерними моделями на уроці фізики позитивно впливає на формування як мотиваційного так і змістово-процесуального компонента предметної компетентності учнів. Типи уроків фізики з використанням інтерактивної комп'ютерної моделі:

1. Урок розв'язування задач з подальшою комп'ютерною перевіркою.

Учитель пропонує учням для самостійного розв'язання в класі або як домашнє завдання, правильність розв'язку яких вони зможуть перевірити, проводячи комп'ютерні експерименти. Самостійна перевірка отриманих результатів за допомогою комп'ютерного експерименту підсилює пізнавальний інтерес учнів, наближає її по характеру до наукового дослідження, сприяє розвитку рефлексивної компоненти предметної компетентності учнів.

2. Урок-дослідження. Учні пропонуються самостійно провести невелике дослідження, використовуючи комп'ютерну модель, і отримати необхідні результати. Звичайно, вчитель формулює теми досліджень, а також допомагає учням на етапах планування і проведення експериментів.

3. Урок-комп'ютерна лабораторна робота. Для проведення такого уроку необхідно, перш за все, розробити відповідні роздаткові матеріали, тобто бланки лабораторних робіт. Завдання у бланках робіт слід розташувати у міру зростання їх складності. Спочатку має сенс запропонувати прості завдання ознайомлювального характеру і експериментальні завдання, потім – розрахункові завдання і нарешті – завдання творчого і дослідницького характеру. Для перевірки результату, у процесі розв'язування задачі учень

може провести необхідний комп'ютерний експеримент і перевірити свої міркування. Учням рекомендується спочатку розв'язувати задачі на обчислення традиційним способом на папері, а потім проводити комп'ютерний експеримент для перевірки правильності отриманої відповіді.

Завдання творчого і дослідницького характеру істотно підвищують зацікавленість учнів у навчанні фізики і є додатковим мотивуючим чинником. Тому урок-дослідження і урок-комп'ютерна лабораторна робота є особливо ефективними, оскільки учні отримують знання в процесі самостійної, хоча і керованої, творчої роботи.

В Україні є певний досвід використання учнями та вчителями онлайн-електронних освітніх ресурсів для навчання предметам природничо-математичного циклу. Віртуальне середовище надає можливості використовувати не тільки увесь спектр традиційних джерел інформації, але й гіпертексти, зображення, відео та аудіо. Широкі можливості відкриваються перед сучасними педагогами в створенні і використанні у навчанні комп'ютерних моделей. Такі моделі можуть використовуватися учнями і вчителями при виконанні різних видів робіт: при проведенні лекційних занять, фронтального навчального експерименту, проведенні практичних і лабораторних робіт, виконанні домашніх завдань.

Експериментальні дослідження зарубіжних вчених доводять, що формування компетентностей, пов'язаних з природничо-математичними науками, може бути реалізоване за моделями, заснованими на навчальних дослідженнях учнів. Так, наприклад, модель, що отримала назву IBSE (Inquiry Based Science Education – навчання природничим наукам засноване на дослідженнях), описана в багатьох наукових джерелах [20; 21; 22].

Результати досліджень виявили, що методи, засновані на поставленні запитань і вирішенні проблем, стимулювали захоплення учнів, їх цікавість і допитливість при вивченні природничих наук.

Провідна роль у формуванні дослідницьких компетентностей учнів, безумовно, належить реальному фізичному експерименту, проведенню фронтальних і лабораторних досліджень. Проте, не всі фізичні експерименти можуть бути проведені в умовах сучасної школи не лише за браком необхідного обладнання і їх можливої небезпечності. Перевірка висловлених учнями під час дослідження гіпотез потребує неодноразового повторення експерименту, не всі експерименти учні можуть виконати вдома. Комп'ютерні інтерактивні моделювання разом з реальним фізичним експериментом широко використовуються в навчальній практиці багатьох країн світу.

Глобальна мережа пропонує велику кількість таких ресурсів. Популярними в різних країнах є такі, наприклад, сайти віртуальних лабораторій і комп'ютерних симуляцій як Yenka (Йенка), Велика Британія (<http://www.yenka.com>); OLABS (onlinelabs), Індія (<http://www.olabs.edu.in/>); Stratum 2000 "Віртуальна фізика", Росія (<http://www.stratum.ac.ru/>); Stephen Hawking's Snapshot of the Universe, США (<https://itunes.apple.com/app/stephen-hawkings-snapshots/id714306520>), PhET, США (<https://phet.colorado.edu/uk/>) MOZAIK (<https://www.mozaweb.com/uk/tools.php?cmd=list&category=TOOL>),

Угорщина та інші. Велика кількість Інтернет-джерел з інтерактивними комп'ютерними моделюваннями доступні українським вчителям. Перед викладачами фізики постає проблема відбору і використання якісних комп'ютерних симуляцій для формування дослідницьких компетентностей учнів.

У рамках дослідження «Система комп'ютерного моделювання пізнавальних завдань для формування компетентностей учнів з природничо-математичних предметів» (ДР 0118U003160) визначені особливості використання комп'ютерних симуляцій для 10 популярних Інтернет-ресурсів, визначені близько 30 параметрів, за якими їх можна порівнювати, розроблені основні критерії щодо оцінювання дослідницьких можливостей онлайн-ресурсів.

Нами виділені наступні основні критерії відбору комп'ютерних моделювань щодо використання їх вчителями і учнями для формування природничо-математичних компетентностей: науковість моделювань, їх інтерактивність, інтуїтивність, цікавість, інструментальність, комплексність, різноманітність, наочність даних, реальність, схематичність, «дружній» інтерфейс, доступність (не тільки в класі при наявності доступу до Інтернету; безкоштовні, або доступні учням і вчителю за ціною), наявність методичної і технічної підтримки, незалежність від операційної системи і пристрою [23]. За цими критеріями проведений аналіз 10 популярних цифрових ресурсів з моделюваннями з фізики. Сайт інтерактивних симуляцій Колорадського університету PhET (<https://phet.colorado.edu/uk/>) отримав найвищі бали і може бути рекомендований для використання в закладах освіти України для формування дослідницьких компетентностей учнів. Заснований у 2002 році лауреатом Нобелівської премії Карлом Віманом сайт Інтерактивних симуляцій PhET є проектом Університету Колорадо (University of Colorado Boulder) для створення і використання безкоштовних інтерактивних симуляцій з математики і наук про природу. Команда його складається з 24 розробників і методистів, більшість з яких — професори і викладачі різних університетів, всі відомості про яких опубліковані на сайті. Крім того, в розробці і оцінюванні симуляцій беруть участь учні і вчителі різних країн світу. Симуляції перекладені на 90 мов світу, в тому числі веб-сайт і більшість симуляцій з фізики (90) перекладені українською. З 2002 року комп'ютерні моделювання були завантажені 330 мільйонів разів. Сайт має 6 авторитетних міжнародних нагород.

Одним із головних критеріїв використання онлайн-ресурсу в навчальних цілях має бути також його надійність і безпечність. Вчителі й учні мають користуватися лише тими сайтами і соціальними мережами, які відповідають критеріям надійності, безпеки і достовірності [24]. Запобігання інформаційним ризикам глобальної мережі Інтернет становить особливі виклики для користувачів при роботі в безпечному змістовому навчальному середовищі. Надійність джерела і достовірність інформації можна оцінити за таким критерієм [25]: точність ідентифікації, авторитетність, об'єктивність, актуальність/оновлення.

За вищенаведеними ознаками був проаналізований сайт інтерактивних симуляцій Університету Колорадо з природничо-математичних наук. Так, за оцінкою міжнародного сайту <https://archive.org/>, що дозволяє опосередковано визначити частоту оновлень сайту, виявлено, що оновлення сайту PhET відбуваються декілька разів на тиждень. За даними аналізу відвідуваності, що проводить сайт <https://www.alexa.com/>, сайт PhET посідає 2230 місце серед усіх сайтів світу (у тому числі і комерційних), що є високою характеристикою для освітнього сайту шкільного призначення. На цей сайт посилаються більше ніж 33 тис. інших інтернет-ресурсів. Ці дані збігаються з показниками аналізу сайту за відповідними характеристиками, які наводить сайт <https://rankw.ru/>. А за показниками надійності, конфіденційності і дитячої безпеки сайт має 96 балів з можливих 100.

З доступних в Інтернеті ресурсів для навчання природничо-математичним предметам сайт інтерактивних симуляцій PhET за наведеними критеріями можна оцінити як високо надійний.

Їх потенційно висока дидактична корисність, на нашу думку, в першу чергу може бути реалізована в навчальному процесі загальноосвітньої школи через наступні педагогічні функції: функція роз'яснення, евристична функція, функція керування, мотивуюча функція [26]. Серед іншого, їх використання допомагає вчителю фізики здійснювати стимулювання навчально-пізнавальної діяльності учнів, управління діяльністю учня та виконувати педагогічні дії, спрямовані на формування та розвиток особистості в умовах навчання та виховання.

До основних етапів комп'ютерного моделювання відносяться: постановка задачі (слід визначити мету створення моделі та передбачити, що ми хочемо отримати в результаті), визначення об'єкта моделювання (параметри моделі, її характеристики, суттєві ознаки, особливості); розробка концептуальної моделі, виявлення основних елементів системи і елементарних актів взаємодії (на даному етапі слід визначити залежність між параметрами моделі та їх взаємодією); формалізація, тобто перехід до математичної моделі (вибір програмного засобу для реалізації алгоритму); створення алгоритму та написання програми; планування та проведення комп'ютерних експериментів (перевірка правильності створеної математичної моделі на комп'ютері та випробування її в реальних умовах); аналіз та інтерпретація результатів (проведення аналізу отриманих результатів та перевірка їх достовірності та відповідності математичним та фізичним законам). Після проходження останнього етапу комп'ютерного моделювання варто ввести правки в алгоритм програми, якщо такі виникнуть [27]. Кожен із цих етапів потребує ретельної теоретичної підготовки з природничо-математичних дисциплін та з інформатики, зокрема, навиків у програмуванні.

Проаналізувавши стан успішності учнів 7-9 класів з фізики в одній із столичних шкіл та поспілкувавшись з учителями щодо методів та засобів навчання, ми дійшли висновку, що урок проходить у вигляді подачі «сухого» матеріалу, інколи з використанням демонстраційного натурального експерименту. Додатково було проведено анонімне анкетування, де одним із

питань було: Чи використовуєте Ви комп'ютерні моделі на будь-якому етапі уроку? Якщо так, то які саме?), більшість вчителів (73%) відповіли, що не використовують з різних причин (немає відповідного технічного обладнання, не знають, де знаходити матеріал, 4% – взагалі незнайомі з комп'ютерними моделями (вікова категорія переважно 60-70 років)), 18% – використовують, але не часто, лише 9% – комп'ютерні моделі застосовують дуже часто не тільки на уроках, а й для організації самостійної дослідницької діяльності [28]. Тому протягом наступного семестру було проведено низку семінарів щодо використання комп'ютерних моделей (комп'ютерних симуляцій) на уроках природничо-математичних дисциплін. І знову проаналізувавши оцінки за наступний семестр, ми побачили, що відсоток учнів, які здобули знання на високому та достатньому рівні зріс.

Треба зауважити, що комп'ютерне моделювання при вивченні шкільного курсу фізики вимагає часових затрат на виконання другорядних операцій тому, на нашу думку, варто використовувати вже готові моделі у вигляді комп'ютерних симуляцій, де учні самостійно змінюючи параметри досліджуваних об'єктів, можуть розв'язувати пізнавальні задачі прикладного змісту, одержувати результати, аналізувати їх та робити висновки. Найкращим засобом для реалізації такого підходу, на нашу думку, є комп'ютерні симуляції з сайту PhET. Phet-симуляції мають унікальні особливості, які не доступні більшості засобів навчання: інтерактивні елементи, анімацію, динамічний зворотний зв'язок, вони дозволяють продуктивно досліджувати. Це дуже гнучкі інструменти, які можуть бути використані на будь-якому етапі уроку, для індивідуальної самостійної роботи вдома чи в класі, розв'язування задач, виконання лабораторних робіт.

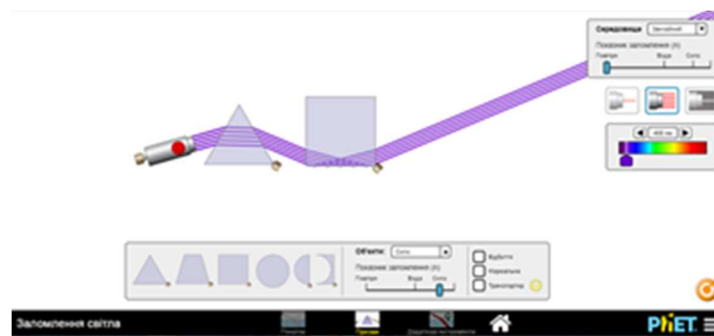


Рис.1. Дослідження заломлення світла

Розглянемо деякі приклади використання Phet-симуляцій у шкільному курсі фізики. На рис.1 зображено скріншот практичного завдання пізнавального характеру з теми «Заломлення світла на межі поділу двох середовищ» <https://phet.colorado.edu/uk/simulation/bending-light> (Фізика. 9 клас). До даної симуляції можна сформулювати безліч пізнавальних завдань, наприклад:

1. Дослідити заломлення світлового променя (пучка): а) в однорідному середовищі (повітря, вода, скло); б) на межі поділу двох середовищ (повітря-вода, вода-повітря, повітря-скло, вода-скло тощо); в) повторити пункт а і б з

променем іншого кольору (синій, фіолетовий, жовтий тощо). Зробити висновки.

2. Виміряти інтенсивність світлового променя за допомогою приладу розміщеного в нижньому лівому кутку. Наступним етапом роботи із симуляцією є дослідження заломлення світла, що проходить через призми різних форм та розмірів. Поясніть, як світло заломлюється на межі розділу двох середовищ і, що визначає кут. Опишіть, як швидкість і довжина хвилі світла змінюється в різних середовищах. Опишіть як залежить зміна довжини хвилі від кута заломлення. Поясніть, як призма створює веселку.

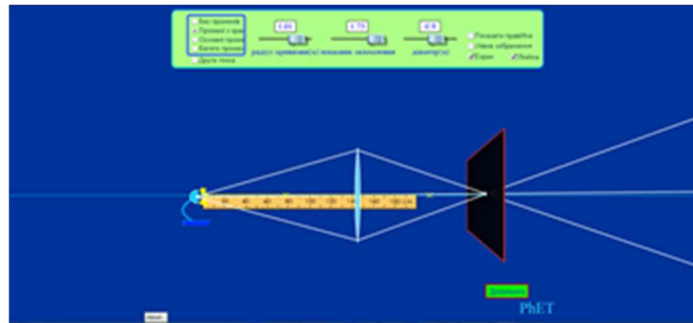


Рис.2. Побудова зображення у збиральній лінзі

Відомо, що геометрична оптика один із найскладніших розділів шкільного курсу фізики, побудова зображень в лінзах викликає труднощі особливо в учнів, які мають проблеми з геометрією. Тому ми вважаємо, Phet-симуляції необхідно використовувати не лише при вивченні даної теми, а й протягом усього шкільного курсу фізики, адже, тут учень самостійно може змінювати місце розташування джерела світла, лінзи, екрану, змінювати діаметр лінзи, радіус кривизни, показник заломлення та наочно може спостерігати як змінюватиметься зображення на екрані. За допомогою рухомих інструментів (лінійки) можна вимірювати відстань між предметом та лінзою, лінзою та екраном і як результат визначати фокусну відстань та оптичну силу.

Висновки

Підсумовуючи основні аспекти дослідження дидактичних можливостей використання комп'ютерно орієнтованих засобів моделювання пізнавальної діяльності учнів з фізики, зазначимо наступне. Вирішення проблеми формування основних компетентностей у природничих науках і технологіях, в цілому, та предметної компетентності учнів з фізики, зокрема, можливе шляхом активного використання у навчально-виховному процесі комп'ютерно орієнтованих технічних засобів, які супроводжують життєдіяльність учнів і набули статусу ознаки життєдіяльності сучасної людини.

Формування ціннісних ставлень учнів по відношенню до фізики, розширення кола наукових знань учня, розвиток уміння діяти за зразком у стандартних навчальних ситуаціях та уміння приймати продуктивні рішення у

нестандартних ситуаціях, оцінювання учнем власних знань та дій – освітня вимога до результату навчання фізики, предметні компетенції учнів з фізики.

Використання математичного моделювання учнем, серед іншого, передбачає вміння підбирати математичну модель до стандартної ситуації, записувати алгебраїчний вираз, функцію, рівняння тощо, які описують дану ситуацію, оцінювати придатність отриманих результатів з точки зору реальної ситуації, для якої побудована модель, читати за графіком залежність властивостей фізичних величин, будувати самостійно графіки протікання фізичних процесів за стандартними умовами та описувати їх властивості. Обґрунтування суті методу фізичного моделювання є вимогою до рівня загальноосвітньої підготовки учнів старшої школи.

Провідна роль у формуванні дослідницьких компетентностей учнів безумовно, належить реальному фізичному експерименту, проведенню фронтальних і лабораторних досліджень. Робота з комп'ютерними моделями на уроках фізики створює умови для реалізації пізнавальної активності учнів, позитивно впливає на формування як мотиваційного так і змістово-процесуального компонента предметної компетентності учнів.

Відповідно до виділених авторами критеріїв відбору комп'ютерних моделювань щодо використання їх вчителями і учнями для формування природничо-математичних компетентностей сайт інтерактивних симуляцій PhET оцінено як високо надійний.

Практичний викладацький досвід авторів свідчить про те, що за допомогою використання комп'ютерних симуляцій, де учні самостійно змінюючи параметри досліджуваних об'єктів, можна розв'язувати пізнавальні задачі з фізики прикладного змісту.

Використання комп'ютерного моделювання (при розв'язуванні задач, в рамках проведення фізичного експерименту) дозволяє реалізувати основні принципи дидактики (усвідомленості і активності, наочності, систематичності і послідовності, міцності, науковості, доступності, зв'язку теорії з практикою) в процесі навчання.

Сприятливим, на думку авторів, для формування міжпредметних зв'язків природничо-математичних предметів, інформатики, технологій є посилення саме модельного аспекту навчання зазначених предметів з метою створення в учнів більш повного уявлення про технологію розв'язування пізнавальних/дослідницьких завдань, зокрема з використанням комп'ютерно орієнтованих засобів.

Література

1. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика, 10-11 класи. Рівень стандарту (зі змінами, затвердженими наказом МОН України № 826 від 14.07.2016). URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv> (дата звернення 25.02.2019)
2. Концепція Нової української школи. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf> (дата звернення 25.02.2019)

3. Державний стандарт початкової освіти. URL: <https://www.kmu.gov.ua/ua/npas/pro-zatverdzhennya-derzhavnogo-standartu-pochatkovoyi-osviti> (дата звернення 23.02.2019)
4. Соколюк О.М. Моделювання у навчально-пізнавальній діяльності учнів: аспект природничо-математичних предметів. *Наукові записки Серія: Педагогічні науки* (169). стор. 144-149.
5. Пінчук О. П. Формування предметних компетентностей учнів основної школи в процесі навчання фізики засобами мультимедійних технологій: дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Київ, 2010. 255 с.
6. Уёмов А. И. Логические основы метода моделирования. М.: Мысль, 1971. 311с.
7. Мельчук И. А. Опыт теории лингвистических моделей “Смысл ↔ Текст”. Семантика, синтаксис. М.: Наука, 1974. 314 с.
8. Лосев А. Ф. Введение в общую теорию языковых моделей/ под ред. И. А. Василенко. 2-е изд.. М.: Эдиториал УРСС, 2004. 296 с.
9. Широков В. А. Інформаційна теорія лексикографічних систем К.: Довіра, 1998. 331 с.
10. Кульчицький І. М. Концептуалізація понять “модель” та моделювання” у наукових дослідженнях. *Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Інформаційні системи та мережі*. 2015. № 829. С. 273-284.
11. Майер Р.В. Компьютерное моделирование: учебно-методическое пособие для студентов педагогических вузов [Электронное учебное издание на компакт-диске]. Глазов: Глазов. гос. пед. ин-т, 2015. URL: http://maier-rv.glazov.net/Komp_model.htm;
12. Майер Р. В. Исследование математических моделей дидактических систем на компьютере: монография. Глазов. гос. пед. ин-т, 2018. URL: http://maier-rv.glazov.net/Mayer_monograph2018.pdf
13. Ядровская М.В. Моделирование как метод обучения информационным технологиям. *Вестник ДГТУ*. 2012. № 4 (65). с.121-128.
14. Горбов С.Ф. Действие моделирования в учебной деятельности школьников (к постановке проблемы). *Психологическая наука и образование*. 2000. № 2. С. 96-110.
15. Калапуша Л.Р. Моделювання у вивченні фізики. К.: Рад. школа, 1982. 158 с.
16. Глобін О.І., Лапінський В.В. Моделювання як метод дослідження і важливий чинник формування системи природничо-математичних знань. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2017, № 2, с. 7-10.
17. Семенова Н.Г. Теоретические основы создания и применения мультимедийных обучающих систем лекционных курсов электротехнических дисциплин. Монография. Оренбург, ИПФ «Вестник», 2007. 317 с.
18. Калапуша Л. Р., Муляр В. П., Федонюк А. А. Комп'ютерне моделювання фізичних явищ і процесів: посібник. Луцьк: РВВ „Вежа” Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки, 2007. 192 с., С. 4–8
19. Теплицький І. О., Семеріков С. О. «Віртуальний фізичний лабораторний практикум» як актуальна проблема сучасної дидактики. *Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики*. Вип. 4: в 3-х томах. Кривий Ріг: Видавничий відділ НМетАУ, Т. 2: Теорія та методика навчання фізики. 2004. С. 414-421
20. Hutchings, W. Enquiry-based learning: definitions and rationale. The University of Manchester. Center for Excellence in Enquiry-Based Learning-Essays and Studies, UK, 2006, pp. 1-38. URL: http://www.ceebl.manchester.ac.uk/resources/papers/hutchings2007_defining_ebl.pdf
21. Ronald D. Anderson, Reforming Science Teaching: What Research says about Inquiry, *Journal of Science Teacher Education*, v.13(1), Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 2002, pp. 1-12. URL: <http://mascil-toolkit.ph-freiburg.de/wp-content/uploads/2014/03/Anderson-2002.pdf>
22. Al-Sabbagh, S. Instruments and implements of enquiry based learning. 2009. URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED507027.pdf>

23. Дементієвська Н. П. Відбір інтернет-ресурсів для формування дослідницьких компетентностей учнів при вивченні фізики в школі. *Матеріали Звітної наукової конференції, присвяченої 20-ти річчю Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України*. URL: http://conf.iitlt.gov.ua/Conference.php?h_id=20

24. Пінчук О.П. Звіт про виконання науково-дослідної роботи «Формування інформаційно-освітнього середовища навчання старшокласників на основі технологій електронних соціальних мереж». ІТЗН НАПН України. Київ. URL: <http://lib.iitta.gov.ua/709868/>. 2017. с.14-15

25. Jim Kapoun Teaching Web Evaluation to Undergrads, College and Research Libraries News, Waldorf College in Forest City, Iowa. July/August 1998: p.522-523. URL: <https://ccconline.libguides.com/c.php?g=242130&p=1609638>

26. Пінчук О. П. Формування предметних компетентностей учнів основної школи в процесі навчання фізики засобами мультимедійних технологій: дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. Київ. 2010. 255 с.

27. М'ястковська М. О. Комп'ютерне моделювання як ефективний метод посилення міждисциплінарних зв'язків. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Серія : Педагогічна*. 2014. Вип. 20. С. 289-291. URL:http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpkr_ped_2014_20_99

28. Слободяник О.В. Комп'ютерні моделі у дослідницькій діяльності учнів з фізики. *Фізико-математична освіта*. Суми. Вип.4(18), 2018. С.149-154