

Міністерство освіти і науки України  
Інститут прикладної фізики Національної академії наук України  
Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка  
Фізико-математичний факультет



***СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ  
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ,  
ТЕОРЕТИЧНОЇ ФІЗИКИ ТА  
МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ***

**МАТЕРІАЛИ  
III Всеукраїнської науково-практичної конференції  
молодих учених**

**12-13 квітня 2017 року**

**м. Суми**

**Міністерство освіти і науки України  
Інститут прикладної фізики Національної академії наук України  
Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка  
Фізико-математичний факультет**

**СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ,  
ТЕОРЕТИЧНОЇ ФІЗИКИ ТА  
МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ**

**Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної  
конференції молодих учених**

**(Суми, 12-13 квітня 2017 року)**

За редакцією к.ф.-м.н, доц. кафедри фізики та  
методики навчання фізики О.М. Завражної

Затверджено вченою радою фізико-математичного факультету

Суми

Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка

2017

**УДК 53:004(08)**

**ББК 22я43**

**М 34**

Рекомендовано до друку радою фізико-математичного факультету Сумського державного педагогічного університету імені А.С.Макаренка

**Упорядник:** Завражна О.М., кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри фізики та методики навчання фізики

**Рецензенти:**

**Мороз І.О.** – доктор педагогічних наук, професор, зав. кафедри фізики та методики навчання фізики СумДПУ імені А.С. Макаренка

**Салтикова А.І.** – кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри фізики та методики навчання фізики СумДПУ імені А.С. Макаренка

**М 34** Сучасні проблеми експериментальної, теоретичної фізики та методики навчання фізики: матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених, м. Суми, 12-13 квітня 2017 р. / за ред. О.М. Завражної – Суми: СумДПУ, 2017. – 89 с.

У збірнику подані матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених «Сучасні проблеми експериментальної, теоретичної фізики та методики навчання фізики». У тезах і статтях представлено результати теоретичних і експериментальних досліджень.

Для наукових співробітників, викладачів навчальних закладів освіти, аспірантів та студентів.

Матеріали подаються в авторській редакції.

Відповідальність за достовірність інформації, автентичність цитат, правильність фактів, посилань несуть автори.

© Завражна О.М., 2017

© СумДПУ, 2017

## ЗМІСТ

<b>Авер'янова Н.М. ТЕХНОЛОГІЯ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ.....</b>	<b>6</b>
<b>Берус Н.І., Ткаченко Ю.А. ПРОЕКТНО-ОРІЄНТОВАНИЙ ПІДХІД У НАВЧАННІ УЧНІВ ОСНОВАМ НАНОТЕХНОЛОГІЙ У КУРСІ ФІЗИКИ СТАРШОЇ ШКОЛИ .....</b>	<b>8</b>
<b>Бойко Г.О. ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ В СТАРШІЙ ШКОЛІ .....</b>	<b>12</b>
<b>Бризгалов Д.В., Брусленко М.І., Сусь Б.А. УМОВНІСТЬ ПОНЯТТЯ «ЕЛЕКТРИЧНИЙ ЗАРЯД».....</b>	<b>16</b>
<b>Галатюк Т.Ю. ДІЯЛЬНІСНИЙ МЕХАНІЗМ ФОРМУВАННЯ МЕТОДОЛОГІЧНОЇ КУЛЬТУРИ СТАРШОКЛАСНИКІВ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ.....</b>	<b>18</b>
<b>Гузь І.О. РАДИАЦИОННЫЕ ДЕФФЕКТЫ В ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРИБОРОВ.....</b>	<b>20</b>
<b>Дяченко М. М., Холодов Р. І. КАСКАДНЕ НАРОДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОН-ПОЗИТРОННОЇ ПАРИ ФОТОНОМ ТА ПОСЛІДОВНА АНІГІЛЯЦІЯ В ОДИН ФОТОН В СИЛЬНОМУ МАГНІТНОМУ ПОЛІ .....</b>	<b>22</b>
<b>Іванущенко О.В. МЕТОД РЕНТГЕНІВСЬКОГО ФАЗОВОГО КОНТРАСТУ .....</b>	<b>23</b>
<b>Крикля С.В. МОДЕЛЮВАННЯ ЕФЕКТУ КАНАЛЮВАННЯ ІОНІВ В МОНОКРИСТАЛАХ КРЕМНІЮ .....</b>	<b>25</b>
<b>Кручиніна Є.П. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРООПОРУ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ.....</b>	<b>27</b>
<b>Лаврененко Е.О. ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ В ОСНОВНІЙ ШКОЛІ .....</b>	<b>29</b>
<b>Мовчан С.М. ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА УРОКАХ ФІЗИКИ ЯК ЗАСОБУ МОТИВАЦІЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ .....</b>	<b>32</b>

<b>Мурай М.С. РОЗВИТОК САМОСТІЙНОЇ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ В ШКОЛІ.....</b>	<b>34</b>
<b>Мусієнко І.І. Холодов Р.І. ВПЛИВ МОДИФІКАЦІЇ ПОВЕРХНІ МЕТАЛУ НА ПОЛЬОВУ ЕМІСІЮ .....</b>	<b>41</b>
<b>Муха А.П. ТЕХНОЛОГІЯ КОНСТРУЮВАННЯ ОСНОВНИХ КОМПЕТЕНЦІЙ В ФІЗИЦІ ОСНОВНОЇ ШКОЛИ .....</b>	<b>43</b>
<b>Науменко Т. В. СТРУКТУРА ТА ЗМІСТ ПРЕДМЕТНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ З ФІЗИКИ .....</b>	<b>46</b>
<b>Нікішкін І.І., Холодов Р.І. МОДЕЛЮВАННЯ НЕРЕЛЯТИВІСТСЬКОГО ДВОКОМПОНЕНТНОГО ГАЗУ МЕТОДОМ PARTICLE-IN-CELL .....</b>	<b>51</b>
<b>Рідченко С.О. СИНХРОНІЗАЦІЯ ВИМІРЮВАНЬ У ЦИФРОВИХ ЛАБОРАТОРІЯХ .....</b>	<b>52</b>
<b>Сакунова Г. В., Балабан Я.Р. СУЧАСНА ОСВІТА: ПЕРСПЕКТИВИ ВИВЧЕННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ У СТАРШІЙ ШКОЛІ.....</b>	<b>54</b>
<b>Салтикова А.І., Абакарова Г.О. ПРОЕКТНІ ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ В ШКОЛІ .....</b>	<b>56</b>
<b>Салтикова А.І., Стома В.М. ВИКОРИСТАННЯ ПРОЕКТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НАВЧАННЯ НА СПЕЦІАЛЬНОМУ ФІЗИЧНОМУ ПРАКТИКУМІ.....</b>	<b>62</b>
<b>Суйкова А.О. ПРО ФРАКТАЛЬНИЙ ПІДХІД ДО АНАЛІЗУ ТОПОГРАФІЇ ШАРІВ НАНОМАТЕРІАЛІВ.....</b>	<b>67</b>
<b>Терещенко О.О. ПОНЯТТЯ «ТВОРЧОГО ПОТЕНЦІАЛУ» У ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІЙ ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИЦІ .....</b>	<b>69</b>
<b>Титаренко М. О., Ткаченко Ю. А. ШЛЯХИ ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАННЯ УЧНІВ ОСНОВ НАНОТЕХНОЛОГІЙ В УМОВАХ ЗАГАЛЬНООСВІТНЬОЇ ШКОЛИ.....</b>	<b>71</b>
<b>Трофименко Я.В., Калінкевич О.В., Кузнецов В.М., Данильченко С.М. РЕНГЕНІВСЬКЕ ОПРОМІНЕННЯ ЯК МЕТОД СТЕРИЛІЗАЦІЇ БІОМАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ХІТОЗАНУ.....</b>	<b>74</b>

<b>Хелемеля О.В. ВПЛИВ СИЛЬНОГО ЗОВНІШНЬОГО МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ГАЛЬМІВНУ ЗДАТНІСТЬ ЕЛЕКТРОННОГО ГАЗУ .....</b>	<b>75</b>
<b>Хмель О.В. ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ДИСТАНЦІЙНОЇ ОСВІТИ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ.....</b>	<b>76</b>
<b>Шульга М.Ю. ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ <math>\gamma</math> – ВИПРОМІНЮВАННЯ З РЕЧОВИНОЮ .....</b>	<b>78</b>
<b>Шульженко А.В. МЕТОД РЕЗЕРФОРДІВСЬКОГО ЗВОРОТНОГО РОЗСИЮВАННЯ ПРИ АНАЛІЗІ РОЗПЛАВЛЕНИХ МЕТАЛІВ .....</b>	<b>80</b>
<b>Юрченко А.О. ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВОЇ ЛАБОРАТОРІЇ ПІД ЧАС ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ З ФІЗИКИ.....</b>	<b>83</b>
<b>Ярошко І.А., Деревенчук Р.М. ФОРМУВАННЯ ПОНЯТЬ ВЛАСНОЇ І ДОМІШКОВОЇ ПРОВІДНОСТІ НАПІВПРОВІДНИКІВ НА ОСНОВІ ЗОННОЇ ТЕОРІЇ.....</b>	<b>86</b>

**Авер'янова Н.М.**  
викладач фізики  
Криворізький комерційно-  
економічний технікум  
*averyanovanm@gmail.com*

## **ТЕХНОЛОГІЯ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ**

Проблема підвищення якості освіти, впровадження сучасних інформаційних технологій стоїть перед викладачами України та світу. Одним із рішень є технологія змішаного навчання, яка в процесі ранжування тенденцій розвитку освіти займає одне із перших місць [5,17].

Початок використання терміну «змішане навчання» традиційно пов'язують із публікацією книги «Довідник змішаного навчання» (К. Бонк, Ч. Грем) в 2006 році. Хоча його концепції розроблялися з 1960 рр, набули своєї сучасної форми лише в кінці 1990 рр. К. Борк та Ч. Грем, Н. Фрізен, Є. Воджікі, М. Хорн, Х. Стейкер, С. Патрік, К. Кеннеді, Е. Пауел- це зарубіжні теоретики та практики змішаного навчання на яких орієнтуються українські дослідники, зокрема В. Кухаренко, С. Березенська, К. Бугайчук, О. Рибалко, Н. Сиротенко, Н. Ручинська, І. Семененко та інші.

Метою статі є удосконалення методики застосування технології змішаного навчання при вивченні фізики у ВУЗах I-II рівня акредитації.

«Змішане навчання», «гібридне навчання», «blended learning» - це слова синоніми. У словнику «Технології змішаного навчання» його визначають, як «освітню модель, що поєднує цифрову та традиційну форми навчання» [2,67]. Єдиної думки, щодо кількісного співвідношення традиційного та дистанційного навчання в процесі blended learning немає. Фахівці Слоан Консорціум визначають змішані (гібридні) курси, «як результат інтегрування он-лайн курсів (30%-70%) з традиційними класними заходами плановим, педагогічно цінним способом» [1,7].

Змішане навчання дозволяє модернізувати навчальний курс з дисципліни «Фізика» у ВУЗах I-II рівня акредитації. При вивченні фізики організація процесу навчання за даною технологією відбувається при об'єднання двох чи більше способів, форм і методів навчання: очного та дистанційного; синхронного та асинхронного; формального та неформального; самоосвіти. Комбінація аудиторних (лекції, практичні та лабораторні заняття) і дистанційних форм навчання (онлайн тестування, перегляд відеоматеріалів та презентацій, обговорення питань на форумах та в чатах, відеоконференцій та інше) в процесі фізичної освіти має ряд переваг: активна позиція студента, підвищення мотивації та самостійності; гнучкість; інтерактивність; постійний зв'язок студента та викладача;

ефективна оцінка знань за рахунок розширення засобів діагностики та корегування; незалежність від технічного обладнання кабінету фізики.

Недоліками змішаного навчання фізики є: відсутність навиків самоосвіти та розподілу часу у студентів; технічні проблеми з програмним забезпеченням; необхідність застосування онлайн платформ; потреба додаткового навчання та самоосвіти викладача.

Першим бюджетним кроком до змішаного навчання фізики може стати організація навчальних груп у соціальних мережах та використання сервісів Google. Зокрема, соціальні мережі (vk.com, facebook, twiter, skype та інші) завдяки своїй мультимедійності дозволяють розміщувати навчальні матеріали різного типу (відеолекції, презентації, віртуальні експерименти), забезпечують вільний зручний доступ до них.

Крім традиційних засобів контролю знань з фізики, в процесі blended learning акцентують увагу на онлайн тестуваннях, зокрема за допомогою сервісу Google Форм. Це частина безкоштовного офісного інструментарію Google Drive, яка дає можливість створювати анкетування, веб—форми, тестування.

На експериментальну частину курсу фізики рекомендуємо більшу увагу звертати на аудиторних заняттях, де можна провести реальний фізичний експеримент та обговорити результати віртуальних лабораторних робіт, домашніх дослідів, відеоматеріали.

Таким чином, змішане навчання може стати кроком до модернізації освіти у ВУЗі, дозволяючи перейти від пасивних методів навчання до активних. Першим кроком до впровадження технології змішаного навчання може стати використання соціальних мереж та хмарних технологій. Проте, згодом раціональним буде перехід до визначеної освітньої онлайн платформи. Перспективним напрямком дослідження є використання сервісу Google Classroom та інших хмарних технологій при навчанні фізики.

#### **Список використаних джерел**

1. Бугайчук К. Л. Змішане навчання: теоретичний аналіз та стратегія впровадження в освітній процес вищих навчальних закладів / К. Л. Бугайчук. // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2016. – №4. – С. 1–17.
2. Кадемія М. Ю. Технології дистанційного навчання: словник- глосарій / М. Ю. Кадемія, В. М. Кобися. – Вінниця: ФОП Тарнашинський О. В., 2016. – 284 с.
3. Рафальська О. О. Технологія змішаного навчання як інновація дистанційної освіти / О. О. Рафальська. // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. – 2013. – №11. – С. 128–133.
4. Семенова И. Н. Дидактический конструктор для проектирования моделей электронного, дистанционного и смешанного обучения в вузе / И. Н. Семенова. // Педагогическое образование в России. – 2014. – №8. – С. 68–74.
5. Теорія та практика змішаного навчання / [В. М. Кухаренко, С. М. Березенська, К. Л. Бугайчук та ін.]. – Х.: НТУ «ХПІ», 2016. – 284 с



**Берус Н.І.**  
магістрантка, спеціальність «014 Середня освіта (Фізика)»  
Сумський державний педагогічний  
університет імені А. С. Макаренка,  
*missis.berus@yandex.ua*

**Ткаченко Ю.А.**  
аспірантка, спеціальність «014 Середня освіта (Фізика)»  
Сумський державний педагогічний  
університет імені А. С. Макаренка

## **ПРОЕКТНО-ОРІЄНТОВАНИЙ ПІДХІД У НАВЧАННІ УЧНІВ ОСНОВАМ НАНОТЕХНОЛОГІЙ У КУРСІ ФІЗИКИ СТАРШОЇ ШКОЛИ**

**Постановка проблеми.** Розвиток сучасної науки, яка постійно доповнюється новими законами, теоріями, експериментальними фактами, відбувається досить швидкими темпами. У наслідок цього, виникає розрив між сучасним рівнем наукових знань і змістом навчального матеріалу з фізики у загальноосвітній школі. Тому перед освітянами сьогодні стоїть завдання модернізувати зміст навчальних програм з фізики для загальноосвітньої школи відповідно до сучасного рівня розвитку науки та суспільно-економічних потреб держави. Одним із можливих шляхів оновлення змісту навчальних програм і підручників є інтеграція основ нанотехнологій.

З урахуванням реалій сьогодення, проектна діяльність є однією з перспективних складових освітнього процесу. Проектно-орієнтований підхід являється актуальним у вивченні будь якої дисципліни на даний час, оскільки, дає можливість не лише залучити учнів до самостійної роботи, а й сприяє підвищенню їх зацікавленості у вивченні предмету, дає можливість учням розширити свої знання, виходячи за рамки освітньої програми. Тому цей підхід має місце для впровадження знань з основ нанотехнологій на уроках фізики.

**Аналіз актуальних досліджень.** На необхідності упроваджувати основи нанотехнологій у зміст фізичної освіти наголошується у науково-методичних працях вітчизняних (К. В. Корсак, Д. В. Касьянов, О. І. Косенко, О. М. Пустовий, О. А. Ткачова та ін.) і зарубіжних (Л.А. Браян, С. Далі, Т.А. Комкіна, А. Лакхтакі, Р. Монк, Дж. Мур, М. Роко, В.С. Семенов, Р. Хамерс, П. Шенк, Е.Н. Шигарева, М. Юнкер) науковців [7-9].

Сучасні підходи до реалізації проектно-орієнтованого підходу у навчанні розглядаються у працях С. У. Гончаренка, М. С. Бондара,

Г. М. Ісаєва, І. Г. Єрмакова, О. М. Коберника, Л. І. Круглик, Є. С. Полата, С. О. Сисоевої та інших дослідників [2; 3; 5].

Проте, як показав аналіз науково-методичної літератури, на сьогодні не створено методичних рекомендацій щодо застосування проектно-орієнтованого підходу у навчанні учнів основ нанотехнологій.

**Мета статті:** обґрунтувати застосування проектно-орієнтованого підходу у навчанні учнів основам нанотехнологій у курсі фізики старшої школи.

**Виклад основного матеріалу.** В умовах існуючої традиційної форми організації навчального процесу застосування проектно-орієнтованого підходу у навчанні учнів основ нанотехнологій дозволить частково розширити і модернізувати зміст фізичної освіти, забезпечити міцне засвоєння учнями базових знань з основ нанотехнологій, сприятиме розвитку самостійності і творчості у навчанні.

Основна мета проектно-орієнтованого підходу при вивченні основ нанотехнологій полягає у створенні умов, за яких учні мають можливість ефективно використовувати отримані раніше знання з базових дисциплін (фізика, хімія, біологія) для вирішення пізнавальних і практичних завдань з основ нанотехнологій, вчать самостійно здобувати необхідні знання, використовуючи різноманітні джерела інформації, розвивають власні дослідницькі уміння і навички, творче мислення.

Проектно-орієнтований підхід націлений на отримання учнем тих знань, що будуть використані на практиці і задля створення освітнього середовища, яке б відповідало потребам учнів і завданням, що вони ставлять перед собою. А сама концепція проектно-орієнтованої освіти є результатом узагальнення організаційних інновацій, що може бути представлена як сукупність проектів, завдяки яким і досягається основна ціль навчання.

Основою проектно-орієнтованого підходу у навчанні є метод проектів.

Як зазначає Г. М. Ісаєва, метод проектів – це освітня технологія, яка спрямована на здобуття учнями знань у тісному зв'язку з реальною життєвою практикою, формування в них умінь і навичок завдяки системній організації проблемно-орієнтованого навчального пошуку [5].

Метод проектів сприяє розвитку пізнавальних здібностей учнів, умінню самостійно формувати свої знання та орієнтуватися у галузі основ нанотехнологій, розвитку критичного мислення.

Процес роботи над проектом – це практика впровадження особистісно-орієнтованого навчання, що враховує вільний вибір, особисті інтереси конкретного учня. Під час проектно-орієнтованої діяльності учень розуміє навіщо йому ці знання і де їх застосовувати. Метод проектів передбачає реалізацію дій за чітким алгоритмом, який розробляється відповідно до специфіки теми з основ нанотехнологій, та наявність деякої низки

навчально-пізнавальних прийомів, що дозволяють учням самостійно вирішувати проблему демонстрації результатів.

Робота учнів над проектом з основ нанотехнологій складається з декількох взаємопов'язаних етапів:

- 1) вибір теми, формулювання мети, завдань і гіпотези;
- 2) обговорення можливих варіантів вирішення завдань проекту із залученням знань з базових дисциплін (фізики, хімії, біології), а також власного досвіду;
- 3) формування плану дій, розподіл обов'язків;
- 4) вирішення завдань проекту;
- 5) аналіз і узагальнення отриманих даних, оформлення проекту;
- 6) презентація результатів проекту.

Враховуючи зміст навчальних програм з фізики, вікові та інтелектуальні особливості учнів старшої школи, рекомендуємо запропонувати учням на узагальнюючих заняттях для виконання групи навчальних проектів з основ нанотехнологій.

До першої групи будуть входити питання, що стосуються основних понять нанонауки і нанотехнологій (нанооб'єкти, наноматеріали, наноструктури, нанокompозити, нанопорошки, нанопористі матеріали та ін.).

В другій групі проектів висвітлюються питання практичного застосування нанотехнологій. Тут можна запропонувати учням спочатку провести пошукову роботу, після чого самостійно сформулювати тему проекту: застосування нанотехнологій в галузі, яка викликала найбільший інтерес (медицина, енергетика, машинобудування, матеріалознавство, електроніка, будівництво, військова галузь, та ін.).

До третьої групи слід віднести питання які пов'язані з методами аналізу властивостей і структур різних нанооб'єктів (електронна мікроскопія, скануюча зондова мікроскопія, атомно-силова мікроскопія, скануюча оптична мікроскопія, магнітно-силова мікроскопія). Тут учні дізнаються про основні методи дослідження структури речовини, про будову та принцип дії різних приладів(мас-спектрометри, електронні мікроскопи та ін.), а також дізнаються про фізичні явища, принципи та закономірності на яких базується кожен з методів.

Як узагальнення, можна запропонувати ще одну групу проектів, яка буде стосуватися місця України у розвитку і практичному застосуванні нанотехнологій. Учні дізнаються про місце нанотехнологій у промисловості України, про досягнення українських вчених у цій галузі.

При чому, за характером домінуючої діяльності, це можуть бути дослідницькі, творчі, рольові, інформаційні чи практико-орієнтовані проекти.

Навчальні проекти з теми “Основи нанотехнологій” покликані ознайомити учнів з поняттями нанотехнології, наноматеріали, нанооб'єкти

тощо, обґрунтувати фундаментальні принципи, що лежать в основі застосування нанотехнологій (квантування, молекулярне розпізнавання, самоорганізація), ознайомити учнів з основними засобами дослідження нанооб'єктів, з основними напрямками прикладної нанотехнології, показати взаємозв'язок і взаємозумовленість природничих і технічних наук [1].

Метою, що досягається у процесі виконання проектів з теми “Основи нанотехнологій”, є зацікавленість школяра і подальше бажання самостійно поглиблювати власні знання з нанонауки і нанотехнологій, формування переконаності у важливості фундаментальних природничих наук, їх взаємозв'язку одне з одним і практичним використанням у техніці.

**Висновки.** Отже, застосування проектно-орієнтованого підходу у навчанні дозволить враховувати існуючі проблеми освітнього середовища, а також частково вирішити протиріччя, яке виникло між потребою суспільства у кваліфікованих кадрах у галузі нанотехнологій і змістом системи освіти, при цьому зберігаючи її традиційну структуру.

Впровадження даного підходу дасть можливість не лише сформувати в учнів відповідні компетентності, а й викликати у них пізнавальний інтерес до нанонауки і нанотехнологій, сприятиме розвитку їх мислення, формуванню уявлень про фундаментальну єдність природничих наук, незавершеність пізнання в області природознавства, можливості його подальшого розвитку, а також значущої ролі нанотехнологій у задоволенні сучасних потреб людства.

#### Список використаних джерел

1. Андреев О. Створення умов для вивчення картини мікросвіту та методів управління нею на основі нанотехнологічного підходу в наукових секціях малої академії наук [Електронний ресурс] / О. Андреев. – Режим доступу : [www.nbu.gov.ua/portal/Soc\\_Gum/Npd/2010\\_4/andreev.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc_Gum/Npd/2010_4/andreev.pdf).
2. Гончаренко С. У. Метод проектів / С. У. Гончаренко // Український педагогічний словник. – К., 1997. – С. 205.
3. Єрмаков І. Г. Компетентнісний потенціал сучасної освіти: проектно-технологічні засади / І. Г. Єрмаков // Сучасні технології в освіті / Академія Педагогічних наук України; Держ. науково-педагогічна бібліотека України ім. В. О. Сухомлинського; Маріупольський гуманітарний університет. – К., 2005 – С. 5–27.
4. Іваній В. С. Педагогічні основи гуманізації фізичної освіти в умовах нанотехнічного розвитку суспільства / В. С. Іваній, І. О. Мороз // педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології: наук. журнал / голов. ред. А. А. Сбруєва. – Суми : Вид-во СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2016. - №1 (49). – С. 112-119.
5. Ісаєва Г. М. Метод проектів – ефективна технологія навчання учнів сучасної школи / Г. М. Ісаєва // Метод проектів: традиції, перспективи, життєві результати: Практико-зорієнтований збірник / [керів. авт. кол. С. М. Шевцова; наук. керів. і ред. І. Г. Єрмаков]. – К.: Департамент, 2003. – С. 207–211.
6. Daly S. Incorporating nanoscale science and engineering concepts into middle and

- high school curricula / S. Daly, K. Hutchinson, L. Bryan. // Proceedings of the American Society for Engineering Education. – 2007.
7. Hutchinson K. Supporting secondary teachers as they implement new science and engineering curricula: case examples from nanoscale science and engineering education / K. Hutchinson, L. Bryan, G. Bodner. // American Society for Engineering Education. – Austin, Texas, 2009.
  8. Roco M. National Nanotechnology Initiative - Past, Present, Future / M. Roco. // Handbook on Nanoscience, Engineering and Technology. 2nd ed., Taylor and Francis. – 2007. – P. 3.1–3.26.
  9. Schank, P. Can Nanoscience Be a Catalyst for Educational Reform? / P. Schank, J. Krajcik, M. Yunker // Nanoethics: The ethical and social implications of nanotechnology / S. Patricia, J. Krajcik, M. Yunker. – Hoboken, NJ: Wiley Publishing, 2007. – (Nanoethics: The ethical and social implications of nanotechnology). – P. 277–289.

**Бойко Г.О.**

магістрантка, спеціальність «014 Середня освіта (Фізика)»

Сумський державний педагогічний  
університет імені А.С.Макаренка

*h.boyko2013@yandex.ru*

## **ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ В СТАРШІЙ ШКОЛІ**

Сьогодні в шкільному навчанні переважають теоретичні знання, які слабо пов'язані з практикою, превалює понятійно-категоріальний тип навчання. Це призводить до невідповідності отриманих учнями знань досягненням науково – технічного прогресу.

Інтенсивний розвиток інформаційного поля вимагає не менш динамічних змін процесу навчання. У зв'язку з цим, особливо актуальним стає завдання не лише засвоєння теоретичного матеріалу, а й формування навичок і вмінь їх прикладного використання для вирішення практичних завдань, зокрема при вивченні фізики у старших класах школи.

У даній роботі розглядається один з аспектів удосконалення вивчення фізики в школі шляхом розширення понять про можливості практичного використання набутих знань.

В сучасних умовах прискороного розвитку, школа має формувати в учнів не лише певну суму вмінь і навичок, але й навчати майбутнього фахівця самостійно вдосконалюватися і розвиватися, адаптуватися до змін науково-технічного прогресу, творчо мислити.

Орієнтація в практичній значимості теоретичних знань не лише допоможе професійному самовизначенню особистості та швидкому

опануванню певною професійною діяльністю, а й зробить її професійно мобільною, висококваліфікованою і затребуваною.

Проблемою розвитку прикладних аспектів вивчення фізики займалися Кузьменко Г.М., Денисяко С.О., Мартинюк МТ., та ін.. Отже, дана тема не набула особливого розвитку і широкого розголосу, а отже й практичного вирішення.

Аналіз процесу навчання та розвитку учнів вказує на невідповідність між всезростаючими вимогами життя, що постійно змінюється, та практичним рівнем підготовки школярів до подальшої освіти, самоосвіти та розвитку.

Відповідно до теми роботи, в сучасній школі порушується один з дидактичних принципів: зв'язок теоретичних знань з життям; часто виникає значна складність не лише в наочному зображенні фізичних явищ, а й демонстрація їх прикладного застосування, необхідності вивчення фізичних основ головних напрямів науково-технічного прогресу.

Об'єктом дослідження є процес навчання фізики в старшій школі.

Предметом – розширення прикладних аспектів вивчення фізики в процесі навчання.

Мета роботи: огляд можливих напрямів залучення прикладних аспектів у вивчення фізики та розробка дидактичної системи методів практичного використання набутих знань у старших класах школи.

Розглянемо один з варіантів впровадження прикладного аспекту вивчення фізики, зокрема в темі атомна і ядерна фізика в 11 класі. Ми пропонуємо учням шкіл міста спочатку теоретично ознайомитися з ядерно фізичними методами дослідження археологічних зразків, а потім відвідати установку комплексу інституту прикладної фізики, або спостерігати її у віртуальному режимі, де саме і відбувається процес аналізу стародавніх знахідок. Вивчення фізики в такому контексті дозволить учням по перше реалізувати інтеграцію наук, по друге залучитися до досягнень науково-технічного прогресу, по третє розширити науковий світогляд і пізнавальний кругозір. Вивчення цього матеріалу можна логічно поєднати з вивченням теми «отримання і застосування радіонуклідів». Звичайно, вчителю необхідно добре володіти всією базою знань стосовно фізичної сутті явищ, що вивчаються.

Більш детально зупинимося на фізичних основах вивчення основного ядерно-фізичного методу – радіо вуглецевого датування, хронологічного маркування археологічних знахідок органічного походження, який був винайдений В.Ліббі у 1946 р.

Цей метод оснований на встановленні співвідношення  $^{14}\text{C}$  та  $^{12}\text{C}$ , яке порівнюється зі відношенням, залежним від дії космічного випромінювання в атмосфері. Доки організм живе, співвідношення ізотопів карбону у біомасі постійне, після припинення життя, це

відношення змінюється за законами радіоактивного розпаду, встановивши наскільки розпався ізотоп карбону  $^{14}\text{C}$ .

Теоретичне обґрунтування методу базується на тому, що до складу вуглекислоти входять декілька ізотопів, які нерівномірно розповсюджені в природі, це ізотопи  $^{13}\text{C}$  ( $< 1\%$ ) і  $^{12}\text{C}$  ( $99\%$ ), проте крім них в  $\text{CO}_2$  потрапляє дуже мала домішка (приблизно  $10^{-10}\%$ ) Карбону  $^{14}\text{C}$ , який є радіоактивним, і виникає в результаті ядерних реакцій в атмосферному азоті. Рослини за рахунок фотосинтезу, поглинають вуглекислий газ з повітря й накопичують його у своїх клітинах і тканинах, невелика частина серед атомів - радіоактивний ізотоп карбону  $^{14}\text{C}$ . Протягом життя вміст  $^{14}\text{C}$  в організмі постійно поповнюється, тому співвідношення  $^{14}\text{C}$  до  $^{12}\text{C}$  залишається постійним. Після життя, обмін вуглекислим газом з середовищем зупиняється, а тому відносна доля нестабільного ізотопу з часом зменшується. Концентрація ж ізотопу  $^{14}\text{C}$  в повітрі підтримується постійною за рахунок ядерних реакцій, що відбуваються при бомбардуванні космічними променями Землі.

Знаючи період піврозпаду, який становить ( $^{14}\text{C}$ )  $\approx 5730$  років, і вимірявши радіоактивність знахідки, можна встановити вік предмета. так само визначається і час смерті живої істоти.

Радіовуглецеве датування здійснюється за допомогою вимірювання радіоактивності радіоактивного вуглецю (радіометричне) або відношення мас всіх ізотопів карбону (мас спектрометричне). Перше реалізується рідинно-сцинтиляційними лічильниками, інший - за допомогою масспектрометрів. Чутливість для всіх наявних методів та складність у відокремленні домішок, обмежують практичне застосування методу радіо вуглецевого датування до визначення часу в  $55\text{—}60$  тисяч років. Якщо вік предмета більше  $120$  тис. років, то в ньому залишається так мало  $^{14}\text{C}$ , що дослідження стають вже неможливими.

Незважаючи на відносну простоту і універсальність, метод має багато недоліків, які спотворюють результати і роблять аналіз дуже трудомістким. Перш за все, є загроза забруднення зразка молодим вуглецем. Враховуючи мікро кількості  $^{14}\text{C}$ , можна допустити, що навіть зовсім незначна кількість молодого вуглецю може призвести до величезні похибки (наприклад,  $0,1\%$  зайвого  $^{14}\text{C}$  підвищує радіоактивність зразка, тоді обчислений вік зразка буде меншим від справжнього приблизно на час піврозпаду  $^{14}\text{C}$ , тобто на  $5\,000$  років). Для уникнення цієї проблеми,

розроблені методи очищення зразків від забруднення молодим радіоактивним Карбоном. [5]

Ще одним недоліком в використання цього методу є нерівномірний розподіл радіоактивного і нерадіоактивного вуглецю в залежності від місця й часу вимірювання. Наприклад, при спалюванні значних кількостей палива у промислових районах характерним є різке підвищення вмісту нерадіоактивного вуглецю.

Реалізація дослідження здійснюється методом прискорювальної мас-спектрометрії, наприклад за допомогою прискорювального мас-спектрометра Tandetron 1.0 MV Model 4110Bo-AMS, який дозволяє проводити кількісні дослідження радіоактивних і метастабільних ізотопів (наприклад,  $^{14}\text{C}$ ) з надзвичайно високою абсолютною і відносною чутливістю. Висока роздільна здатність в процесі реєстрації ізотопів методом ПМС значно перевищує відповідні параметри мас-спектрометрів з усіма тривіальними схемами сепарації іонів.

Отже, можемо стверджувати, що при вивченні фізики не повною мірою реалізуються можливості використання прикладного характеру навчального матеріалу, а тому і рівень сформованості знань і умінь з фізики залишається недостатнім. Тому дана тема постає як важливе завдання удосконалення середньої освіти з огляду на перспективи прискореного соціально-економічного та науково-технічного прогресу. Актуальність цього питання зумовлюється інтегративними процесами в шкільній освіті, кардинальними змінами в інформаційній і технічній сферах, що зумовлені швидкими темпами розвитку суспільства

#### Список використаних джерел

1. Кузьменко Г.М. Прикладні питання фізики як фактор активізації пізнавальної діяльності курсантів та студентів / Г.М. Кузьменко // Сучасні тенденції розвитку природничо-математичної освіти: матеріали міжнародної конференції, (Херсон, 11-14 вересня 2002 р.) – Херсон: ХДПУ, 2002. – С. 175-176.
2. Арсланов Х. А. Радиоуглерод: геохимия и геохронология / Х. А. Арсланов. – Ленинград: изд-во Ленингр. ун.-та, 1987. — 295 с.
3. Имашев Г.И. Развитие технико-технологических знаний в школьном курсе физики. Монография. – Атырау: АтырГУ им. Х.Досмухамедова, 2007.-178 с.
4. 8. Имашев Г.И. Связь трудового обучения с физикой.- Гурьев: Пединститут, 1991.– 56 с.
5. Бойко Г.О. Ядерно-фізичні методи при дослідженні археологічних зразків. – Матеріали I Всеукраїнської науково-методичної конференції 23 листопада 2016 року, м. Суми. – 2016. – 10 - 11 с.



**Бризгалов Д.В.**  
курсант,  
**Брусленко М.І.**  
курсант,  
**Сусь Б.А.**  
доктор пед. наук, професор,  
Військовий інститут телекомунікацій  
та інформатизації,  
м. Київ  
*bogdansus@gmail.com*

## УМОВНІСТЬ ПОНЯТТЯ «ЕЛЕКТРИЧНИЙ ЗАРЯД»

Поняття «заряд» є проблемним. Ми звикли до терміну «електричний заряд» і вживаємо його як щось, зрозуміле і таке, що не потребує пояснень. У сучасному шкільному підручнику можна прочитати: *«Відомою з дослідів фундаментальною властивістю електричного заряду є те, що він існує в двох видах, умовно названих позитивними і негативними зарядами. Заряди одного знаку відштовхуються, а протилежних знаків – притягуються»* [1, с. 11]. Тобто, заряд існує як щось очевидне, що не потребує доведення і навіть пояснення. Так само в посібнику для вищої школи: *«Всі тіла в природі здатні електризуватися, тобто набувати електричного заряду. Заряджене тіло взаємодіє з іншими зарядженими тілами. Існує два види електрики, які умовно названі позитивними і негативними зарядами. Заряди одного знаку відштовхуються, а протилежних знаків – притягуються»* [2, с. 9]. Зі сказаного можна зробити висновок, що в природі існує дещо таке як «заряди» і вони взаємодіють між собою. Але заряди мають одну надзвичайну особливість – **вони окремо не бувають**, а тільки з речовиною. Відділити заряд від речовини нікому не вдалося. Крім того, заряди мають ще одну особливість – незрозумілий механізм їх взаємодії, їх взаємного притягування або відштовхування. Коли два тіла потерти, то вони взаємодіють між собою через появу на них позитивних чи негативних «зарядів», які можуть переходити з одного тіла на інше. Зарядів може бути більше або менше. Найменший негативний заряд має **електрон** з «**електронною**» речовиною, а найменший позитивний заряд у протона з «**протонною**» речовини. Відомо, що **електронна і протонна речовини – це зовсім різні речовини** з різною структурою. Електрон – це елементарна частинка і поділити його на якісь складові ще не вдалося. Протон теж вважається елементарною частинкою, хоча відомо, що він складається з кварків. Отже, електрони і протони мають **різні речовини, причому**, негативні заряди завжди з електронами, а позитивні – з протонами. Тут просто подвійна назва одного й того ж, подвійна термінологія. Атоми речовини

складаються з протонів (ядер) і електронів. Кількість протонів дорівнює кількості електронів і загалом атом електронейтральний. Але атом можна іонізувати – відірвати електрон. Тоді в ньому переважає протонна речовина і кажуть, що тіло заряджається. В часи Кулона такого не знали. Отже, «заряд» тіла означає переважання у ньому «додатньої» або «від'ємної» речовини. Таким чином, назва «заряд» є умовною назвою, бо насправді йдеться про електронну чи протонну речовину. Відомий фізик-теоретик Фейнман під поняттям «заряд» розумів конкретні реальні частинки: *«Речовина є сумішшю позитивних протонів негативних електронів, які притягуються і відштовхуються з неймовірною силою... Однакові сорти речовини відштовхуються, а різні – притягуються»* [3, с. 9]. Отже, стає зрозумілим, що насправді термін «заряд» є жаргоном, тобто умовною назвою і без нього можна обійтися. Проблема тільки в традиційних уявленнях і звичках. Наприклад, закон Кулона можна сформулювати і без поняття «заряд»: *«Сила взаємодії між двома точковими тілами з електронною або протонною речовиною пропорційна кількості цих речовин і обернено пропорційна квадрату відстані між тілами»*.

З розвитком науки змінюються уявлення і виникає необхідність зміни термінології. Так, у XVII столітті для пояснення чому є гарячі і холодні тіла придумали «теплород»: якщо в одному тілі теплороду більше, а в іншому – менше, то при контакті теплород перетікає з одного тіла в інше. Потім встановили справжню причину нагрівання тіл – хаотичний рух молекул, його енергію і від поняття «теплород» відмовилися. Однак питання про те, щоб відмовитись від терміну «заряд», не стоїть. Назва «заряд» є звичною і вона може залишатись. Але за цим поняттям слід розуміти не щось абстрактне, а його конкретний зміст: **«заряд» – це кількість електронної чи протонної речовини**, яка бере участь у взаємодії. І в підручниках чи посібниках варто давати роз'яснення справжнього змісту поняття «заряд».

**Висновки.** Матерія, з якої складається Всесвіт, існує у вигляді речовини і поля. Речовина відома у двох видах – електронному і протонному, які мають зовсім різну будову. Електронна речовина традиційно пов'язується з «негативним зарядом», а протонна – з «позитивним». Частинки однакової речовини відштовхуються між собою. А частинки протонної і електронної речовини притягуються і утворюють електронейтральну речовину. В утворених тілах кількість позитивної і негативної речовини може не співпадати – тоді кажуть, що тіло «заряджене». Нескомпенсована електронна чи протонна речовина відповідно називається «негативним» чи «позитивним» зарядом. Однак являє інтерес механізм притягування і відштовхування між електронами і протонами, який, очевидно, реалізується через невідомі частинки, які ними випромінюються.

### Список використаних джерел

1. Бутиков Е.И. Физика. Книга 2. Электродинамика. Оптика / Е.И. Бутиков, А.С. Кондратьев. – М. ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 336 с.
2. Савельев И.В. Курс общей физики, т. 2. – М. : Наука. 1978. – 480 с.
3. Фейнман Р. Фейнмановские лекции по физике, т. 5. Электричество и магнетизм / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сендс. – М.: Мир. 1966. – 296 с.

**Галатюк Т.Ю.**

аспірант кафедри педагогіки,  
освітнього менеджменту  
та соціальної роботи  
Рівненський державний  
гуманітарний університет  
*Halatyuk@ukr.net*

## ДІЯЛЬНИЙ МЕХАНІЗМ ФОРМУВАННЯ МЕТОДОЛОГІЧНОЇ КУЛЬТУРИ СТАРШОКЛАСНИКІВ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

Перспектива успішної соціальної адаптації випускника школи визначається його здатністю весь час поповнювати і оновлювати знання. Для цього він повинен володіти відповідним рівнем *методологічної культури* навчально-пізнавальної діяльності. На важливості методологічної складової наголошується у Державному стандарті базової і повної загальної середньої освіти, що ґрунтується на компетентнісному, особистісно зорієнтованому і діяльнісному підходах [3].

Результати аналізу свідчать [1; 2], що *методологічна культура* – це дидактична категорія, яка є цілісним системним утворенням, предметом, засобом і продуктом навчально-пізнавальної діяльності й відображає інтегральну готовність суб'єкта ставити і розв'язувати навчально-пізнавальні задачі, що виражається у сформованості відповідних предметних і методологічних знань, ціннісних орієнтирів, досвіду у володінні пізнавальними уміннями і навичками, евристичними методами вирішення проблем; способами цілепокладання, планування, аналізу, рефлексії та самооцінки власної пізнавальної діяльності.

Постає питання: який механізм формування методологічної культури?

Як показують результати нашого дослідження, успішне вирішення проблеми формування методологічної культури старшокласників у процесі вивчення природничих предметів, зокрема фізики, залежить від пріоритетності творчої навчально-пізнавальної діяльності над репродуктивною.

Проблема залучення учнів до творчої навчально-пізнавальної діяльності тісно пов'язана з методологічною культурою і стосується трансформації наукового процесу пізнання у навчальний процес.

Відомо, що будь-яка творча діяльність детермінується проблемою (творчою задачею) і спрямована на її вирішення. Якщо задача в самому загальному розумінні – це ціль, задана певними умовами, то відповідно в творчій задачі ціль, умови і засоби її досягнення або не представлені зовсім, або не конкретизовані, тобто представлені на високому рівні узагальнення. У такому випадку, методологічна культура суб'єкта, який розв'язує задачу, є евристичними засобами для успішного її розв'язання. Аргументом є те, що методологічні знання з точки зору психологічної концепції нормативної творчої діяльності є засобом цієї діяльності й одночасно її продуктом, тобто надбанням творчого досвіду [1].

Якщо скористатися поняттям “орієнтувальна основа діяльності”, яке прийнято в теорії поетапного формування розумових дій, то стає зрозуміло, що методологічні знання складають орієнтувальну основу творчої пізнавальної діяльності. Орієнтувальна основа пізнавальної діяльності – це система знань, якими володіє суб'єкт про сукупність засобів, прийомів, ситуацій та відповідних їм процедур, якими необхідно скористатися, щоб досягти успіху в розв'язанні конкретної задачі. Це поняття вбирає в себе знання про усі компоненти діяльності: предмет, засоби, процедуру, умови.

Візьмемо до уваги й те, що навчальна діяльність є різновидом загального процесу пізнання, ґрунтується на спільних з процесом пізнання закономірностях і тому має з ним схожість у структурі, методах і прийомах мислення. З огляду на це, *творча пізнавальна діяльність учнів* – це діяльність, керована педагогом з допомогою відповідної системи засобів навчального впливу, спрямована на формулювання проблем і виконання творчих завдань; передбачає пошук і пояснення закономірних зв'язків та відношень спостережуваних фактів, явищ, процесів шляхом застосування прийомів наукових методів пізнання, у результаті чого учні відкривають для себе нові знання і активно оволодівають ними, знайомляться з методологією фізичної науки, розвивають пізнавальні вміння, формують пізнавальні мотиви та організаційні якості [1].

З вищесказаного слідує, що творча навчально-пізнавальна діяльність є пріоритетним механізмом формування методологічної культури учнів у процесі навчання фізики. Для успішного формування методологічної культури учень, як суб'єкт навчання, повинен систематично включатися у творчу навчально-пізнавальну діяльність, процедура якої частково або повністю моделює творчий цикл наукового пізнання за схемою: факти → модель гіпотеза → наслідки → експеримент.

Теоретичним підґрунтям такої дидактичної умови є той факт, що пізнавальні процеси у навчанні мають ту саму методологічну і операційну

основу, що й процеси наукового пізнання. Ця умова відповідає загальним дидактичним принципам систематичності та науковості навчання.

#### Список використаних джерел

1. Галатюк Ю.М. Система методологічних знань як засіб і продукт творчої діяльності / Ю.М. Галатюк //Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного педуніверситету. – Коломия: ВТП “Вік”, 2001. – Вип. 7. – С. 112–116.
2. Галатюк Т.Ю. Методологічна культура у навчанні фізики як засіб і продукт творчої навчально-пізнавальної діяльності / Т.Ю. Галатюк, Ю.М. Галатюк // Вісник Черкаського університету. Серія педагогічні науки № 13 (226). 2012. – Черкаси, ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2012. – С. 25–29.
3. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти. – Режим доступу: <http://www.mon.gov.ua/index.php/ua/>.

**Гузь І. О.**

студентка, спеціальність «Комп'ютерні науки»

Національна металургійна академія України

м. Дніпро

*guz.irina1998@gmail.com*

### **РАДИАЦИОННЫЕ ДЕФФЕКТЫ В ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРИБОРОВ**

В настоящее время большинство полупроводниковых приборов изготавливаются на основе кремния. Одной из их разновидностей являются биполярные полупроводниковые приборы, изготавливаемые с применением обычной диффузионной технологии или путём ионной имплантации. Их недостатком является низкое быстродействие вследствие большой инертности.

В основе эффекта инерционности биполярных кремниевых полупроводниковых приборов лежит сопровождающий прохождение через них электрического тока процесс накопления и рассасывания заряда неравновесных носителей в базе  $p-n$  структуры [1]. При этом, чем чище и совершеннее исходный полупроводниковый кристалл, а также чем большими являются токи, тем выше оказывается инертность прибора.

Эксперименты показали, что образование и накопление неравновесных носителей заряда может быть замедлено путём воздействия на полупроводник проникающей радиации, например облучения быстрыми электронами с энергией порядка  $4 \text{ МэВ}$ . Это приводит к появлению в полупроводнике радиационных дефектов, некоторые типы которых оказываются термически устойчивыми. На примере кристалла кремния с удельным сопротивлением  $0,5 \text{ Ом}\cdot\text{м}$  было установлено, что такое

воздействие приводит к уменьшению накопленного заряда  $Q$  неравновесных носителей в базе  $p-n$  структуры (рис. 1). При облучении диодных структур дозой  $5 \cdot 10^{15}$  эл/см<sup>2</sup> наблюдалось

уменьшение величины накопленного заряда более чем на порядок и соответствующее

увеличение быстродействия при неизменности статических параметров [2].

Возникновение описанных эффектов объясняется тем, что влияние на электрические свойства кристалла радиационных дефектов, возникающих при таком воздействии, оказывается подобным влиянию рекомбинационных центров, создаваемых, например, примесными атомами золота. При этом, в отличие от золота, такие дефекты в меньшей степени способствуют снижению концентрации основных носителей заряда в полупроводнике.

Полученные результаты показывают, что радиационное воздействие может быть эффективным инструментом, позволяющим получать качественные полупроводниковые материалы, а также существенно усовершенствовать и удешевить за счёт экономии драгоценных металлов технологический процесс изготовления полупроводниковых приборов. Кроме прочего, они могут быть использованы в аэрокосмической промышленности и ядерной энергетике при изготовлении электронной полупроводниковой аппаратуры, предназначенной для работы в условиях интенсивного воздействия разного рода высокоэнергетичных излучений.

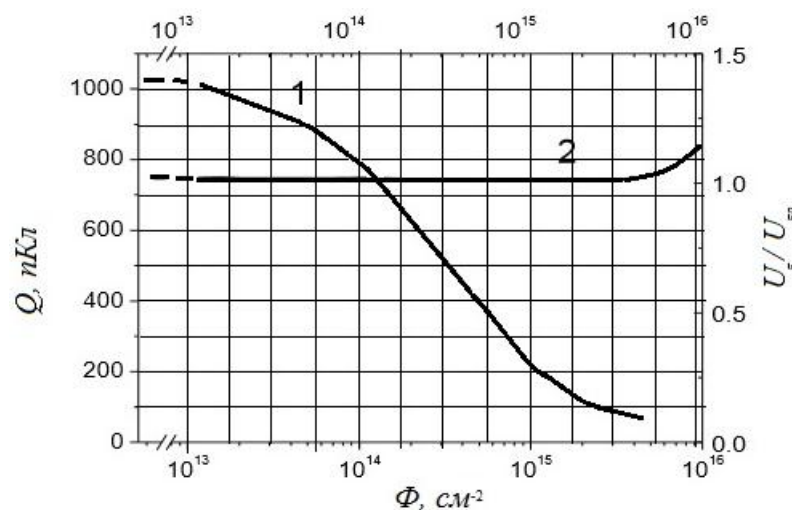


Рис.1. Изменение накопленного заряда  $Q$  и падения напряжения  $U$  от величины переноса  $\Phi$  быстрых электронов

#### Список использованных источников

1. Варенцов М. Д., Гайдар Г. П., Долголенко А. П., Литовченко П. Г. Влияние облучения и отжига на термическую стабильность радиационных дефектов в кремнии // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение. – 2010 – № 96. – С. 27 – 35.
2. Брудный В. Н., Ведерникова Т. В. Физика и техника полупроводников // Российская академия наук– 2009 – С. 43 – 50.

*Рекомендовано до публікації кандидатом технічних наук, доцентом Кузнецовим Є. В.*

**Дяченко М. М.**  
кандидат фізико-математичних наук,  
науковий співробітник,  
**Холодов Р. І.**  
кандидат фізико-математичних наук,  
старший науковий співробітник,  
Інститут прикладної фізики  
Національної академії наук України,  
м. Суми

## **КАСКАДНЕ НАРОДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОН-ПОЗИТРОННОЇ ПАРИ ФОТОНОМ ТА ПОСЛІДОВНА АНІГІЛЯЦІЯ В ОДИН ФОТОН В СИЛЬНОМУ МАГНІТНОМУ ПОЛІ**

Дослідження процесу поширення фотона в сильному магнітному полі викликає значний інтерес, що зумовлено проведенням перших експериментів із дослідження зміни поляризації оптичних фотонів рентгенівських пульсарів (явище подвійного променезаломлення фізичного вакууму). Цей ефект полягає у зміні поляризації фотонів внаслідок народження та анігіляції віртуальних електрон-позитронних пар в сильному зовнішньому магнітному полі, яке перетворює фізичний вакуум на анізотропне середовище для фотонів. У 2016 році на телескопі VLT (Very Large Telescope, Chile) було вперше визначено зміну поляризації оптичних фотонів при проходженні через магнітосферу ізольованої нейтронної зірки RX J1856.5-3754 та знайдено ступінь поляризації таких фотонів, який становить 16,43% [1], що є, за висновками авторів, підтвердженням поляризаційних властивостей фізичного вакууму.

В даній роботі було досліджено резонансний процес поширення фотона в ультраквантовому наближенні, коли віртуальна електрон-позитрона пара виходить на масову поверхню (стає реальною) та знайдено поляризаційні параметри кінцевого фотона. Даний процес був досліджений в рамках стандартного підходу теорії розсіяння, діаграма Фейнмана якого зображена на рис.1.

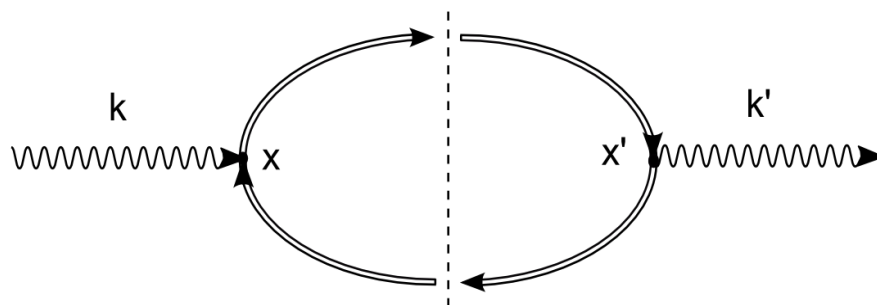


Рис.1 Діаграма Фейнмана резонансного процесу розповсюдження фотона в магнітному полі

Згідно правил квантової електродинаміки [2] та після проведення процедури перенормування [3] можна отримати степінь поляризації кінцевого фотона:

$$P = \xi_3' + \frac{\xi_1 \xi_1' + \xi_2 \xi_2'}{1 + \xi_3} (n_g + n_f) h, \quad (1)$$

де  $\xi_{1,2,3}$  – параметри Стокса,  $n_{g,f}$  – номер рівня Ландау,  $h = H/H_c$  – малий параметр задачі ( $H_c = 4,41 \cdot 10^{13} \text{ Гс}$ ).

Як видно з (1) кінцевий фотон аномально лінійно поляризований ( $\xi_3 = 1$ ) за винятком випадку, коли  $\xi_3 = -1$ . При цьому ступінь поляризації наближено рівна одиниці (кінцевий фотон повністю поляризований).

#### Список використаних джерел

1. Shakeri S. Polarization of a probe laser beam due to nonlinear QED effects / S. Shakeri, S. Z. Kalantari, She-Sheng Xue // Phys. Rev. A. – 2017. – Vol. 95. – P. 112108.
2. Берестецкий В. Б. Квантовая электродинамика / В. Б. Берестецкий, Е. М. Лифшиц, Л. П. Питаевский // М.: Наука, 1989. – 728 с.
3. Bogoliubov N. N. Introduction to the Theory of Quantized Field / N. N. Bogoliubov, D. V. Shirkov // New York: Interscience, 1959. – 720 p.

**Іванущенко О.В.**

студент, спеціальність «Фізика\*»

Сумський державний педагогічний  
університет імені А.С.Макаренка

*leha\_737@mail.ua*

## МЕТОД РЕНТГЕНІВСЬКОГО ФАЗОВОГО КОНТРАСТУ

Практично кожен медичний інструмент, починаючи від найпростішого скальпеля і закінчуючи складною установкою для визначення захворювань в органах людини, працює чи створений завдяки досягненням фізики. Першим значним внеском у медицину, з боку фізики, було відкриття рентгенівських променів. Сьогодні, з їх допомогою можна легко перевірити людину на ряд захворювань, дізнатися докладну інформацію про проблеми на рівні кісток тощо.

Однією з найбільш актуальних проблем у медицині є проблема ранньої діагностики різних захворювань людини - серцево-судинних, онкологічних, неврологічних тощо. На сьогодні ця проблема частково вирішується з допомогою томографів. Серед арсеналу томографів слід виділити комп'ютерні рентгенівські томографи, як найбільш доступний діагностичний метод, який базується на багаторічній медичній практиці



використання рентгенівських променів. Їх принцип дії ґрунтується на поглинанні рентгенівських променів при проходженні через організм людини. Ця процедура, крім завдання шкоди здоров'ю, не вирішує проблему діагностики з високою роздільною здатністю. Рентгенівські томографи наступного покоління, які позбавлені таких принципових обмежень, будуть побудовані на інших фізичних принципах, а саме на вимірюванні зміни фази електромагнітної хвилі при проходженні через об'єкт. Схема зміни фази випромінювання при проходженні через об'єкт подана на рис. 1. У 1953 році Нобелівську премію з фізики одержав Ф. Церніке за обґрунтування фазо-контрастного методу.

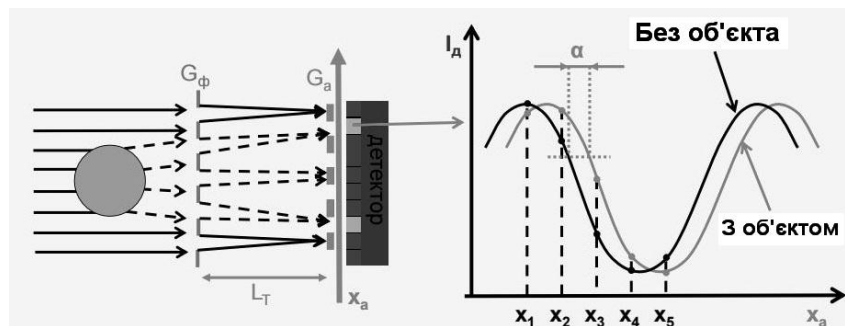


Рис.1 Зміна фази випромінювання при проходженні через об'єкт

Практичне його використання довгий час гальмувала відсутність елементів рентгенівської оптики та чутливих детекторів рентгенівського випромінювання. Частково ці проблеми вже вирішені. На сьогодні розглядаються різні схеми реалізації фазового контрасту. Серед них - дифракція на краю.

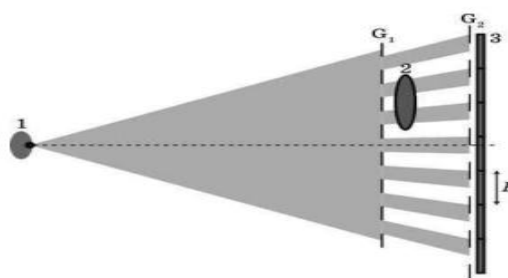


Рис.2 Дифракція на краю

Метод заснований на заломленні рентгенівських променів при проходженні через об'єкт дослідження. Для того щоб отримати фазоконтрастні зображення, потрібно вибрати таке положення маски G1 відносно G2, щоб мікропучки, сформовані G1, попадали на межі G2. Розміщення мішені 2 за G1 внаслідок рефракції призводить до збільшення або зменшення сигналу на відкритих ділянках детектора, що не перекриті

маскою G2 (див. рис. 2). Цей метод має як переваги, так і недоліки. До переваг слід віднести таке:

- ставить слабкі вимоги до періоду ґратиць;
- метод не залежить від інтерференції;
- можна застосовувати розбіжний пучок;
- можна використовувати джерело, без просторової і часової когерентності;
- розмір фокальної плями — до 100 мкм, однак він має не перевищувати розміри пікселя детектора;
- можна використовувати різні типи джерел рентгеновського випромінювання без значних втрат інтенсивності;
- методом можна досліджувати великі об'єкти.

Недоліками метода є:

- втрата інтенсивності випромінювання внаслідок використання апертур;
- широкий спектр випромінювання джерела виключає появу дефектів на зображеннях, які можуть бути через дифракцію на апертурі, розташованій перед зразком, у тому випадку, якщо використовується монохроматичне джерело рентгеновського випромінювання.

Преваг у метода набагато більше, ніж недоліків, що створює можливість для його використання у фазо-контрастному рентгеновському томографі у найближчому майбутньому.

*Рекомендовано до публікації кандидатом фізико-математичних наук, доцентом Салтиковою А.І.*

**Крикля С.В.**

аспірант,

Інститут прикладної фізики

Національної академії наук України,

м. Суми,

*entire.lust@outlook.com*

## **МОДЕЛЮВАННЯ ЕФЕКТУ КАНАЛЮВАННЯ ІОНІВ В МОНОКРИСТАЛАХ КРЕМНІЮ**

У випадку падіння сфокусованого пучка заряджених частинок на монокристалічну мішень під малим кутом, процеси взаємодії, що виникають в результаті взаємодії відрізняються від характеру взаємодії з аморфними тілами. Саме в таких випадках властива поява такого специфічного ефекту, як ефект каналювання, який є одним із проявів впливу регулярності, чи навпаки не регулярності розміщення атомів в кристалі, що само по собі впливає на характер руху заряджених частинок в такій структурі. Сам ефект каналювання було передбачено Й.Штарком в

1912 році. Пізніше, в 1963 році Робінсон та Оуен відкрили каналювання шляхом комп'ютерного моделювання.

Явище каналювання потоку заряджених частинок в монокристалічній структурі дозволяє ефективно визначити всі параметри які відповідають як особливостям даної речовини так і конкретно взятого зразка. Тому з експериментальним підтвердженням існування цього ефекту, через деякий час сформувалась ціла група методів які включають в себе каналювання, як основу для аналізу поверхні речовини, її структури та наявність певних домішок, чи дефектів.

З розвитком комп'ютерного моделювання досить ґрунтовним, а перед усім практичним стало попереднє моделювання необхідного процесу з метою отримання еталонного результату.

Найбільш ефективним методом моделювання фізичних процесів чи явищ являється метод Монте-Карло. Під яким розуміють цілу групу числових математичних методів, які на основі великої кількості випадкових даних отриманих в ході експерименту, дозволяють проводити цілий ряд.

Серед програмного забезпечення, що дозволяє проводити ґрунтовні дослідження пов'язані з каналюванням слід виділити FLUX7.

FLUX7 це програмне забезпечення, що моделює траєкторію високоенергетичних іонів в монокристалах в напрямку каналювання або ж наближеного процесу каналювання. У використаній моделі іони зазнають парних (бінарних) зіткнень на регулярних просторових інтервалах. Авторами цього програмного рішення є Peter Smulders та Dik Voerma. Сам пакет написаний на основі відкритого коду, всі бажаючі мають можливість долучитися до розробки тих чи інших модулів, зрештою програма обросла значною кількістю прикладних програм які повною мірою можуть забезпечити комплексну обробку отриманої інформації після моделювання. Причому інтерпретація може бути проведена в тому числі і в графічному варіанті.

Графік на рис. 1 представляє уже кінцевий продукт обробки результатів моделювання, а саме нормований вихід в залежності від кута розсіювання. Слід зазначити, що обробка проводилась за допомогою утиліт YIMP та FITYIM (входять до складу FLUX). Утиліти допомогли провести аналіз експериментальних результатів отриманих для опроміненого зразка кремнію іонами  $Fe^+$  з енергією 100 keV, доза опромінення складала  $5 \cdot 10^{16} \text{ atm/cm}^2$ . Підгонка отриманої орієнтаційної залежності проводилась з використанням методу найменших невід'ємних квадратів (non-negative least squares). Для подальшого аналізу залежностей використовувалось співвідношення для знаходження критичного кута на напіввисоті, де  $\chi_{\min}$  – мінімальний вихід.

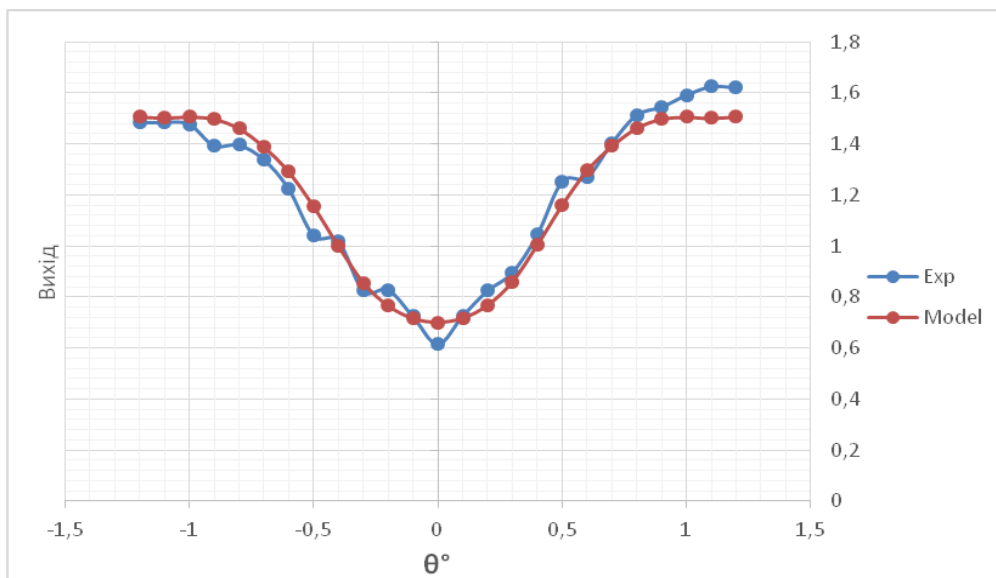


Рис. 1. Порівняння результатів моделювання з експериментальними даними

#### Список використаних джерел

1. Computer simulation of channeling in single crystals. P.J.M. Smulders and D.O. Boerma, Nucl. Instr. and Meth. B29(1987)471
2. Биндер К., Хеерман Д. В. Моделирование методом Монте-Карло в статистической физике. — М.: Физматлит, 1995. — 144 с.
3. Складорова Е.А., Малютин В.М. Компьютерное моделирование физических явлений: Учебное пособие. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. — 152 с.

**Кручиніна Є.П.**

студентка, спеціальність «Фізика\*»  
Сумський державний педагогічний  
університет імені А.С. Макаренка

### ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРООПОРУ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Сучасне виробництво немислимо без застосування матеріалів нового покоління. Композиційними називають складні матеріали, до складу яких входять компоненти, сильно відрізняються за властивостями, зазвичай не розчинні один в одному. Властивості композитів в основному залежать від фізико-механічних властивостей компонентів і від міцності зв'язку між ними.

З точки зору матеріалознавства нашу епоху можна назвати епохою композиційних матеріалів та нанокompозитів. Виходячи з актуальності створення та дослідження композиційних матеріалів ми сформулювали

мету – одержати композиційні матеріали в магнітному полі та дослідити їх електропровідність.

Композиційний матеріал - неоднорідний суцільний матеріал, що складається з двох або більше компонентів, серед яких можна виділити армуючі елементи, що забезпечують необхідні механічні характеристики матеріалу, і матрицю, що забезпечує спільну роботу армуючих елементів [1].

За структурою наповнювача композиційні матеріали поділяють на :

- волокнисті (армовані волокнами і ниткоподібними кристалами)
- шаруваті (армовані плівками, платівками, шаруватими наповнювачами),
- дисперсно-зміцнені (з наповнювачем у вигляді тонкодисперсних частинок).

Застосування композиційних матеріалів підвищує жорсткість конструкції при одночасному зниженні її металоемності [4].

На обладнанні кафедри фізики та методики навчання фізики СумДПУ ім.А.С.Макаренка було проведено експериментальне дослідження властивостей композиційних матеріалів, а саме отримана залежність опору від температури.

Композиційний матеріал було створено на основі епоксидної смоли та дрібнодисперсного заліза, який витримано у магнітному полі. Завдяки магнітній взаємодії та контактуванню частинок наповнювача структура зразка стала упорядкованою (рис. 1).

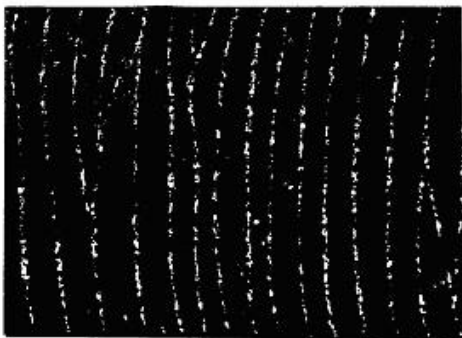


Рис.1. Структура композиційного матеріалу, сформованого у магнітному полі

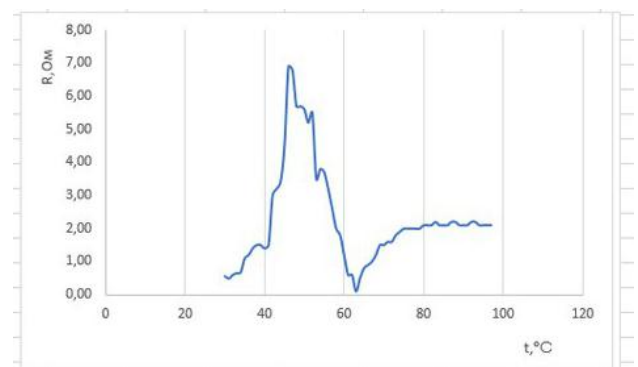


Рис.2. Залежність опору від температури

Для дослідження залежності опору композиційного матеріалу від температури матеріал нагрівали від 30 до 100 градусів. Після отримання даних була побудована температурна залежність електроопору композиційного матеріалу, сформованого у магнітному полі на основі епоксидної смоли та дрібнодисперсного заліза (рис. 2).

Композити відрізняються від звичайних сплавів більш високими значеннями тимчасового опору і межі витривалості, модуля пружності, коефіцієнта жорсткості і зниженою схильністю до утворення тріщин [3]. Композитні матеріали за рахунок унікального складу можуть використовуватись в самих різних сферах.

#### Список використаних джерел

1. <https://uk.wikipedia.org/wiki/Композити>
2. Гуль В.Е., Царский Л.Н. Электропроводящие полимерные материалы. – М.: Химия, 1968. – 247 с
3. Карпінос Д. М. Композиційні матеріали. Довідник. - Київ, Наукова думка, 1985. - 588 с
4. Кербер М.Л., Виноградов В.М., Головкин Г.С. и др. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология. Учеб.пособие. – СПб.: Профессия, 2008. – 560 с
5. Матвеев А. Н. Электричество и магнетизм. (Первое изд. М.: Высшая школа, 1983. 463с.)

**Лаврененко Е.О.**

студентка, спеціальність «Фізика\*»  
Сумський державний педагогічний  
університет імені А.С. Макаренка

## ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ В ОСНОВНІЙ ШКОЛІ

Стрімкий розвиток інформаційних технологій в усьому світі і, зокрема в Україні, веде до усвідомлення зручностей і переваг їх використання. Сучасний перехід України до інформаційного суспільства, коли сьогодні до Інтернету може підключитись практично будь-яка людина, так як практично в усіх є ноутбуки, планшети, мобільні телефони з вільним доступом до Internet мережі.

Але під час впровадження цих технологій ми можемо зіткнутися з такими складнощами, що загальноосвітні навчальні заклади залежать від інформаційних технологій, без яких неможливо забезпечити рівний доступ до якісної освіти та ефективний навчально-виховний процес, що у більшості шкіл відсутня необхідна матеріальна база, або вона застаріла.

*Застосовувані засоби ІКТ не завжди використовуються повною мірою і доцільно. Багато вчителів, отримавши нове обладнання, не мають досвіду роботи з технікою, відповідних знань, а деякі освітні установи, відповідних програмних забезпечень та грамотних співробітників, що*

*виконують технічне обслуговування і контроль. Для вчителів, які перебувають в подібній ситуації можливий варіант застосування «Хмарних» технологій.*

Суть хмарних технологій полягає в наданні користувачам віддаленого доступу до послуг, обчислювальних ресурсів і додатків (включаючи операційні системи і інфраструктуру) через Internet.

До «хмарним» сховищ належать Яндекс-Диск, Гугол Драйв (Google Drive), Дропбокс (Dropbox), Хмара Мейл.ру (Mail.ru) і інші.

Google Drive вже більше 5 років також дозволяє створювати форми, малюнки, карти, скрипти, дошки загального користування і т.д.

Хмарні технології – це парадигма, що передбачає віддалену обробку та зберігання даних.

Хмарні технології дозволяють споживачам використовувати програми без установки і доступу до особистих файлів з будь-якого пристрою, що має доступ в Інтернет.

Основними перевагами використання хмарних технологій є:

- інформаційна безпека;
- немає залежності від модифікацій комп'ютерів і програмного забезпечення;
- виконання різного роду навчальної роботи, контролю та оцінки в on-line режимі;
- зниження потреби в спеціалізованих приміщеннях;
- економія дискового простору;
- відкритість освітнього середовища для всіх учасників навчального процесу.

*Серед недоліків: залежність від якості каналу зв'язку, ризики технічних збоїв, правові питання.*

Впровадження хмарних технологій дозволяють вирішити ряд проблем та дають можливість створити віртуальні управлінські та навчальні структури, які забезпечать не тільки необмежений доступ до електронних освітніх ресурсів, а створять нові технології організації навчальної діяльності, комунікації тим закладам, де немає відповідних матеріально-технічних ресурсів.

Розглядаючи використання хмарних технологій при вивченні фізики хотілося б звернути увагу на те, що в школі не завжди вдається відтворити більшість демонстраційних дослідів, експериментів, продемонструвати цікаві матеріали. Основною проблемою є обмеження учителя в часі,

особливо коли тема досить об'ємна, нестача обладнання, а це спостерігається у більшості шкіл. Використання таких технологій дає можливість вчителю зацікавити учнів, мотивувати їх до навчання, самостійного мислення, навчити вибирати головне. Тому вчитель повинен уміти застосовувати новітні технології як засоби активізації пізнавальної діяльності учнів з фізики у поєднанні з методами навчання замість переказування вже готової інформації.

*Діти перестають самостійно мислити, все більше прагнуть провести час за комп'ютерними іграми, економлять час на списуванні готових домашніх завдань. Розміщення домашніх завдань, складених учителем, змушує сучасного школяра вчитися, проявляти посидючість і допитливість у вивченні предмета. Всі учні мають логін і пароль (зареєстровані) у мережевому середовищі. Посилання на доступ до матеріалу розсилається всьому класу.*

Наприклад, під час вивчення шкільного курсу фізики, достатньо велику кількість дослідів, явищ, процесів неможливо відтворити у натурному вигляді з багатьох причин. Але можна створити комп'ютерні моделі та опублікувати її на хмарі, де учні зможуть переглянути файли одразу, не використовуючи додаткового програмного забезпечення і не завантажуючи собі на пристрій та самостійно виконати досліди, спостереження, вимірювання, неодноразово переглянути у будь-який зручний для них час.

Зацікавленість спонукатиме учнів створювати інші моделі тих чи інших дослідів, опубліковувати їх на тій же хмарі, або навіть розміщувати свої власні думки, коментарі, але після редагування матеріалу учителем. У результаті чого учні мають дуже корисний додатковий ресурс. Крім інформації, яка там подана, для закріплення вивченого матеріалу і контролю знань з моментальним відображенням результатів можливе використання Google Forms.

Оскільки такий вид діяльності не обмежує навчання лише в межах школи, тому учні мають змогу індивідуально опрацювати цікаву їм інформацію вдома. Такий вид діяльності, коли учні можуть самостійно, як у школі, так і вдома, в інтерактивній формі навчатись, буде додатково їх зацікавлювати вивчати фізику.

А тому ми можемо зробити висновок, що хмарні технології будуть зручними при вивченні фізики, та взагалі будь-яких шкільних предметів, вони забезпечать безперервний доступ до інформації та зацікавлять дітей до самостійного вивчення шкільного матеріалу та обговорення його в онлайн режимі.



**Мовчан С.М.**  
учитель фізики,  
Охтирська гімназія  
Охтирської міської ради  
Сумської області,  
м. Охтирка  
*movchans82@mail.ru*

## **ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА УРОКАХ ФІЗИКИ ЯК ЗАСОБУ МОТИВАЦІЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ**

Сучасні мультимедійні комп'ютерні програми та телекомунікаційні технології відкривають для учнів широкий доступ до нетрадиційних джерел інформації – електронним гіпертекстовим підручникам, загальноосвітнім та освітнім сайтам, системам дистанційного навчання і так далі, все це покликано для підвищення ефективності розвитку самостійної навчально-пізнавальної діяльності учнів і дає широкі можливості їх творчого росту та розвитку. [3]

Дослідження багатьох авторів свідчать, що застосування мультимедійних технологій сприяє підвищенню інтересу до предмету, підсиленню мотивації до навчання, покращення пізнавальної активності учнів. Комп'ютерні технології дозволяють підвищити ефективність практичних і лабораторних занять з природничо – наукових дисциплін як мінімум на 20 %. [4] Використовуючи мультимедійні технології, можна раціонально розподілити час, відведений на вивчення конкретної теми. Це дає змогу підвищити емоційне сприйняття теоретичного матеріалу, його інформативність, доступність та наочність.

На уроках фізики доцільно застосовувати найрізноманітніші форми роботи з використанням ІКТ. Це може бути використання готових програм з предмету, наявних в медіатеках, створення власних освітніх ресурсів, робота в мережі Інтернет. [5]

Фізика – це експериментальна наука, але в умовах шкільного фізичного кабінету не можна пояснити багато явищ або винаходів, тому я використовую короткі презентації, анімації тих чи інших явищ, відеоролики. При нестачі приладів у кабінеті для проведення лабораторних робіт використовую готовий навчальний програмний засіб «Квазар - Мікро», завдяки якому учні мають змогу спостерігати за ходом експерименту, а потім самостійно відтворити його хід на моніторі

комп'ютера. Практикують самостійне складання школярами вдома кросвордів на задані теми, використовуючи он-лайн ресурси, такі як «Cross», «Crossword puzzle maker» тощо. Підвищенню інтересу школярів до вивчення фізики сприяє створення проєктів: учні самостійно шукають інформацію в мережі Інтернет, створюють власні презентації та представляють їх у класі.

Використання мультимедійних засобів допомагає реалізувати особистісно орієнтований підхід у навчанні, забезпечує індивідуалізацію та диференціацію з урахуванням особливостей дітей, їх рівня навченості.

На мою думку, організація навчального процесу з використанням ІКТ забезпечує системність знань, умінь і навичок, підвищує рівень предметних компетентностей сучасного школяра.

Проте слід пам'ятати, що хоча інноваційні технології і вимагають високої активності вчителя й учня, враховують психологічні й особисті риси всіх школярів, вносять індивідуальні корективи в навчальний процес, сприяють прояву та зростанню самостійності учнів, усе ж таки вони не забезпечують усім однаково високого результату розвитку й навченості. Перспективи подальшого пошуку вчителів полягають в удосконаленні методики викладання шкільного курсу фізики засобами мультимедійних технологій. [4]

#### **Список використаних джерел**

1. Биков О. Новітні інформаційні технології в навчально-виховному процесі // Школа. – 2008. – № 7.
2. Букач А. Інформаційні та комунікаційні технології в освітній системі міста // Школа. – 2007. – № 12
3. Використання ІКТ на уроках фізики та астрономії.[ Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://hrivorscool.ucoz.ua/blog/vikoristannja\\_ikt\\_na\\_urokakh\\_fiziki\\_ta\\_astronomiji/2011-10-10-1](http://hrivorscool.ucoz.ua/blog/vikoristannja_ikt_na_urokakh_fiziki_ta_astronomiji/2011-10-10-1)
4. Гаврилюк Л.П. Використання ІКТ в сільській школі на уроках фізики. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://awqust.com/simple/kuzya/DosvidGawrelyk.htm>
5. Лук'янова М.Ф. Мотивація навчальної діяльності учнів засобами ІКТ. [ Електронний ресурс]. – Режим доступу: [file:///C:/Users/Win7/Documents/komp\\_2013\\_6\\_10.pdf](file:///C:/Users/Win7/Documents/komp_2013_6_10.pdf)
6. Одарчук К.М. Мультимедійні технології на уроках фізики.[ Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://journals.uran.ua/index.php/2307-4507/article/viewFile/32311/28973>

**Мурай М.С.**  
магістрантка, спеціальність «014 Середня освіта (Фізика)»  
Сумський державний педагогічний  
університет імені А.С.Макаренка  
*murmarinka@ukr.net*

## **РОЗВИТОК САМОСТІЙНОЇ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ В ШКОЛІ**

Фізика є навчальним предметом, що відіграє одну з головних ролей у змісті сучасної освіти, але її вивчення, як і інших наук природничо-математичного циклу, викликає багато труднощів у порівнянні з вивченням інших шкільних предметів. Для виходу з цієї складної ситуації доводиться застосовувати різноманітні форми і методи навчання. У цьому випадку найбільш актуальним є питання розвитку інтересу учнів, адже зацікавити їх стає дедалі складніше.

Здібності учнів можуть розвиватися лише у процесі діяльності. Саме з умілого використання різноманітних прийомів, засобів, методів у навчальному процесі повинна розпочинатися активізація пізнавальної діяльності учнів, а це забезпечує глибоке та якісне засвоєння учнями навчального матеріалу вже на самому уроці й пізнавальну активність учнів протягом всього циклу.

Розвиток самостійної пізнавальної діяльності учнів є актуальним питанням сучасної педагогіки та методики навчання, адже його реалізація сприяє формуванню уміння навчатися. Учень повинен:

- самостійно визначати мету власної діяльності;
- виявляє зацікавленість, докладає значних зусиль у навчанні;
- здатний організувати власну діяльність задля досягнення поставленої мети;
- знаходить та структурує отримані знання та раціональні способи діяльності;
- здійснює за попередньо складеним планом розумові або практичні дії;
- здатний усвідомлювати власну діяльність, прагнути її вдосконалення;
- володіє відповідними уміннями і навичками самооцінки та самоконтролю [1].

Організація навчального процесу повинна інтегрувати в собі як діяльність викладання учителя так і навчально-пізнавальну діяльність учнів. Остання зумовлюється не тільки формами і методами навчання, а й пізнавальними можливостями учнів, правильним структуруванням навчального змісту шкільного курсу фізики.

Навчання – це перетворення досвіду людства в досвід тих, хто навчається. Під досвідом розуміють з одного боку взаємодію суспільного об'єкту з оточуючим його світом, а з іншого – результати цієї взаємодії, до яких відносяться знання про цей світ і раціональні способи діяльності.

Знання – особлива форма духовного засвоєння результатів пізнання, процесу відображення дійсності, яка характеризується усвідомленням їх істинності. Знання – це результат створення у свідомості людини ідеальних об'єктів.

Перетворення – це зміни реального або ідеального з метою одержання нового реального або ідеального.

В основі навчання лежать дві групи перетворень: перетворення ідеальних об'єктів у досвіді людства в реальні об'єкти для учнів; перетворення цих реальних об'єктів в ідеальні об'єкти.

Учитель є суб'єктом навчального процесу, у нього сформовані ідеальні об'єкти – знання про компоненти змісту шкільного курсу фізики, їх системи, та про раціональні способи діяльності, що пов'язані із пізнанням та застосуванням навчального матеріалу. Ідеальні об'єкти завжди суб'єктивні, тобто є надбанням свідомості конкретної людини. Такі самі ідеальні об'єкти повинні бути сформовані в учнів. Передати ідеальні об'єкти від одного суб'єкта іншим суб'єктам безпосередньо не можна. Їх потрібно спочатку матеріалізувати – вибрати такі реальні об'єкти, які мають властивості відповідних ідеальних об'єктів. Аналіз змісту таких реальних об'єктів дозволяє виділити у них ті істотні ознаки, засвоєння яких забезпечить створення у свідомості учнів потрібних ідеальних об'єктів.

Перетворення ідеальних об'єктів у досвіді людства в реальні об'єкти для учнів визначають діяльність викладання, суб'єктом якої є вчитель, а об'єктом – навчальний зміст. Діяльність викладання спрямована: на аналіз цілей і задач вивчення навчального предмета, його розділів, тем, компонентів, відомих та пошуки нових способів уведення навчального матеріалу; на конструювання блоків структурних елементів, реальних об'єктів, визначення послідовності вивчення програмного матеріалу; на вибір дидактичних засобів подання навчальної інформації; подання цієї інформації.

Перетворення реальних об'єктів на ідеальні об'єкти школярів визначають діяльність учіння, суб'єктом якої є учень, а об'єктом – навчальний зміст. Діяльність учіння спрямована: на пошук та сприймання, аналіз навчальної інформації, яка пропонується за допомогою різних дидактичних засобів (учителя можна розглядати також як один із цих засобів); усвідомлення, осмислення, застосування результатів пізнання до нових ситуацій тощо.

Таким чином, сутність навчання полягає в організації діяльності суб'єктів навчального процесу на пізнання та засвоєння учнями змісту основ науки, що супроводжується формуванням у школярів раціональних способів дій.

Для розвитку мислення учнів необхідно створити високу пізнавальну активність учнів. Якісне засвоєння знань передбачає організацію пізнавальної діяльності учнів, при якій навчальний матеріал стає предметом розумових і практичних дій кожної дитини.

Головною умовою досконалого засвоєння учнями істотних ознак компонентів змісту шкільного курсу фізики є збудження в них інтересу, організація самостійної роботи. Інтерес до вивчення фізики виникає і розвивається безпосередньо під час організації їх самопідготовки на уроці і вдома, застосування різних форм творчої розумової діяльності з подальшим розширенням і ускладненням відповідних дій.

Ця робота даватиме позитивні результати тільки тоді, коли вона утворює певну систему, що задовольняє таким вимогам у контексті самостійної навчально-пізнавальної діяльності:

- глибоке та міцне засвоєння предмету;
- розвиваються пізнавальні здібності учнів;
- учні намагаються постійно самостійно розширювати і поглиблювати знання, застосовувати їх у практичній діяльності;
- дотримуються основні принципи дидактики: доступність, систематичність, зв'язок теорії з практикою;
- завдання для самостійної діяльності повинні бути різними за змістом і дидактичною метою;
- самостійна робота у класі і вдома повинні бути логічно пов'язаними, а також бути основою для подальшої діяльності.

Також навчання виступає як процес активної взаємодії вчителя й учнів, шляхом активізації пізнавальної діяльності і створення умов для розвитку їх здібностей.

Стратегія педагогічної діяльності має бути спрямована на те, щоб учень перетворився з об'єкта навчання на його активного суб'єкта, тобто необхідно застосовувати такі прийоми, які спонукатимуть учня до навчальної діяльності, створюватимуть умови для засвоєння навчального матеріалу – тобто проблемні, евристичні, розвивальні методи навчання з активним використанням самостійних досліджень, організацією пошукової діяльності.

Пізнавальна самостійність у навчанні виступає як готовність учнів до опанування матеріалу власними зусиллями, а пізнавальна активність – у самостійному пошуку та одержанні інформації, її аналізі, порівнянні, синтезі, узагальненні та конкретизації фактичного матеріалу.

Процес пізнання стає ефективним лише у випадку активної навчальної діяльності учня, тому він мусить оволодіти різними навчальними діями, прийомами розумової діяльності, прийомами навчальної роботи.

Можна виділити такі прийоми пізнавальної діяльності, які не залежать від конкретного змісту навчального матеріалу, його специфіки; видозмінюються від змісту матеріалу: пошук і виділення істотних ознак, узагальнення, доведення і спростування, класифікація.

Досягнення основної мети роботи вчителя щодо активізації пізнавальної діяльності учнів – формування предметних компетенцій та розвиток їх творчих здібностей – дозволяє розв'язати широке коло навчальних завдань: підготувати учнів до активної діяльності, умінню самостійно доповнювати та оновлювати знання, враховувати у своїй діяльності здобутки науки і техніки, отримувати нові спеціальності тощо.

Предметна компетенція – це здатність учня застосовувати сукупність знань, умінь, навичок із певної галузі знань відповідно до життєвої ситуації, тобто здатність діяти на основі отриманих знань і вмінь [1].

У контексті компетентнісного підходу навчально-пізнавальну діяльність можна тлумачити як процес, головною метою якого є засвоєння учнем спеціально структурованих наборів знань, умінь, навичок, раціональних способів діяльності, ставлень, цінностей.

Однією з умов ефективного проходження навчального процесу є висока інтелектуальна активність учнів.

Активність в учінні існує, якщо в учнів створено позитивне ставлення до предмету діяльності і самої діяльності, й участь їх у колективному або самостійному виконанні навчальних дій на всіх етапах навчального процесу.

Головною умовою активізації навчальної діяльності учнів на початку вивчення нового матеріалу є створення проблемної ситуації, мета якої збудження інтелектуальної активності учнів. При цьому треба враховувати мотиви діяльності, що усвідомлюються учнями даною віковою групою школярів.

Для учнів основної школи такі мотиви діяльності пов'язані з пізнавальними інтересами. Тому, висовуючи навчальну проблему, потрібно створити таку ситуацію, яка викликає в учнів інтерес до результатів наступної діяльності. В іншому випадку потрібно переконати учнів у практичній важливості проблеми, що висувається.

У старшій школі усвідомленими стають і більш ширші соціальні мотиви, які пов'язані з орієнтацією на майбутню професію, прагнення отримати більш високі результати в учінні та інші. Тому вже саме формулювання навчальної проблеми, що сприймається ними як типова задача, спонукає їх до діяльності. Звичайно і в цьому віці велику роль відіграють пізнавальні інтереси, але інтерес обумовлений не стільки

цікавістю створеної ситуації, скільки її практичною значущістю для учнів і самої діяльності.

Але збудження інтелектуальної активності учнів ще не достатньо. Учні повинні знати: що треба вивчити, що треба навчитися робити для вирішення висуненої проблеми. Без цього учні будуть вимушені "наосліп" слідувати за міркуваннями, вказівками, вимогами вчителя, що призведе до швидкого згасання інтелектуальної активності учнів, яка виникла на попередньому етапі циклу. Дану мету має прогнозування наступної діяльності.

Поділ змісту, що вивчається, на логічно закінчені частини дозволяє розпочинати вивчення кожної з них із формулювання мети діяльності, що визначається пізнавальним завданням. Під час виконання цих завдань треба намагатися щоб все те, що можуть зробити учні, навіть при невеликій допомозі вчителя, виконувалося школярами.

Заключними етапами вивчення змісту компонента є: узагальнення і систематизація пізнаного; демонстрація зразку діяльності до застосування вивченого; вправи і розв'язування практичних задач.[2]

Ще у 60-ті роки увага вчителів була звернута до ідей проблемного навчання, мета якого розвиток творчих здібностей учнів шляхом виконання ними дій в умовах нестандартних ситуацій.

*Структура процесу діяльності* у даному випадку складається з етапів:

- 1) створення проблемної ситуації й формулювання проблеми;
- 2) формування гіпотези;
- 3) перевірка гіпотези і аналіз одержаної інформації.

Проблемність у діяльності навчання визначається вказаними "фазами" розв'язування проблеми й особливістю мислення. Характерною рисою останнього є пошук ідеї розв'язування і її конкретизація.

*Ідея* – це новий напрямок мислення, позначення поля в якому лежить рішення. Мисль, яка називається *гіпотезою*, це передбачення, що пояснює проблемну ситуацію невідомим раніше суб'єкту способом. Відомі різні *способи підведення* учнів до гіпотези: спочатку розглядається аналогія або метафора, яка приведе до гіпотези; доводиться, при яких умовах відбувається процес або явище обернене тим, що повинні бути відображені в гіпотезі, на підставі чого висувається припущення про умови протікання процесу, пов'язаного з проблемною ситуацією; учні висувають різні пропозиції щодо вирішення проблеми ("мозковий штурм"), вибирається одна з них, що стає гіпотезою; розглядається раніше відомий факт, але який відноситься до іншого предмета, шляхом переносу відомого у нову ситуацію, формулюється гіпотеза; систематизуються дослідні факти, що стає підставою до гіпотези; виконуються міркування за дедукцією й гіпотеза виникає як результат застосування загального до конкретного.

Систематичне залучення учнів до самостійної пізнавальної діяльності на різних етапах навчання дає можливість розвинути їх творчі здібності, створити відповідні уміння і навички, поповнювати знання.

Основними чинниками пізнавальної активності учнів є:

- створення проблемної ситуації, яку учні можуть розв'язати лише після вивчення нового матеріалу;
- використання принципу історизму та наступності;
- використання різноманітних самостійних робіт;
- виклад навчального матеріалу повинен відбуватися через створення проблемних ситуацій (розв'язування пізнавальних завдань);
- наведення і розкриття новітніх досягнень науки і техніки;
- стимулювання готовності учнів до участі у процесі навчання;
- демонстрації зразку розв'язку навчальної проблеми із подальшим зіставленням розв'язку до цілого класу типових задач та життєвих ситуацій.

Відповідно учень в процесі пізнавальної діяльності є її активним учасником, при цьому: слухає пояснення вчителя, обробляє інформацію, пропонує способи розв'язку проблемних ситуацій, наводить приклади, виконує експериментальні завдання, працює з дидактичним матеріалом, виконує дії за зразком, використовує отриманні знання у стандартних та нестандартних ситуаціях [1].

Глибоке розуміння учнями матеріалу є передумовою самостійного розв'язування ними пізнавальних завдань, початком їх пізнавальної активності; учень засвоює порядок проведення логічних операцій, аналізує, синтезує, абстрагує досвід виконання різних розумових дій. Виконуючи дії за зразком, учень засвоює методи розумової діяльності.

Логічне мислення – процес самостійного розв'язування пізнавальних завдань. На рівні пізнавальної діяльності учні повинні навчитися самостійно аналізувати процеси і явища, інтерпретувати результати експериментальної діяльності, тощо. Для сприяння розвитку учнів, бажано ставити такі навчальні завдання, які дещо випереджають рівень розвитку учнів.

Одними з поширених та ефективних методів розвитку мислення учнів є: евристична бесіда, творчі лабораторні роботи, завдання пошукового та логічного характеру, спостереження, різнорівневі задачі, експериментальні завдання.

Творче мислення визначається певною структурою розумового пошуку з рядом послідовних дослідних прийомів і операцій, спрямованих на постановку і розв'язання проблеми:

- ✓ мотивація наступної діяльності;
- ✓ визначення системи завдань, виконання яких дозволить розв'язати навчальну проблему;



- ✓ розв'язування пізнавальних завдань, послідовне введення істотних ознак компоненту змісту навчального предмета;
- ✓ створення системи істотних ознак, що розкривають зміст компонента;
- ✓ демонстрування узагальненого способу діяльності;
- ✓ розв'язування фізичних задач, включення вивченого до загальної системи знань [2].

При спонуканні учнів до самостійної пізнавальної діяльності значне місце відводиться формуванню мотивів навчання. Мотиви до здобуття знань можуть бути різними, і визначаються вони рядом специфічних факторів:

- освітньою системою, де здійснюється навчальна діяльність;
- організацією освітнього процесу;
- суб'єктними особливостями школяра;
- суб'єктними особливостями педагога;
- специфікою навчального предмета.

Школа сьогодні вимагає всебічної активізації розумової діяльності учнів, максимальне включення їх в у різноманітні види роботи.

Самостійність є важливою і необхідною проміжною ланкою переходу пізнавальної активності школяра в творчу.

Розвитку самостійної пізнавальної діяльності сприяють:

- всебічний розвиток самостійності і активності;
- розвиток логічного і творчого мислення;
- формування умінь застосовувати набуті знання на практиці;
- виховання умінь і навичок самостійного вивчення предмету;
- раціональний розподіл і використанню навчального часу;
- забезпечення принципу наступності;
- диференційований підхід до учнів.

Самостійність трактується як узагальнена характеристика активності школяра, що виявляється в його незалежності, творчій ініціативі, критичності. Самостійність мислення спонукає до самоаналізу, самоосвіти, самопізнання, саморозвитку, що приводить у кінцевому результаті до розвитку особистості, здатної приймати рішення. Тому самостійна пізнавальна діяльність учнів набуває все більшої актуальності та значення.

#### **Список використаних джерел**

1. ФІЗИКА 7–9 класи: Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів (зі змінами, затвердженими наказом МОН України від 29.05.2015 № 585), 2015.
2. Каленик В.І., Каленик М.В. Питання загальної методики навчання фізики //Пробний навчальний посібник. – Суми: Редакційно-видавничий відділ СДПУ ім. А.С.Макаренка, 2000.

*Рекомендовано до публікації кандидатом педагогічних наук, доцентом Калеником М. В.*

**Мусієнко І.І.**

аспірант,

**Холодов Р.І.**

кандидат фізико-математичних наук,

старший науковий співробітник,

Інститут прикладної фізики

Національної академії наук України,

м. Суми,

*igor-musienko@ukr.net*

## **ВПЛИВ МОДИФІКАЦІЇ ПОВЕРХНІ МЕТАЛУ НА ПОЛЬОВУ ЕМІСІЮ**

**Актуальність.** Тема польової емісії під впливом зовнішніх електромагнітних полів, а також високоградієнтних пробоїв у прискорювальних структурах є актуальною в зв'язку з досягненнями енергій заряджених частинок декількох тераелектронвольтів на сучасних прискорювачах, таких як Великий адронний колайдер.

У 1928 році Фаулер Ральф Говард і Нордгейм Лотар Вольфганг дали теоретичне пояснення польової емісії на основі тунельного ефекту. Ними вперше була одержана формула Фаулера – Нордгейма для електростатичного випадку, що описує зв'язок густини автоелектронного струму  $j$  з напруженістю електричного поля  $E$  без врахування сил дзеркального зображення.

$$j = \frac{e^{-}}{2 \cdot \pi \cdot h} \cdot \frac{\mu^{\frac{1}{2}}}{(\chi + \mu) \cdot \chi^{\frac{1}{2}}} \cdot F^2 \exp\left(-\frac{4k\chi^{\frac{3}{2}}}{3F}\right) \quad (1)$$

де  $j$  – густина струму;  $E$  – напруженість;  $F = e \cdot E$ ;  $\chi$  – термоелектронна робота виходу;  $\mu$  – електрохімічний потенціал;  $k^2 = \frac{8\pi^2 m}{h^2}$ .

Одержання формули (1) було виконано на основі знаходження коефіцієнта прозорості бар'єру  $D(W)$  для електронів на межі з металу в вакуум, при цьому рух електрона ототожнювався хвилі де Бройля. Коефіцієнт прозорості визначався як відношення густини потоку хвилі, що пройшла крізь бар'єр, до густини потоку падаючої хвилі [3].

При створенні прискорювача CLIC (Compact linear collider) з напруженістю електричних полів 100 МВ/м виникла проблема високовакуумних високоградієнтних пробоїв. Розв'язком цього завдання є зменшення густини струму польової емісії. Тобто необхідно збільшити

роботу виходу електронів з поверхні металу. Модифікація поверхні основного металу робиться нанесенням тонкого шару іншого металу з більшою роботою виходу. Товщина покриття визначається формулою (2).

$$L_D = \sqrt{\frac{DkT}{4\pi \cdot e^2 \cdot n_0}} \quad (2)$$

$D$  – діелектрична стала;  $n_0$  – концентрація електронів в  $1 \text{ см}^3$ ;  $e$  – заряд електрона;  $T$  – термодинамічна температура;  $k$  – стала Больцмана.

Радіус Дебая-Гюккеля характеризує товщину шару провідника, в якому заряди перехоплюють силові лінії зовнішнього електричного поля і екранують внутрішні області середовища від проникнення цього поля.

$L_D$  для металів є порядку одного ангстрема. Тому необхідна товщина шару покриття, коли робота виходу системи дорівнює роботі виходу зовнішнього шару, має бути більшою  $L_D$ , тобто порядку величини двох атомних шарів [6].

Таким чином, для розв'язку даної задачі необхідно врахувати вирівнювання рівнів енергії Фермі при контакті двох різних металів, величину напруженості дипольного шару, стан поверхні катода.

#### Список використаних джерел

1. Бейтмен Г., Эрдейи А. Высшие трансцендентные функции. Функции Бесселя, функции параболического цилиндра, ортогональные многочлены. Справочная математическая библиотека. – М.: Наука, 1966, 296 с.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: Квантовая механика (нерелятивистская теория). – М.: Наука, 1989, 768 с. (Глава III, § 19)
3. R.H. Fowler, L. Nordheim, Electron Emission in Intense Electric Fields //
4. Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical and Physical Character, Vol. 119, No. 781. (May 1, 1928), pp. 173-181.
5. Антонов Степан Романович. Математическое моделирование полевых эмиссионных систем типа металл-металл, металл-полупроводник : диссертация кандидата физико-математических наук : 05.13.18 / Антонов Степан Романович; [Место защиты: ГОУВПО "Санкт-Петербургский государственный университет"].- Санкт-Петербург, 2006.- 116 с.: ил.
6. Савельев И.В. Курс физики: Учеб.: В 3-х т. Т. 3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. – 304 с.
7. Добрецов Л.Н., Гомоюнова М.В. Эмиссионная электроника. – М.: Наука, 1966. – 564 с.

**Муха А.П.**  
магістрантка, спеціальність «014 Середня освіта (Фізика)»  
Сумський державний педагогічний  
університет імені А. С. Макаренка,  
*flyfm@bigmir.net*

## **ТЕХНОЛОГІЯ КОНСТРУЮВАННЯ ОСНОВНИХ КОМПЕТЕНЦІЙ В ФІЗИЦІ ОСНОВНОЇ ШКОЛИ**

Впровадження компетентнісного підходу в практичну складову фізичної освіти дозволяє вирішувати проблему, типову для сучасної вітчизняної школи, коли учні можуть добре опанувати певні теоретичні знання, але мають труднощі у діяльності, яка вимагає використання цих знань для вирішення конкретних життєвих завдань або проблемних ситуацій. Компетентнісний підхід передбачає не засвоєння учнем окремих знань і вмінь, а опанування ними в комплексі. У зв'язку з цим змінюється, точніше, по іншому визначається система методів навчання. У основі відбору і конструювання методів навчання покладають структуру компетенцій і функції, які вони виконують в освіті.

Мета дослідження – розглянути технологію проектування ключових компетенцій в фізиці основної школи як основи для подальшого відбору методів навчання.

Під ключовою компетенцією ми розуміємо загальна, попередньо задана соціальна вимога (норма) в освітній підготовці учня. Освітньою компетенцією з фізики – це вимога до освітньої підготовки, яка виражена сукупністю взаємопов'язаних смислових орієнтацій, знань, умінь, навичок і досвіду діяльності учня по відношенню до певного кола об'єктів реальної дійсності. Компетенція для учня – це образ майбутнього, орієнтир для засвоєння.

Для того щоб вибудувати зміст ключових компетенцій необхідна спеціальна технологія їх конструювання. Запропонована нами процедура конструювання освітніх ключових компетенцій опирається на рефлексивне вивчення компетентнісного змісту фізичної освіти учнів основної школи і включає наступне:

1. Виділення основних фізичних явищ, речовин у різних станах, фундаментальних полів і взаємодій, елементарних частинок і т. п., тобто всього того основного, що вивчається в фізиці основної школи.
2. Виділення загальних і загально навчальних умінь, навичок і способів діяльності, які відносяться до навчального предмету «фізика».
3. Побудова ієрархічної над предметної систематики – «дерева компетенцій».

Засновуючись на вищезазначеному нами здійснено аналіз змісту фізики основної школи та пошук вияву ключових компетенцій (таблиця 1).

**Ключові компетенції учня, які формуються у процесі  
вивчення фізики в основній школі**

Назва ключової компетенції	Характеристика ключової компетенції
Уміння вчитися	<ul style="list-style-type: none"> <li>- здатність самостійно організувати роботу на уроці для досягнення запланованого результату;</li> <li>- здатність набуття таких методів проектування як аналогія, асоціація, інверсія, мозкова атака, мозкова облога;</li> <li>- здатність виконувати в чіткій послідовності розумові та практичні дії;</li> <li>- здатність знаходити потрібну інформацію і оптимальні способи розв'язування завдань;</li> <li>- здатність до самоконтролю і самооцінки</li> </ul>
Загальнокультурна компетенція	<ul style="list-style-type: none"> <li>- здатність опанувати модель толерантної поведінки;</li> <li>- здатність дотримуватися культури фізичного мовлення та письма;</li> <li>- здатність до інноваційного мислення</li> </ul>
Соціальна компетенція	<ul style="list-style-type: none"> <li>- здатність до співпраці в групі,</li> <li>- здатність проявляти ініціативу;</li> <li>- здатність виконувати різні ролі й функції в колективі;</li> <li>- здатність досягнення порозуміння в конфліктних ситуаціях спільно вирішувати цілі діяльності;</li> <li>- здатність брати на себе відповідальність;</li> <li>- здатність застосовувати ефективні методи спілкування;</li> </ul>
Громадянська компетенція	<ul style="list-style-type: none"> <li>- здатність до захисту власних інтересів, прав і свобод своїх та учасників команди</li> </ul>
Підприємницька Компетенція	<ul style="list-style-type: none"> <li>- здатність організувати власну проектну діяльність і роботу колективу;</li> <li>- здатність презентувати і поширювати інформацію щодо результату проекту</li> </ul>

Компетенція з інформаційно-комунікаційних технологій	<ul style="list-style-type: none"> <li>- здатність знаходити, зберігати і використовувати інформацію;</li> <li>- здатність використовувати ІКТ впродовж життя</li> </ul>
Здоров'язбережувальна компетенція	<p><i>фізичне здоров'я:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- здатність чередувати розумову та фізичну активність;</li> </ul> <p><i>Соціальне здоров'я:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- здатність слухати співрозмовника;</li> <li>- здатність адекватно реагувати на критику;</li> <li>- здатність звертатися за допомогою;</li> <li>- здатність до співчуття, підтримки;</li> <li>- здатність адекватно оцінювати себе, а також сприймати оцінку своєї роботи іншими учнями;</li> <li>- здатність планувати свою діяльність, ураховуючи аналіз можливостей і обставин.</li> </ul>

#### Список використаних джерел

1. Життєва компетентність особистості: Науково-метод. Посібник / [за ред. Л.В. Сохань, І.Г.Єрмакова та ін.]. – К.: Богдана, 2003. – 520 с.
2. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи: Бібліотека з освітньої політики [колективна монографія]/Підзаг.ред. О.В.Овчарук.-К.: «К.І.С»,2004.-112с.
3. Навчальна програма з фізики для 7-9 класів загальноосвітніх навчальних закладів [за новим Державним стандартом базової і повної загальної середньої освіти] [Електронний ресурс] //Режим доступу: <http://old.mon.gov.ua/ua/activityedu.cation/56/692/educationalprograms/134986.9008/>.
4. Паращенко Л. І. Жити і вчитися в Україні: практико-орієнтований посібник / Л. І. Паращенко.-К.: «Веселка»,2000.-178с.
5. Про затвердження Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти. Постанова Кабінету Міністрів України від 23.11.2011 №1392 (із змінами, внесеними згідно з Постановою КМ №538 від07.03.2013) [Електронний ресурс] //Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-n>.
6. Силатуський М. Підприємливість та ініціативність серед інших ключових компетентностей [Електронний ресурс] //Режим доступу: <http://www.sae.-ukraine.org.ua/ua/resource/urokizpidpriemnytskimtlom/pidpriemlivisttainitsiativnist>.
7. Уроки з підприємницьким тлом: Навчальні матеріали / За заг. ред. Е. Бобінської, Р. Шияна, М. Товкало – Варшава: Сова, 2014. – 398 с.
8. Rychen D., C.Salgonik L., H. Key Competencies for Successful Life and Well / Rychen D., C.Salgonik L., H. Key // Functioning Society – OECD: Hogrefe and Huber. 2003. – p. 224.

**Науменко Т. В.**  
магістрантка, спеціальність «014 Середня освіта (Фізика)»  
Сумський державний педагогічний  
університет імені А. С. Макаренка

## **СТРУКТУРА ТА ЗМІСТ ПРЕДМЕТНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ З ФІЗИКИ**

На даний час існує чимало проблем, які пов'язані з процесом модернізації освіти в Україні. Однією з них є введення компетентісно орієнтованого навчання, зокрема у фізиці. Головна мета навчання фізики полягає в розвитку особистості учня завдяки формуванню предметної компетентності на основі фізичних знань. Тому необхідним є розкриття основних понять.

За аналізом сучасних наукових та методичних джерел нами встановлено, що проблему формування та розвитку компетентісного підходу присвячено багато робіт, серед яких роботи вітчизняних методистів-фізиків: П.С. Атаманчука, С.П. Величка, А.Ф. Заболотного, Лугового, А.М. Куха, В.Д. Сиротюка, М.В. Каленика, В.І. Нечета, присвячених впровадженню засад компетентісної освіти у навчальний процес. Даними науковими працями охоплено різні вікові освітні етапи.

Розглянемо особливості предметної компетентності з фізики.

Вперше "компетентісну" тему розробляли в Англії в 50-60-ті роки минулого століття. Її поява була зумовлена спробою згладити протиріччя між навчальною і професійною діяльностями, привести у відповідність освіту і потреби ринку. Компетентістний підхід визнаний Міжнародною комісією ЮНЕСКО дієвим інструментом поліпшення якості освіти.

Компетентістний підхід покладено в основу Наказу Міністерства освіти і науки України "Про затвердження критеріїв оцінювання навчальних досягнень учнів в системі загальної середньої освіти" від 5.05.2008р. та додатків до нього.

Компетентістний підхід – це підхід, що «акцентує увагу на результат освіти, причому в якості результату розглядається не сума засвоєної інформації, а здатність людини діяти в різних ситуаціях» [1].

Позицію вчених щодо визначення компетентісного підходу можна звести до таких лаконічних визначень. Компетентістний підхід в освіті передбачає:

- концентрацію на кінцевих результатах навчання, що перевіряються у виробничих умовах;
- уміння вирішувати практичні завдання;
- конкурентоспроможність у професійній сфері.

Ключовими поняттями компетентісного підходу виступають компетенція і компетентність. Тривалий час стоїть питання у правильному

визначенні та співставленні цих понять. Зарубіжні та вітчизняні дослідники дають різні визначення термінам «компетенція» та «компетентність»

Компетенція:

- особистісна властивість спеціаліста вирішувати визначений тип професійних задач [2, с. 331];

- це готовність людини до мобілізації знань, умінь, зовнішніх ресурсів для ефективної діяльності в конкретній життєвій ситуації [7, с. 153];

- відчужена від суб'єкта, наперед задана соціальна норма (вимога) до освітньої підготовки учня, необхідна для його якісної продуктивної діяльності в певній сфері, тобто соціально закріплений результат [4, с. 408].

Компетентність:

- сукупність компетенцій [2, с. 331];

- це сукупність особистісних якостей учня (ціннісно-сміслових орієнтацій, знань, умінь, навичок, здібностей), зумовлених досвідом його діяльності у певній соціально і особистісно значущій сфері [7, с. 153];

- здатність (уміння) діяти на основі здобутих знань [8, с. 263];

- коло питань, в яких людина добре розуміється) набуває молода людина не лише під час вивчення предмета, групи предметів, а й за допомогою засобів неформальної освіти, внаслідок впливу середовища [4, с. 408].

Визначення компетенції розкривається через поняття «знання», «уміння», «навички», «отриманий досвід» та здібності, які надбано і розвинуто завдяки навчанню

Компетентність – не проста сума знань, умінь і навичок, вона інтегрує в собі когнітивний (знання), операціональний (способи діяльності і готовність до діяльності) й аксіологічний (наявність певних цінностей) аспекти.

У відповідності з компетентнісним підходом, на підставі міжнародних та національних досліджень українські вчені виокремили п'ять наскрізних ключових компетентностей. Вони конкретизуються на рівні освітніх галузей і навчальних предметів для кожного рівня навчання.

До них належить компетентність "Уміння вчитися", сфера виявлення якої – індивідуальний досвід участі в навчальному процесі. Видами діяльності в межах цієї компетентності є організація своєї праці для досягнення результату успіху, оволодіння вміннями та навичками саморозвитку, самоаналізу, самоконтролю й самооцінки. Ця компетентність є результатом вивчення всіх навчальних предметів, зокрема фізики.

У процесі навчання фізики в учнів повинні формуватися уміння: роботи з навчальною інформацією, поданою у вербальній або графічній формі, зокрема уміння роботи з фізико-технічним текстом; проводити



експеримент, зокрема уміння користуватися вимірювальними приладами; застосовувати набуті знання для вирішення нових задач. Ці уміння пов'язані з пізнанням і засвоєнням змісту шкільного курсу фізики [5].

Враховуючи, що компетенція – предметна область, в якій індивід добре освічений, для розкриття змісту цього поняття предметною областю вважатимемо шкільний курс фізики.

Компетентність є характеристикою сукупності знань, умінь, навичок і гнучкого мислення, а компетенції - вимоги до освітньої підготовки випускника одиниці навчальної програми, які складають "анатомію" компетентності.

У дослідженнях більшості вчених з компетентностями співвідноситься перелік компетенцій. Компетенції з фізики можуть бути сформульовані як реальні 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 закладаються на різних ступенях (початкова школа, основна школа, старша школа) та рівнях (теоретичне уявлення про зміст, рівень предмета і навчального матеріалу) формування змісту шкільної освіти [6].

У науково-педагогічних дослідженнях вживається поняття ієрархічної структури системи компетентностей. Вона складається з таких рівнів: ключові, загальнопредметні та предметні компетентності.

Предметних компетентностей учень набуває в процесі вивчення відповідного предмета протягом навчального року або ступеня навчання. Термін «предметні компетентності» частіше за все використовують, коли розглядається здатність до аналізу і адекватних дій з позиції окремої області людської культури.

Предметна компетентність учня з фізики, є ознакою його високої якості навчальних досягнень, можливості установлювати зв'язки між набутими фізичними знаннями та реальною ситуацією, здатності знаходити метод розв'язання, що відповідає проблемі та успішно використовувати свої уміння. Орієнтованість навчально-виховного процесу з фізики основної школи на формування предметних компетентностей учнів означає, також, формування схильності до навчання фізики. Як наслідок – визначає ступінь здатності учня успішно продовжувати навчання з фізики.

У процесі навчальної діяльності повинно відбуватися не просте запам'ятання систем істотних ознак фізичних понять і систем дій, з яких складається діяльність, а формування внутрішніх структур людської психіки – переведення структури предметної діяльності в структуру внутрішнього плану свідомості.

Компетенція перетворюється на компетентність.

Предметна компетентність визначає те, що учень знає (системи істотних ознак компонентів), розуміє (здатний встановлювати відповідність між істотними ознаками понять і істотними властивостями предметів і явищ оточуючої дійсності, зв'язками між істотними ознаками понять й істотними властивостями зазначених фізичних об'єктів), уміє користуватися фізичними поняттями в конкретних ситуаціях, зокрема під час розв'язування фізичних задач.

Таке розуміння предметної компетентності в області шкільного курсу фізики конкретизує її особливість: компетентність інтегрує в собі когнітивний, операціональний та аксіологічний аспекти.

Зв'язок між указаним змістом понять про компетенції і предметні компетентності в області шкільного курсу фізики пояснює твердження про те, що компетентність – це особистий ресурс, який забезпечує можливість ефективної взаємодії з оточуючим світом [5].

Спираючись на загальне визначення компетентності, узагальнено, що предметна компетентність з фізики – це готовність і здатність учня проявляти набуті знання з фізики, уміння і досвід при розв'язанні практичних, прикладних, професійних та життєвих завдань. У ході дослідження нами було встановлено структуру предметної компетентності з фізики (Рис. 1)

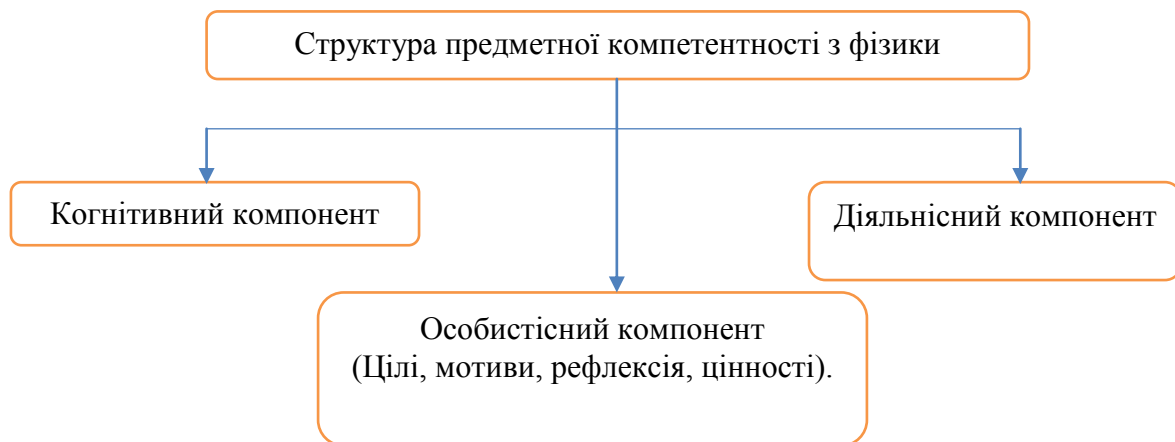


Рис.1 Структура предметної компетентності

Реалізація коригуючих та управлінських впливів у навчанні фізики за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій створює сприятливі умови для досягнення прогнозованого рівня якості знань учнів, за умови виконання необхідних дидактичних умов та методичних рекомендацій забезпечить: а) ефективність формування фізичних компетентностей учнів старшої школи, за рахунок гармонійного поєднання традиційних методик навчання та сучасних інформаційно-комунікаційних технологій; б) сприяти виникненню пізнавального інтересу настільки сильного, що цей процес з часом може здійснюватися шляхом самоосвіти, саморегулювання, самоконтролю і самоврядування.

Рівень компетентності нами розглядається, як ступінь досягнення мети, як стимул діяльності, як ціннісні досягнення особистості. Також він характеризує контрольний-стимулюючий компонент процесу навчально-пізнавальної діяльності, який реалізується на етапах об'єктивізації контролю і проектування подальшої діяльності.

Отже, компетентнісна тематика у педагогічних дослідженнях, відображає зрушення в освіті, які відбуваються сьогодні – від змістовно-предметної орієнтації до ефективної особистісно-орієнтованої життєдіяльності кожної людини. Сучасний викладач фізики повинен використовувати усі можливості для розвитку предметної компетентності студента. Зрозуміло, що це потребує значних зусиль, ретельної підготовки при плануванні кожного заняття, реагування на засвоєння або, навпаки, труднощі при засвоєнні теми заняття. Розвивати предметну компетентність – це ставити студенту ряд предметних професійно-орієнтованих питань, ситуацій і задач теоретичного і прикладного характеру, розв'язати які учень має бути готовим по завершенню вивчення фізики.

Узагальнюючи викладене, можна дати такі визначення понять компетенція і компетентність. Застосовуючи ці поняття до вивчення змісту шкільного курсу фізики, доцільно їх розглядати, як предметні компетенції і предметні компетентності.

Предметна компетенція – сукупність взаємопов'язаних знань про компоненти змісту шкільного курсу фізики, поданих у вигляді систем істотних ознак відповідних понять і способів діяльності, поданих у вигляді систем дій (операцій), необхідних для участі в колективній і здійсненні самостійної навчальних продуктивних діяльностей, пов'язаних з вивченням даного навчального предмета.

Предметна компетентність – характеристика особистості учня, його здатності до участі в колективній і здійсненні самостійної навчальних продуктивних діяльностей, пов'язаних з навчанням фізики, яка є результатом інтеграції і інтеріоризації (формування на рівні психічних структур) знань, що визначаються предметною компетенцією, способів раціональної діяльності, цінностей.

#### **Список використаних джерел**

1. Азарова Р. Н., Золотарьова Н. М. Розробка паспорта компетенції: метод. рекомендації для організаторів проектних робіт та проф.-викл. колективів вузів Р. Н. Азарова, Н. М. Золотарьова / М., 2010. – С. 48
2. Глобализация образования : Компетенции и системы кредитов / авт. кол. : А. А. Егоров и др ; Под общ. ред. Ю. Б. Рубина. – М. : Маркет ДС Корпорейшн, 2005. – 490 с. 4
3. Зеер Е. Ф. Компетентнісний підхід до модернізації професійної освіти / Е. Ф. Зеер, А. М. Павлова, Е. Е. Симанюк / Вища освіта в Росії. – 2005. – № 4. – С.
4. Енциклопедія освіти / академія педагогічних наук України, головний Е 64 ред. В. Г. Кремень. – К. : Юрінком Інтер, 2008. – 1040 с

5. Каленик М.В. Поняття компетенція, компетентність, навчальні досягнення учнів з фізики // Наукові записки. – Випуск 90. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка. – 2010. – С. 117-120
6. Компетентність у навчанні. Компетенції [Текст] // Енциклопедія освіти / В.Г. Кремень (голов. ред.). – К. : Юрінком Інтер, 2008. – С. 408 – 409.].
7. Хуторской А. В. Ключевые компетенции как компонент личностно-ориентированной парадигмы образования / А. В. Хуторской // Ученик в общеобразовательной школе. – М. : ИОСО РАО, 2002. – с. 135–157.
8. Шишов С. Е. Школа: мониторинг качества образования / С. Е. Шишов, В. А. Кальней. – М. : Педагогическое общество России, 2000. – 316 с

*Рекомендовано до публікації кандидатом педагогічних наук, доцентом Калеником М. В.*

**Нікішкін І.І.**

аспірант,

**Холодов Р.І.**

кандидат фізико-математичних наук,  
старший науковий співробітник,

Інститут прикладної фізики

Національної академії наук України,

м. Суми,

*blendamed9@yandex.com*

## **МОДЕЛЮВАННЯ НЕРЕЛЯТИВІСТСЬКОГО ДВОКОМПОНЕНТНОГО ГАЗУ МЕТОДОМ PARTICLE-IN-CELL**

Метод електронного охолодження широко використовний та, разом з цим, залишається джерелом теоретичних і експериментальних досліджень. Зокрема, в рамках міжнародного проекту FAIR планується вперше спорудження накопичувального кільця антипротонів HESR з використанням електронного охолоджувача. Однак теорія електронного охолодження для негативно заряджених іонів не створена.

Труднощі аналітичного дослідження визначаються досить складною математичною постановкою, тому підтримка числовими методами дозволяє отримати достатньо повну інформацію про систему та уникнути інженерно складних і дорогих фізичних експериментів.

Способом дискретизації для задачі електронного охолодження доцільно вибрати метод РС – чисельний метод розв'язку деякого класу диференціальних рівнянь в часткових похідних. У цьому методі окремі частинки в лагранжевих рамках відслідковуються в безперервному фазовому просторі, тоді як моменти розподілів, таких як густина і струми обчислюються на ейлеревій (нерухомій) сітці.

### Список використаних джерел

1. Grishanov N.I. Vlasov equation for magnetized plasma particles in the arbitrary magnetic field. / N.I. Grishanov., 2009. – 868 с.
2. Хокни Р. Численное моделирование методом частиц. / Р. Хокни, Дж. Иствуд. – М.: Мир. – 1987. – 640 с.
3. Lapenta G. Particle-in-Cell methods with application to simulations in space weather. / G. Lapenta. // Centrum voor Plasma Astrofysica. – Leuven.
4. Бэдсел Ч. Физика плазмы и численное моделирование. / Ч. Бэдсел, А. Ленгдон. – М.: Энергоатомиздат. – 1989. – 452 с.
5. Белоцерковский О.М. Метод крупных частиц в газовой динамике. / О.М. Белоцерковский, Ю.М. Давыдов. – М.: Наука. – 1982. – 392 с.
6. Lehrach A. Intensity Limits and Beam Performances in the High-Energy Storage Ring. / A. Lehrach. – 2005.
7. Федоренко Р. П. Введение в вычислительную физику. / В. П. Федоренко., 2008. – 504 с.
8. Мороз І.О. Основи електродинаміки. Електростатика. / І.О. Мороз. – Суми: МакДен. – 2011. – 162 с.
9. Мешков И. Электронное охлаждение: статус и перспективы. / И. Мешков. // Физика элементарных частиц и атомного ядра. – Т. 25, №6 – 1994.
10. Buchner J. Space Plasma Simulation. / J.Buchner, C.T. Dum, M. Scholer.
11. Григорьев Ю. Н. Численные методы «частицы-в-ячейках». / Ю. Н. Григорьев, В.А. Вшиков.
12. Hoenig W. A Generic Approach for Developing Highly Scalable Particle-Mesh Codes for GPUs / W. Hoenig, F. Schmitt, R. Widera. // SAAHPC. – 2010.
13. Nerisysyan H. Interactions Between Charged Particles in a Magnetic Field / H. Nerisysyan, C. Toepffer, G. Zwicknagel . - Verlag: Springer,2007

**Рідченко С. О.**

аспірант,  
Інститут прикладної фізики  
Національної академії наук України,  
м. Суми,  
*wasserati@gmail.com*

### СИНХРОНІЗАЦІЯ ВИМІРЮВАНЬ У ЦИФРОВИХ ЛАБОРАТОРІЯХ

**Анотація.** Для підвищення ефективності освітнього експерименту з фізики зараз широко використовуються цифрові лабораторії. Одним з найскладніших питань при проектуванні подібних систем є синхронізація окремих вимірювальних модулів між собою. Пропонується спосіб синхронізації модулів на основі алгоритму РТР (Precision Time Protocol) модифікованого для роботи з інтерфейсами, що використовуються у освітніх цифрових лабораторіях..

**Ключові слова:** цифрова лабораторія, експеримент, РТР, синхронізація.

**Мета роботи.** Провести аналіз існуючих рішень у сфері синхронізації часу на окремих пристроях. Запропонувати спосіб адаптації протоколу РТР для роботи у мережах датчиків на основі інтерфейсів USB та RS232.

**Постановка задачі.** На даний час існує декілька основних протоколів синхронізації часу: NTP, SMTP, РТР, IRIG, 1PPS. Провівши аналіз доступної документації [1], [2] було з'ясовано, що найвища точність синхронізації може бути досягнута при використанні протоколу РТР, на рівні одиниць мікросекунд.

Однак даний протокол був розроблений для роботи у мережах на основі Ethernet, тому він потребує адаптації для можливості використання у мережах на основі інших інтерфейсів, таких як USB та RS232.

**Вирішення задачі.** Головними умовами правильної роботи РТР є практично однаковий час доставки повідомлень у обох напрямках та мінімальна затримка при обробці запитів протоколу. У мережах Ethernet це досягається за рахунок апаратних модулів для роботи з протоколом РТР, що, також, дозволяє не зупиняти обмін іншими даними під час синхронізації.

При реалізації даного протоколу у рамках мереж датчиків цифрових лабораторій до набору команд РТР потрібно додати команду підготовки до синхронізації, яка призведе до повної зупинки обміну даними по лінії та зупинки процесу збору та обробки експериментальних даних модулем цифрової лабораторії. Це дозволить досягти умов придатних для роботи РТР. Після цього може починатися процес синхронізації за протоколом РТР.

Недоліком даного підходу є необхідність повної зупинки обміну даними на весь час синхронізації.

**Висновок.** Запропоновано модифікацію протоколу РТР придатну для роботи у мережах датчиків цифрових лабораторій, що дозволить з точністю до мікросекунд синхронізувати їх між собою.

#### **Список використаних джерел**

1. Choosing the correct Time Synchronization Protocol and incorporating the 1756-TIME module into your Application - Josh Matson, May 2013.
2. Special Focus: Understanding the IEEE 1588 Precision Time Protocol [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.ni.com/newsletter/50130/en/> – Заголовок з екрану.

**Сакунова Г. В.**  
студентка, спеціальність «Фізика\*»,  
**Балабан Я.Р.**  
Сумський державний педагогічний  
університет імені А.С.Макаренка

## **СУЧАСНА ОСВІТА: ПЕРСПЕКТИВИ ВИВЧЕННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ У СТАРШІЙ ШКОЛІ**

Запровадження масштабної реформи «Нова українська школа», яка набуває чинності з 2018-2019 навчального року зі створенням нових навчальних програм і підручників, є одним із кроків формування профільної середньої школи.

Міністерством освіти і науки України був запропонований на обговорення громадськості проект Типового навчального плану для 10-11 класів [6], який передбачає вивчення 2-3 предметів із профільного напрямку, а також додатково (не менше 2-х) – «вибірково-обов'язкових» дисциплін [5]. Згідно цього навчального плану, для вивчення профільного предмету «Фізика і астрономія» за природничо-математичним напрямом диференціації відводиться по 6 годин на тиждень у 10-11 класах відповідно. Така кількість годин на вивчення дисципліни дасть змогу учневі поглибити й удосконалити знання, вміння і навички, сформувані ключові компетентності, а також визначитися з майбутнім фахом, орієнтуючись на коло можливих професій обраного профілю. При чому, згідно Проекту Закону «Про освіту», побудова власної освітньої траєкторії та орієнтація на вибір майбутньої професії є одним із завдань сучасної освіти [4]. Однією із інновацій реформи є створення інтегрованих предметів. Так, на вивчення інтегрованого предмету «Людина і природа» (Біологія, Географія, Астрономія, Екологія, Фізика та Хімія) для всіх інших напрямів навчання відводиться 3 години на тиждень [6]. Також передбачено можливість для навчального закладу самостійно розробляти і використовувати у навчанні спеціальні курси профільного напрямку, з метою розширення, поглиблення змісту профільних предметів, вивчення споріднених галузей знань, що не включені до змісту навчальних предметів обраного профілю.

Сьогодні в освітньому середовищі активно працюють над оновленням існуючих програм і створенням нових. Ми вважаємо, що даний процес має відбуватися з урахуванням тенденції розвитку технологій ХХІ століття і переходу до шостого технологічного укладу (основою якого є нанотехнології). Це забезпечить формування в учнів – майбутніх науковців, керівників, інженерів тощо, цілісної сучасної картини світу.

Таким чином, у 10-11 класах природничо-математичного профілю доречно вивчати основи нанотехнологій – міждисциплінарну галузь знань, фундаментальною основою якої є фізика, хімія і біологія. Основи нанотехнологій можуть бути включені як розділ при вивченні профільного

предмету «Фізика і астрономія» або інтегрованого предмету «Людина і природа» (додатково), або як спеціальний курс. Запровадження основ нанотехнологій у старшій школі дасть змогу ознайомити учнів з передовими досягненнями науки і техніки, а також націлити їх на вибір майбутньої професії у галузі нанотехнологій чи споріднених галузях. Важливо розуміти, що нанотехнології проникають в усі галузі людської діяльності, тому вивчення цієї науки стане доречним не тільки для спеціальностей природничо-математичного профілю, а й для суспільно-гуманітарних профілів. Це лише питання часу.

Аналізуючи навчальні програми [1-3] з фізики, хімії, біології 10-11 класів різних освітніх рівнів, можна побачити, що в програмах з фізики зустрічаються поняття «наноматеріали», «нанокompозити», «нанотехнології», з хімії – «нанотехнології», з біології – відбувається формування знань про нанотехнології, проте відсутні поняття, що стосуються відповідної тематики. Тобто, певні зрушення у напрямку інтеграції основ нанотехнологій у навчальні програми старшої школи вже відбуваються.

Отже, у майбутньому, для вивчення основ нанотехнологій як спеціалізованого курсу чи відповідного розділу базових предметів (фізики, хімії, біології) потрібно розробити нові навчальні програми чи модернізувати навчальні програми базових дисциплін, створити навчальні посібники, навчально-методичні сайти та віртуальні лабораторії, методичні рекомендації і навчальні посібники до лабораторних робіт, засоби і методи навчання, форми і методи контролю знань, які будуть враховувати всі аспекти фізики, хімії і біології.

#### **Список використаних джерел**

1. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів / Біологія 10-11 класи/ МОН України. – 2015.
2. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів / Фізика 10-11 класи/ МОН України. – 2015
3. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів / Хімія 10 -11 класи/ МОН України. – 2015.
4. Проект Закону «Про освіту» №3491–д від 04.04.2016. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mon.gov.ua/activity/education/zagalna-serednya/gromadske-obgovorennya-zakonoproektu-«pro-osvitu»>.html.
5. Проект Типового навчального плану: роз'яснення МОН [Електронний ресурс] // Освіта: [сайт] – Режим доступу: [http://osvita.ua/school/reform/53936/.\(03.04.17\)](http://osvita.ua/school/reform/53936/.(03.04.17)). – Заголовок з екрану.
6. Наказ МОН України від 27.08.2010 № 834 «Про затвердження Типових навчальних планів загальноосвітніх навчальних закладів III ступеню» [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України. – 2010. – Режим доступу: <http://www.osvita-horodok.lviv.ua/?p=1202>.



**Салтикова А. І.**  
кандидат фізико-математичних наук, доцент  
**Абакарова Г. О.**  
магістрантка, спеціальність «014 Середня освіта (Фізика)»  
Сумський державний педагогічний  
університет імені А.С.Макаренка  
*suprun\_anna12@ukr.net*

## **ПРОЕКТНІ ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ В ШКОЛІ**

**Вступ.** Суспільство ставить нові вимоги до освіти і примушує фахівців багатьох країн світу проводити її реформування для підвищення якості. Змінюються пріоритети, цілі та завдання, що постають перед сучасною освітою. На зміну традиційній системі навчання приходить особистісно-орієнтована. Традиційні методи навчання доповнюються інноваційними, які передбачають кардинальні зміни у навчальному процесі, його спрямування на інтелектуальний розвиток учнів за рахунок збільшення ролі творчого компонента. Навчальний процес сьогодні повинен бути зорієнтований на особистість учня та враховувати його здібності та індивідуальні особливості. У ході навчально-виховного процесу важливим є формування у учнів власної активності та стимулювання її розвитку. І, саме, проектні технології навчання є одним із шляхів досягнення цієї мети.

Проектні технології навчання спрямовані на створення умов для самостійно здобування учнями знань. Вони спонукають їх критично і творчо мислити, генерувати нові ідеї, грамотно працювати з інформацією, вміти її опрацювати, систематизувати і робити висновки. На зміну пасивному учневі приходить учень, як активний суб'єкт, а вчитель стає організатором пізнавального процесу.

**Метою статті** є розкриття методичних основ організації та реалізації проектної діяльності в процесі навчання фізики в школі.

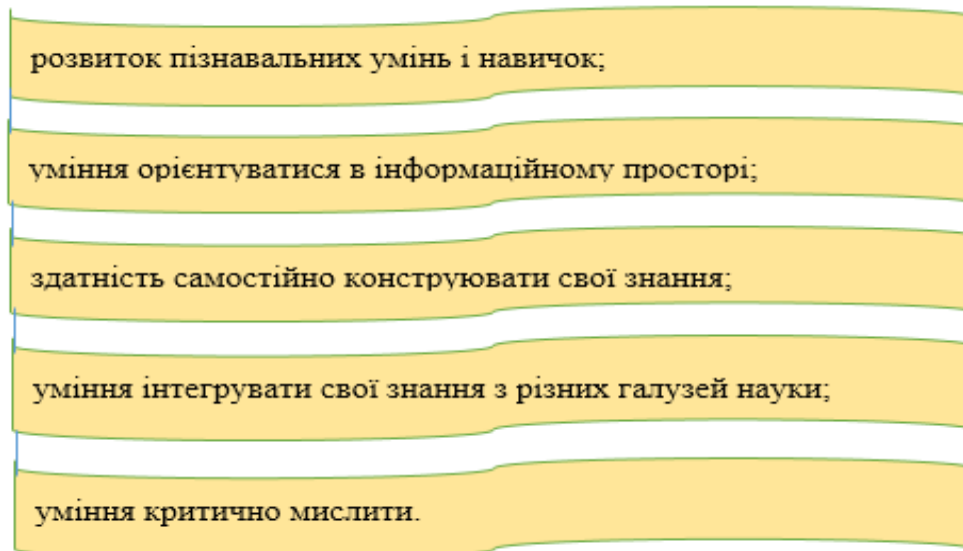
**Виклад основного матеріалу.** Метод проектів є відносно новою технологією в педагогіці. Хоч ця технологія виникла й розвивається лише з кінця минулого століття, але вже накопичений значний досвід її реалізації у навчальному процесі. На сьогодні існує багато різних бачень і підходів до визначення основних понять та змісту проектних технологій. Пропонуємо такі.

- **Проект** як метод навчання. Він може застосовуватись як на уроках, так і в позакласній роботі, орієнтований на досягнення цілей самих учнів, тому неповторний; формує значну кількість навчальних і життєвих компетентностей, тому є ефективним; формує досвід, тому незамінний;

- **Проект (проектування)** як зміст навчання. Найбільш сучасні сфери людської діяльності базуються на проектуванні. Тому проектування може бути основою професійних спекурсів;

- **Проект** як форма організації навчального процесу. Проектна діяльність може стати альтернативою класно-урочного навчання. А майбутнє за балансом альтернатив.

**Метод проектів направлений на:**



**При використанні проектних технологій слід дотримуватися таких вимог:**

- поставлена проблема має відповідати віковим особливостям учасників проекту, їх інтересам, життєвим потребам та вимогам програми;
- заплановані результати мають відповідати теоретичній, практичній і пізнавальній значущості;
- пошук шляхів розв'язання проблеми має носити дослідницький характер;
- для вирішення проблеми потрібно створити відповідні умови;
- творча діяльність;
- використання різних форм та методів при вирішенні проблеми (активних та інтерактивних);
- продуктивність проектної діяльності;
- проектна діяльність має бути педагогічно цінною.

**Створюючи проект, учні проходять такі етапи власної діяльності:**

формулюють завдання і проблему дослідження;

вказують гіпотези для їх вирішення;

обумовлюють методи дослідження;

пошук інформації;

обговорення зібраних даних;

оформлення кінцевих результатів;

формулювання висновків.

Існує багато підходів до класифікації проектів, серед них можна виділити такий.

### Види проектів:



#### Творчі

- як такої структури діяльності немає. Учасники проекту більш зорієнтовані на кінцевий результат (домовляються лише про форму представлення проекту).



#### Ігрові

- учасники, відповідно до характеру і змісту проекту, вибирають ролі (літературні персонажі, реально існуючі особистості та ін.)



#### Інформаційні

- спрямовані на збирання інформації про який-небудь об'єкт, на ознайомлення учасників проекту з цією інформацією, її аналіз і узагальнення фактів. Такі проекти потребують добре продуманої структури.



#### Практико-орієнтовані

- учасники проекту заздалегідь планують результат й складають чіткий сценарій своїх дій.



#### Дослідницькі

- мають конкретно визначені мету, актуальність та предмет дослідження. Потребують добре обміркованої структури діяльності.

Проектна технологія навчання спрямована на створення матеріального чи інтелектуального продукту, вона дає змогу покращити традиційне опрацювання навчального матеріалу. Учасники проекту виконують роботу самостійно чи в колективі: спілкуються між собою, залучають дорослих (вчителів, батьків і т. д. ). Отже, учні пригадують необхідні знання і набувають нових. Проектна робота відбувається у певний проміжок часу й обов'язково зорієнтована на самостійність, індивідуальність, парну або групову діяльність учнів.

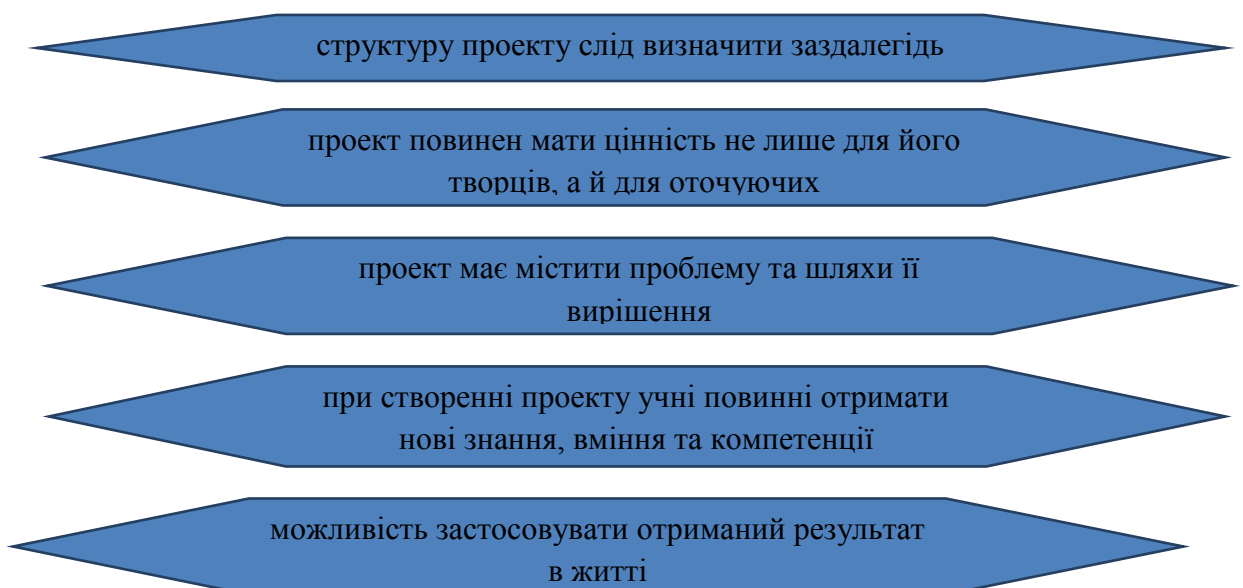
Діяльність педагога при проектній технології повинна бути соціально значущою, цілеспрямованою, педагогічно доцільною. Це в свою чергу забезпечить краще функціонування навчального середовища.

Зважаючи на відносно «молодий вік» проектних технологій багато вчених працюють над їх дослідженням. Наприклад, І. Єрмаков вважає, що ця технологія відображає реалізацію особистісно зорієнтованого підходу в навчанні; Т. Супрун розглядає проектну технологію як засіб організації педагогічного процесу по взаємодії педагога й учня та з навколишнім середовищем, об'єднання навчання з активною діяльністю учнів; М. Кларін вважає метод проектів плануванням цілеспрямованої діяльності учня задля розв'язання шкільного завдання в повсякденному житті; П. Мудров же вважає проект цільовим навчально-виховним процесом; М. Ярмаченко бачить цю технологію як власне систему навчання.

Підсумувавши вище сказане, можна вважати, що метод проектів у майбутньому матиме право на «статус» засіб соціального й інтелектуально-творчого саморозвитку суб'єктів освіти (учнів, учителів, батьків). У вузькому ж розумінні - засіб розвитку проектних здібностей.

Щоб як найефективніше впровадити метод проектів слід обов'язково розпочинати з правильної організації діяльності.

**При організації створення проектів слід дотримуватися наступних вимог:**



представлення процесу діяльності та результату проекту широкій аудиторії

Слід також наголосити на тому, що здійснення проектної діяльності може бути реалізоване з використанням різних підходів.

**Щоб реалізувати проект необхідно дотримуватися таких умов:**

поставлена проблема повинна мати дослідницьку й творчу значущість;

компетентність вчителя;

можливість представити свої результати публіці (публікація, постер, альманах і т. д.);

високий відсоток самостійності авторів проекту;

обов'язково наявна структура (етапи, завдання, розподіл завдань і т. д.);

застосування методів дослідження;

пошуку інформації, спілкування з іншими учасниками проекту, створення кінцевого продукту проекту і т. д. за допомогою комп'ютерних технологій.

### Документація проектної діяльності

Зазвичай учні та й вчителі не приділяють уваги для оформлення необхідних документів проекту. Цього не повинно бути, адже належне її здійснення дозволяє:

- учасникам процесу спланувати етапи виконання проекту, визначити мету, спрогнозувати результат;
- учителю контролювати виконання запланованої роботи;
- краще організувати школярів, виховати почуття відповідальності;
- розвинути зв'язне письмове мовлення в науковому й офіційно-діловому стилях;
- є колектором інформації і довідником для роботи над проектом;
- побачити досягнення і розвиток учасників проекту;
- скоротити час пошуку інформації при виконанні наступних проектів спільних тем.

### Є певні вимоги стосовно документації проекту

Учні, складаючи документ проекту, повинні зробити таку собі пояснювальну записку (вона по суті є теоретичною його частиною):

- Титулка (назва навчального закладу, клас, автор проекту, науковий керівник, місто видання, рік видання);
- зміст (перелік частин проекту);

- коротка анотація (стисла характеристика змісту);
- епіграф (не обов'язково);
- вступ;
- основна частина (глави, розділи, параграфи);
- висновки;
- список використаних джерел;
- додатки;
- загальні вимоги доповнюються специфічними, які визначаються певним жанром проекту.

### **Висновки:**

Використання проектних технологій є одним з перспективних напрямків реформування школи. Вони є ефективним засобом формування ключових і предметної компетентностей учнів у процесі навчання фізики. Практично у кожний розділ програми з фізики влючені орієнтовні теми навчальних проектів і зазначено кількість навчальних годин, яка виділяється на цей вид навчальної діяльності учнів на уроці.

Виконання навчальних проектів передбачає сукупну дослідницьку і творчу діяльність учнів, яка спрямована на отримання самостійних результатів за консультативної допомоги вчителя. Учитель здійснює управління такою діяльністю і спонукає до пошукової діяльності учнів, допомагає у визначенні мети та завдань навчального проекту, орієнтовних прийомів дослідницької діяльності та пошук інформації для розв'язування окремих навчально-пізнавальних задач.

У процесі спільної діяльності над проектом в учнів формуються уміння працювати в групі, брати відповідальність за свій вибір, рішення, розділяти відповідальність, аналізувати результати спільної навчальної діяльності. Проектна діяльність спонукає учнів учитися як на своєму досвіді, так і на досвіді інших. Спільна робота над конкретною справою приносить задоволення учням, що бачать продукт власної праці.

Робота над проектом може стати засобом як соціального, так і творчого розвитку всіх суб'єктів освіти – учнів, їх батьків та учителів.

### **Список використаних джерел**

1. Косогова О.О. Метод проектів у практиці сучасної школи. – Х.: «Ранок», 2011.- 144 с.
2. Лернер П. Проектування як основний вид пізнавальної діяльності школярів (на прикладі освоєння ПГ «Технологія») // Завуч. – 2003. - №7. – С. 6-10.
3. Лисенко С. Про проекти //Відкритий урок. 2003. - №17. – С.17-18.
4. Логвін В. Метод проектів у контексті сучасної освіти //Завуч. – 2002. - №26. – С.4.
5. Освітні технології: навч.-метод. посіб. /О.М.Пехота, А.З.Кіктенко, О.М.Любарська та ін.; За заг. ред. О.М.Пехоти. – К.: А.С.К., 2001. – 256 с. [148-162; 128-147]
6. Осмоловський А., Василенко Л. Від навчального проекту до соціальної самореалізації особистості //Шлях освіти. –2000.-№2.

**Салтикова А. І.**  
кандидат фізико-математичних наук, доцент  
**Стома В.М.**  
магістрантка, спеціальність «014 Середня освіта (Фізика)»  
Сумський державний педагогічний  
університет імені А.С.Макаренка  
*stoma.2014@bk.ru*

## **ВИКОРИСТАННЯ ПРОЕКТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НАВЧАННЯ НА СПЕЦІАЛЬНОМУ ФІЗИЧНОМУ ПРАКТИКУМІ**

**Постановка проблеми.** Якість знань завжди є показником ефективності освітнього процесу в будь-якому навчальному закладі. Вона залежить від багатьох об'єктивних і суб'єктивних факторів.

Сучасні випускники повинні бути ініціативними, енергійними, винахідливими, вміти визначати, вибирати кращі і оптимальні рішення, варіанти з тих, що надає їм життя. У сучасних умовах недостатньо бути просто начитаною і освіченою людиною, необхідно творчо реалізовувати свої знання та вміння для вирішення різних проблем у нових умовах. Отже, критерієм якості освіти є, насамперед, вміння застосовувати набуті знання на практиці в конкретних ситуаціях у повсякденному житті.

Сучасний рівень підготовки майбутніх фахівців вимагає розвитку у них дослідницьких навичок роботи, що можна здійснити в процесі вивчення фізики, методами лабораторного практикуму. У фізиці саме експеримент допомагає найбільш повно розкривати сутність досліджуваного явища.

Фізичний практикум передбачає також самостійну роботу студента над курсом. Тому практикум відіграє важливу роль в системі видів занять по вивченню курсу фізики, а саме в практичній і методологічній підготовці.

Самостійне здобування знань, систематизація їх, можливість орієнтуватися в інформаційному просторі, бачити проблему і приймати рішення може відбуватися через проектну діяльність. [9]

Аналіз науково-педагогічної літератури засвідчує, що питання використання проектних технологій при навчанні фізики завжди було актуальним та обумовлювало значний інтерес до нього з боку вчених та практиків [1-4,7, 9-12].

**Мета статті** – дослідити ефективність використання проектних технологій навчання на спеціальному фізичному практикумі.

Для реалізації поставленої мети необхідно виділити такі **завдання**:

1. Здійснити теоретико-методологічний аналіз у науково-педагогічній літературі поняття «проект», «проектна технологія», «дослідницькі проекти».

2. Визначити особливості та основні критерії використання проектних технологій на спеціальному фізичному практикумі.

3. Розробити систему оцінювання проектної діяльності при вивченні явищ мікросвіту на спеціальному фізичному практикумі.

**Виклад основного матеріалу.** До провідних тенденцій реформування вищої освіти належить гуманістична парадигма, що припускає створення умов для прояву індивідуальності, виявлення і оптимальний розвиток креативних можливостей особистості. Однією з інноваційних педагогічних технологій, направлених на її реалізацію, є проектне навчання, або навчання з використанням проектів, що реалізовується в світовій освітній практиці. Проектна діяльність – одна з найперспективніших складових освітнього процесу. Вона створює умови для творчого саморозвитку та самореалізації студентів, формує всі необхідні життєві компетенції, які на Раді Європи були визначені як основні в XXI столітті: полікультурні, мовні, інформаційні, політичні та соціальні.

**Метод проектів** (у сучасній науково-методичній літературі – проектні технології) – це комплексний навчальний метод, який дозволяє індивідуалізувати навчальний процес, дає можливість виявити самостійність у плануванні, організації та контролі своєї діяльності [9].

Як зазначає О. Рибіна: «*Метод проектів* – це педагогічна технологія, орієнтована не на інтеграцію фактичних знань, а на їх використання і здобуття нових (іноді і шляхом самоосвіти)» [10].

У науковій літературі, під час проведення теоретичних і практичних досліджень щодо методу проектів, визначають та обґрунтовують його ознаки [3, 11]. У дослідженнях З.Таран вони розглядаються як органічна і повна узгодженість навчання з життям, з інтересами особистості.

Підходів до класифікації проектів багато. Серед них можна виділити такі:

- за діяльністю, яка домінує в проекті (пошукові, дослідницькі, творчі, рольові, інформаційно – прикладні);
- за предметно – змістовою складовою (моно – або міжпредметні проекти);
- за видом координації проекту (з відкритою координацією або з прихованою координацією);
- за характером контактів (внутрішні: студенти певної групи, курсу, навчального закладу, регіону, країни ; міжнародні: різних країн );
- за кількість учасників проекту (індивідуальні, групові, масові);
- за терміном виконання проекту – короткотривалі (заняття), середньо тривалі (від тижня до місяця), довготривалі (декілька місяців).



Відповідно до першої ознаки можна виділити такі типи проектів:

- інформаційні або ознайомлювальні проекти;
- практично-орієнтовані або прикладні проекти;
- творчі проекти;
- ігрові проекти;
- дослідницькі проекти. [12]

**Дослідницькі проекти** – це проекти, метою яких є отримання наукового знання, що володіє ознаками новизни і теоретичної та / або практичної значущості. Вони тісно пов'язані з логікою дослідження і мають точну і детальну структуру, яка наближена або повністю збігається з справжнім науковим дослідженням. Цей тип проектів включає актуальність обраної теми; формулювання проблеми, визначення об'єкта і предмета дослідження; постановку мети і пов'язаних з нею завдань; висунування гіпотези вирішення означеної проблеми з подальшою її перевіркою; опис методів дослідження (теоретичних і емпіричних); обговорення та оформлення результатів дослідження, висновки; позначення нових дослідницьких проблем; зовнішня оцінка.

Дидактичну цінність проекту можна розглядати в двох аспектах - з точки зору студента або викладача.

З точки зору студента, що навчається, проект - це можливість:

- робити самостійно щось цікаве в групі або індивідуально;
- вирішити цікаву проблему з максимальним використанням своїх можливостей;
- проявити себе, спробувати свої сили, застосувати знання на практиці;
- принести користь;
- публічно показати досягнутий результат тощо.

Для педагога використання проектної технології — це прагнення знайти раціональний баланс між академічними і прагматичними знаннями, уміннями та навичками.

З точки зору викладача проект - це інтегративний дидактичний засіб розвитку, навчання і виховання, яке дозволяє виробляти і розвивати специфічні вміння, навички та компетенції, серед яких:

- проблематизація (розгляд проблемної ситуації, виділення наявних протиріч, формулювання проблеми і підпроблем, постановка мети та завдань тощо);
- формування мети і планування діяльності;
- самоаналіз і рефлексія;
- пошук і критичне осмислення інформації (відбір фактичного матеріалу, його інтерпретація, узагальнення, аналіз);
- освоєння методів дослідження;
- практичне застосування знань, умінь і навичок в нестандартних ситуаціях та ін.

Технологія проектування передбачає розв'язання студентом або групою студентів якої-небудь проблеми, яка передбачає, з одного боку, використання різноманітних методів, засобів навчання, а з другого — інтегрування знань, умінь з різних галузей науки, техніки, творчості. [2]

Результати виконання проектів повинні бути "відчутні": якщо це теоретична проблема, то конкретне її рішення, якщо це експеримент — конкретний результат, готовий до впровадження.

Нами створений спеціальний фізичний практикум з фізики мікросвіту, який розрахований на студентів 3 курсу, у майбутньому — учителів фізики, які вже вивчили загальний курс фізики. У програму включені спеціально розроблені лабораторні роботи. Слід виокремити творчу лабораторну роботу, яка базується на проектній технології. Зміст цієї роботи полягає в розробленні студентом проекту, а саме: створення та постановка власної лабораторної роботи(експерименту); створення віртуальної лабораторної роботи(експерименту); розроблення GIF або Flash анімації за допомогою яких моделюється фізичні явища та процеси з фізики мікросвіту.

Хоча тематика проектів може бути різною, але можна виділити такі основні етапи і сформулювати їх зміст :

1. Пошуковий: визначення теми проекту, пошук та аналіз проблеми, висування гіпотези, постановка мети, формування творчих груп, обговорення методів дослідження.

2. Аналітичний: аналіз вхідної інформації, пошук оптимального способу досягнення мети проекту, побудова алгоритму діяльності, поетапне планування роботи.

3. Практичний: виконання запланованих кроків, оформлення проекту за правилами.

4. Презентаційний: оформлення кінцевих результатів, підготовка та проведення презентації, «захист» проекту.

5. Контрольний: аналіз результатів, коригування, самооцінка проекту, самооцінка діяльності, самооцінка результатів, аналіз успіхів і помилок, оцінка якості проекту. [4]

При оцінюванні проекту по створенню лабораторної роботи з фізики мікросвіту слід враховувати:

- актуальність теми;
- обґрунтованість досліджуваної проблеми;
- відповідність досягненням сучасної фізики мікросвіту;
- відповідність мети, завдань, плану, одержаних результатів обраній темі;
- теоретична, практична або експериментальна цінність;
- новизна, оригінальність;
- обсяг та повнота розробки.

Під час реалізації проекту оцінюється:

— самостійність, ініціативність, творчість, вміння працювати в команді, включатися в обговорення рішень, вміння здійснювати корегування ситуації;

— дотримання плану чи програми діяльності;

— розподіл обов'язків та їх виконання; взаємодопомога та підтримка між учасниками проекту.

Під час захисту проекту враховується:

- якість доповіді (аргументованість, композиція, логіка, чіткість, послідовність, оригінальність);

- ерудованість (чіткість відповіді на питання, обсяг та глибина знань з теми, загальна культура поведінки);

- методика використання наочних та технічних засобів, обладнання;

- вміння провести об'єктивну оцінку власної діяльності та її результатів тощо.

Оцінка результатів проекту здійснюється:

- з позицій реальності та можливості застосування (оригінальність, можливість впровадження);

- універсальності (придатності до реалізації в різних умовах, різними категоріями);

- завершеності, готовності для подальшого застосування;

- обсягу, повноти розробки;

- якості оформлення результатів.

Ми реалізуємо такі чотири основні аспекти розподілу загальної оцінки(ЗО) проектної діяльності: зміст розробки проекту ( 0,25 ЗО ), власна діяльність з реалізації(0,3 ЗО), захист проекту(0,25 ЗО), кінцевий результат(0,2 ЗО).

### **Висновки.**

Проектна технологія навчання забезпечує процес взаємодії між студентом і викладачем на основі співпраці і педагогічної підтримки розвитку.

Студент в ході проектної роботи з носія готових знань перетворюється в організатора пізнавальної діяльності, що стимулює інтерес до певних проблем, самостійне оволодіння новими знаннями і на їх основі набуття практичних навичок розв'язання однієї або цілої низки творчих задач.

Проектна діяльність на спеціальному фізичному практикумі дає можливість гармонійно поєднати теоретичні знання з практичними навичками, сприяє розвитку творчих здібностей студентів.

### **Список використаних джерел**

1. Гольдріна І. О. Робота над тематичним проектом в процесі вивчення предметів гуманітарного та природничого циклів. -Херсон: РІПО, 1999.
2. Зазуліна Л. В. Педагогічні проекти. Хмельницький - Ка'янець - Подільський, „Абетка-Нова”, 2004.
3. Костенко Л.І. Реалізація методу проектів на уроках фізики//Все для вчителя. –

2006. - №5-6. – С.43.
4. Кучменко О. М. Експериментально-практичний навчальний комплекс як засіб активізації самостійної роботи студентів педагогічних університетів при вивченні курсу загальної фізики / О. М. Кучменко // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова: Серія № 3. – Фізика і математика у вищій і середній школі. – К. : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2010. – С. 24 – 29.
  5. Логвін В. Ю. Метод проектів у контексті сучасної освіти //
  6. Завуч. -№26, вересень 2002.
  7. Лобода В.Б., Іваній В.С., Хурсенко С.М. Сучасні методи дослідження структури речовини / Лобода В.Б., Іваній В.С., Хурсенко С.М. / СДПУ ім. А.С.Макаренка– С: Вид-во «Університетська книга», 2010. –259 с.
  8. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования/ Под ред. Е.С.Полат – М., 2000
  9. Мартинюк М.Т, Дудик М.В., Терещук С.І. Вивчення фундаментальних дослідів з атомної фізики засобами інформаційно-комунікаційних технологій. – К.: Науковий світ, 2006. – 119
  10. Педагогика. Учебное пособие / Под ред. П.И. Пидкасистого. – М.:Высшее образование,2006.–220
  11. Рыбина О. К. Проектная деятельность (Лучшие страницы педагогической прессы.) – 2004. – №1. – С.46-49
  12. Таран З. Трансформація ролі педагога в управлінні творчими та практико – орієнтованими проектами //Відкритий урок. – 2004. – №5/6. – С.18-20
  13. Семенюк Е. А. Организация лабораторного практикума при изучении физики в вузе [Текст] // Педагогика: традиции и инновации: материалы междунар. науч. конф. (г. Челябинск, октябрь 2011 г.).Т. II. — Челябинск: Два комсомольца, 2011. — С. 87-89.

**Суйкова А. О.**

магістрантка, спеціальність «Комп'ютерні науки»  
Національна металургійна академія України  
м. Дніпропетровськ,  
*alyonasyjkova@mail.ru*

## **ПРО ФРАКТАЛЬНИЙ ПІДХІД ДО АНАЛІЗУ ТОПОГРАФІЇ ШАРІВ НАНОМАТЕРІАЛІВ**

Одним з найважливіших напрямків розвитку сучасної фізики і фізичного матеріалознавства є дослідження наноматеріалів. До них, серед іншого, відносяться різні плівки, покриття і мембрани, що виготовляються з хрому, дисульфиду молібдену, нітриду бору, титану, графена, силіцена та інших матеріалів, здатних існувати у вигляді моноатомного шару. Їх особливістю є велика схильність до мимовільного стискання в складки під дією сил поверхневого натягування [4]. Вивчення цього процесу має велике значення. Крім суто наукових цілей, результати таких досліджень

дозволяють розробляти методи управління самовільним складкоутворенням шарів наноматеріалів з метою отримання поверхонь із заданою топографією, а отже і властивостями. Практично це дає можливість впливати на механічну міцність поверхні, ступінь її змочуваності, електричну ємність, оптичні властивості шару та інше.

Мимовільно стислий моноатомний шар наноматеріалу являє собою поверхню, яку можна описати за допомогою фрактальної геометрії [2]. Цей підхід є досить ефективним при аналізі найскладніших неевклідових об'єктів. Його застосування до опису, наприклад, складчастого профілю поверхні нан шару хрому, осадженого на скляну підкладку, дозволило розрізнити в його спектрі три основні гармоніки (рівня самоподібності

структури) з характерними розмірами основних елементів у межах, відповідно, від 10 до 15 мкм, від 1 до 2 мкм, та біля 0,1 мкм (рис. 1) [1]. На основі отриманих результатів була побудована з використанням комп'ютерної програми Arophysis графічна модель поверхні розглянутого шару [3]. Її гармонічний аналіз показав хорошу

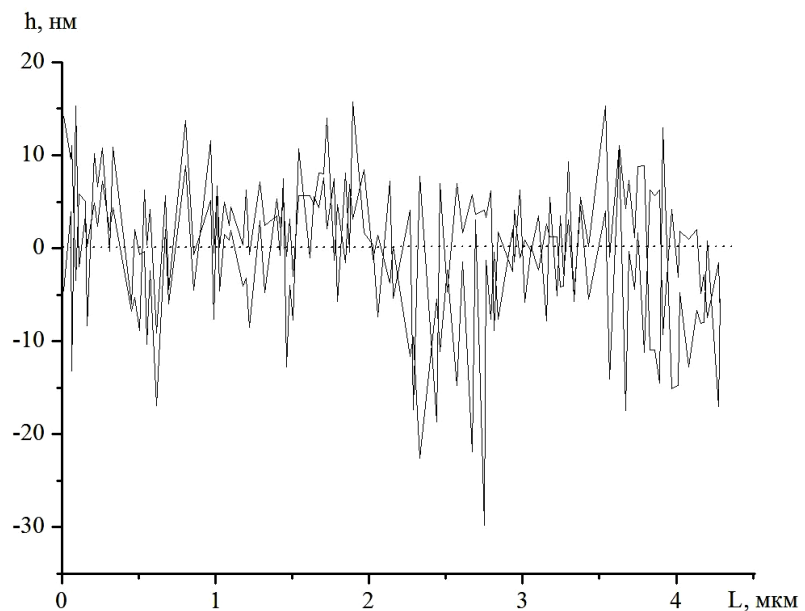


Рис. 1. Друга і третя гармоніки складок у наноплівці хрому

кореляцію обох профілів. Комп'ютерне моделювання дозволило отримати наочне уявлення про топографію шару в різних термодинамічних умовах. Було, наприклад, встановлено, що створення рівномірних потоків при осадженні сприяє зменшенню ступеня складчастості поверхні і створення в шарі більш рівноважного стану.

Виконані дослідження показали, що фрактальний аналіз шарів наноматеріалів дозволяє отримати детальне уявлення про топографію їхньої поверхні. Це дає можливість застосувати для моделювання поверхні профілю нан шарів засоби комп'ютерної графіки. Результати фрактального комп'ютерного моделювання створюють основу для розробки методів керованих змін профілю поверхні нан шару і впливу за рахунок цього на його фізичні властивості.

### Список використаних джерел

1. Антонов А. С., Зыков Т. Ю., Воронова Е. А. и др. Получение 3-D изображений нанопокрытия хрома на стекле и измерение вольт-амперных характеристик // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. – 2013. – № 5. – С. 14 – 19.
2. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. – М.: Институт компьютерных исследований, 2002. – 656 с.
3. Маценко В.Г. Комп'ютерна графіка. – Чернівці: Рута, 2009 – 343 с.
4. Юров В. М., Портнов В. С., Ибраев Н. Х., Губенко С. А. Поверхностное натяжение малых частиц и тонких плёнок // Успехи современного естествознания. Физико-математические науки. – 2011. – № 11. – С. 55 – 58.

*Рекомендовано до публікації кандидатом технічних наук, доцентом Кузнєцовим С. В.*

**Терещенко О. О.**

магістрантка, спеціальність «014 Середня освіта (Фізика)»  
Сумський державний педагогічний  
університет імені А.С.Макаренка  
*Olgater.00@mail.ru*

### ПОНЯТТЯ «ТВОРЧОГО ПОТЕНЦІАЛУ» У ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІЙ ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИЦІ

На сучасному етапі розвитку України все більше очевидної значущості набувають не матеріальні фактори, пов'язані з людським фактором. Усталений розвиток суспільства прямо залежить від ступені та якості розвинення потенціалу сьогоденної учнівської молоді, який зокрема, включає набуті знання, навички, досвід, мотивацію і визначає спроможність людини бути творчою особистістю, здатної до інноваційної діяльності.

Мета дослідження полягає в аналізі й уточненні поняття «творчий потенціал» старшокласника з урахуванням різних підходів та контексту вживання поняття у психолого-педагогічній літературі.

Великий тлумачний словник української мови надає 3 визначення терміну «творчість». З них 1 та 3 належать до досліджуваних нами питань: 1) діяльність людини, спрямована на створення духовних і матеріальних цінностей; 2) діяльність, пройнята елементами нового, вдосконалення, збагачення, розвитку; 3) здатність творити [1].

Англомовні еквіваленти терміну «творчість», згідно зі словником сучасної англійської мови [8]

1. *creativity* (від *creative* - той, хто володіє багатою (творчою) уявою) у загальному розумінні подається як процес генерування або

застосування нових та ефективних ідей, результатів тощо; здатність до творчості;

2. *creating* від *create* - робити щось, чого не існувало до того; винаходити щось;

3. *creation* - діяльність зі створення чогось.

Аналіз показує, що поняття не має єдиного визначення, оскільки застосовується для опису цілого переліку різних категорій: діяльності, здатностей, процесу, явищ, результатів тощо. Для нашого дослідження важливим є визначення універсуму поняття, а саме «створення нового».

Таким чином, можна припустити, у якому б розумінні не застосовувався термін «творчість», мова йтиметься про створення нового. Подібного висновку доходить і М. Мамфорд [8; 10] у своїх дослідженнях творчості, стверджуючи, до речі, що протягом останніх десятиріч учені проявляють певну узгодженість у розумінні поняття «творчість» як створенні нового (оригінального, нестандартного) продукту. Під «продуктом» розуміємо дещо нематеріальне: ідею, теорію, технологію тощо, і реальний фізичний об'єкт: винахід (пристрій).

З огляду на зазначені вище підходи до визначення поняття «творчість» висновок, якого доходить мовознавець В. Феценко стає очевидним: доволі важко стверджувати про можливість існування однозначного розуміння терміну «творчість», але можна зупинитися на визначенні творчості як процесу, пов'язаного з певним способом творчого мислення та особливим устроєм творчої свідомості, а також діяльності, яка породжує дещо якісно нове, чого ніколи раніше не існувало

Дослідники, які переймаються проблемами творчості, не оминають поняття «творчий потенціал», яке інтенсивно застосовується, але має небагато трактувань, відображених у літературних джерелах. В. Моляко [2] пояснює цей факт тим, що «творчий потенціал - це саме та система, яка абсолютно прихована від будь-якого зовнішнього спостереження», тому може здатися, що науковці уникають її визначення. Оскільки контекстний діапазон вживання словосполучення широкий, тлумачення часом дуже різняться, а іноді навіть суперечать одне одному. Незважаючи на це, зіставлення та семантичний аналіз визначень дає змогу виявити спільні підходи в розумінні терміну.

Поняття «потенціал» належить до числа загальнонаукових категорій, що тлумачним словником визначається як «сукупність усіх наявних засобів, можливостей, продукти сил тощо, що можуть бути використані в якій-небудь галузі, ділянці, сфері»; «запас, резерв», а також як «приховані здатності, сили для якої-небудь діяльності, що можуть виявитися за певних умов» [2]. Наведені тлумачення лежать в основі визначень, представлених у науковій літературі.

Аналіз визначень дає підстави розглядати «творчий потенціал» як інтегративну властивість особистості, що базується на природних задатках людини й відображає її можливості здійснювати творчу діяльність у процесі навчання і наступній практичній діяльності.

### Список використаних джерел

1. Великий тлумачний словник української мови: Т.В.Ковальова.-Харків: 2005.- 767 с.
2. Здібності, творчість, обдарованість : теорія, методика, результати досліджень / за ред. В. О. Моляко, О. Л. Музики. – Житомир : Вид-во Рута, 2006. – 320 с.
3. Маркова А.К. Психология труда учителя / А. К. Маркова. – Москва : Просвещение, 1993.- 197 с.
4. Музика О.Л. Криза творчої особистості : суб'єктно-ціннісний підхід до типології / О. Л. Музика //Зб. наук. Праць Інститут психології ім. Г.С . Костюка АНП України. – 2001. – с. 63-72.
5. Ронгинская Т. И. Креативность в образовании: попытка анали за проблемы / Т. И. Рогинская // Сборник научных статей. – Санкт- Петербург: Институт бизнеса и права. – 2010. - №9. – с. 531-532.
6. Розгин В. М. Мышление и творчество. – Москва, 2006 // Электронная публикация :Центр гуманитарных технологий. – 21.09.2013. – Режим доступа: <http://gtmarket/laboratory/basis/6463>
7. Швед М. розвиток творчого мислення як важлива складова формування творчої особистості / Марія Швед, Марія Довгань //Вісник Львів. ун-ту. Серія педагогічна. – 2008. – Вип. 23. – с. 31-37
8. Longman Dictionary of Contemporary English : 3rd ed. - Great Britain, 1995.
9. Mumford M. D. Where have we been, where are we going? Taking stock in creativity research / M. D. Mumford // Creativity Research Journal. - 2003. -Vol. 15. - P. 107-120.
10. Meusburger P. Milieus of Creativity : The Role of Places, Environments and Spatial Contexts / P. Meusburger, J. Funke, E. Winder // Milieus of Creativity : An Interdisciplinary Approach to Spatiality of Creativity/ - Heidelberg: Springer, 2009.- P/ 201-218.

**Титаренко М. О.**

студент, спеціальність «Фізика\*»,

**Ткаченко Ю. А.**

аспірантка, спеціальність «014 Середня освіта (Фізика)»

Сумський державний педагогічний  
університет імені А.С.Макаренка

## **ШЛЯХИ ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАННЯ УЧНІВ ОСНОВ НАНОТЕХНОЛОГІЙ В УМОВАХ ЗАГАЛЬНООСВІТНЬОЇ ШКОЛИ**

Сьогодні нанотехнології є найбільш перспективною галуззю науки і промисловості, а також одним із базових напрямків впровадження 6-го технологічного укладу. Економічно розвинені країни світу, розуміючи перспективність нанотехнологій, активно фінансують дослідження у даній галузі. Наприклад, у США, Японії і Китаю, завдяки динамічному впровадженню досягнень нанонауки, частка продуктивних сил 6-го



технологічного укладу складає близько 5% [3]. В Україні ситуація з становленням шостого технологічного укладу дещо складніша. Основу вітчизняної промисловості становлять третій (більше 30%), четвертий (більше 50%) і п'ятий (близько 10%) технологічні уклади. Отже, промисловість України потребує модернізації: впровадження сучасних досягнень науки, оновлення матеріально-технічної бази, фінансове забезпечення. Важлива роль в даному процесі належить підготовці науковців, здатних генерувати нові ідеї.

Враховуючи економічну ситуацію, Україна не може дозволити собі запросити спеціалістів у галузі нанотехнологій із закордону, тому необхідно заповнювати нестачу кваліфікованих кадрів власними силами. Відповідні заходи щодо підготовки фахівців у галузі нанотехнологій необхідно проводити на всіх рівнях освіти, починаючи зі школи. Сьогодні ситуація в освіті склалася таким чином, що змістове наповнення шкільних програм і підручників не відображає досягнень сучасної науки. Тому, для формування в учнів базових знань про сучасну науку, і нанонауку зокрема, для мотивації випускників у виборі майбутньої професії у галузі нанотехнологій, необхідно модернізувати зміст і структуру освіти на рівні загальноосвітньої школи.

На основі аналізу наукової літератури, наприклад [1; 2], ми виділили три шляхи організації навчання учнів основ нанотехнологій:

- включення окремих питань нанонауки і нанотехнологій у базовий курс фізики;
- викладання елективних курсів і факультативів з основ нанотехнологій;
- організація самостійної позакласної роботи з основ нанотехнологій.

Перший шлях передбачає інтеграцію окремих питань нанонауки і нанотехнологій у відповідні за тематикою уроки фізики. Наприклад, на уроках фізики у 9-11 класах можна було б ввести такі теми: «Механічні властивості нанокристалічних матеріалів» у розділі «Динаміка», «Структура фулеренів» у розділі «Молекулярна фізика і термодинаміка», «Електричні властивості нанотрубок» у розділі «Електричний струм у різних середовищах», «Суперпарамагнетизм наночастинок у розділі «Електромагнітне поле», «Фотонні кристали» у розділі «Хвильова і квантова оптика» і т. п. Зазначимо, що даний підхід не дозволяє сформуванню в учнів цілісного уявлення про нанотехнології, дає лише

загальне уявлення про них, розширює активний словник учня.

Викладання елективних курсів і факультативів з основ нанотехнологій дає можливість задовольняти пізнавальний інтерес учнів, навчання стає більш індивідуалізованим. Курси за вибором і факультативи можуть бути предметні і міжпредметні. Наприклад, предметні елективні курси і факультативи з фізики можуть бути присвячені питанням історії становлення і розвитку нанотехнологій, властивостям нанооб'єктів, застосуванню нанотехнологій тощо. Прикладами міжпредметних елективних курсів і факультативів можуть бути «Плазмо-хімічний синтез і хімічні властивості фулеренів», «Нанофільтри і матеріали», «Біонаносенсиори», «Бактерицидні властивості наночастинок» тощо.

Організація самостійної позакласної роботи з основ нанотехнологій передбачає аналіз наукової літератури, участь у наукових конференціях в рамках діяльності Малої академії наук тощо. Даний підхід дозволяє розвивати в учнів уміння здійснювати пошук, аналіз, синтез і узагальнення необхідної інформації з різних інформаційних джерел, сприяє розвитку творчих здібностей учнів, формування у них потреби в постійному саморозвитку і самореалізації.

Отже, навчання школярів основам нанонауки і нанотехнологій можна організувати трьома шляхами: включення окремих питань нанонауки і нанотехнологій в базовий курс фізики; викладання елективних курсів і факультативів з основ нанотехнологій; організація самостійної позакласної роботи з основ нанотехнологій. Для реалізації запропонованих підходів необхідно розробити відповідні навчальні програми, підручники, навчальні посібники для учнів, методичні рекомендації для вчителів, оновити матеріально-технічну базу шкіл тощо.

#### Список використаних джерел

1. Гальченко Г.А. Нанотехнологии и довузовская подготовка / Г.А. Гальченко, В.И. Логвинов, А.А. Тихонов // Вестник ДГТУ. – 2008. – № 1. – С. 101-105.
2. Идиатулин В. С. Учебные проблемы в преподавании физики / В. С.
3. Идиатулин // Физика в школе. – 2008. – № 2. – С. 59-63.
4. Нанотехнологии как ключевой фактор нового технологического уклада в экономике / под ред. академика РАН С.Ю. Глазьева и профессора В.В. Харитонова. – М.: «Тривант», 2009. – 304 с.

**Трофименко Я.В.**

аспірантка,

**Калінкевич О.В.**

науковий співробітник,

кандидат фізико-математичних наук,

**Кузнецов В.М.**

молодший науковий співробітник,

**Данильченко С.М.**

кандидат фізико-математичних наук,

старший науковий співробітник,

Інститут прикладної фізики

Національної академії наук України,

м. Суми,

*jana.trofimenko@yandex.ua*

## **РЕНГЕНІВСЬКЕ ОПРОМІНЕННЯ ЯК МЕТОД СТЕРИЛІЗАЦІЇ БІОМАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ХІТОЗАНУ**

Біоматеріали на основі хітозану та його сполук є досить вживаними в практичних сферах діяльності людини. Безпосереднє використання в медицині і фармації вимагає стерилізації: повному руйнуванню або ліквідації всіх форм мікроорганізмів. Деякі методи стерилізації змінюють структуру, активізують реакційну здатність функціональних груп матеріалу, що призводить до змін властивостей біополімерів [1]. Ця робота спрямована на дослідження рентгенівського опромінення як метода стерилізації біоматеріалів на основі хітозану та його сполук. На підставі результатів можна зробити висновок, що рентгеном знищуються всі відомі нам мікробіологічні агенти.

Для дослідження використовували гелі на основі хітозану.

Опромінення зразків було проведене на дифрактометрі ДРОН-4-07 (НВП «Буревестник»). У якості джерела випромінювання застосовувалась рентгенівська трубка з мідним анодом (довжина хвилі 0,154 нм). Значення сили струму і напруги на трубці складали 20 мА та 40 кВ. Опромінення відбувалось зі знятими фокусуєчими щілинами безпосередньо біля берилієвого вікна трубки. Потужність експозиційної дози становила  $\sim 1,3$  мкР/с.

Для дослідження стерильності гелів на основі хітозану посів проводився на тверді поживні середовища. 0,1 мл гелю розводили в 0,1 мл фізіологічного розчину (0,9% NaCl), з цієї суміші відбирався 0,1 мл рідини, який висівався методом газону на агар Ендо, кров'яний агар (інкубація 24 год при  $36 \pm 2$  °C) і агар Сабуро (інкубація 48 год при  $36 \pm 2$  °C). По

закінченню строку експозиції на чашках Петрі визначали загальне мікробне осіменіння. Стерильність була підтверджена абсолютно в усіх зразках.

Рентгенівське опромінення досить економічно вигідний і масштабний засіб, який є надійним методом стерилізації біоматеріалів на основі хітозану та його сполук, але, нажаль змінює фізико-хімічні властивості досліджуваного біополімеру.

#### Список використаних джерел

1. Paula Rulf Marreco, Patrícia da Luz Moreira, Selma Candelária Genari, Ângela Maria Moraes. Effects of different sterilization methods on the morphology, mechanical properties, and cytotoxicity of chitosan membranes used as wound dressings // Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials Volume 71B, Issue 2, pages 268-277

**Хелемеля О.В.**

молодший науковий співробітник,  
Інститут прикладної фізики  
Національної академії наук України,  
м. Суми,  
*xvdm@mail.ru*

### ВПЛИВ СИЛЬНОГО ЗОВНІШНЬОГО МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ГАЛЬМІВНУ ЗДАТНІСТЬ ЕЛЕКТРОННОГО ГАЗУ

В рамках квантово польового підходу отримано аналітичні вирази для діелектричної сприйнятливості електронного газу в сильному магнітному полі.

$$\begin{aligned}
 \text{Im}\kappa(\vec{k}, \omega) &= \frac{\pi \omega_p^2}{2 \omega_0^2} \frac{1}{\delta_0} \frac{1}{\sqrt{2\pi\tau}} \frac{1}{q^2 q_z} \exp\{-\xi_2^2\} \times \\
 &\times \left[ 1 - \exp\left\{-\frac{2w\delta_0}{\tau}\right\} \right] \exp\left(-a^2 \frac{1 + \exp(-\beta)}{1 - \exp(-\beta)}\right) \times \\
 &\sum_{s=0}^{\infty} I_s \left( \frac{\exp\left(-\frac{\beta}{2}\right)}{1 - \exp(-\beta)} \right) \exp\{-\xi_{hs}^2\} \cosh\left\{s \frac{hw}{q_z^2 \tau}\right\}. \\
 \text{Re}\kappa(\vec{k}, \omega) &= \frac{\pi \omega_p^2}{4 \omega_0^2} \frac{1}{\delta_0} \frac{1}{\sqrt{2\pi\tau}} \frac{1}{q^2 q_z} \exp\left(-a^2 \frac{1 + \exp(-\beta)}{1 - \exp(-\beta)}\right) \times \\
 &\sum_{s=0}^{\infty} I_s \left( \frac{\exp\left(-\frac{\beta}{2}\right)}{1 - \exp(-\beta)} \right) \left\{ \exp\left(-s \frac{\beta}{2}\right) \times \right. \\
 &\left[ e^{-(\xi_1 - \xi_{hs})^2} \text{erfi}(\xi_1 - \xi_{hs}) - e^{-(\xi_2 + \xi_{hs})^2} \text{erfi}(\xi_2 + \xi_{hs}) \right] + \\
 &\left. \exp\left(s \frac{\beta}{2}\right) \times \right. \\
 &\left[ e^{-(\xi_1 + \xi_{hs})^2} \text{erfi}(\xi_1 + \xi_{hs}) - e^{-(\xi_2 - \xi_{hs})^2} \text{erfi}(\xi_2 - \xi_{hs}) \right] \left. \right\}.
 \end{aligned}$$

Розраховано гальмівну здатність електронного газу для сильних полів, випадок замагніченого електронного газу

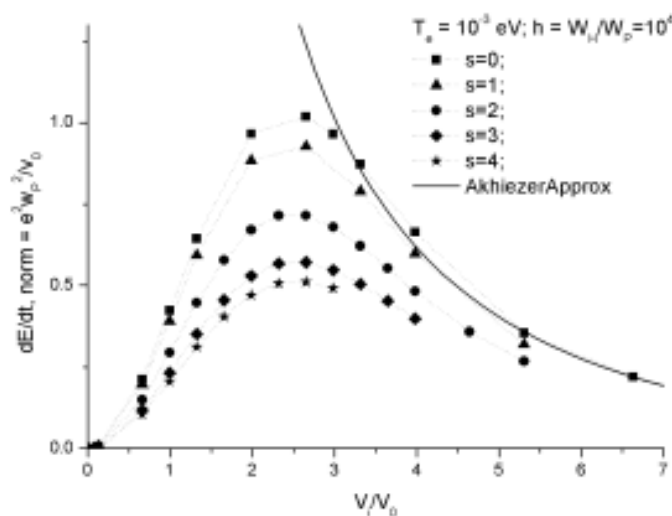


Рис.1. Залежність втрат енергії від швидкості налітаючої частинки для різної кількості членів суми. Температура електронного газу  $T_e = 10^{-3}$  eV.

Показано, що у випадку сильних магнітних полів достатньо врахувати кілька перших членів у виразі для діелектричної сприйнятливості.

**Хмель О.В.**

студентка, спеціальність «Фізика\*»,  
Сумський державний педагогічний  
університет імені А.С.Макаренка

## ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ДИСТАНЦІЙНОЇ ОСВІТИ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ

В даний час існують особливі вимоги до системи вищої освіти, орієнтована не тільки на передачу знань студентів, але й у формуванні безперервної необхідності незалежної самоосвіти, самостійного творчого піходу до отримання знань протягом усього їхнього активного життя.

В даний час висока якість освітнього процесу неможливо без ефективних інформаційних і комунікаційних технологій. Особливе значення надається розвитку і використанню електронних навчальних курсів, які передбачають, що всі студенти академічної групи, без винятку, будуть залучені в процес навчання. Проте, досвід показує, що студенти і викладачі недостатньо підготовлені до ефективно організованої самостійної роботи, і є багато питань, які повинні бути розглянуті.

Згідно з концепцією модернізації освіти основною метою вищої школи є формування творчої особистості випускника з набором компетенції, які проявляються в здатності вирішувати проблеми і завдання різних сферах діяльності людини, випускника, здатної до саморозвитку,

самоосвіти, професійного розвитку, і володіє соціальною та професійною мобільністю і здатна до інноваційної діяльності. Особливу роль у формуванні вищезазначених якостей призначених для самостійної роботи студентів, представляє не тільки форма освітнього процесу, а й фундамент для навчання конкурентоспроможного випускника. Сьогодні треба перетворити студента з пасивного споживача знань в активного Творця, що вміє сформулювати проблему, проаналізувати шляхи її вирішення і досягати оптимального результату. Ступінь активності студентів у навчанні, пізнавальному і творчому процесі, а також результативність освітнього процесу визначається цілеспрямованою організацією всіх видів самостійної роботи. Не секрет, що насправді це далеко не так. Результати досліджень свідчать, що студент самостійно вивчає матеріал спостерігається лише в 23% випадків і 77% студентів займаються самостійним вивченням лише зрідка. Це можна пояснити насамперед тим, що на даному етапі, і учні, і вчителі не достатньо підготовлені для ефективної організації самостійної роботи студентів.

У вирішенні цієї проблеми, поява нових освітніх технологій, а також спеціальні комп'ютерні програми пропонують широкий спектр можливостей. Наприклад, В. І. Андрєєв відзначає, що в останні роки спостерігається, що хороша освіта в ХХІ столітті практично неможливо без ефективного використання інформаційно-комунікаційних технологій, такі технології охоплюють більший освітній простір з урахуванням сучасної освітньої діяльності.

Таким чином, на сьогоднішній день, досягнення високого рівня навчально-виховного процесу неможлива без використання ефективних інформаційних і комунікаційних технологій. В цьому відношенні особлива роль відведена дистанційному навчанню, яке включає наступні важливі аспекти:

- відповідний рівень підготовки сучасних вчителів;
- введення в освітній процес нових інформаційних і комунікаційних технологій (ІКТ), передового досвіду вітчизняних та зарубіжних освітніх установ при використанні дистанційного навчання;
- створення сприятливих умов для освітньої та методичної діяльності викладацького складу;
- збільшення частки самостійної роботи студентів при вивченні дисципліни;
- електронні освітні банки поповнення ресурсів.

Отже, для створення системи дистанційного навчання необхідна багаторічна науково-дослідна і практична діяльність, у ході якої були б вирішені питання відбору змісту освіти, створення необхідних методів навчання, розробки технічних і програмних засобів, їх змістового наповнення, підготовки необхідних спеціалістів, формування критеріїв відбору учнів для навчання з кожного напрямку і багато інших питань.

**Шульга М.Ю.**

студент, спеціальність «Фізика\*»,  
Сумський державний педагогічний  
університет імені А.С.Макаренка

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ $\gamma$ -ВИПРОМІНЮВАННЯ З РЕЧОВИНОЮ**

За століття розвитку фізики як науки, було зроблено багато відкриттів і всі вони проявляються у різних сферах людської діяльності. Одним з них є явище радіоактивності, саме воно стало унікальним інструментом у вивченні структури і процесів у ядрі, дало поштовх до розвитку енергетики. За досить малий проміжок часу фізика зробила суттєвий крок у його дослідженні: була відкрита штучна радіоактивність, дослідженні нові види радіоактивності, визначенні їх характеристики та розроблені теорії. Перші експерименти виявили «класичні» види радіоактивності, такі як: альфа, бета, гамма та інших. На сьогоднішній день існує ще низка питань, які потребують розв'язання, тому дослідження радіоактивності продовжуються. Цікавими є дослідження  $\gamma$ -випромінювання. Хоча дія гамма-променів небезпечна для живих організмів, вони знайшли застосування в медицині та інших технічних галузях.

Гамма випромінювання – це випромінювання, яке має електромагнітну природу. Спектр  $\gamma$ -випромінювання лежатиме в тій частині спектру електромагнітних хвиль, що відповідає найбільшим частотам. За своєю природою воно дуже схоже на рентгенівські промені, але має коротшу довжину хвилі ( $\lambda < 10^{-8}$  см). Гамма-випромінювання було відкрито Полем Віллардом, французьким хіміком і фізиком, у 1900 році. Його електромагнітна природа була доведена в 1914 році Ернестом Резерфордом. Гамма-випромінювання утворюється у результаті розпаду радіоактивних ядер, елементарних частинок, при анігіляції пар частинок-античастка, а також при проходженні швидких заряджених частинок через речовину.

$\gamma$ -промені при проходженні через речовину взаємодіють з атомами, атомними ядрами та електронами. Відомо декілька механізмів взаємодії гамма випромінювання з речовиною, а саме: фотоефект, ефект Комптона, утворення електрон-позитронних пар, ефект Мессбауера тощо.

Взаємодія  $\gamma$ -кванта з атомом, внаслідок якої  $\gamma$ -квант вибиває з атома електрон має назву фотоефекту. Частина енергії  $\gamma$ -кванта йде на розрив зв'язку електрона з ядром, інша - перетворюється в кінетичну

енергію електрона. Це явище має ряд особливостей. По-перше воно відбувається тільки тоді, коли енергія  $\gamma$  - кванта більша за енергію зв'язку електрона в оболонці атома. По-друге, фотоелектричне поглинання  $\gamma$ -квантів з ростом енергії зв'язку електронів в атомі збільшується. Якщо електрони в атомі слабо зв'язані то фотоелектричний ефект майже не спостерігається.

Якщо енергія гамма-квантів у багато разів перевищує енергію зв'язку електрона, то такий електрон вважається вільним. При розсіюванні гамма-квантів на таких електронах відбувається цікавий ефект, що має назву «ефект Комптона». Комптонівське розсіювання є результатом пружного зіткнення фотона з електроном, причому частина енергії та імпульсу передається від фотона електрону.

Черговою властивістю  $\gamma$ -квантів є утворення пари частинок: електрона і позитрона. Як результат маємо те, що вся енергія  $\gamma$  - кванта перетворюється в енергію спокою електрона й позитрона і в кінетичні енергії цих частинок.

Цікавим є ефект відкритий Мессбауером в 1959 році. У 1961 році за відкриття і теоретичне обґрунтування явища ядерного гамма-резонансу Р. Л. Мессбауеру була присуджена Нобелівська премія. Ефект Мессбауера - це явище резонансного поглинання  $\gamma$ -квантів атомними ядрами. Виявлений ефект пояснюється тим, що коли атом перебуває у складі решітки твердого тіла, то віддачі немає. У дуже охолоджених кристалах, завдяки квантовим явищам, рух атомів набуває колективного характеру, енергія віддачі передається не окремим атомам, а коливанням усього кристалу — фононам. Як наслідок, маса, яка отримує віддачу, значно зростає, зменшуючи втрати енергії. Отже, стає можливим поглинання ядром гамма-кванту, який утворився в результаті випромінювання ідентичного ядра. Все це покладено в основу, такого методу дослідження речовини як гамма-спектроскопія або мессбаурівська спектроскопія. Цей метод знайшов широке використання у фізичному матеріалознавстві, біології та хімії. Одним з вражаючих застосувань методу став експеримент Паунда і Ребки, які в 1960 р. виміряли в лабораторних умовах гравітаційне зміщення гамма-квантів, передбачене загальною теорією відносності.

Дослідження взаємодії  $\gamma$ -випромінювання з речовиною має важливе значення, так як ефекти, що виникають при цьому досить різноманітні і можуть використовуватися в різних галузях та сферах суспільного життя.



**Шульженко А.В.**  
аспірант,  
Інститут прикладної фізики  
Національної академії наук України,  
м. Суми,  
*diplomka93@yandex.ru*

## МЕТОД РЕЗЕРФОРДІВСЬКОГО ЗВОРОТНОГО РОЗСІЮВАННЯ ПРИ АНАЛІЗІ РОЗПЛАВЛЕНИХ МЕТАЛІВ

Ядерно-фізичний метод дослідження твердих тіл, так званий метод зворотного Резерфордівського розсіювання, заснований на застосуванні фізичного явища - пружного розсіювання прискорених частинок на великі кути при їх взаємодії з атомами речовини. Цей метод досить давно використовується в ядерній фізиці для визначення складу мішеней шляхом аналізу енергетичних спектрів назад розсіяних частинок. Аналітичні можливості Резерфордівського розсіювання легких частинок отримали широке застосування в різних областях фізики і техніки, починаючи від електронної промисловості і закінчуючи дослідженнями структурних фазових переходів у високотемпературних з'єднаннях. Для експерименту був вибраний сплав Ві-Sn. Сплав готувався у тиглі із нержавіючої сталі на повітрі. Після плавлення Ві до розплаву додавався Sn, після розплавлення суміш перемішувалась металеву проволочкою. Вага компонентів сплаву підбиралась щоб в результаті отримати сплав із стехіометричною концентрацією  $\text{Vi}_3\text{Sn}_2$ . Це відповідає атомарній концентрації Ві -60% і Sn -40%, при переведенні до масових концентрацій отримуємо 72,3 % мас. для Ві і 27,7 % мас. для Sn. Енергетичний-RBS спектр Ві-Sn при кімнатній температурі приведений на рис. 1.

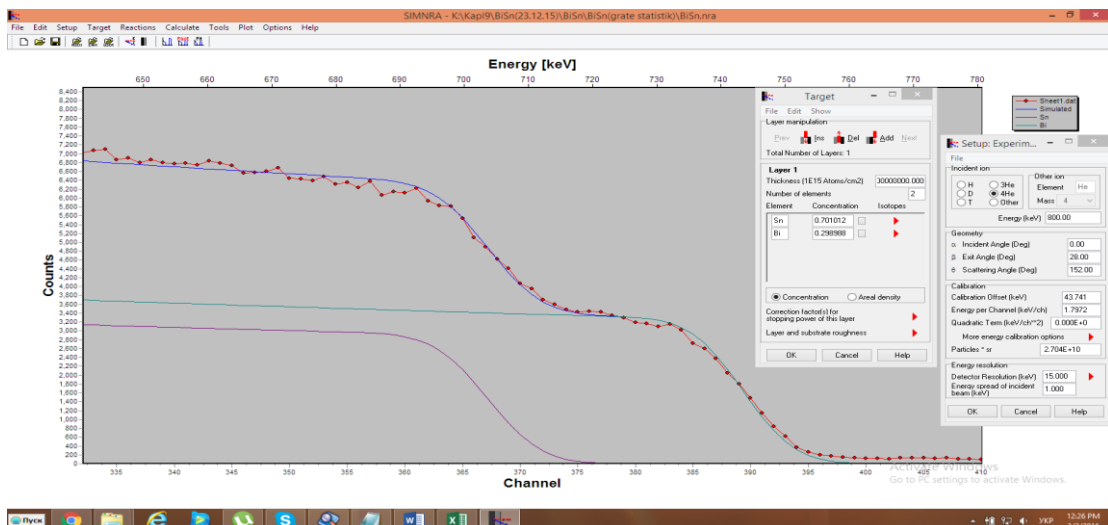


Рис. 1. Енергетичний-RBS спектр Ві-Sn при кімнатній температурі

## Енергетичний-RBS спектр Bi-Sn при температурі плавлення на рис. 2.

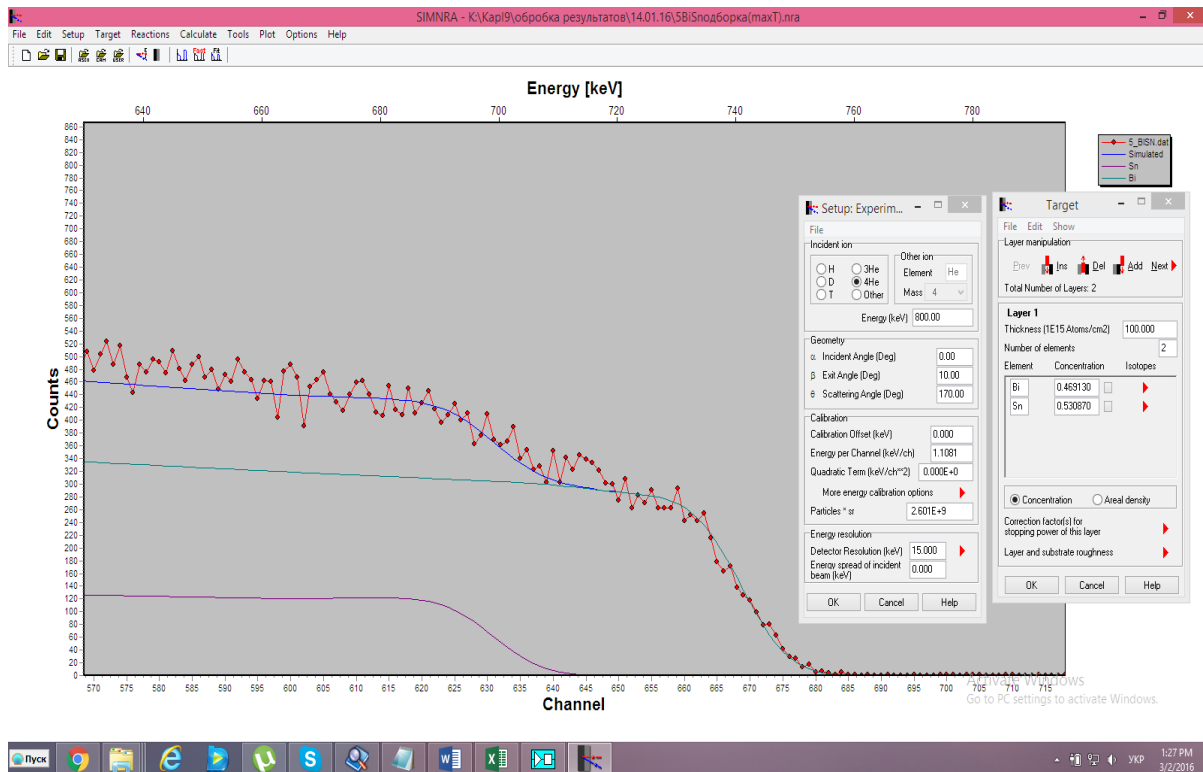


Рис. 2. RBS спектр сплаву при температурі плавлення (150 С).

Із спектрів видно, що при зростанні температури розподіл компонентів в при поверхневому шарі розплаву змінюється, а саме зростає концентрація Ві. Так в нашому випадку концентрація Ві в при поверхневому шарі зросла з 29 атомн.% до 47 атомн.%.

Для подальшої роботи було запропоновано промоделювати даний експеримент в програмному пакеті GEANT4. При використанні програмного пакету GEANT4 очікувалось отримати відповіді на 3 основних запитання:

1. Отримати кутовий розподіл виходу РЗР спектра, а також оцінити вплив багатократного розсіювання.
2. Оцінити вплив кривизни і шорсткості поверхні.
3. Оцінити вплив температури на активність сегрегації.

На даний момент написаний програмний код для 95% експерименту, а саме: зроблена мішень сферичної форми із заданим вмістом компонент, зроблений детектор заряджених частинок розташований під потрібним кутом, а також запрограмована фізика для пучка протонів і тд. Результати представлені на рис3.

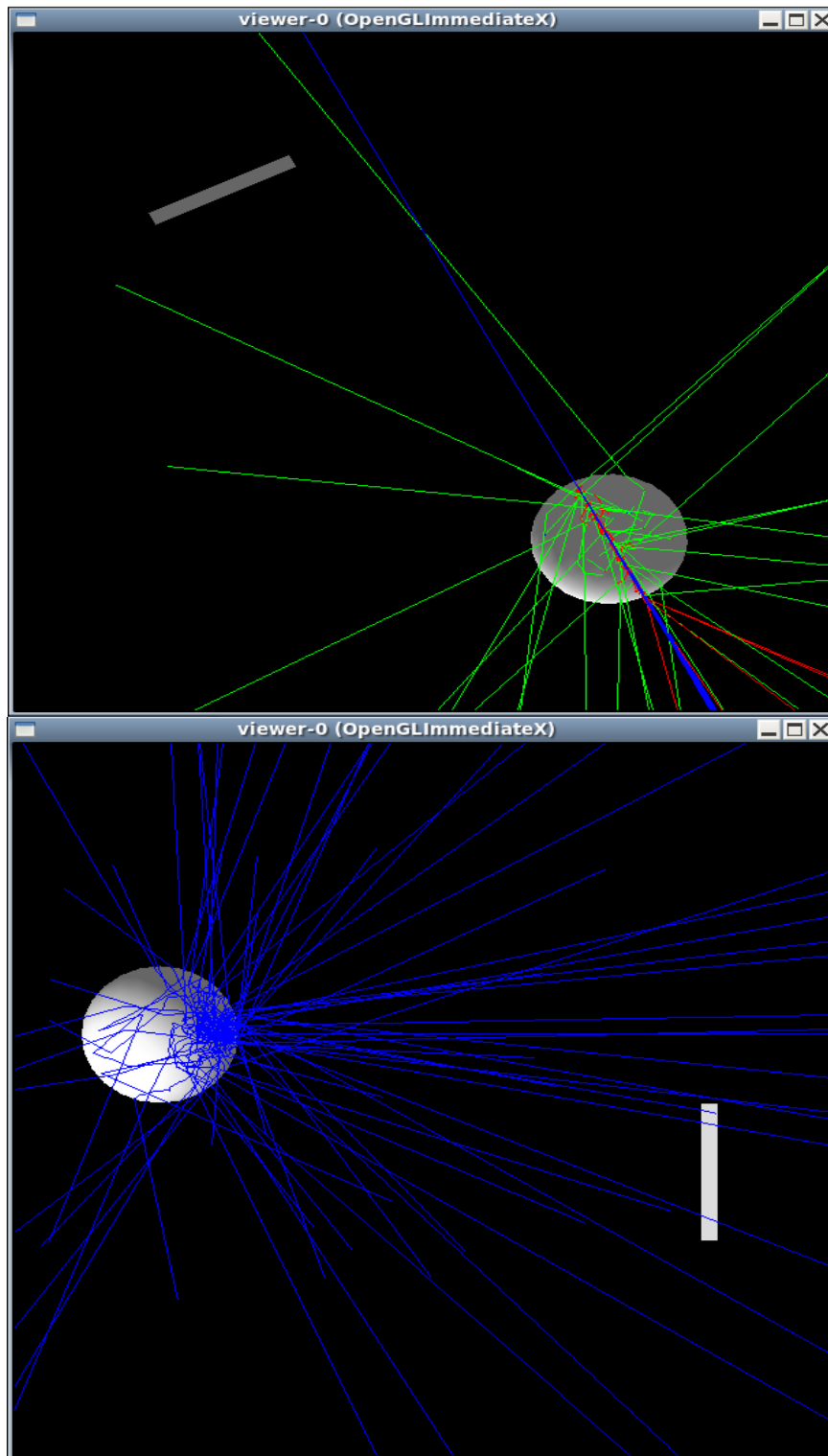


Рис. 3. Моделювання експерименту в GEANT4 (сині треки відповідають протонам, червоні – електронам, зелені - фотонам)

### Список використаних джерел

1. Computer simulation of channeling in single crystals. P.J.M. Smulders and D.O. Voerma, Nucl. Instr. and Meth. B29(1987)471
2. Биндер К., Хеерман Д. В. Моделирование методом Монте-Карло в статистической физике. — М.: Физматлит, 1995. — 144 с.
3. Склярова Е.А., Малютин В.М. Компьютерное моделирование физических явлений: Учебное пособие. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. — 152 с.

**Юрченко А.О.**

викладач кафедри інформатики  
Сумський державний педагогічний  
університет імені А.С.Макаренка  
*a.yurchenko@fizmatsspu.sumy.ua*

## **ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВОЇ ЛАБОРАТОРІЇ ПІД ЧАС ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ З ФІЗИКИ**

На сьогодні, в школах почали з'являтися більш сучасні інструменти для дослідження фізичних явищ та процесів. Здебільшого це відноситься до предметів фізико-математичного профілю, адже застарілі лабораторні установки, пристрої вимірювання фізичних величин давно вже повинні бути оновлені, а, як відомо, не кожний навчальний заклад має такі можливості на оновлення. І зрештою вже у багатьох школах країни впроваджують лабораторні роботи з використанням віртуальних або цифрових лабораторій. Опис та можливості використання таких лабораторій описано в роботах [2; 3; 5-8].

Вважаємо, що більше уваги все ж таки треба приділити цифровим фізичним лабораторіям (ЦЛ). Адже в них нікуди не зникла необхідність робити виміри руками дослідника, в той час як у віртуальних лабораторіях навіть ці виміри робить замість дослідника комп'ютер. А підрахунки можна і визначити автоматично у спеціальних програмах. Вибір ЦЛ для дослідів та експериментів є індивідуальним для кожного, оскільки вони відрізняються певними властивостями. Характеристика деяких найбільш поширених ЦЛ наведена у [1; 4]. Нам імпонує ЦЛ FourierEdu. Застосування у навчальному процесі FourierEdu має на меті полегшити розуміння фізичних явищ, підвищити інтерес до досліджуваних дисциплін, розширити дослідницьку складову у вивченні природничих наук, а також навчити користуватися інформаційними технологіями як сучасним і зручним інструментом.

У зв'язку з цим пропонуємо проект шкільної лабораторної роботи з фізики «Дослідження механічних коливань». Метою такої лабораторної роботи з використанням ЦЛ FourierEdu є: дослідити рух тіла, підвішеного на пружині, за допомогою датчика відстані ЦЛ; одержати графік шляху від

часу засобами спеціалізованої програми MultiLab; навчитися знімати отримані на екрані дані і застосовувати їх для знаходження періоду механічних коливань тіла.

Для проведенні роботи з використанням ЦЛІ потрібні таке обладнання і матеріали: штатив, датчик відстані, реєстратор даних NovaLink, ноутбук або комп'ютер, 2 пружини різної жорсткості, два вантажі різної маси.

**Хід роботи.**

1. Зберіть установку відповідно до рис 1.
2. Закріпіть датчик відстані в штативі.
3. Підключіть датчик відстані до першого порту реєстратора даних.
4. Закріпіть пружину в штативі. До пружини треба підвісити вантаж так, щоб вантаж, пружина і датчик перебували на одній вертикальній осі.
5. Встановіть вантаж так, щоб при його русі відстань між ним і датчиком була не менше 20-40 см від датчика.
6. Запустіть програму MultiLab на комп'ютері до якого підключений реєстратор даних та встановіть необхідні параметри вимірів.

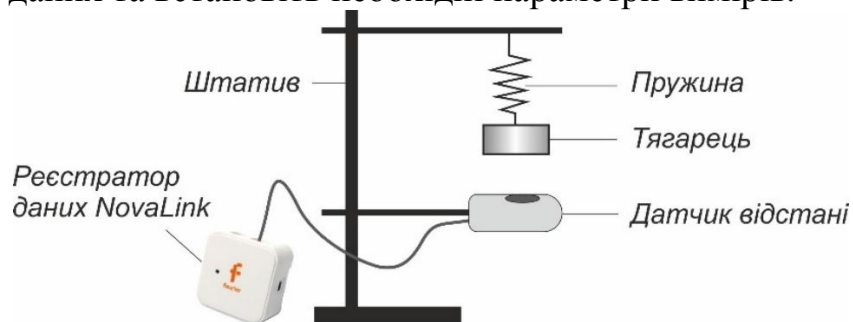


Рис. 1. Експериментальна установка до лабораторної роботи

7. Почніть реєстрацію даних. Для цього натисніть кнопку *Пуск*.
8. Змістіть вантаж, задавши початкове зміщення, спостерігайте за його рухом і графіком, який з'являється на екрані програми MultiLab.
9. Зупиніть реєстрацію.  
Розгляньте і проаналізуйте отриманий на екрані графік.
10. Отримані дані запишіть в табл. 1. Повторіть дії п. 4-9 змінюючи вантаж іншої маси та пружину іншої жорсткості.

Таблиця 1

Вантаж, $m_2$	Перша пружина		Друга пружина	
	Відстань (м)	Проміжок часу (с)	Відстань (м)	Проміжок часу (с)
$m_1 =$				
$m_2 =$				

11. Зробіть висновки, як змінюється період механічних коливань в залежності від маси тягарця та жорсткості пружини, на якому він підвішений.

Не можна заперечувати той факт, що використання ЦЛІ як інструмента, особливо яскраво підкреслює роль дослідництва в науковій

роботі, оскільки вимагає від виконавця не тільки освоєння, власне, лабораторії, програмного забезпечення, принципу роботи, а і вміння його використати при розв'язуванні прикладних задач. В цьому плані освоєння цифрових лабораторій відіграє позитивну роль в становленні майбутнього вчителя і науковця. А з активним поширенням ЦЛ на теренах України – вміння працювати з ними та використовувати їх у своїй професійній вчительській діяльності є одним з головних компонентів ІКТ-компетентності сучасного вчителя.

#### Список використаних джерел

1. Кудін А.П., Юрченко А.О. Програмне забезпечення реальних фізичних лабораторних практикумів / А.П. Кудін, А.О. Юрченко. // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна / [редкол.: П. С. Атаманчук(голова, наук. ред.) та ін.]. — Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка. – 2015. — Вип. 21: Дидактика фізики як концептуальна основа формування компетентнісних і світоглядних якостей майбутнього фахівця фізико-технологічного профілю. – С. 248–251.
2. Семеніхіна О., Юрченко А. Формування інформатичної компетентності вчителя математики і фізики на основі використання спеціалізованого програмного забезпечення / О. Семеніхіна, А. Юрченко. // Наукові записки. – Випуск 8. – Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 3. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2015 – С. 52-57.
3. Хворостіна Ю., Юрченко А. Віртуальна лабораторія як складова сучасного експерименту// Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота». – Ужгород : Видавництво УжНУ «Говерла». – Випуск 2(39). – 2016. – С. 281-283.
4. Юрченко А. Цифрові фізичні лабораторії як актуальний засіб навчання майбутнього вчителя фізики // Фізико-математична освіта. Науковий журнал. – Суми : СумДПУ ім. А.С.Макаренка, 2015. – № 1 (4). – С. 55-63.
5. Юрченко А.А. Виртуальные лаборатории в учебной физической среде [Електронний ресурс] / А.А. Юрченко // Інформаційні технології в професійній діяльності – 2016. – №10. – Режим доступу до ресурсу: <http://e.itvdp.in.ua/index.php/itvdp/article/view/46>
6. Юрченко А.О. Про віртуальні та цифрові фізичні лабораторії / Наукові доповіді викладачів фізико-математичного факультету. – Суми : Вид-во фізико-математичного факультету СумДПУ імені А.С. Макаренка, 2016. – Випуск 1.– С.126-136.
7. Юрченко А. Огляд цифрових фізичних лабораторій як комп'ютеризованих лабораторних систем / Інновації у вищій освіті – комунікація та співпраця у сучасному університетському середовищі за допомогою специфічних цифрових інструментів: [Міжнародна колективна монографія]; (за заг. ред. д.пед.н., проф. Наказного М. О.). — Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2015. — С. 180-191.
8. Юрченко А.О. Про цифрові лабораторії як сучасного засобу навчання майбутніх учителів фізики / Теоретико-методичні засади вивчення сучасної фізики та нанотехнологій у загальноосвітніх та вищих навчальних закладах: матеріали I Міжрегіональної науково-методичної конференції, м. Суми, 26-27 листопада 2015 р. – Суми: СумДПУ, 2015. – С. 87-90.

**Ярошко І.А.**  
студентка, спеціальність «Середня освіта. Фізика»,  
**Деревенчук Р.М.**  
студент, спеціальність «Середня освіта. Фізика»,  
Рівненський державний  
гуманітарний університет,  
*iryayaroshko@mail.ru*

## **ФОРМУВАННЯ ПОНЯТЬ ВЛАСНОЇ І ДОМІШКОВОЇ ПРОВІДНОСТІ НАПІВПРОВІДНИКІВ НА ОСНОВІ ЗОННОЇ ТЕОРІЇ**

**Актуальність.** В наш час використання напівпровідникових приладів надзвичайно широке, що докорінно змінило не тільки промислові технології, але й побут людства. Нові можливості спілкування та обміну інформацією вже не є дивиною, сприймаються новим поколінням як належне.

**Завдання та результати.** З енергетичної точки зору, розрив валентного зв'язку між атомами означає перехід електрона зі звичайного стану, тобто валентної зони, на більш високий енергетичний рівень – в зону провідності. В ній електрон може збільшити свою енергію під дією електричного поля, переходячи з одного вільного рівня на інший. Але внаслідок руху електронів із заповненої валентної зони з'являються дірки – незайняті енергетичні рівні, на які можуть переходити електрони валентної зони. В цьому випадку говорять не про рух електронів, а про рух вакантних місць – дірок. Рух дірок еквівалентний руху позитивно заряджених частинок із зарядом електрона. В чистому напівпровіднику число електронів, які перейшли в зону провідності, рівне числу дірок, які утворилися у валентній зоні. І ті й інші приймають участь у створенні електричного струму.

В абсолютно чистому напівпровіднику при звичайній температурі постачальником електронів провідності є заповнена валентна зона. Для переходу електронів із валентної зони в зону провідності необхідно затратити енергію, рівну «ширині» забороненої зони. В протилежному випадку навіть при наявності електричного поля ніякої провідності у напівпровіднику виникнути не може, тому що електрони в заповненій валентній зоні не можуть вийти за межі зони, тобто змінити свій енергетичний стан. Електропровідність напівпровідників також залежить від наявності в решітці різних домішок. При внесенні в напівпровідник домішки з меншою валентністю, ніж основної речовини, отримуємо діркову провідність напівпровідника, і, навпаки, домішки з більш високою валентністю, ніж основна речовина, створюють електронну провідність. В результаті введення домішкових атомів концентрація вільних носіїв струму у напівпровіднику збільшується і попередня рівновага між кількістю вільних електронів і дірок порушується. Провідність, спричинена домішками, називається домішковою

провідністю, а самі напівпровідники – домішковими напівпровідниками. Домішкові напівпровідники, в яких основними носіями струму є електрони, називаються електронними або *n-типу*, домішки, які створюють у напівпровідниках електронну провідність, називають донорними домішками.

Після цього переходять до розгляду механізму створення домішкової діркової провідності. Учням пояснюють, що для отримання діркової провідності в напівпровідники вносять домішки, валентність яких на одиницю менша, ніж валентність атомів самого напівпровідника. Загальне число дірок в напівпровіднику стає більшим, ніж вільних електронів. Тому основними носіями струму будуть дірки, а не основними – електрони. Домішкові напівпровідники, в яких основними носіями струму є дірки, називаються дірковими або *p-типу*, а домішки, які створюють у напівпровіднику діркову провідність, називаються акцепторними домішками.

Для пояснення домішкової провідності за зонною теорією досить розглянути положення зон основного напівпровідника і його домішки. При введенні у напівпровідник домішкових атомів валентні електрони цих атомів розміщуються на окремих вузьких енергетичних рівнях, розміщених в забороненій зоні основного напівпровідника. Рівні домішкових атомів можуть бути як зайнятими, так і вільними. Зайняті рівні донорних домішкових атомів розміщені в забороненій зоні поблизу нижнього краю зони провідності і як би зменшують ширину забороненої зони від  $\Delta E$  до  $\Delta E_n$  (рис. 1). Під дією теплового руху частина електронів з домішкових рівнів переходить в зону провідності, збільшуючи концентрацію в ній електронів. Утворені при цих переходах діркові рівні не будуть заповнені електронами із нижньої валентної зони, так як остання розміщена від них на значній енергетичній відстані.

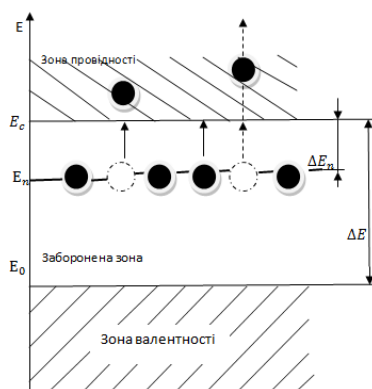


Рис. 1. Схема розміщення енергетичних рівнів донорних домішкових атомів у напівпровіднику

Вільні рівні акцепторних домішок розміщуються поблизу верхнього краю валентної зони (рис. 2). В цьому випадку для переходу електронів із валентної зони на домішкові рівні потрібно затратити значно менше енергії ніж для переходу електронів в зону провідності. Тому із-за теплового руху електрони будуть переходити із валентної зони на рівні домішок, звільнюючи енергетичні рівні у валентній зоні, тобто створюючи в ній дірки. Отже,



отримуємо напівпровідник із дірковою провідністю. Таким чином, у домішковому електронному напівпровіднику в зону провідності електрони постачають атоми домішок; у домішковому діркового напівпровіднику атоми домішок «поглинають» електрони із валентної зони, створюючи в ній дірки. Електронна провідність напівпровідників характеризується рухом електронів в зоні провідності, а діркова – рухом дірок у валентній зоні.

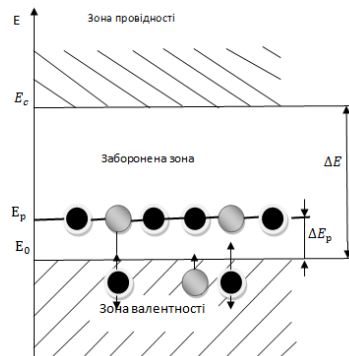


Рис. 2. Схема розміщення енергетичних рівнів акцепторних домішкових атомів у напівпровіднику

Наведене пояснення фізичних процесів у напівпровідниках апробовано нами на факультативних заняттях в Рівненському НВК №12, що дозволило учням глибше зрозуміти відповідний навчальний матеріал з підручників.

#### Список використаних джерел:

1. Сиротюк В.Д. Фізика: підруч. для 11 кл. загальноосвіт. навч. закл.: рівень стандарту / В.Д. Сиротюк, В.І. Баштовий. – Х.: Сиція, 2012. – 304 с.
2. Гончаренко С.У. Фізика: пробний навчальний посібник для ліцеїв та класів природничо-наукового профілю 10 кл. – К.: Освіта, 1995. – 430 с.
3. Засекіна Т.М. Фізика: підруч. для 11 кл. загальноосвіт. навч. закл.: (академічний рівень, профільний рівень) / Т.М. Засекіна, Д.О. Засекін. – Х.: Сиція, 2011. – 336 с.

Наукове видання

**СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ,  
ТЕОРЕТИЧНОЇ ФІЗИКИ ТА  
МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ**

**МАТЕРІАЛИ**

III Всеукраїнської науково-практичної конференції  
молодих учених  
(Суми, 12-13 квітня 2017 року)

Відповідальний за випуск: Завражна О.М.

Здано в набір 10.04.2017. підписано до друку 5.05.2017.  
Формат 60×84/4. Гарн. Times New Roman. Друк ризогр.  
Ум. друк. арк. 4,3. Тираж – 100