ISSN 2521-6996

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
VI Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, молодих учених, науково-педагогічних працівників та фахівців

13-15 квітня 2020 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
VI Всеукраїнської науково-практичної конференції
студентів, молодих учених,
науково-педагогічних працівників та фахівців

(Суми, 13-15 квітня 2020 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

2020

УДК 53:004(08)
М 34

Рекомендовано до друку вченою 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:

Холодов Р. І. – доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник Інституту прикладної фізики Національної академії наук України
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 VI Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, молодих учених, науково-педагогічних працівників та фахівців, м. Суми, 13-15 квітня 2020 р. / за ред. О.М. Завражної – Суми: СумДПУ, 2020. – 78 с.

У збірнику подані матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, молодих учених, науково-педагогічних працівників та фахівців «Сучасні проблеми експериментальної, теоретичної фізики та методики навчання фізики». У тезах представлені 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., 2020
© СумДПУ, 2020

ЗМІСТ

Авер'янова Н. М. ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНИХ ДОДАТКІВ ТА ВЕБ-РЕСУРСІВ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ STEM-ПІДХОДУ В ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПОНЯТЬ НАНОТЕХНОЛОГІЙ 6

Балабан Я. Р. ОСОБЛИВОСТІ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ В КОНТЕКСТІ СУЧАСНОЇ ОСВІТИ 8

Білоус О. А. РЕАЛІЗАЦІЯ МІЖДИСЦИПЛІНАРНИХ ЗВ'ЯЗКІВ ФІЗИКИ І МАТЕМАТИКИ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ФІЗИКО-ТЕХНІЧНОГО ПРОФІЛЮ 9

Бєлясник Є. В. СПОСОБИ СТВОРЕННЯ ПРОБЛЕМНИХ СИТУАЦІЙ НА УРОЦІ ФІЗИКИ 10

Воденнікова Л. В., Воденнікова О. С. МЕТОДИКА ЧИТАННЯ ЛЕКЦІЙ В ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ 13

Ворона М. І. МЕТОД ФУНКЦІОНАЛУ ГУСТИНИ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ЧАСУ ЖИТТЯ ПОЗИТРОНІВ В МАТЕРІАЛАХ 15

Гончаренко О. І., Запорожець В. К., Коломієць В. М. ЗАСТОСУВАННЯ МАС-СПЕКТРОМЕТРА ДЛЯ КОНТРОЛЮ СКЛАДУ АТМОСФЕРИ РОБОЧОГО ОБ'ЄМУ ВАКУУМНОГО ПОСТА 17

Дементьєв Є. А., Завражна О. М. ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ СТУДЕНТІВ ПРИ ВИКОНАННІ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ 19

Дяченко М. М., Холодов Р. І. ВПЛИВ НЕЛІНІЙНИХ ЕФЕКТІВ НА ПРОЦЕС ГАЛЬМУВАННЯ АНТИПРОТОНА ПРИ РУСІ КРІЗЬ ЕЛЕКТРОННУ ПЛАЗМУ 21

Зінченко Є. І. ЕЛЕКТРОННО-МІКРОСКОПІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КОРРОЗІЙНОЇ СТІЙКОСТІ АНОДОВАНИХ МЕДИЧНИХ Ti-Zr ІМПЛАНТАТІВ З ХІТОЗАНОВИМ ПОКРИТТЯМ 23

Іваній В. С. ТЕОРЕТИКО-КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ ДО РОБОТИ У ПРОФІЛЬНІЙ ШКОЛІ 25

Кислова М. А., Ковальчук О. Л. ВИКОРИСТАННЯ ТЕОРІЇ ФУНКЦІЙ КОМПЛЕКСНОЇ ЗМІННОЇ У АЕРОДИНАМІЧНИХ РОЗРАХУНКАХ 27

Крикля С. В. МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОН-ПОЗИТРОННОЇ АНІГІЛЯЦІЇ В МОНОКРИСТАЛАХ КРЕМНІЮ 29

Лебединський С. О., Холодов Р. І. РОЗРАХУНКИ СТРУМУ ПОЛЬОВОЇ ЕМІСІЇ З МЕТАЛІВ З УРАХУВАННЯМ АТОМНО-РОЗМІРНИХ ПОВЕРХНЕВИХ ДЕФЕКТІВ 31

Мусієнко І. І. ВПЛИВ РЕЗОНАНСНИХ ЕФЕКТІВ НА СТРУМ ПОЛЬОВОЇ ЕМІСІЇ У ВИПАДКУ ДВОСТУПЕНЕВОГО ПОТЕНЦІАЛЬНОГО БАР'ЄРУ 32

Муха А. П. РОЗВИТОК ПІДПРИЄМНИЦЬКОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ В УЧНІВ ШЛЯХОМ МІЖПРЕДМЕТНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ 34

Овчаренко А. Ю. ПАРАМЕТРИ ДЖЕРЕЛА ВИПРОМІНЮВАННЯ ДЛЯ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ФАЗОКОНТРАСТНИХ ЗОБРАЖЕНЬ..... 36

Павлюк М. О., Петренко М. С., Лютий Т. В. НЕЛІНІЙНА ВИМУШЕНА ДИНАМІКА ФЕРОМАГНІТНОЇ НАНОЧАСТИНКИ З СКІНЧЕННОЮ АНІЗОТРОПІЄЮ У ВЯЗКІЙ РІДИНІ 38

Панасейко Л. О. ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ УМІННЯ ВЧИТИСЯ ВПРОДОВЖ ЖИТТЯ В ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ОПТИКИ У ШКОЛІ 40

Салтикова А. І., Махиня Я. І. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО НАВЧАННЯ У ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ 41

Сапітоненко В. В., Тарадуда А. С. БІОФІЗИКА ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ 43

Скороход Р. В., Коропов О. В. РОЗРАХУНКИ ВИЗНАЧАЛЬНИХ КІЛЬКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАДІАЦІЙНО-ІНДУКОВАНОЇ СЕГРЕГАЦІЇ В КОНЦЕНТРОВАНИХ МЕТАЛЕВИХ СПЛАВАХ Fe-Cr-Ni..... 45

Ткаченко Ю. А. НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЕКТ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ В УЧНІВ ЗНАНЬ ПРО НАНОТЕХНОЛОГІЇ 48

Трофименко Я. В., Данильченко С. М. ВПЛИВ МАЛИХ ДОЗ ОПРОМІНЕННЯ НА ПРОРОСТАННЯ ЦИБУЛИН ALLIUM CEPA . 51

Трофименко Я. В., Хелемеля О. В. ОЦІНКА ПОГЛИНУТОЇ ДОЗИ МЕТОДОМ ЕКСТРАПОЛЯЦІЇ 52

Удовиченко І. В. ВДОСКОНАЛЕННЯ ДЕМОНСТРАЦІЙНОГО ДОСЛІДУ З ФІЗИКИ..... 54

Федів В. І., Олар О. І., Бірюкова Т. В. ВИКОРИСТАННЯ КЕЙС-МЕТОДУ ПРИ ВИВЧЕННІ БІОФІЗИКИ..... 55

Федів В. І., Олар О. І., Бірюкова Т. В. ЕЛЕМЕНТИ BYOD-ТЕХНОЛОГІЙ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ ПРИ ВИВЧЕННІ КУРСУ МЕДИЧНОЇ ТА БІОЛОГІЧНОЇ ФІЗИКИ 57

Федів В. І., Олар О. І., Бірюкова Т. В. КЕЙС-ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ МЕДИКІВ 59

Хелемеля О. В. ЗАЛЕЖНІСТЬ ВІД ЗНАКУ ЗАРЯДУ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ВТРАТ ВАЖКОЇ ЗАРЯДЖЕНОЇ ЧАСТИНКИ ПРИ РУСІ В ЕЛЕКТРОННОМУ ГАЗІ 61

Цапенко М. В. ПОЗАКЛАСНА ДІЯЛЬНІСТЬ УЧНІВ З ВИВЧЕННЯ ОСНОВ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ 62

Шквиря В. В. ВПЛИВ ПОВЕРХНЕВИХ ОКСИДІВ НА ВЛАСТИВОСТІ ГЕТЕРОСТРУКТУРИ..... 65

Шкробот Ж. М. МЕТОДИКА ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ПРОВЕДЕННЯ ДИДАКТИЧНИХ ІГОР НА УРОКАХ ФІЗИКИ 67

Щокотова О. М. МОДЕЛЮВАННЯ ЗМІНИ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРИ ДЕФОРМАЦІЇ СТИСНЕННЯ ТА РОЗТЯГУ БІНАРНОГО СПЛАВУ Zr-Nb, ПІДДАНОГО ОПРОМІНЕННЮ 70

Щупачинська А. В. ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ У ПРОЦЕСІ ВИКОНАННЯ ДОМАШНЬОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ З ФІЗИКИ..... 71

Bratiuk P. V. A QUANTUM MODEL OF ENERGY STORAGE AND LOSS OF AN ELECTROSTATIC FIELD OF A CAPACITOR..... 72

Reva V. V., Lyutyy T. V. STATISTICAL PROPERTIES OF RIGID DIPOLE ENSEMBLE: ANALYTICAL AND NUMERICAL RESULTS.. 75

Авер'янова Н. М.
викладач фізики, астрономії,
Криворізький державний комерційно-
економічний технікум,
Кривий Ріг, Україна
averyanovanm@gmail.com

ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНИХ ДОДАТКІВ ТА ВЕБ-РЕСУРСІВ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ STEM-ПІДХОДУ В ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПОНЯТЬ НАНОТЕХНОЛОГІЙ

Нанотехнологія – це невід'ємна складова сучасної науки. Її інтегральний характер зумовлює необхідність включення основних положень та тверджень на різних етапах вивчення STEM дисциплін (фізики, хімії, біології), надаючи безпрецедентні можливості для досліджень на межі між ними, вивчаючи властивості матеріалів на нанорозмірній шкалі [3]. Згадана унікальна опція сприяє формуванню ключових компетентностей у галузі природничих наук, техніки й технологій, інформаційно-цифрової компетентності.

Ефективне навчання в області нанотехнологій повинно відповідати передовому досвіду в STEM-освіті, що зумовлює необхідність використання сучасних інформаційних технологій, зокрема доступних мобільних додатків та веб-сервісів, які встановлюються на смартфонах та планшетах школярів та студентів. Таких підхід до впровадження елементів STEM є сучасним та актуальним.

Метою даного дослідження є огляд мобільних додатків та веб-ресурсів для реалізації STEM-підходу, виокремити їх переваги та недоліки.

Як відомо, нанотехнології – це міждисциплінарна область науки, в якій вивчаються закономірності фізико-хімічних процесів в просторових областях нанометрових розмірів [2]. Під час вивчення нанотехнологій в рамках загальноосвітньої дисципліни «Фізика. Астрономія» ми фокусуємося на 2 критичних аспектах: 1) характеристика складу, структури і фізико-хімічних властивостей наночастинок з використанням арсеналу візуалізації та аналітичних, спектроскопічних методів; 2) методи мікровиробнитва та масового виробництва, що використовуються для створення нових наноматеріалів та приладів та майбутній професійній діяльності студентів.

Під час впровадження основ нанотехнологій у навчальний курс викладачі STEM-дисциплін стикаються з відсутністю освітніх наноклайстерів та моделей наноосвіти, не достатнім розвитком інфраструктури для практичного вивчення нанотехнологій, браком професійних експертів [1], неготовністю студентів сприймати абстрактні поняття нанонауки. Для рішення зазначених проблеми користуємось

досвідом зарубіжних колег, які пропонують ряд готових безкоштовних навчальних мобільних додатків та веб-сервісів з доступним інтерфейсом.

Одним із найвідоміших проектів є Molecularium – інноваційно-просвітницький проект Центру нанотехнологій Політехнічного інституту Ранселера, призначений для вивчення будови атомів та молекул у наномасштабах. З метою реалізації принципів гейміфікації, в рамках проекту розроблено додаток My Molecularium, що доступний на Android та iOS. З цією ж метою, використовуємо додаток WebMO, що дозволяє користувачам створювати і вивчати особливості молекул в 3D, візуалізувати орбіталі та елементи симетрії та інше. Для учнів молодшого шкільного віку можна запропонувати інтерактивний мультимедійний ресурс Nanozone від науковців Каліфорнійського університеті, який допоможе їм дізнатися про нанорозмір. Студентів та старшокласників можна залучити до роботи віртуальної лабораторії WCFTO, яка містить 3D анімацій, що демонструють нерозривний зв'язок мікроелектроніки, нанотехнологій, фізики, хімії. На допомогу викладачеві ресурс містить набір готових віртуальних лабораторних робіт та інструкцій до них. Для реалізації принципів активності та самостійності, використовуємо ряд додатків які містять довідкові інформаційні матеріали, зокрема Nanowerk, Nanotechnology, Біотехнологія, Nanotechnology Dictionary та інші.

Як бачимо, більшість ресурсів для учнів та студентів роблять акцент на особливостях наносвіту та будові речовини, залишаючи нерозкритим питання нановиробництва. Застосування їх у процесі навчання потребує активного консультування викладачем для реального розуміння візуальних навчальних матеріалів та відтворення міждисциплінарних зв'язків, виокремлення ролі нанотехнологій у майбутній професійній діяльності за принципами STEM. Одним із їх недоліків є іншомовний інтерфейс, що ускладнює до них доступ студентської та учнівської аудиторії, проте цю проблему вирішують перекладачі доступні кожному користувачеві.

Таким чином, навчальні мобільні додатки та веб-ресурси стають ефективним інструментом при вивченні основних понять нанотехнології в процесі STEM-освіти. Їх розробка та удосконалення є одним із пріоритетних напрямків діяльності веб-розробників всього світу, що вимагає від педагога постійної пошукової та творчої активності.

Список використаних джерел

1. Величко С.П., Мороз І.О., Стадник О.Д., Завражна О.М. Створення освітніх нанокластерів для забезпечення вивчення нанотехнологій в школах та ВНЗ. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти,* 2015. URL: https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/NZ-PMFMTO/article/view/22. (дата звернення 20.03.2020)
2. Грабченко А. І., Пупань Л. І., Товажнянский Л. Л. *Вступ в нанотехнології*. – Харків: НТУ "ХПІ", 2011. 272 с.
3. Teaching Nanotechnology Across the Undergraduate STEM Curriculum. URL: https://serc.carleton.edu/msu_nanotech/index.html. (дата звернення 20.03.2020)

Балабан Я. Р.
аспірант, спеціальність «014 Середняосвіта (Фізика)»,
Сумський державний педагогічний
університет імені А. С. Макаренка,
м. Суми, Україна
yarchick.balaban@gmail.com

ОСОБЛИВОСТІ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ В КОНТЕКСТІ СУЧАСНОЇ ОСВІТИ

Змішане навчання, в сучасному розумінні, являє собою систему в основі якої знаходиться класно-урочна система та технології електронного навчання. [1] Дана система являється еволюційним етапом вдосконалення системи освіти і вона поєдную в собі найкращі надбання класно-урочної системи та освітні можливості електронного навчання.

Переваги та недоліки на сучасному етапі розвитку освітньої системи в Україні, в більшій мірі, пов’язані з матеріальним забезпеченням закладів освіти, а також фінансовими можливостями населення (особливо це стосується мешканців віддалених сіл).

До переваг розвитку вітчизняної освітньої системиможна віднести наступне:

1. Збільшення взаємодії між учителем та учнем;
2. Завчасна підготовка до роботи в класі;
3. Доступ до навчальних матеріалів в будь-який час;
4. Навчання в зручному темпі для учня (окрім випадків контролю присутності системою реалізації змішаного навчання);
5. Економія ресурсів.

Вище наведені переваги, на нашу думку, являються основними і найбільш узагальненими. Потрібно відмітити, що змішане навчання дає можливість реалізувати «Навчання впродовж всього життя», що на сучасному етапі розвитку суспільства являється запорукою постійного розвитку працівників в будь-якій сфері діяльності людини.

Звернемо увагу на найбільш глобальні недоліки змішаного навчання в контексті сучасної освіти в Україні:

1. Економічний фактор;
2. Сильна залежність від технічних засобів;
3. Недостатня цифрова грамотність;
4. Ускладнення організації групової роботи;
5. Мотивація учнів до самостійного навчання.

Серед перерахованих недоліків найбільш складними для корекції є пункти 3 та 5, оскільки вони являються особистісно-

мотиваційними.Головними критеріями, на нашу думку, які визначають ефективність роботи системи змішаного навчання являються наступні:

1. Готовність всіх учасників навчального процесу до взаємодії не тільки в класі, але і за допомогою системи реалізації електронного навчання;
2. Внутрішня готовність учнів до отримання знань дистанційно;
3. Впровадження ефективних критеріїв оцінювання якості засвоєння знань отриманих дистанційно.

Потрібно відмітити, що ці критерії потрібно постійно вдосконалювати, оскільки дидактичні можливості електронних освітніх систем постійно вдосконалюються. Стрімкий темп розвитку технічного та технологічного забезпечення, в найближчому майбутньому, призведе до покращення якості освіти на всіх рівнях.

Список використаних джерел

1. Терещук С.І. Змішане навчання як нова парадигма системи фізичної освіти. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету*. Серія: педагогічні науки. 2017. № 146. С. 186-191.
2. Заблоцька О.С. Компетентнісний підхід як освітня інновація: порівняльний аналіз. *Вісник Житомирського державного університету*. Серія: Педагогічні науки. 2008. Вип. 40. С. 63-68.

Рекомендовано до публікації кандидатом фізико-математичних наук, доцентом Завражною О.М.

Білоус О. А.
кандидат фізико-математичних наук, доцент,
Сумський державний університет,
м. Суми, Україна
o.bilous@maimo.sumdu.edu.ua

РЕАЛІЗАЦІЯ МІЖДИСЦИПЛІНАРНИХ ЗВ'ЯЗКІВ ФІЗИКИ І МАТЕМАТИКИ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ФІЗИКО-ТЕХНІЧНОГО ПРОФІЛЮ

Під час реалізації сучасних освітніх програм віддається пріоритет практико-орієнтованому навчанню на всіх етапах освітнього процесу, створенню умов для оволодіння студентами універсальними і предметно-спеціалізованими компетенціями, що сприяють соціальній мобільності і стійкості на ринку праці майбутніх випускників університету.

Міждисциплінарні зв'язки є принцип дидактики, який виконує інтегративну і диференційовану функції в процесі викладання дисципліни і виступає в якості засобу об'єднання знань з дисципліни в цілісну систему, яка розширює межі даної дисципліни без втрати її особливостей [1, 2].

Використання на заняттях з вищої математики конкретних, практично значущих завдань з прикладною та міждисциплінарною спрямованістю дає можливість студентам глибше засвоїти матеріал, познайомитися з сучасними ідеями імітування в навчальному процесі явищ та процесів, якіспостерігаються в реальному житті. Так, наприклад, до теми «Похідна функції» приводяться завдання на обчислення швидкості руху матеріальної точки. Розділ «Елементи теорії поля» включає обчислення числових характеристик електромагнітних полів, ротора векторного поля.

Для ефективної реалізації міждисциплінарних зв'язків до викладача висуваються відповідні вимоги. Так, викладач повинен:

- мати чітко сформульовану навчально-пізнавальну задачу, для розв'язання якої потрібно залучати знання з інших дисциплін;
- забезпечити високу активність і інтерес студентів;
- сприяти розумінню студентами сутності досліджуваних понять і явищ;
- супроводжуватирозв'язки формулюванням світоглядних висновків.

Використання міждисциплінарних зв'язків в навчальному процесі істотно розширює творчий потенціал викладача, підвищує його професійний інтерес, дозволяє в короткі терміни підвищити якість навчання, розширити кругозір студентів, підвищити рівень підготовки фахівців.

Список використаних джерел

1. Кислова М. А. Міжпредметні зв'язки курсів вищої математики та загальної фізики у навчанні інженерів-електромеханіків. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету,* 2012. Вип. 18. С. 200 -203.

Бєлясник Є. В.
магістрантка, спеціальність «014 Середня освіта (Фізика)»,
Сумський державний педагогічний
університет імені А.С. Макаренка,
м. Суми, Україна
eva.belyasnik@gmail.com

СПОСОБИ СТВОРЕННЯ ПРОБЛЕМНИХ СИТУАЦІЙ НА УРОЦІ ФІЗИКИ

Починаючи з 50-х років XX століття способи організації навчальних занять піддаються різкій критиці з боку вчителів. Причиною цьому є неефективність шаблонного використання структури комбінованого уроку, який отримав назву традиційного, дуже мала активність учнів протягом всього уроку, або більшої його частини, що негативно впливає на розвиток мислення, ініціативи, активності, самостійності учнів.

В останні десятиріччя XX століття визначальними стають погляди на організацію процесу навчання, пов'язану з так званими традиційним, синтетичним, поетапним уроками. Спільним для цих підходів є намагання організувати активну пізнавальну діяльність учнів.

На сьогодні одним із найважливіших завдань сучасної школи є виховання творчої особистості здатної до раціонального вирішення низки проблем у стандартних і нестандартних ситуаціях.

Процес мислення розпочинається з виникнення психічних труднощів, появи неясності, парадоксів, проблем. І саме з цим стикаютьсяучні, починаючи вивчати фізику в основній школі. Фізичний матеріал дає можливість створити багато різних проблемних ситуацій, керувати пізнавальною діяльністю учнів, учити їх вчитися.

Учитель, викладаючи матеріал і пояснюючи найбільш складні поняття для учнів, систематично створює на уроці проблемні ситуації і організовує навчально-пізнавальну діяльність школярів так, що вони на основі аналізу фактів, спостереження явищ, самостійно роблять висновки і узагальнення, формулюють правила, поняття, закони. Знання, отримані при активній участі учнів у вирішенні проблемних ситуацій, будуть міцнішими і довготривалими.

Активізація пізнавальної діяльності учнів шляхом постановки проблемної задачі й підтримка активності протягом уроку через створення проблемних ситуацій (постановки перед учнями конкретних пізнавальних завдань) призводить до того, що учень прагне їх вирішувати, а не ігнорувати або чекати поки зробить це хтось інший. Таким чином, формується творча особистість, яка вміє шукати та знаходити рішення у різних стандартних і нестандартних ситуаціях, систематизувати та накопичувати знання, здатна саморозвиватися.

Робота в умовах проблемної ситуації мотивує учнів навчатися, пізнавати нове. Тому опанування технологією створення проблемної ситуації на уроці стає важливою для сучасного вчителя.

Учителю необхідно опанувати методику постановки проблемної ситуації, проаналізувати зміст навчального матеріалу і представити його у вигляді проблемних ситуацій та запитань, а також враховувати індивідуальні та вікові особливості учнів. Для досягнення високих результатів у навчанні та розвитку учнів учителю потрібно створити таку атмосферу в класі, щоб були задіяні всі учні класу для вирішення проблемних ситуацій. Треба намагатися створювати проблемні ситуації на різних етапах уроку, застосовуючи різні прийоми.

Головними засобами для цього є проблемні запитання, демонстраційні та уявні експерименти, фронтальні опитування, експериментальні задачі, спеціально вибрані факти з історії фізики.

Способи формування проблемної ситуації:

- шляхом чіткої постановки проблемного запитання вчителем (учні не можуть дати відповідь на запитання, через відсутність необхідних знань, які стануть предметом розгляду під час вивчення нового матеріалу);
- шляхом створення умов, при яких учень сам повинен зрозуміти і сформулювати проблему;
- шляхом створення такої проблеми, щоб учень вирішуючи її мав прийти до нової додаткової проблеми, виявленої ним самостійно або передбаченої вчителем

Проблемні ситуації краще використовувати:

1. При вивченні нового матеріалу;
2. При виконанні учнями домашньої роботи;
3. У позакласній роботі;
4. Розв'язанні фізичних задач;
5. Під час лабораторної роботи.

На уроках фізики для створення проблемних ситуацій можна використовувати різні типи протирічь, такі як:

- протиріччя між життєвим досвідом учнів і науковими знаннями;
- протиріччя між набутими та новими знаннями;
- протиріччя самої об'єктивної діяльності.

Одним із способів викладу нового матеріалу є використання евристичної бесіди, проблемних запитань, які вимагають активних міркувань, спрямованих на створення проблемної ситуації. Наприклад, перед вивченням теми: "Умови плавання тіл", можна спочатку задати дітям проблемне запитання: "Чому тоне, кинутий у воду, цвях, а важке судно плаває?", або провести демонстраційний дослід.

Вибір того чи іншого способу створення проблемної ситуації залежить від підготовленості учнів, від рівня їхньої пізнавальної самостійності та від характеру самого навчального матеріалу. Застосування проблемних ситуацій протягом уроку, дозволяє створити умови для спільної творчої діяльності вчителя та учня, робити процес навчання більш цікавим, стимулює долати труднощі, спонукає більш швидкому розвитку творчого мислення та уяви, вчитися застосовувати набуті знання в навколишньому світі, в практичній діяльності.

Список використаних джерел

1. Каленик В. І., Каленик М. В. *Вибрані питання загальної методики навчання фізики*: пробний навчальний посібник. Суми: СДПУ ім. А. С. Макаренка, 2000. 91 с.
2. Проблемне навчання фізиці. URL:[https://studepedia.org/index.php] (дата звернення 24.03.2020).
3. Расцветаева О.В. *Проблемное обучение на уроках физики.* URL: [https://urok.1sept.ru/%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D0%B8/584779/] (дата звернення 24.03.2020).

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

Воденнікова Л. В.
асистент,
Запорізький державний медичний університет,
м. Запоріжжя, Україна
larisa.vodennikova@gmail.com
Воденнікова О. С.
кандидат технічних наук, доцент,
Запорізький національний університет,
м. Запоріжжя, Україна
oksana_vodennikova@ukr.net

МЕТОДИКА ЧИТАННЯ ЛЕКЦІЙ В ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

В сучасній системі освіти пошук інновацій у поданні навчального матеріалу, зокрема удосконалення методики читання лекцій з метою підвищення ефективності засвоєння отриманої інформації є однією з актуальних проблем педагогічної майстерності.

Читання лекцій з застосуванням сучасних інформаційно-комунікаційних технологій (використанні мультимедійних презентацій, створених у програмі MS PowerPoint) дозволяє істотно урізноманітнити їх тематику, зробити лекції більш змістовними та наочно сприятливими.

Розглядаючи методику читання лекцій з курсу фізика, слід відмітити, що невід'ємною складовою осмислення та сприйняття здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти інформаційного потоку є чітка структура, логічність та послідовність розкриття матеріалу, його візуалізація, взаємозв'язок між лектором та здобувачем, інформативний підбір лекційного матеріалу.

Методика викладання лекції насамперед складається з наступних етапів:

– оголошення теми лекції та її плану згідно робочої програми навчальної дисципліни;

– нагадування змісту попередньої лекції, пов'язання його з новим матеріалом;

– розкриття тематики кожної змістової частини плану лекції;

– підведення підсумків лекції, відповідь лектора на питання студентів;

– рекомендації щодо підготовки до практичних занять та лабораторних робіт;

– ознайомлення з питаннями, що виноситься на самостійне опрацювання;

– повідомлення теми наступної лекції.

Готуючись до створення нової мультимедійної презентації слід дотримуватися рекомендаціям:

– оформлення усіх слайдів презентації повинно бути в одному стилі,

бажано використовуючи кольорові графічні залежності та схеми, фотографії, ефекти анімації, відображення сучасного устаткування та додання відеороликів;
– площу слайдів слід заповнювати раціонально та з урахуванням віддаленості слухача від проектора;
– кількість слайдів на кожну лекцію визначається індивідуально, але не повинно бути дуже великою (понад 20 штук), щоб не розсіювати увагу слухачів.

Мультимедійна презентація лекції (на прикладі лекції з курсу фізики (рис. 1)), активізуючи процеси сприйняття і переробки інформації, дозволяє істотно інтенсифікувати навчальну діяльність здобувачів, забезпечити формування методологічних підстав не тільки навчальної, а і наукової діяльності.

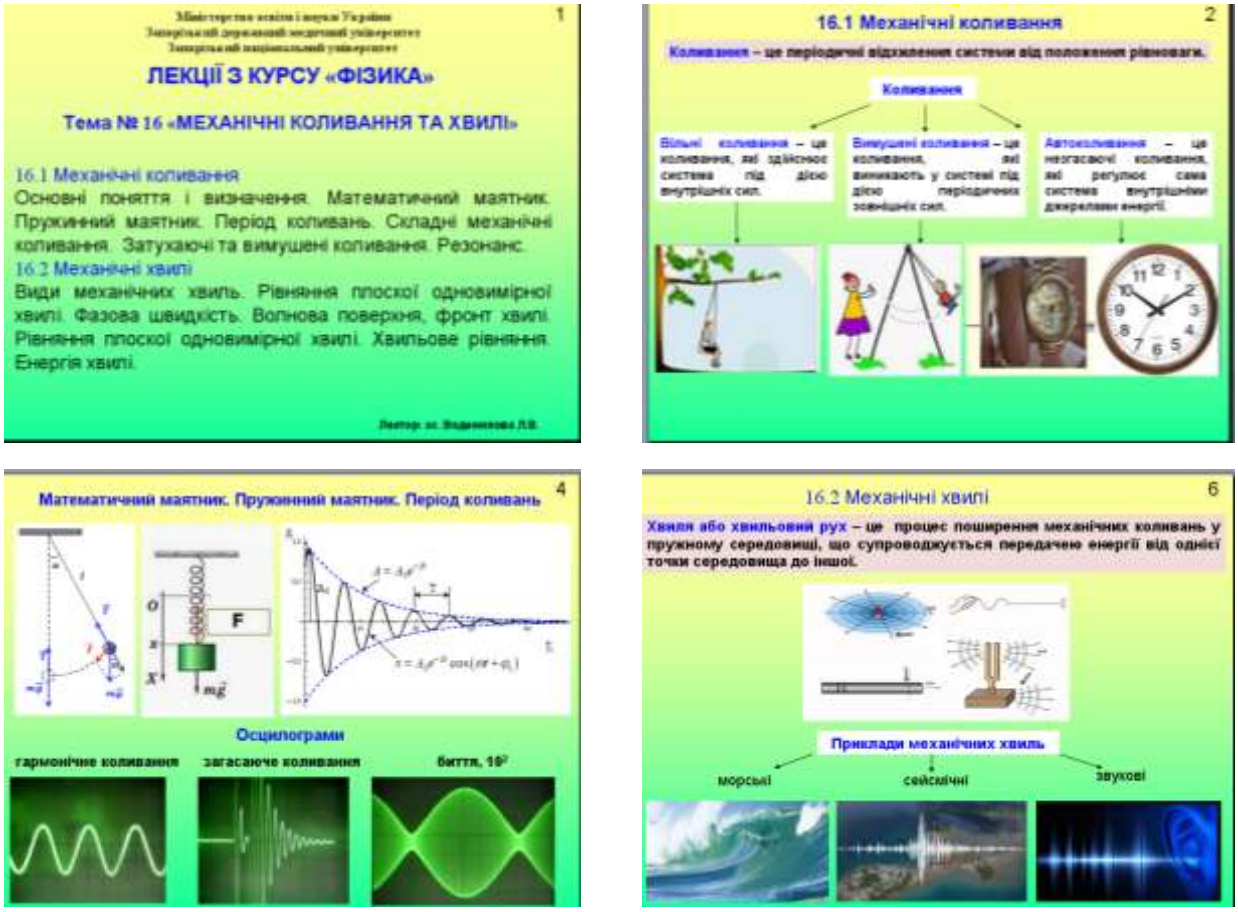


Рис. 1 Мультимедійна презентація лекції на тему "Механічні коливання та хвилі" з курсу фізика

Слід зазначити, що логічним продовженням більш детального засвоєння лекційного матеріалу є робота зі здобувачами на практичних заняттях та лабораторних роботах. Процес вирішення теоретичних завдань та експериментальна робота в навчальних лабораторіях надають сприятливі можливості для розвитку мислення і форсування самостійності у здобувачів.

Таким чином, методика читання лекцій в закладах вищої освіти має “класичні” основи, але змінюється під впливом сучасних потреб освіти, удосконалюється за допомогою застосування мультимедійних презентацій та підвищення компетентності викладачів.

Список використаних джерел

1. Ермаков С. В., Семенишена Р. В. Методы и приёмы организации эффективного усвоения учебного материала в процессе чтения лекций. *Молодий вчений*. 2016. №11 (38). С. 432-435.
2. Пономаренко Е. В. Анализ современного состояния методики преподавания физики в высшей школе: компетентностный подход. *Международный журнал экспериментального образования*. 2013. № 10–2. С. 207–210.
3. Бурдейна Н. Б., Благодаренко Л. Ю., Шут М. І. Використання мультимедійних презентацій на лекційних заняттях з фізики. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка*. Сер. : Педагогічна. 2013. Вип. 19. С. 264-268.
4. Гаврілова Л., Хижняк І. Класифікація лекційних презентацій та вимоги до них. *Вісник Львівського університету*. Серія філологічна. 2010. Вип. 50. С. 361–367.
5. Нелюбов В. О., Дубів О. В., Курица О. С. Лекція-презентація: електрон. навч.посб. Ужгород: ДВНЗ УжНУ, 2017 – 1 електрон. опт. диск (CD-R). URL: https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/12656 (дата звернення: 22.02.2020).
6. Ларионова О. Г., Дорофеев А. В. Методические особенности проектирования лекции-презентации. *Современное образование*. 2016. № 3. С. 51–58.
7. Філіпенко І. І., Воденнікова Л. В., Аль Халаф Н. А., Карпун Є. О. Фізика. Ч. 1. Механіка. Механічні коливання і хвилі: підручник. Запорізький державний медичний університет. Запоріжжя: ЗММУ. 2019. 156 с.

Ворона М. І.
аспірант, спеціальність «104 Фізика та астрономія»,
Інститут прикладної фізики
Національної академії наук України,
м. Суми, Україна
marina-vara@ukr.net

МЕТОД ФУНКЦІОНАЛУ ГУСТИНИ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ЧАСУ ЖИТТЯ ПОЗИТРОНІВ В МАТЕРІАЛАХ

Метою дослідження пропонується теоретичне вивчення електронної структури різних матеріалів методом функціоналу густини та визначення часу життя позитрона в різних типах точкових дефектів.

В світі до 2020 року у 80% атомних енергетичних реакторів спливе проектний термін експлуатації. Процес виводу з експлуатації ядерних енергоблоків потребує значних фінансових ресурсів. Вчені бачать вихід в розробці нових матеріалів для будівництва ядерних реакторів нового покоління та продовження терміну експлуатації діючих атомних

електростанцій. Ключовим питанням для створення нових конструкційних елементів є їх радіаційна стійкість, тому вивчення механізмів утворення та динаміки радіаційних дефектів представляє значний науковий інтерес.

Початковим етапом еволюції радіаційних дефектів є народження дефектів точкового типу, які є основним об'єктом представленого дослідження. Одним із найбільш ефективних методів дослідження точкових дефектів є спектроскопія часу життя позитрона, який залежить від розподілу електронів в матеріалі. Оскільки дефекти суттєво впливають на електронну структуру матеріалу, то визначаючи час життя позитрона можна робити висновки про їх концентрацію в матеріалі. Незважаючи на досить просту ідею, її практична реалізація пов'язана з певними технічними труднощами з одного боку, та відсутності загальної теорії процесу з іншого боку. Визначення електронної структури матеріалу макро розмірів в рамках загальних квантово-механічних підходів є складною теоретичною задачею [2].

Теорія функціонала густини (DFT) — метод чисельних квантово-механічних обчислень, що застосовується в фізиці, хімії та матеріолознавстві для моделювання електронної структури багатоелектронних систем атомів, молекулта конденсованих фаз речовини. У цьому методі властивості багатоелекронної системи визначаються функціоналом, який залежить тільки від просторово-неоднорідної електронної густини [1]. Теорія функціоналу густини досить успішно застосовується в областях науки для моделювання електронної структури багато електронних систем і належить до найпопулярніших в обчислювальній фізиці.

Список використаних джерел

1. Koch W., Holthausen M. C. A *Chemist's Guide to Density Functional Theory*. ed. 2. Weinheim: Wiley-VCH, 2002.
2. Томпсон М. *Дефекты и радиационные повреждения в металлах*. М.: Мир, 1971.

Гончаренко О. І.
інженер 1-ї категорії,
Запорожець В. К.
головний інженер проекту,
Коломієць В. М.
старший науковий співробітник,
Інститут прикладної фізики
Національної академії наук України,
м. Суми, Україна
interferensia27@gmail.com

ЗАСТОСУВАННЯ МАС-СПЕКТРОМЕТРА ДЛЯ КОНТРОЛЮ СКЛАДУ АТМОСФЕРИ РОБОЧОГО ОБ'ЄМУ ВАКУУМНОГО ПОСТА

На сьогодні, під час виробництва багатьох виробів, активно використовуються технології формування різноманітних покриттів, які надають елементам цих виробів функціональні, захисні або ж декоративні властивості. Проте, якість таких покриттів суттєво залежить від своєчасного контролю та належного дотримання всіх важливих параметрів технологічного процесу.

Однією з основних вимог при серійному створенню покриттів є відтворюваність технологічного процесу і, як наслідок, властивостей отриманих покриттів. Для задоволення цієї вимоги необхідно проводити детальне дослідження та вивчення цього процесу багатьма, часто різними за фізичною природою, методами [1].

Мас-спектрометрія – це метод аналізу, який ґрунтується на поділі іонів по масі та їх реєстрації. Як правило, кожен тип мас-спектрометрії розрахований на аналіз певного класу об'єктів, але, в цілому, список можливостей методу в частині різноманітності аналізованих речовин дуже широкий: від атомів до багатокомпонентних біомолекул.

Сумським ВО «Електрон» в 1986 році був розроблений та за період з 1987 по 1991 рр. серійно виготовлявся малогабаритний радіочастотний мас-спектрометр (РМС) ІВА–1М (рис. 1). Прилад був призначений для автоматичного аналізу «іонного» і «нейтрального» складів верхніх шарів атмосфери Землі. Мас-спектрометр встановлювався на вертикальних геофізичних ракетах та орбітальних космічних об'єктах, в тому числі й на населених космічних станціях, для вивчення складу навколишньої атмосфери.

Основними елементами РМС є мас-аналізатор типу «Трубки Беннета» [2] і блок формування напруг, які необхідні для правильної його роботи.

Перевагами РМС ІВА-1М є низьке енергоспоживання, малі габарити і маса (об'єм відкачування $\geq$ 0.5 дм^3), можливість в реальному часі (зі швидкістю реєстрації 50 мас/секунду) виконувати аналіз «нейтрального» та «іонного» складів газових сумішей в діапазоні мас (1-50) а. о. м. Слід зазначити, що за рахунок вдосконалення системи живлення аналізатора, діапазон реєстрованих масових чисел можна розширити до 100 а.о.м.

Рис. 1. Радіочастотний мас-спектрометр ІВА–1М

На нашу думку, вдосконалений РМС ІВА - 1М може бути використаний для вирішення декількох завдань вакуумної техніки та вакуумних технологій.

1. Використання приладу для контролю «іонного» і « нейтрального» складів газових сумішей, які необхідні для проведення різних експериментів у вакуумних напилювальних системах. Перевагою конструкції РМС є те, що масс–аналізатор приладу знаходиться безпосередньо в місці, де проходить процес, що дає можливість найбільш достовірно контролювати протікання цього процесу в режимі реального часу.

Особливо актуальним це питання є для реактивних плазмових методів отримання покриттів, які реалізуються в середовищі відразу декількох газів. Такий експрес-контроль дозволить мати більш повну інформацію про перебіг експерименту або технологічного процесу і дасть можливість своєчасно впливати на перебіг таких процесів. Також РМС ІВА-1М можна використати для дослідження іонного складу плазми, що є актуальним питанням для всіх плазмових методів, а особливо для методу магнетронного розпилення імпульсами високої потужності HIPIMS (High-power impulse magnetron sputtering) [3].

2. Малі габарити і енергоспоживання приладу дають можливість застосувати його в умовах пересувних лабораторій і ранцевих пристроїв. Прилад розроблений без власної вакуумної системи, тому що його робота передбачена в умовах космічного вакууму. Доповнення конструкції власною вакуумною системою і системою напуску досліджуваних газових сумішей дозволить застосувати його для контролю складу різних «легких» газів на поверхні Землі. Перспективною сферою застосування приладу

ІВА-1М може бути створення на його базі різних видів пересувних шукачів витоку газів.

Список використаних джерел

1. *Контроль параметрів якості функціональних покриттів*: монографія / В.С. Антонюк та ін. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2018. 396 с.
2. *Радиочастотный масс-спектрометр* / А.Н. Ворсин и др. Москва: Издательство Академии Наук, 1959. 75 с.
3. Lee S.L., Wei R., Lin J. et al. New PVD technologies for new ordnance coatings. *Techn. Report ARWSBTR-12007*. April, 2012.

Дементьєв Є. А.
магістрант, спеціальність «014 Середня освіта (Фізика)»,
Завражна О. М.
кандидат фізико-математичних наук, доцент,
Сумський державний педагогічний
університет імені А.С. Макаренка,
м. Суми, Україна
zavragna@gmail.com

ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ СТУДЕНТІВ ПРИ ВИКОНАННІ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Завданням педагогічного закладу вищої освіти (ЗВО) є формування у майбутнього вчителя не тільки системи професійних знань і умінь в межах вимог до фахівця, а й професійної компетентності, що дозволить йому вирішувати актуальні практичні завдання в професійній діяльності. Отже, навчальний процес треба організувати так, щоб у студента сформувалися б вміння досліджувати виникаючі проблеми різного характеру. Ці вміння в ЗВО формуються в ході навчально-дослідної та науково-дослідної роботи студентів [1]. При виконанні навчальних та наукових досліджень спільно з викладачами, студенти вчаться самостійно проводити експерименти того чи іншого характеру, застосовувати свої знання при вирішенні конкретних наукових завдань [3].

Отже, наявність навчально-дослідницької компетентності у студентів є базовою для формування професійної компетентності. Лише оволодівши дослідницькою компетентністю, учитель зможе сприяти формуванню навичок дослідницької діяльності у своїх учнів [2].

Тому, при формуванні дослідницької компетентності студентів фізико-математичних факультетів у педагогічних ЗВО, доцільно розглядати перспективи використання досягнень фізики для оборонних цілей, захисту державного суверенітету України [4].

У Сумському державному педагогічному університеті імені А. С. Макаренка на кафедрі фізики та методики навчання фізики була виконана робота по дослідженню здатності різних видів стрілецької зброї пробивати захисні перешкоди. Для реалізації цього дослідження були вирішені такі завдання:

- виконано демонстраційні експерименти по руйнуванню керамічних перешкод під дією кінетичної енергії куль пневматичної гвинтівки;
- засвоєно метод вимірювання швидкості куль пневматичної гвинтівки з використанням балістичного маятника.

В результаті виконання роботи було здійснено розрахунки залежності параметрів кулі, яка здатна пробити бронеперешкоду певної товщини та залежності граничної товщини бронеперешкоди від параметрів куль, які випущені з різної стрілецької зброї, проведено комп'ютерне моделювання та одержано нові результати здатності різних видів стрілецької зброї пробивати захисні перешкоди.

Список використаних джерел

1. Завражна О.М., Салтикова А.І. Реалізація творчої та науково-дослідної складових самостійної діяльності студентів під час виконання курсової роботи. *Фізико-математична освіта*, 2018. Випуск 1 (15). С. 200-204.
2. Салтикова А.І., Завражна О.М. Деякі проблеми розвитку творчих здібностей учнів в процесі залучення їх до дослідницької роботи з фізики. Збірник статей учасників міжнародної науково-методичної Internet-конференції «Розвиток творчих здібностей учнів у процесі навчання природничо-математичних дисциплін» (Чернігів, 22-23 лютого 2019 р.). Чернігівський ОІППО ім. К. Д. Ушинського, 2019. С. 169-172.
3. Салтикова О.М., Завражна О.М. Про вибір форм організації самостійної роботи з профільних дисциплін майбутніх вчителів фізики. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Наукова діяльність як шлях формування професійних компетентностей майбутнього фахівця» (Суми, 6-7 грудня 2018 р.). ФОП Цьома С. П., 2018. Ч. 2. С. 60–61.
4. Стадник О.Д., Дементьєв Є.А., Щупачинська А.В. Досягнення фізики - для оборонної галузі. Матеріали IV Всеукраїнської науково-методичної конференції «Теоретико-методичні засади вивчення сучасної фізики та нанотехнологій у загальноосвітніх та вищих навчальних закладах» (м. Суми, 27 листопада 2019 р.). Вид-во СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2019. 98 с.

Дяченко М. М.
кандидат фізико-математичних наук,
науковий співробітник,
Холодов Р. І.
доктор фізико-математичних наук,
старший науковий співробітник,
Інститут прикладної фізики
Національної академії наук України,
м. Суми, Україна
mykhailo.m.diachenko@gmail.com

ВПЛИВ НЕЛІНІЙНИХ ЕФЕКТІВ НА ПРОЦЕС ГАЛЬМУВАННЯ АНТИПРОТОНА ПРИ РУСІ КРІЗЬ ЕЛЕКТРОННУ ПЛАЗМУ

Актуальність дослідження нелінійних ефектів при гальмуванні антипротона в електронному газі пов’язана з наявністю проблеми відмінності втрат енергії різнойменно заряджених частинок в методі електронного охолодження [1]. Вирішення цього питання дуже важливе для експериментів, які плануються на накопичувачі антипротонів HESR (High Energy Storage Ring) у мега-проекті FAIR (Facility for Antiproton and Ion Research), де для зменшення розкиду антипротонів за швидкостями будуть використовувати метод електронного охолодження.

Слід зазначити, що всі відомі теорії для опису втрат енергії важких заряджених частинок при русі крізь електронний газ (теорія парних зіткнень, діелектрична модель, методи квантової теорії поля) не враховують залежність від знаку заряду. Але існує декілька методів врахування такої залежності: друге борнівське наближення (квантова теорія поля [3, 4]) та нелінійні ефекти в електронній плазмі (діелектрична модель) [5, 6]. Першим методом можна розглядати область великих переданих імпульсів (малі значення хвильового вектора), а другим – область малих переданих імпульсів. Методи теорії поля та фізики плазми доповнюють один одного і дають можливість розглянути два граничних випадка.

В даній роботі в рамках фізики плазми теоретично розглянуто нелінійна електрична сприйнятливість для холодної класичної електронної плазми та з врахуванням температури в лінійному наближенні. Зокрема, для загального випадку нелінійна електрична сприйнятливість має такий вигляд [4]:

$$\chi^{(2)} = -\frac{i}{2}\frac{e\omega_p^2}{mkk_1k_2}\int\frac{d^3\upsilon}{\omega-\vec{k}\vec{\upsilon}}\left(\vec{k}_1\frac{\partial}{\partial\vec{\upsilon}}\frac{\vec{k}_2}{\omega_2-\vec{k}_2\vec{\upsilon}}\frac{\partial}{\partial\vec{\upsilon}}+\vec{k}_2\frac{\partial}{\partial\vec{\upsilon}}\frac{\vec{k}_1}{\omega_1-\vec{k}_1\vec{\upsilon}}\frac{\partial}{\partial\vec{\upsilon}}\right)f_0,$$

де ω_p – плазмова частота електронів, f_0 – функція розподілу.

З виразу для нелінійної сприйнятливості можна знайти нелінійну поправку до напруженості електричного поля, яке виникає при збуренні електронної плазми полем зовнішньої частинки і відповідно з неї знайти поправку до втрат енергії, яка залежить від знаку заряду. Так у першому наближенні за температурою електронного газу можемо знайти [4, 5]:

$$\chi^{(2)} = -\frac{i}{2}\frac{e\omega_p^2}{m\omega\omega_1\omega_2kk_1k_2}\left(\frac{k^2\vec{k}_1\vec{k}_2}{\omega}+\frac{k_1^2\vec{k}\vec{k}_2}{\omega_1}+\frac{k_2^2\vec{k}\vec{k}_1}{\omega_2}\right),$$

$$\left(-\frac{d\varepsilon}{dt}\right)^{(2)} = \frac{2\pi}{3}\frac{e_p^3|e|\omega_p^3}{m\upsilon_p^4}L_c,$$

де e_p,υ_p – заряд та швидкість зовнішньої частинки, L_c – кулонівський логарифм.

З останнього виразу видно, що нелінійна поправка до втрат енергії частинки в електронній плазмі враховує знак заряду, тобто втрати енергії залежать від e_p^3. Тому методи фізики плазми дають можливість враховувати ефект залежності від знаку заряду, але щоб описати проблему в методі електронного охолодження потрібно ще врахувати наявність досить сильного магнітного поля, області близьких зіткнень та анізотропного розподілу за температурою.

Список використаних джерел

1. Будкер Г.И., Скринский А.Н. Электронное охлаждение. Основные возможности в физике элементарных частиц. *УФН*. 1978. Т. 124. С. 561.
2. Ларкин А.И. Прохождение частиц через плазму. *ЖЭТФ*. 1959. Т. 37, № 1. С. 264-272.
3. Ахиезер И.А. К теории взаимодействия заряженной частицы с плазмой в магнитном поле. *ЖЭТФ*. 1961. Т. 40, № 3. С. 954-962.
4. Ситенко А.Г. *Флуктуации и нелинейное взаимодействие волн в плазме*. К.: Наукова думка, 1977. 248 с.
5. Sayasov Yu.S. Nonlinear theory of ion stopping in classical plasmas: application to the Barkas effect. *Laser and Particle Beams*. 1992. Vol. 10. P. 505.

Зінченко Є. І.
молодший науковий співробітник,
Інститут прикладної фізики НАН України,
м. Суми, Україна
yarabey93@gmail.com

ЕЛЕКТРОННО-МІКРОСКОПІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КОРРОЗІЙНОЇ СТІЙКОСТІ АНОДОВАНИХ МЕДИЧНИХ TI-ZR ІМПЛАНТАТІВ З ХІТОЗАНОВИМ ПОКРИТТЯМ

На даний час сплави Ti-Zr використовуються для створення зубних і кісткових імплантів. Такі сплави відрізняються механічною міцністю і біоінертністю, високою корозійною стійкістю. Однак при цьому можуть спостерігатися несприятливі фізико-хімічні реакції. Наприклад, можлива рухливість між колагеновим шаром та окисленими шарами імпланта. У деяких роботах зазначено несприятливий вплив іонів хлору на цирконій, а титан кородує в середовищі хлорид натрію / молочна кислота [1]. У зв'язку з цим є необхідність обробки поверхні з метою надати їй як біосумісності, так і підвищення корозійної стійкості. Таким покриттям може бути біосумісний біополімер хітозан - полісахарид, що має антимікробні властивості та ін.

Покриття отримували на імплантатах з попередньо анодованою поверхнею (NanoPrime, Дембіца, Польща) [2, 3]. Для отримання покриттів використовували методи: занурення, обертання (1000 об/хв) і електроосадження. У перших двох випадках використовували 2% розчини хітозану (молекулярна маса 300 кДа, ступінь деацетилювання 87) в 1% оцтовій кислоті. Для електросадження використовували 0,5% розчин хітозану в 1% оцтовій кислоті. Електроосадження проводили 15 хв при напрузі 120 В. Отримані покриття обробляли 1% розчином NaOH 30 хв, промивали водою. Для визначення біосумісності і корозійної стійкості використовували метод занурення в модельні розчини (2SBF, 3% H2SO4/0,9% NaCl) на 5 днів. Для контролю за зміною стану поверхні використовували метод растрової електронної мікроскопії.

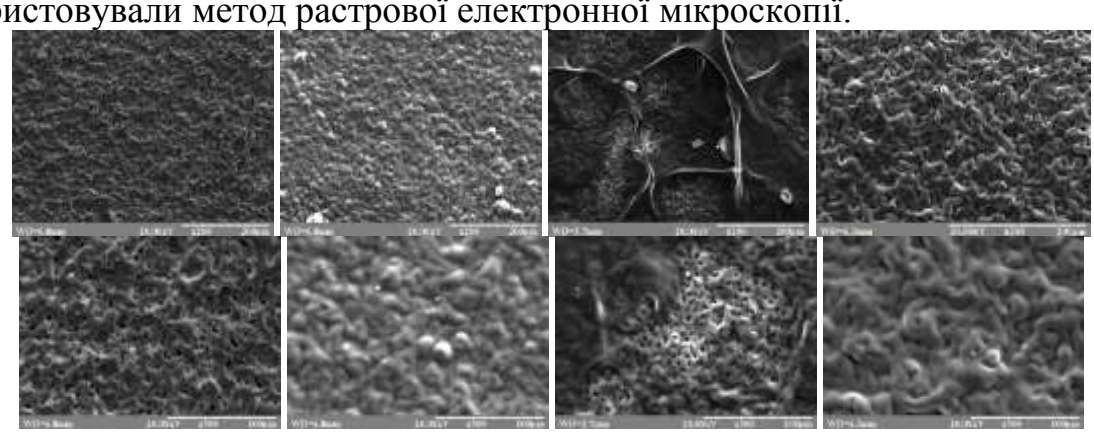


Рис. 1

Анодована поверхня, поверхня з нанесеним покриттям хітозану методом занурення, електроосадження і обертання.

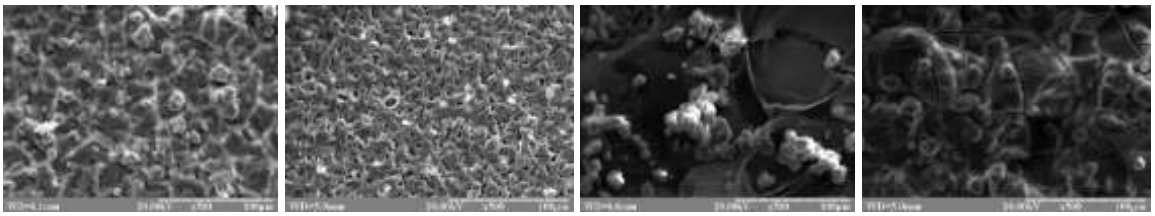


Рис. 2

При використанні SBF відбувається осадження солей кальцію на анодовану поверхню імплантату і поверхню з хітозановим покриттям, нанесеним методами електроосадження і обертання.

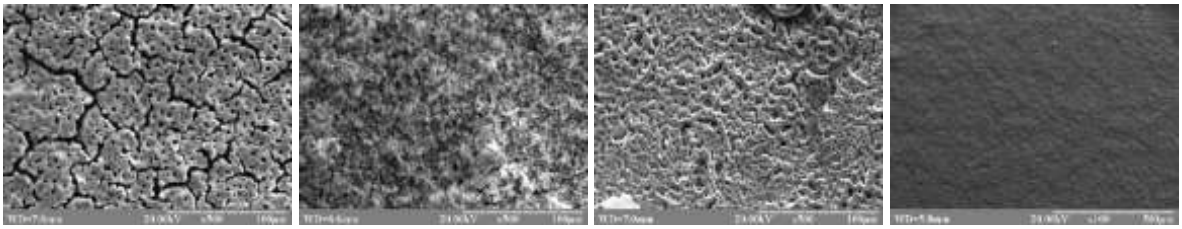


Рис. 3

Після витримування зразків у модельному розчині H2SO4/NaCl протягом 5 днів на анодованій поверхні формуються тріщини. У разі нанесення покриття методами занурення і обертання на поверхні формується гладенька плівка, яка в першому випадку відшаровується від поверхні імплантату, а в другому виявляється більш міцно закріпленою і перешкоджає появі тріщин на поверхні в агресивному середовищі H2SO4. Найбільш оптимальним варіантом нанесення захисного шару є електроосадження, оскільки при цьому зберігається покриття, не утворюються тріщини на анодованій поверхні, але зберігається структура самого покриття. Метод занурення можливо використовувати для формування асиметричних хітозанових мембран зі структурованою нижньою поверхнею і гладкою верхньою для використання в стоматології, ортопедії тощо.

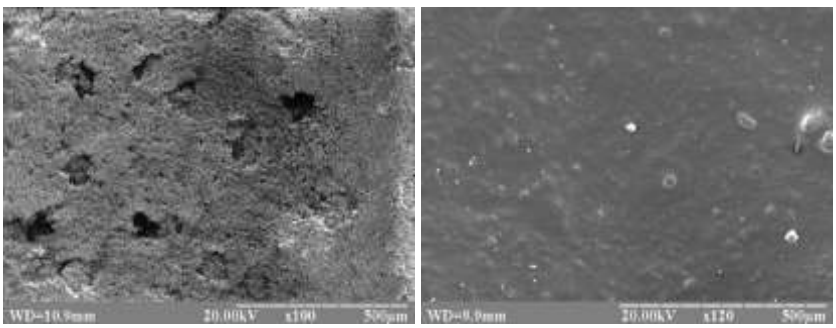


Рис. 4. Хітозанова плівка низ та верх

Висновок: електронна мікроскопія є добрим методом для експрес-аналізу корозійної стійкості імплантів, оскільки фіксує зміни морфології поверхні.

Список використаних джерел

1. Akimoto T, Ueno T, Tsutsumi Y, Doi H, Hanawa T, Wakabayashi N. Evaluation of corrosion resistance of implant-use Ti-Zr binary alloys with a range of compositions // J Biomed Mater Res Part B 2016:00B:000–000.
2. Oleksandr Oleshko, Volodymyr Deineka, Yevgeniia Husak, Viktoriia Korniienko, Oleg Mishchenko, Viktoriia Holubnycha, Marcin Pisarek, Joanna Michalska, Alicja Kazek-Kęsik, Agata Jakóbik-Kolon, Wojciech Simka, Maksym Pogorielov Ag Nanoparticle-Decorated Oxide Coatings Formed via Plasma Electrolytic Oxidation on ZrNb Alloy // Materials 2019, 12(22), 3742; https://doi.org/10.3390/ma12223742
3. Aleksei Kalinkevich, Oksana Kalinkevich, Oleksandr Oleshko, Oleg Mishchenko Formation of the coatings containing Ca and P on the surface of ZrNb and TiZr alloys in the presence of Cu nanoparticles by plasma electrolytic oxidation: surface structure and XRD studies // Nanomaterials for biosensor and biomedical applications, Jurmala, Latvia 2-4 july, 2019, p. 58

Іваній В. С.
кандидат технічних наук, професор,
професор кафедри фізики та методики навчання фізики,
Сумський державний педагогічний
університет ім. А.С. Макаренка,
м. Суми, Україна
v.ivaniy@fizmat.sspu.sumy.ua

ТЕОРЕТИКО-КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ ДО РОБОТИ У ПРОФІЛЬНІЙ ШКОЛІ

Аналізуються можливості реалізації основних положень нового Закону України «Про освіту» (2019 р.) щодо впровадження профільного навчання з фізики. Виділено нові вимоги до професійних обов’язків та особистості вчителя фізики профільної школи як рушійної сили, провідника і суб’єкта реалізації ідей профілізації навчання. Зокрема учитель фізики профільної школи повинен гнучкореагувати на рівень учнівських знань, ураховувати когнітивні особливості навчальної діяльності та інтереси учнів класів різних профілів, пристосовувати зміст і форми навчального матеріалу до індивідуальних освітніх траєкторій школярів, розробляти варіативний компонент профільного навчання з фізики, що вимагає від учителя активності, мобільності, інтелекту, креативності.

У роботі обґрунтовано теоретико-концептуальні засади підготовки майбутніх учителів фізики до роботи у профільній школі. На теоретичному рівні обґрунтовано концептуальний підхід підготовки майбутнього вчителя фізики до роботи у профільній школі, який є результатом мультиплікативного об'єднання (інтеграції) системного й особистісного підходів та їх різновидів. Розкрито сутність і структуруфеномена «підготовленість майбутніх учителів фізики до роботи у професійній школі» як сформованість комплексу набутих і розвинених знань, умінь та навичок, якостей знаннєво-технологічної, мотиваційної і рефлексійно-оцінної сфер особистості, який є необхідним для успішного виконання професійних функцій у профільній школі. Визначено складники професійної підготовленості майбутніх учителів фізики до роботи у профільній школі (професійно-методична підготовленість, професійна спрямованість, професійна креативність), які базуються на його ключових та предметних компетентностях. Виявлено та схарактеризовано показники підготовленості вчителя фізики профільної школи: обізнаність майбутнього вчителя фізики у професійній сфері, наявність у нього загальних і спеціальних знань за змістовим компонентом підготовки; досвідченість майбутніх учителів у розв'язуванні педагогічних задач із навчання у профільній школі з використанням педагогічних технологій; вмотивованість майбутніх учителів фізики до майбутньої професійної діяльності у професійній школі, наявність особистісних професійно-значущих якостей (активність, самостійність, інтерес до професійної діяльності у профільній школі), креативність у розв'язуванні педагогічних задач з навчання фізики у профільній школі.

Уточнено поняття «профільна школа» як ступінь навчання або як навчально-виховний заклад. Виокремлено і розмежовано поняття «напрям профілізації» та «профіль навчання», «профільні предмети» та «профілюючі предмети». Успішність підготовки майбутніх учителів фізики до роботи у профільній школі розглянуто як якісну зовнішню об'єктивну оцінку результативності підготовки студентів, тобто оцінку їхньої професійної підготовленості, а також як якісну суб'єктивнусамооцінку студентів власної професійної підготовленості («вболівання» успішності).

Вказано на перспективи подальших досліджень у цьому напрямку, які пов'язуємо з дослідженням процесу підготовки майбутніх учителів до поглибленого навчання фізики у профільній школі, перепідготовки учителів фізики профільної школи у системі неперервної освіти.

Кислова М. А.
кандидат педагогічних наук, викладач-методист,
викладач ЦК ФМД,
Ковальчук О. Л.
завідувач відділенням «Загальноосвітня підготовка»,
Криворізький коледж Національного
авіаційного університету,
м. Кривий Ріг, Україна
Kislova1975@ukr.net

ВИКОРИСТАННЯ ТЕОРІЇ ФУНКЦІЙ КОМПЛЕКСНОЇ ЗМІННОЇ У АЕРОДИНАМІЧНИХ РОЗРАХУНКАХ

Сучасне авіабудування сьогодні – це один з найважливіших напрямків індустрії. Між літакобудівельними фірмами та зв'язаними з ними науковими інститутами йде змагання, мета якого – створення таких елементів сучасних літаків, що перевершували б аналоги конкурентів. Розробка і конструювання таких літаків неможливі без застосування високоматематичних наук, таких як аеродинаміка, механіка, теорія керування та міцністьтощо.

Розглянемо конкретні приклади використання математики в авіації.

Для початку дамо визначення деяким поняттям.

Комплексні числа були введені у математику для розв'язування алгебраїчних рівнянь. Неможливість розв'язати рівняння виду:

$$x^2 + 1 = 0$$

в області дійсних чисел привела до введення умовного числа, уявної одиниці *i*, що визначається як $i^2 = -1$.

Числа вигляду *a+bi,* де *a* і *b*– дійсні числа, отримали назву комплексних чисел, над якими вже можна проводити всі операції як і над дійсними числами.

Розглянемо використання комплексних чисел в аеродинамічних розрахунках.

Застосування теорії функцій комплексної змінної до вивчення плоско паралельних течій рідини привело Миколу Єгоровича Жуковського і Сергія Олексійовича Чаплигіна до визначних відкриттів, а саме, до відкриття закону про створення підйомної сили крила літака.

Для кращого розуміння розглянемо конкретний приклад руху рідини, її характеристичну функцію:

$\omega = \frac{\Gamma}{2\pi i} Lnz$, де Γ- дійсна стала.

Хоч функція ωє неоднозначною, її похідна:

$$\frac{d\omega}{dz} = \frac{\Gamma}{2\pi i} * \frac{1}{z}$$

визначається однозначно. А отже, дана функція однозначно визначає поле швидкостей деякого руху рідини.

Якщо прийняти $z = re^{i\theta}$, то потенціал швидкостей і функціюструмуможна вирахувати за допомогою формул:

$$\varphi = \frac{\Gamma}{2\pi}\theta, \quad \psi = -\frac{\Gamma}{2\pi}\ln r.$$

Тоді швидкість руху визначатиметься за формулою:

$$u + iv = -\frac{\Gamma}{2\pi i}\frac{1}{z}.$$

Звідси можна зробити висновок, що величина вектора швидкості буде:

$$V = |u + iv| = \frac{|\Gamma|}{2\pi}\frac{1}{r}.$$

Тобто швидкість є сталоюна кожній лінії струму. Більш детальне вивчення показало, що рух йде проти годинникової стрілки при $\Gamma > 0$ і за годинниковою стрілкою при $\Gamma < 0$.

Якщо одну з ліній струму замінитижорсткою границею, то отримаємо круговий рух рідини біля циліндра. Такий рух називається циркуляційним.

У цьому випадку потенціал руху вже не буде однозначною функцією. При обході замкненим контуром навколо циліндра потенціал змінюється на величину Γ. Така зміна потенціалу має назву циркуляція руху.

При дослідженні обтікання профілю крила літака ми маємо справу з загостреною задньою кромкою. Тоді єдиним можливим рухом, є рух, в якому точка зходу потоку співпадає з кромкою крила, і цей рух, як правило, з неоднозначним потенціалом – циркуляційний.

Суть відкриття М. Є. Жуковського полягає у тому, що при наявності циркуляції у потоці виникаєпід'ємна сила, що діє на крило. Вона напрямлена перпендикулярно до швидкості набігаючого потоку a і її величина:

$P = \rho a \Gamma$, де ρ – щільність середовища, а Γ – циркуляція.

Список використаних джерел

1. Валєєв К. Г., Джалладова І. А. *Вища математика*. Навч. посібник: у 2-х ч. К: КНЕУ, 2004. Ч.1. 546 с.
2. Карафоли Е. *Аэродинамика крыла самолета*. Е.: Изд-во АН СССР, 1956. 480 с.
3. Прандтль Л. *Гидроаэромеханика* / пер. со второго нем. изд. Г.А. Вольперта. Научно-издательский центр «Регулярная и хаотическая динамика», 2000. 254 с.

Крикля С. В.
молодший науковий співробітник,
спеціальність «01.04.20 - фізика пучків заряджених частинок»,
Інститут прикладної фізики
Національної академії наук України,
м.Суми, Україна
s.kryklia@gmail.com

МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОН-ПОЗИТРОННОЇ АНІГІЛЯЦІЇ В МОНОКРИСТАЛАХ КРЕМНІЮ

Вимірюючи час життя позитронів методами спектроскопії часу життя позитронів, можна отримати інформацію про наявність дефектів в матеріалах. Хоча цей метод є дуже чутливим для знаходження точкових дефектів вакансійного типу, він також може бути використаний для аналізу матеріалів з дефектами значно більших розмірів. Однак, в обох випадках для коректної інтерпретації експериментальних результатів, їх необхідно порівнювати з модельними розрахунками.

Моделювання процесу електрон-позитронної анігіляції найбільш зручно проводити з позиції квантової фізики та хімії. Розрахунки виконуються з перших принципів, на основі теорії функціоналу густини. Дана теорія дозволяє виконувати розрахунки електронної структури молекул та конденсованої речовини. Згідно з даною теорією, тверде тіло приймають за систему електронів, які однаково взаємодіють між собою та утримуються атомами кристалічної решітки. Основна ідея методу полягає в тому, що вводиться поняття електронної густини, яка описується рівнянням Шредінгера. Зважаючи на особливості поставленого завдання та на список доступних програмних рішень, найбільш зручним програмним пакетом для моделювання електрон-позитронної анігіляції є ABINIT [2]. Окрім позитронної анігіляції, програмний пакет пропонує широкий спектр можливостей для різнобічного аналізу матеріалу на основі теорії функціоналу густини.

Для інтерпретації експериментальних результатів дослідження монокристалу кремнію, отриманих методом спектрометрії часу життя позитронів, на цифровому спектрометрі [1], проведено моделювання електрон-позитронної анігіляції в монокристалі кремнію. Для моделювання була визначена об'ємноцентрована кубічна кристалічна решітка кремнію. Кількість атомів – 16, таке число визначалося можливостями обчислювальної техніки. Проведено два моделювання, на решітці з відсутніми дефектами, та решітці з точковим дефектом вакансійного типу. На рис.1 представлено результати моделювання ізоповерхонь електронів та позитронів.

Час життя позитронів для решітки без дефектів – 223 пс, відповідно для решітки з точковим дефектом – 247 пс. Ми спостерігаємо наступне, коли позитрон локалізується всередині вакансії, його тривалість життя збільшується з 223 до 247 пс.

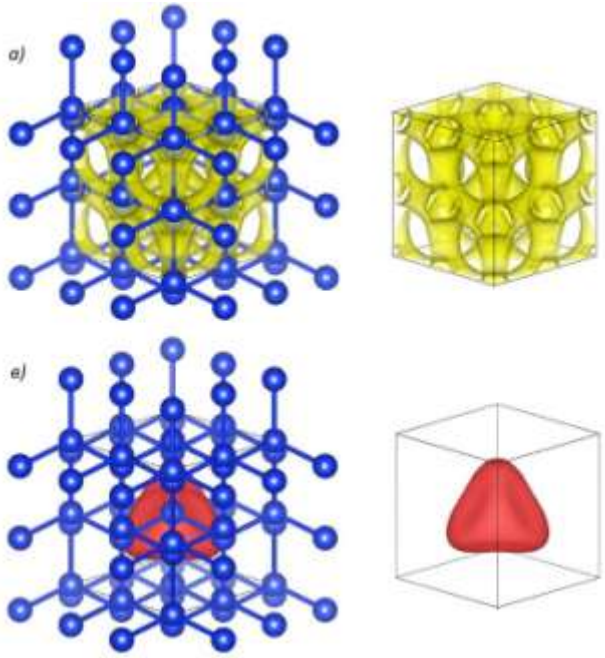


Рис. 1. Інтерпретація результатів моделювання для кристалічної решітки Кремнію: а) ізоповерхня густини електронів в решітці без дефектів, в) ізоповерхня локалізації позитронів в моновакансії.

Це виникає в результаті того, що більшість позитронів локалізовані в області вакансії, де щільність електронів невелика. Ущільнення електронної та позитронної густини зменшуються, а час життя відповідно збільшується. Даний результат співпадає з результатами в роботах інших авторів [3].

Список використаних джерел

1. Дудник А. Б., Бугай А. Н., Жовклый В. Ю., Кульментьев А. И., Сторижко В. Е., Чемерис А. И. Цифровой спектрометр времени жизни позитронов на основе метода $\beta^{+}\gamma$-совпадений. *Вопросы атомной науки и техники*. 2013. № 2. С. 157-164.
2. ABINIT [Офіційний сайт]. URL: http://www.abinit.org/.
3. Positron life time calculation for the elements of the periodic table. J.M.Campillo Robles, E. Ogandoand F. Plazaola. Published 10 April 2007. IOP PublishingLtdJournalofPhysics: CondensedMatter, Volume 19, Number 17.

Лебединський С. О.
кандидат фізико-математичних наук,
науковий співробітник,
Холодов Р. І.
доктор фізико-математичних наук,
старший науковий співробітник,
Інститут прикладної фізики
Національної академії наук України,
м. Суми, Україна
lebedynskyi.s@gmail.com

РОЗРАХУНКИ СТРУМУ ПОЛЬОВОЇ ЕМІСІЇ З МЕТАЛІВ З УРАХУВАННЯМ АТОМНО-РОЗМІРНИХ ПОВЕРХНЕВИХ ДЕФЕКТІВ

Явище польової емісії електронів з металу має широке практичне застосування: польова електронна мікроскопія, польова електронна спектроскопія, польові джерела електронів та електронні гармати, холодні катоди, вакуумна наноелектроніка. Теорія польової електронної емісії [1]побудована близько ста років тому для ідеальної плоскої поверхні та не враховує вигляд реальної поверхні, де завжди присутні нерівності, адсорбовані атоми, пори, тріщини та інші дефекти. У реальних експериментах саме поверхневі ефекти грають важливу роль у формуванні польового струму, підвищуючи його у десятки разів. Тому, виявлення нових властивостей польової емісії електронів пов'язаних з врахуванням атомно-розмірних поверхневих дефектів є, безумовно, актуальним завданням теоретичної фізики.

У даній роботі у рамках співробітництва Інституту прикладної фізики Національної академії наук України та Європейської організації з ядерних досліджень (ЦЕРН) проведено чисельні розрахунки з перших принципівгустини струму польової емісії з металів з урахуванням атомно-розмірних поверхневих дефектів.Розв'язана квантово-механічна задача про рух електрона через модельний потенціальний бар'єр системи метал-вакуум з введенням додаткового приповерхневого дипольного шару [2]. Введення додаткового дипольного шару використовується як спосіб врахування впливу вакансій і пор, що виникають при опроміненні у поверхневому шарі металу на густину струму польової емісії.

На рисунку 1 показано, що дипольний шар з середньою товщиною у долі нанометра може підсилювати польовий емісійний струм j_{mod} у декілька разів порівняно з струмом Фаулера-Нордгейма з ідеальної плоскої поверхні j_{F-N}.

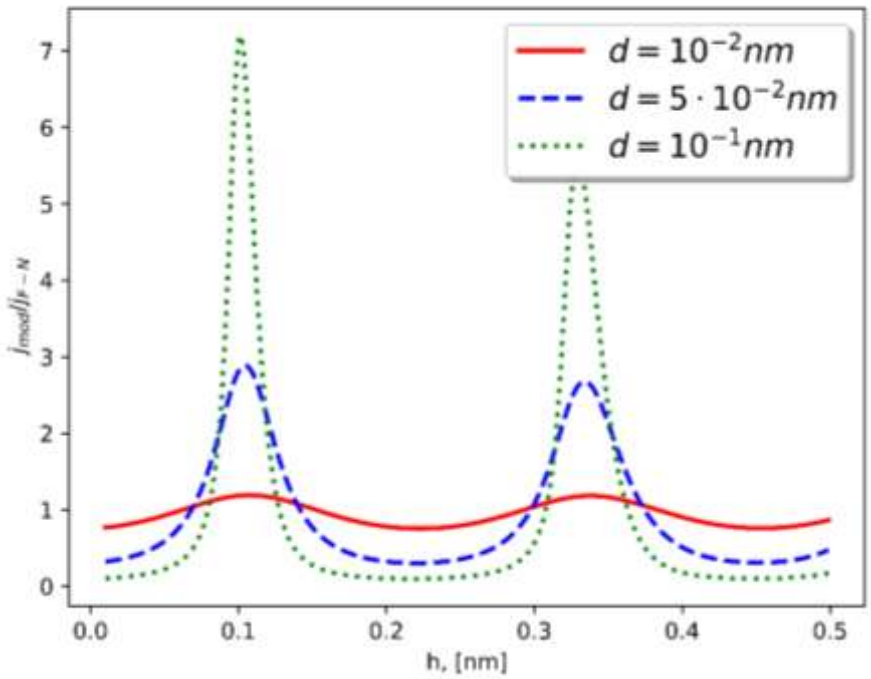


Рис. 1. Залежність густини струму польової емісії від глибини розташуванняhтатовщини дипольного шару d

Список використаних джерел

1. Fowler R. H., Nordheim L. Electron emission in intense electric fields. *Proc. Royal Soc. Lond. Series A,* 1928. Vol. 119, № 781. pp. 173-181.
2. Musiienko I.I., Kholodov R.I. Theoretical study of influence of modification of the metal surface on magnitude of the field emission current ingradient-stable accelerating structures. Problems of atomic science and technology, 2019. №3. p. 100-104.

Мусієнко І. І.
молодший науковий співробітник,
Інститут прикладної фізики
Національної академії наук України,
м. Суми, Україна
igor-musienko@ukr.net

ВПЛИВ РЕЗОНАНСНИХ ЕФЕКТІВ НА СТРУМ ПОЛЬОВОЇ ЕМІСІЇ У ВИПАДКУ ДВОСТУПЕНЕВОГО ПОТЕНЦІАЛЬНОГО БАР'ЄРУ

Задача регулювання величини струму польової емісії є актуальною, зокрема, для подолання високовакуумних високоградієнтних пробоїв і одержання градієнтно стійких матеріалів, що усувають процес виникнення електричного розряду у складових частинах сучасних прискорювачів. Польова емісія – один з основних чинників, що призводить до появи

темнових струмів у прискорювальних структурах і, як наслідок, руйнування вакуумної електроізоляції міжелектродного проміжку. Важливим є протилежний процес до вищезгаданого – підсилення струму польової емісії, який необхідний для роботи польових електронних джерел, завдань тунельної мікроскопії, електронної голографії, вакуумної наноелектроніки [1 – 3].

Метою дослідження є врахування впливу резонансних ефектів на густину струму польової емісії за допомогою моделі двоступеневого потенціального бар'єру; знаходження виразу для коефіцієнта прозорості потенціального бар'єру та чисельне обчислення струму польової емісії; з'ясування зв'язку відстані між сходинками потенціального бар'єру з довжиною хвилі де Бройля електрона.

Двоступенева форма потенціального бар'єру була запропонована в роботах [4 – 6]. У статті [5] теоретично описано низьковольтну польову емісію електронів з наноструктурованих вуглецевих матеріалів, обумовлену наявністю резонансних поверхневих станів, при цьому поверхня емітера складалася з двох фаз вуглецю з різними електронними властивостями. Проведена чисельна оцінка вказує на можливість збільшення емісійного струму за рахунок резонансного тунелювання електронів через подвійний бар'єр на чотири і більше порядків [5].

Спрощена форма потенціального бар'єру для руху електрона у системі метал-метал-вакуум зображена на рис. 1. Введено такі позначення: область I, II – прямокутний потенціальний бар'єр на межі розділу фаз метал-вакуум, що є модельною заміною реального трикутного; III – нанесене покриття на поверхню металу товщиною декілька ангстрем; IV – ефективна товщина h_3 дипольного шару; V –внутрішня область металу. Висота C другої і четвертої області, показана на рис. 1, дорівнює сумі роботи виходу χ металу й електрохімічного потенціалу μ, $C = \mu + \chi$, h_2 – товщина провідного покриття поверхні металу, h_3 – ефективна товщина дипольного шару. Значення параметрів $h_2, h_3 \approx 4$ ангстреми [5].

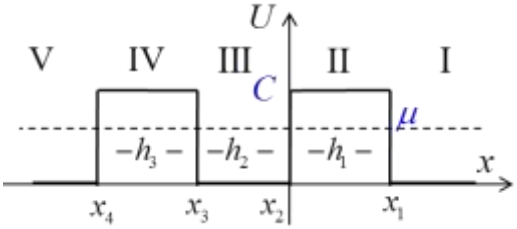


Рис. 1. Двоступеневий потенціальний бар'єр

Основна ідея запропонованої моделі полягає в тому, що електрони проникають послідовно через два прямокутні потенціальні бар'єри завдяки ефекту тунелювання. При певному підборі параметрів цієї системи ймовірність проходження електрона з енергією W крізь двоступеневий потенціальний бар'єр може виявитися вищою, ніж у випадку

одноступеневого бар’єру, тобто відбуватиметься резонансне тунелювання електронів.

Таким чином, виявлено зменшення енергетичного розкиду електронів польової емісії в області абсолютної прозорості двоступеневого потенціального бар’єру в порівнянні з прямокутним одноступеневим. Також знайдено аналітичний вираз для коефіцієнта проникнення $D(W)$ електронів та умову збільшення прозорості розглянутого потенціального бар’єру у частковому випадку $C = 2W$. А саме товщина нанесеного металу прямо пропорційна одній четвертій довжини хвилі де Бройля електрона. Додатковий шар покриття товщиною декілька ангстрем на поверхні металевої основи збільшує ймовірність проходження та зменшує розкид по енергії електронів польової емісії.

Список використаних джерел

1. Владимиров Г.Г. *Физическая электроника. Эмиссия и взаимодействие частиц с твердым телом*: Учебное пособие. СПб.: Издательство «Лань», 2013. 368 с.
2. Фурсей Г. Н. *Автоэлектронная эмиссия*. СПб.: Издательство «Лань», 2012. 320 с.
3. Месяц Г.А. *Взрывная электронная эмиссия*. М.: Издательство физико-математической литературы, 2011. 280 с.
4. Антонов Д.А., Вугальтер Г.А., Горшков О.Н., Касаткин А.П., Филатов Д.О., Шенина М.Е. Резонансное туннелирование электронов через нанокластеры, сформированные в стабилизированном диоксиде циркония методом ионной имплантации. *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского*. 2007. № 3. С. 55 – 60.
5. Захидов А.А., Образцов А.Н., Волков А.П., Ляшенко Д.А. Механизм низковольтной эмиссии электронов из наноуглеродных материалов. *ЖЭТФ*, 2005. Том 127, Вып. 1. С. 100 – 106.
6. Musiienko I.I., Kholodov R.I. Influence of vacancies and pores that appear during irradiation in the surface metal layer on field emission current. *J. Nano- Electron. Phys.*. 2019. Vol. 11, № 3. P. 03015-1-03015-5.

Муха А. П.
аспірантка, спеціальність «014 Середня освіта (Фізика)»,
Сумський державний педагогічний
університет імені А.С. Макаренка,
м. Суми, Україна
anna.muha.sumy@gmail.com

РОЗВИТОК ПІДПРИЄМНИЦЬКОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ В УЧНІВ ШЛЯХОМ МІЖПРЕДМЕТНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ

Використання міжпредметних зв’язків у освітньому процесі сприяєрозвитку підприємницької компетентності у учнів. Під час інтегрованих уроків учні знайомляться з проблемною ситуацією, розбираються з неоднозначністю, яка є невід'ємною частиною реальних

проблем. Актуальними сьогодні є інтегровані уроки, зокрема з фізики-біології, провідна ідея яких збереження здоров'я та життя людства.

Проблемами реалізації міжпредметних зв'язків на уроках фізики займалися: С. Величко, С. Гончаренко, В. Ільченко, Ю. Дік, В. Завьялов, Ю. Лук'янов, В. Розумовський, О. Сергєєв, Н. Стучинська, О. Ляшенко та ін.

Шляхом міждисциплінарного підходу здійснюється інтеграція знань з фізики та біології, що забезпечує формування в учнів цілісної картини світу та комплексне бачення реальних проблем. Такі інтегровані уроки розраховані не тільки на здобуття нових теоретичних знань, а й на розвиток підприємницького мислення. Завдяки дослідженню певної теми з декількох точок зору, відбувається більш глибоке її розуміння учнями [2]. Головним акцентом таких уроків є постановка міжпредметної навчальної проблеми [4]. Самостійний пошук її вирішення сприяє розвиткупідприємницького мислення та вміння застосувати теоретичні знання на практиці, тобто в реальному житті.

Так, на бінарномууроці «Газові закони і дихання» учні засвоюють механізм дихання людини і пояснюють його з точки зору закону Бойля–Маріотта. При вдиху і відповідному збільшенні об`єму грудної клітини, тиск у плевральній порожнині зменшується, об`єм легень збільшується і тиск у них зменшується. Це призводить до заходження повітря в легені. При видиху і зменшенні об`єму грудної клітини і легенів, тиск у плевральній порожнині збільшується. Це викликає підвищення тиску в легенях і повітря виходить назовні. При порушеннях дихання вдаються до механічного підвищення рівня кисню в альвеолі, використовуючи так званий режим «позитивний тиск в кінці видиху». Учні наводять прикладиметодик створення такого тиску. Найбільш проста полягає в тому, що людина вдихає повітря з атмосфери, а видихає його через трубку, занурену на певну глибину у посудину з водою. Для забезпечення необхідної величини тиску в кінці видиху можна розрахувати глибину занурення трубочки (5-15 см) за формулою тиску стовпа рідини. Безсумнівно, цей метод можна застосовувати при легких станах порушення дихання, а також для профілактики ускладнень, що виникають при різних ГРВІ. А це може бути особливо актуальним в теперішній час, коли в світі пандемія коронавірусу, поширення якої загрожує здоров'ю людства та призводить до значних економічних і соціальних втрат у світі. Таким простим методом можна покращити вентиляцію легень, а тим самим не допустити ускладнень у вигляді тяжкої пневмонії. Не у всіх випадках застосування цього методу приводить до бажаного результату. Тоді додаткового підвищення тиску досягають поєднуючи режим «позитивний тиск в кінці видиху» з вдуванням повітря в легені (штучною вентиляцією легенів).У старшій школі можна розглянути і фізику штучної вентиляції легень [3].

Розробка інтегрованих уроків може включати елементи розуміння того, як фізика використовується у реальних умовах, зокрема в медицині. Проблемні ситуації вимагають розуміння та усвідомлення не тільки традиційних знань з фізики, а взаємозв'язку фізики з реальним світом. Приклади реального світу корисні для розуміння змісту курсу фізикита сприяють формуванню підприємницької компетентності в учнів [1].

Список використаних джерел

1. Бобінська Е., Шиян Р., Товкало М. *Уроки з підприємницьким тлом*: Навчальні матеріали. Варшава: Сова, 2014.
2. Інтегровані уроки: від теорії до практики. 2018. URL: https://osvitanova.com.ua/posts/1776-intehrovani-uroky-vid-teorii-do-praktyky. (Дата звернення 10.04.2020).
3. Остапенко В.Н., Хижняк А.А., Кулінова О. В. *Інтенсивна терапія невідкладних станів*. Харків: ХНМУ, 2010.
4. Стучинська Н. В., Шморгун А. В., Мороз Л. Ю. Інтеграція знань при вивченні природничонаукових дисциплін у класах медичного та біологічного профілю. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка*. Серія: Педагогічні науки. Чернігів: ЧНПУ, 2010. Вип.77. С. 154-158.

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

Овчаренко А. Ю.
інженер ІІ категорії,
Інститут прикладної фізики
Національної академії наук України,
м. Суми, Україна
oartturr@gmail.com

ПАРАМЕТРИ ДЖЕРЕЛА ВИПРОМІНЮВАННЯ ДЛЯ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ФАЗОКОНТРАСТНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Дослідження внутрішньої структури об'єктів за допомогою методів рентгенівського фазового контрасту набуло широкого використання у різних областях науки і техніки. Перш за все, це стосується галузі медицини, де існує значна потреба у отриманні зображень внутрішньої структури біологічних об'єктів в процесі діагностики.

Однією з основних умов одержання фазоконтрастних знімків є наявність джерела рентгенівського випромінювання, яке задовольняє певним умовам. Тому актуальним питанням є встановлення оптимальних параметрів джерела рентгенівського випромінювання. Цілком очевидним є факт, що від параметрів джерела, таких як його лінійні розміри, ступінь

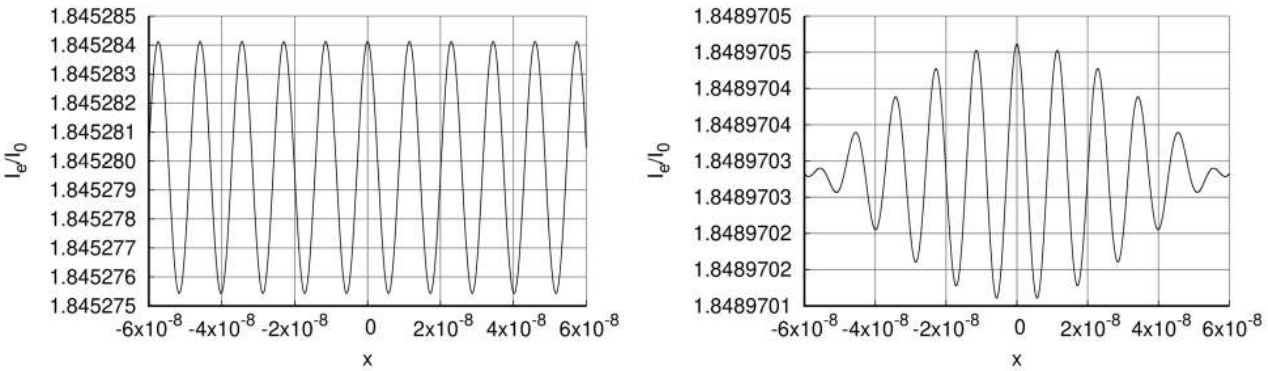
монохроматичності та довжина просторової когерентності залежать розподіл інтенсивності на детекторі та якість вихідних фазово контрастних зображень. Дослідження впливу вищезгаданих параметрів на інтерференційну картину, дає змогу виконати оптимізацію джерела для покращення якості знімків [3].

Існує велика кількість методик реалізації рентгенівського фазового контрасту, проте найбільш поширеним є метод лінійного фазового контрасту. Схема установки даного методу потребує лише джерело, об’єкт дослідження та детектор. В основі цього методу лежить проходження рентгенівських променів через досліджуваний об'єкт та їх поширення на певній відстані між об'єктом і детектором. В результаті проходження рентгенівських променів через об’єкт, відбувається їх заломлення та перерозподіл їх інтенсивності на детекторі. На основі інформації про перерозподіл інтенсивності одержується інформація про показники заломлення та внутрішню структуру об’єкта дослідження [2].

В даній роботі було здійснено теоретичні розрахунки інтереференційної картини рентгенівських променів з довжиною хвилі $\lambda = 10^{-10}$ *м*. В якості заломлюючого об’єкта було використано біпризму Френеля [1]. Протяжне джерело рентгенівських променів, довжиною $l = 50$ *мкм* має нерівномірну інтенсивність випромінювання, величина якої залежить від координати y джерела і виражається парною функцією нормального гаусового розподілу:

$$I = I_0 e^{-k_0 \frac{y^2}{l^2}}$$

Після розбиття протяжного джерела на точкові джерела та інтегрування була отримана залежність розподілу інтенсивності на детекторі від координати x (рис. 1а).



а) б)

Рис. 1. Розподіл інтенсивності на екрані від протяжного джерела рентгенівського випромінювання: а) монохроматичне джерело; б) немонохроматичне джерело

Розрахунки показують, що монохроматичне джерело створює постійну амплітуду розподілу інтенсивності на екрані. Основний

максимум розташований в точці $x = 0$ (за початок відліку прийнято середину екрана).

Зважаючи на те, що реальні рентгенівські джерела є квазімонохроматичними, тому при розрахунку інтерференції слід враховувати розподіл спектру випромінювання за довжинами хвиль. В даному дослідженні розглянуто випадок рівномірного розподілу спектру випромінювання в діапазоні $\pm 5\%$ від середнього значення довжини хвилі $\lambda = 10^{-10}$ *м*. Внаслідок такого розподілу випромінювання за довжинами хвиль, виникає накладання інтерференціних картин та зміщення їх одна відносно одної (рис. 1б). Як видно з графіка, інтерференційна картина має змінну амплітуду розподілу інтенсивності, яка зменшується з віддаленням від початку координат екрана.

Таким чином, виходячи з одержаних графіків, слід зазначити, що врахування немонохроматичності джерела суттєво впливає на розрахунок розподілу інтенсивності на екрані. Поряд із цим, значний інтерес представляє розрахунок інтерференції у випадку нерівномірного розподілу спектра випромінювання джерела.

Список використаних джерел

1. Сивухин Д.В. *Общий курс физики*. М.: Наука, 1980. Т. IV. Оптика. 768 с.
2. Paganin D.M. Coherent X-Ray Optics. *Oxford University Press*, 2006
3. Snigirev A, Snigireva I, Kohn V, Kuznetsov S, Schelokov I. On the possibilities of X-ray phase contrast microimaging by coherent high-energy synchrotron radiation. *Rev Sci Instrum.* 1995. Vol.66. P. 5486-5492.

Павлюк М. О.
аспірант, спеціальність «105 Прикладна фізика та наноматеріали»,
Петренко М. С.
лаборант,
Лютий Т. В.
доцент кафедри електроніки, загальної та теоретичної фізики,
Сумський державний університет,
м. Суми, Україна
lyutyytv@gmail.com

НЕЛІНІЙНА ВИМУШЕНА ДИНАМІКА ФЕРОМАГНІТНОЇ НАНОЧАСТИНКИ З СКІНЧЕННОЮ АНІЗОТРОПІЄЮ У ВЯЗКІЙ РІДИНІ

Зв'язок між механічним обертанням та внутрішньою магнітною динамікою наночастинки є важливим моментом мікроскопічного опису поведінки фероріднини, що взаємодіє із зовнішнім полем. Проблема досліджувалась на базі системи рівнянь

$$\dot{\mathbf{n}} = \omega \times \mathbf{n}\,, \qquad (1)$$

$$J\,\dot{\omega} = \gamma^{-1} V \dot{\mathbf{M}} + V \mathbf{M} \times \mathbf{H} - 6\eta V\,\omega, \qquad (2)$$

$$\dot{\mathbf{M}} = -\gamma\left(\mathbf{M} \times \mathbf{H}_{\text{eff}}\right) + \alpha M^{-1}\left[\mathbf{M} \times \left(\dot{\mathbf{M}} - \omega \times \mathbf{M}\right)\right], \qquad (3)$$

де $\mathbf{n}$ – вектор, що задає положення легкої вісі, $\boldsymbol{\omega}$ – кутова швидкість наночастинки, $J\ (= 8\pi\rho R^5/15)$ – момент інерції, ρ – об'ємна густина, R – радіус частинки, γ – гіромагнітне відношення, V – об'єм частики, $\mathbf{M}(|\mathbf{M}| = M = \text{const})$ – намагніченість наночастинки, $\mathbf{H}$ – поле, що діє на частинку, η – в'язкість рідини, $\mathbf{H}_{\text{eff}}$ – ефективне поле, що враховує анізотропію ($\mathbf{H}_{\text{eff}} = \mathbf{H} + H_a M^{-1}\left(\mathbf{Mn}\right)\mathbf{n}$), α – коефіцієнт загасання. Зовнішнє поле визначається як $\mathbf{H} = \mathbf{e}_x H\cos\Omega t + \mathbf{e}_y H\sigma\sin\Omega t$, де $\mathbf{e}_x$, $\mathbf{e}_y$ – одиничні вектори декартової системи координат, H і Ω – амплітуда і частота поля, відповідно, t – час, а $\sigma\ (= \pm 1)$ – коефіцієнт, що визначає напрям поляризації поля.

Скінченна анізотропія дає додаткову ступінь свободи, що призводить до виникнення хаотичного режиму, та ще одного детерміновану режиму, для якого характерні коливання, що виконуються синхронно із зовнішнім полем. Було виявлено неоднорідний режим коли і магнітний момент наночастинки, і її легка вісь виконують регулярні коливання періодичного з періодом, не кратним періоду поля. Також спостерігалось щонайменше два нові режими, які не існують для більш простих випадків. Перший новий режим – це хаотична прецесія, яка реалізується двома різними способами: 1) чисто хаотичний, 2) повільний хаотичний дрейф легкої вісі з умовно «регулярними» коливаннями магнітного моменту навколо. Другий новий режим є регулярним, за умови коли повільний дрейф легкої реалізується змінами у часі азимутальних кутів, тоді як полярні кути легкої вісі та намагніченості просто коливаються навколо рівноважних положень.

Глибоке розуміння характеру руху дозволяє контролювати процес нагріву під час гіпертермії – методу терапії ракових пухлин. Зокрема, результати показують, що навіть незначна зміна частоти поля може призвести до нелінійного зростання швидкості нагріву середовища. Даним ефектом можна користуватися, або, навпаки, протидіяти йому з метою більшої контрольованості.

Панасейко Л. О.
магістрантка, спеціальність «014 Середня освіта (Фізика)»,
Сумський державний педагогічний
університет імені А. С. Макаренка,
м.Суми, Україна
lydiapanaseiko@gmail.com

ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ УМІННЯ ВЧИТИСЯ ВПРОДОВЖ ЖИТТЯ В ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ОПТИКИ У ШКОЛІ

Проаналізовано вимоги нового Закону України «Про освіту» [1] у контексті формування учнів школи компетентностей в процесі навчання. Розкрито сутність змісту курсу шкільної фізики, який повинен здійснюватися на компетентнісних засадах і передбачає формування ключових і предметних компетентностей, зокрема ключової компетентності «уміння вчитися впродовж життя».

Компетентність учня «уміння вчитися впродовж життя» розглядається як: 1) уміння визначати мету, планувати навчальну діяльність, створювати необхідні умови для самостійного додаткового вивчення фізики; планувати та виконувати навчальні проекти з фізики і техніки; спостерігати, аналізувати, самостійно узагальнювати накопичену інформацію, робити висновки; 2) ставлення - критично оцінювати власні досягнення; усвідомлювати важливість самоосвіти для успішного життя; розуміння перспектив та напрямків власного інтелектуального розвитку щодо фізико-технічної освіти, прагнення до самовизначення [2].

Подана характеристика структурних компонентів компетентності «уміння вчитися впродовж життя»: мотиваційний, когнітивний, діяльнісний, контрольно-оцінний, рефлексивно-корекційний. Мотиваційний компонент має на меті пробудити, викликати й закріпити стійке позитивне ставлення до навчальної діяльності з фізики, сформувати цікавість, зафіксувати особистісно вагомий сенс навчальних дій з фізики. Дидактико-методичне забезпечення цього компонента має спрямовуватися на формування внутрішньої потреби до самостійного учіння. Змістовий когнітивний компонент уміння вчитися містить засвоєні знання з фізики, вміння, навички на яких ґрунтується опановування нового. Рівень взаємодії відомого знання з новимобумовлює різний рівень організації процесу засвоєння знань з фізики: репродуктивний, частково-самостійний, самостійний, творчий. Діяльнісний компонент є ядром уміння вчитися який охоплює різні способи організації учіння (уміння, дії, операції). Контрольно-оцінювальна діяльність розвиває і формує такі процеси пізнання як увага, мислення, пам'ять, воля, пізнавальна активність, самостійність, зміцнює почуття відповідальності. Важливим для

розвиненого уміння самостійно вчитися є рефлексивно-корекційний компонент, який спрямовується на формування умінь взаємоконтролю, самоконтролю, самоперевірки та самооцінювання. За таких умов розвивається здатність до рефлексії та корекції навчальних досягнень з фізики.

На прикладі окремих тем розділу фізики «Хвильова оптика» (11 клас) розглянуто можливості формування кожного з п’яти компонентів ключової компетентності учнів «уміння вчитися впродовж життя». Показано, що для сформованості компетентності учнів «уміння вчитися впродовж життя» на достатньому рівні вищевказані компоненти мають формуватися у взаємозв’язкута на засадах суб’єкт - суб’єктності з урахуванням принципів наступності й перспективності процесу навчання оптики. Підкреслено роль міжпредметності у формуванні ключової компетентності «уміння вчитися впродовж життя», що передбачає опору на знання з інших предметів та життєвий досвід, маючи на меті застосування знань, умінь і навичок у різних контекстах – удома, у процесі навчання та практичній діяльності в фізиці та техніці.

Список використаних джерел

1. Закон України. URL:https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19 (Дата звернення 25.03.2020).
2. Фізика. Навчальні програми для загальноосвітніх навчальних закладів. URL: https://history.vn.ua/lesson/physics-and-astronomy-grades-7-11-study-programs-2018-2019/10.php (Дата звернення 25.03.2020).

Рекомендовано до публікації кандидатом технічних наук, професором Іванієм В.С.

Салтикова А. І.
кандидат фізико-математичних наук, доцент,
Махиня Я. І.
магістрант, спеціальність «014 Середня освіта (Фізика)»,
Сумський державний педагогічний
університет імені А. С. Макаренка,
м. Суми, Україна
0809saltykova@gmail.com
yanuha98@mail.ru

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО НАВЧАННЯ У ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

Технологічний підхід до навчання з’явився у дидактиці у середині 50-х та остаточно затвердився в 90- х роках минулого століття. Сам термін педагогічна технологія взагалі має близько 240 визначень. Літературний аналіз свідчить про те, що теоретичні засади педагогічної технології були

закладені та формувалися під впливом гуманістичних ідей передових мислителів різних епох. Серед них, слід відмітити і вітчизняних педагогів Г.С.Сковороду, К.Д.Ушинського, А.С.Макаренка, В.О.Сухомлинського. Ідеї педагогічних технологій набули особливого розвитку у першій третині 20-го століття, завдяки працям відомих громадсько-політичних діячів та педагогів: П.Біланюка, М.Грушевського, К.Левицького, А.Шептицького, І.Ющишина та ін. У зарубіжній педагогіці вони пов'язані з іменами Б.Блума, Г.Грейса, В.Коскарлі, Д.Хамбліна та ін. В Україні з другої половини ХХ ст. технологічний підхід досліджували А.М.Алексюк, В.І.Бондар, Я.І.Бурлак, В.І.Лозова, І.П.Підласий, А.В.Фурман; у Росії – Ю.К.Бабанський, П.Я.Гальперін, М.В.Кларин, А.Г.Ривін, Н.Ф.Тализіна, Н.Є.Щуркова та ін. [2]

Педагогічний процес можна розглядати як штучно створену керовану систему, а педагогічну технологію як сукупність і послідовність методів і прийомів, які спрямовані на одержання результату, що був запланований. Саме такий підхід, на наш погляд, зберігає основний зміст технології, суть якої полягає в попередньому визначенні діагностичної мети і шляхів її досягнення. Критеріями технологічності за М. Чошановим є: концептуальність (опора на певну наукову концепцію); системність (логіка процесу, взаємозв'язок всіх його частин); ефективність (забезпечення високого результату); відтворюваність (можливість застосування в інших навчальних закладах). Існують різні підходи до класифікацій педагогічних технологій. Їх можна поділити на технології виховання і навчання. Останні – на універсальні (ті, що використовуються при навчанні будь-якого предмету); обмежені (ті, які дієві при навчанні декількох предметів) та специфічні (ті, що працюють для одного-двох предметів). Інший підхід до класифікації технологій навчання: за рівнем застосування; за філософською основою; за основним фактором психічного розвитку; за науковою концепцією засвоєння досвіду; за характером змісту та структури; за формами організації; за видом управління пізнавальною діяльністю; за позицією дитини в освітньому процесі; за методом, що домінує, тощо. Крім цього, технологій навчання можна поділити на традиційні та інноваційні. До перших слід віднести пояснювально – ілюстративне, проблемне, програмоване, диференційоване навчання тощо. Арсенал інноваційних включає ІКТ, проектні, критичного мислення, технології навчання як дослідження тощо [1].

Технології навчання мають певну структуру, компонентами якої є: попередня діагностика рівня засвоєння навчального матеріалу; організація діяльності учнів для засвоєння і закріплення навчального матеріалу; контроль якості засвоєння матеріалу; підбір прийомів і методів додаткової роботи з групою чи окремими учнями, які погано засвоїли навчальний матеріал; визначення причин відставання у навчанні, коли більшість учнів класу не засвоїла навчальний матеріал; вибір методики, яка забезпечує

подолання прогалин у знаннях учнів класу. Можна стверджувати, що технологія навчання — це певний алгоритм дій, правильне виконання якого у певній послідовності веде до наперед запланованого, передбачуваного результату. Її ознаками є діагностичність цілей навчання, повторюваність і відтворюваність усіх стадій, оптимальний вибір етапів технологій, їх коректування та результативність використання.

На сьогодні у арсеналі дидактики є широкий спектр технологій навчання, але кожний учитель у процесі педагогічної діяльності створює "свою" власну технологію навчання, яка передбачає її проектування, експериментування, досягнення оптимального результату. При цьому педагогічна майстерність полягає в тому, щоб підібрати необхідний зміст, застосувати оптимальні методи і засоби навчання відповідно до програми і поставлених освітніх цілей.

Список використаних джерел

1. Застосування технологій навчання на уроках фізики. URL: https://referat.me/physics/343560-zastosuvannya-tehnolog-y-navchannya-na-urokah-f-ziki (Дата звернення 25.04.2020).
2. Чайка В. М. *Основи дидактики*: Навчальний посібник. К.: Академвидав, 2011. 240 с. URL: https://pidruchniki.com/14051003/pedagogika/tehnologiyi_navchannya (Last accessed: 25.03.2020).

Сапітоненко В. В.
курсант, спеціальність «275 Транспортні технології (на повітряному транспорті)»,
Тарадуда А. С.
викладач фізики та астрономії,
Криворізький коледж Національного авіаційного університету,
м. Кривий Ріг, Україна
alla-taraduda@ukr.net

БІОФІЗИКА ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ

У 60-х роках 20-го століття у науково-технічній літературі з’явилась перша інформація про людей, які тимчасово чи постійно чують звуки невідомого походження після їх перебування під впливом електромагнітних полів (ЕМП). Сприйняття таких звуків відбувається по-різному та залежить від таких факторів, як тривалість або частота повторень імпульсів.

Електромагнітними вважаються змінні електричні та магнітні поля, поширення яких у просторі у формі хвиль відбувається із швидкістю світла. У 1995 році Всесвітня Організація Охорони Здоров’я (ВООЗ) ввела термін «глобальне електромагнітне забруднення довкілля». У

перелік пріоритетних проблем людства ВООЗ записала і проблему електромагнітного забруднення навколишнього середовища. Згідно статистичних даних, маємо зростання рівня такого забруднення у 10-15 разів кожне десятиліття [2]. Багато науковців сучасності досліджують, як впливає ЕМП на всі живі організми та біологічні об'єкти та розглядають механізм його дії. Таке дослідження відбувається з різних позицій – біологічної, медичної, фізичної, екологічної тощо.

Геомагнітне поле має інші характеристики, ніж ЕМП антропогенного походження. Відбувається десинхронізація у взаємодії міжорганових та міжклітинних систем. Йде порушення балансу із природним електромагнітним полем. На теперішній час в 200000 разів рівень електромагнітного фону Землі перевищує природний рівень і це є значним перевищенням.

Визначимо фактори, згідно яких змінюється ступінь впливу ЕМП на людський організм. Такими факторами є:

- Діапазон частот;
- Інтенсивність випромінювання;
- Характер випромінювання (модульний та неперервний);
- Режим опромінення;
- Індивідуальні особливості організму;
- Тривалість опромінення;
- Умови зовнішнього середовища;
- Розміри поверхні тіла, що опромінюється;
- Стійкість до впливу різних чинників можливостей адаптації.

Таблиця 1

Порівняльна статистика захворюваності молоді, що мешкає під впливом ЕМП

Класи захворюваностей	Вікові групи, %	
	20-29р	30-39р
Захворюваність дихальної системи	54,60	71,41
Захворюваність системи травлення	11,62	10,35
Захворюваність кровообігової системи	8,71	6,04
Захворюваність нервової системи	8,30	3,07
Захворюваність кістково – м'язової системи	5,60	0,81
Захворюваність сечостатевої системи	5,19	2,77

Таким чином, електромагнітне випромінювання як хвороботворний чинник має розглядатись на підставі клінічних та експериментальних

матеріалів. Сумісну дію цих випромінювань широкого діапазону можна класифікувати як окрему радіохвильову хворобу.

ВООЗ відзначає, що даних, які надають можливість зробити однозначні висновки про шкідливість Wi-Fi для дитячого організму, не вистачає для повноцінного дослідження. Тому організація відносить Wi-Fi та мобільні телефони до факторів недоведеного ризику. Крім цього, за офіційними даними, близько 3% людей мають гіперелектрочутливість – довільне випромінювання здійснює негативний вплив на їх організм.

Для того, щоб зменшити негативний вплив ЕМП, використовують такі захисти:

1. за допомогою часу;
2. за допомогою відстані;
3. за допомогою блокування;
4. за допомогою екранування.

Список використаних джерел

1. Колечицкий Е.С. *Защита от биологического действия электромагнитных полей промышленной частоты*. М.: МЭИ, 1996. 127 с.
2. Кузнецов А.Н. *Биофизика электромагнитных воздействий*. М.: Энергоатомиздат, 1994. 237 с.
3. *Неионизирующие электромагнитные излучения и поля (экологические и гигиенические аспекты)* / Г.А. Суворов и др. М.: Вооружение. Политика. Конверсия, 1998. 125 с.

Скороход Р. В.
аспірант, спеціальність «104 Фізика та астрономія»,
Коропов О. В.
кандидат фізико-математичних наук,
доцент, старший науковий співробітник,
Інститут прикладної фізики
Національної академії наук України,
м. Суми, Україна
r.skorokhodqq@gmail.com,
oleksa.koropov@gmail.com

РОЗРАХУНКИ ВИЗНАЧАЛЬНИХ КІЛЬКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАДІАЦІЙНО-ІНДУКОВАНОЇ СЕГРЕГАЦІЇ В КОНЦЕНТРОВАНИХ МЕТАЛЕВИХ СПЛАВАХ Fe-Cr-Ni

Для аналізу змін локального елементного складу та мікроструктури матеріалів ядерної енергетики, які виникають в процесі їх експлуатації [1] проводять дослідження зразків-свідків [2] та симуляційні експерименти з використанням електронів, протонів чи важких іонів [6]. В сучасних дослідженнях активно впроваджується комп’ютерне моделювання

фізичних і фізико-хімічних явищ та процесів, які протікають під дією опромінення. Комп'ютерне моделювання виглядає дуже перспективним зважаючи на постійний ріст потужності сучасних комп'ютерів і відносну дешевизну комп'ютерних розрахунків. Явище, яке призводить до змін локальних концентрацій основних, легуючих та домішкових елементів металевого сплаву або твердого розчину під дією опромінення, називається *радіаційно-індукованою сегрегацією* (РІС) [6, 5].

В даній роботі проведено систематизацію визначальних кількісних характеристик РІС та розрахунок цих характеристик для сплаву Fe-20 ат.%Cr-8 ат.%Ni в широкому діапазоні зовнішніх параметрів (температур, швидкостей продукування радіаційних точкових дефектів, доз опромінення).

До визначальних кількісних характеристик РІС ми відносимо наступні характеристики [3, 4]:

1) концентраційний профіль елемента A

$$C_A = C_A\left(x,t\right); \tag{1}$$

2) поверхнева концентрація елемента A

$$C_A\left(+0,t\right) = C_A\left(x,t\right)\Big|_{x\to+0}; \tag{2}$$

3) величина збагачення (збіднення) елемента A

$$\Delta C_A = \left|C_A\left(x,t\right)\Big|_{x\to+0} - C_A^0\right|; \tag{3}$$

4) повна ширина концентраційного профілю елемента A на рівні половини збагачення (збіднення) FWHM_A;

5) сегрегаційна площа елемента A (інтегральна характеристика РІС)

$$S_A = \int_0^{l(t)} \left|C_A\left(x,t\right) - C_A^0\right| dx; \tag{4}$$

6) концентраційні профілі точкових дефектів (вакансій та міжвузельних атомів)

$$C_v = C_v\left(x,t\right), \qquad C_i = C_i\left(x,t\right). \tag{5}$$

Позначення в формулах (1)-(5) детально пояснені в роботах [3, 4].

В якості прикладу наведемо розраховані концентраційні профілі (характеристика 1) Cr і Ni (див. рис. 1) з схематично зображеними характеристиками РІС 2-5 (див. вставку до рис. 1) та концентраційні профілі (характеристика 6) вакансій і міжвузельних атомів (див. рис. 2). Дані залежності одержані при температурі $T = 350\,^{\circ}\mathrm{C}$, швидкості продукування радіаційних точкових дефектів $K_0 = 10^{-6}$ зна/с і набраній дозі $D = 10$ зна.

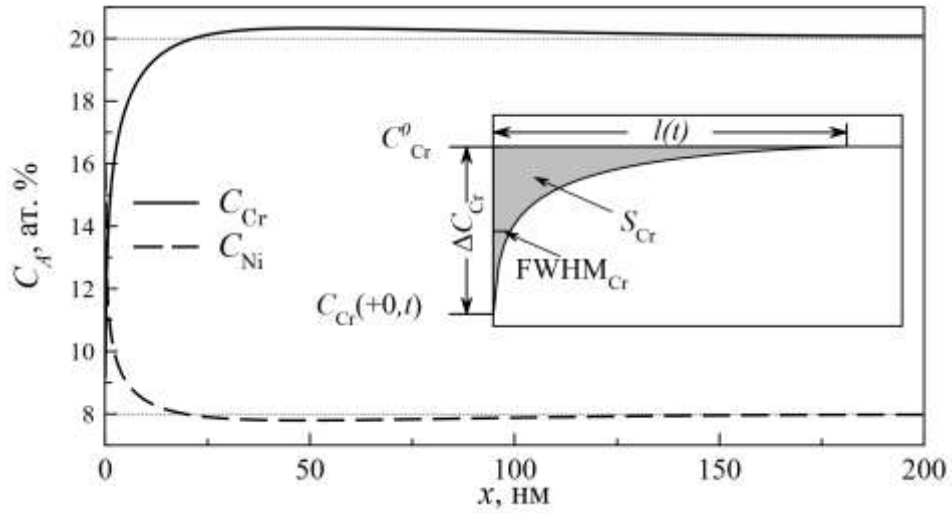


Рис. 1. Залежності концентрацій Cr і Ni від відстані до поверхні та схематично зображені деякі визначальні характеристики РІС Cr

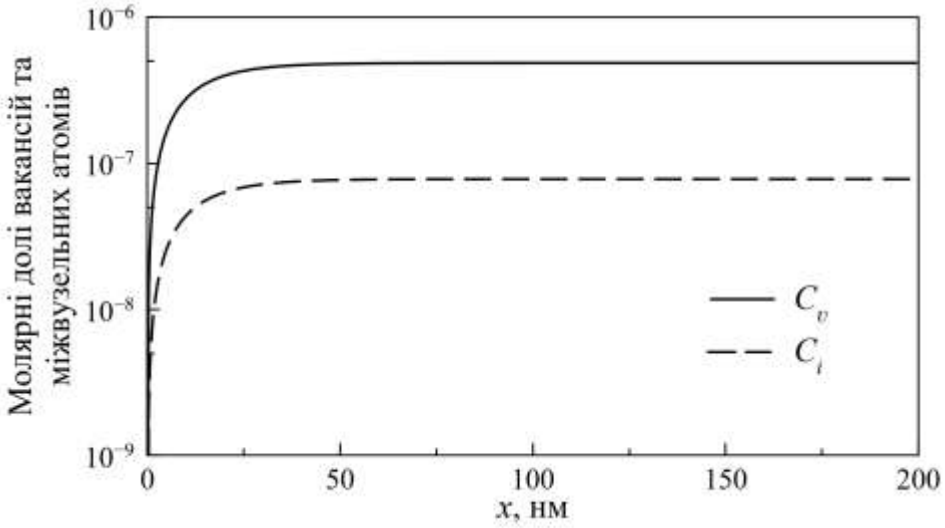


Рис.2. Залежності молярних доль вакансій та міжвузельних атомів від відстані до поверхні

Список використаних джерел

1. Воеводин В.Н., Неклюдов И.М. *Эволюция структурно-фазового состояния и радиационная стойкость конструкционных материалов*. Киев: Наукова думка, 2006. 376 с.
2. Гриценко А.В., Демехин В.Л., Илькович В.В., Буканов В. Н., Васильева Е. Г. Некоторые этапы разработки дополнительной программы образцов-свидетелей для реактора ВВЭР-1000. *Ядерна та радіаційна безпека*. 2011. Вип. 2(50). С. 29–34.
3. Скороход Р.В., Коропов О.В. Математична модель радіаційно-індукованої сегрегації в концентрованих металевих сплавах Fe-Cr-Ni. *Матеріали VIII Міжнар. наук.-практ. конф. «Математика в сучасному технічному*

університеті» (Київ, 27-28 грудня 2019 р.) Вінниця: Видавець ФОП Кушнір Ю. В., 2020. С. 153-160.
4. Скороход Р.В., Коропов А.В. Моделирование радиационно-индуцированной сегрегации в сплавах Fe-Cr-Ni. *Физика твердого тела*. 2019. Том 61. Вып. 12. С. 2281-2288.
5. Aitkaliyeva A., He L., Wen H., Miller B., Bai X.M., Allen T. Irradiation effects in Generation IV nuclear reactor materials. *In Woodhead Publishing Series in Energy: N.106. Structural Materials for Generation IV Nuclear Reactors* / Ed. by P. Yvon. Amsterdam: Elsevier Ltd., 2017. P. 253-283.
6. Was G.S. *Fundamentals of Radiation Materials Science: Metals and Alloys* (2nd ed.). New York: Springer-Verlag, 2017. 1002 p.

Ткаченко Ю. А.
аспірантка, спеціальність «014 Середня освіта (Фізика)»,
Сумський державний педагогічний
університет імені А.С. Макаренка,
м. Суми, Україна
julia.tkachenko.0301@gmail.com

НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЕКТ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ В УЧНІВ ЗНАНЬ ПРО НАНОТЕХНОЛОГІЇ

Використання навчальних проектів у навчанні не є новим, проте в останні роки застосування методу проектів у навчанні учнів фізики все частіше обговорюється на сторінках науково-методичної літератури. Зокрема праці вітчизняних науковців (Бушинська О.Д., Грудинін Б.О., Дедович В.М., Декарчук М. В., Женжера Ю.О., Закалюжний В.М., Каленик М.В., Ляшко В.П., Миндрул Б.І.) присвячені сутності методу проектів, особливостям його застосування, формуванню ключових і предметних компетентностей за допомогою навчальних проектів та можливостям інформаційно-комунікаційних технологій для створення навчальних проектів з фізики. Теоретичне обґрунтування методу проектів, його вплив на результати навчання учнів природничих наук та фізики зокрема подано у працях закордонних науковців (Belletkte V., Benabdallah A., Bousadra F., Dumais N., Goldstein O., Hasni A., Nicole M.-C., Wharram-Santillo M.).

Виконання навчальних проектів учнями передбачено навчальними програмами з фізики. Теми навчальних проектів пропонує вчитель, але учні можуть самостійно обрати тему, яка їх зацікавила. Підручники з фізики, рекомендовані Міністерством освіти і науки України містять орієнтовні теми навчальних проектів і вказівки до їх виконання. Проте теми проектів спрямовані на формування в учнів знань про нанонауку і нанотехнології пропонують лише Засєкіна Т.М. , Засєкін Д.О. (тема

проекту «Наноматеріали») [1]. У таблиці 1 ми запропонували орієнтовний перелік тем навчальних проектів, які вчитель може запропонувати учням з метою формування знань про нанотехнології.

Таблиця 1

Тема уроку	**Тема проекту**
Історичний характер фізичного знання. Внесок українських учених у розвиток і становлення фізики	Піонери нанотехнологій
	Родоначальники нанонауки
	Внесок українських учених у розвиток нанотехнологій
Агрегатні стани речовини. Фізичні властивості твердих тіл, рідин і газів	Нанотехнології в медицині
	Нанотехнології в побуті
	Роль нанотехнологій у захисті навколишнього середовища
Провідники, напівпровідники, діелектрики	Електричні властивості наночастинок та їх застосування
Електричний струм	Наноелектроніка.
Магнітні властивості речовин та їх застосування	Феромагнітні рідини та їх застосування
Виникнення і поширення механічних хвиль. Звукові хвилі. Швидкість поширення звуку, довжина і частота звукової хвилі. Гучність звуку та висота тону	Застосування нанотехнологій у боротьбі з шумовим забрудненням
Розвиток космонавтики	Космічний ліфт
Будова рідини. Поверхневий натяг рідини. Змочування. Капілярні явища.	Застосування капілярних властивостей вуглецевих нанотрубок
Механічна напруга твердих тіл. Закон Гука, модуль Юнга. Механічні властивості твердих тіл	Можливі застосування вуглецевих нанотрубок на основі їх механічних властивостей
Дисперсія світла. Спектральний склад природного світла. Кольори	Світлові явища у наносвіті (кубок Лікурга, вітражі середньовічних храмів

Радіоактивність. Радіоактивні випромінювання, їхня фізична природа і властивості	Досягнення науковців по створенню радіоактивних наночастинок
Узагальнення та систематизація знань	Чому наносвіт зачіпає майже всі галузі науки?
	Нанонаука – ключ до майбутнього
	Перспективи нанонауки в Україні

Враховуючи специфіку запропонованих тем навчальних проектів бачимо, що за видом діяльності учнів дані проекти належать до інформаційно-пошукових. Відповідно до цього пропонуємо алгоритм роботи над проектом, що включає такі основні етапи:

1. організаційний (формулювання мети та завдань проекту, складання плану, розподіл обов'язків);
2. пошуковий (пошук, аналіз, узагальнення і систематизація інформації);
3. практичний (оформлення результатів, створення макету/презентації проекту);
4. підсумковий (презентація результатів роботи над проектом, відповіді на запитання).

Вчитель допомагає та керує роботою учнів на кожному з етапів: допомагає у визначенні мати та завдань проекту, пошуку джерел інформації тощо.

Отже, запропоновані навчальні проекти є одним із засобів формування в учнів знань про нанотехнології, стимулюють інтерес учнів до вивчення фізики, сприяють активізації навчально-пізнавальної діяльності, формуванню цілісної картини світу у процесі вивчення фізики.

Список використаних джерел

1. Засєкіна Т. М., Засєкін Д. О. *Фізика: підруч. для 8 кл. загальноосвіт. навч. закладів*. К. : УОВЦ «Оріон», 2016. 256 с.

Рекомендовано до публікації кандидатом технічних наук, професором Іванієм В.С.

Трофименко Я. В.
молодший науковий співробітник,
Данильченко С. М.
кандидат фізико-математичних наук,
старший науковий співробітник
Інститут прикладної фізики
Національної академії наук України,
м.Суми, Україна
ja.v.trofimenko@gmail.com

ВПЛИВ МАЛИХ ДОЗ ОПРОМІНЕННЯ НА ПРОРОСТАННЯ ЦИБУЛИН *ALLIUM CEPA*

Виробництво сільськогосподарської продукції зазнає втрат на всьому шляху від виробника до споживача. Основні причини пов'язані з ураженням культур комахами-шкідниками і хворобами, передчасним проростанням клубне-, коренеплодів, цибулин, а також бактеріального псування продуктів.

В сучасних технологічних процесах обробки сільськогосподарської продукції, як правило, застосовують хімічну обробку, використання якої пов'язане з негативними побічними наслідками (забруднення шкідливими речовинами, негативний вплив на здоров'я людей, складність зберігання токсичних препаратів, висока вартість). Це визначає необхідність впровадження ефективних і безпечних технологій, серед яких перспективними є технології з використанням фізичних факторів, зокрема, іонізуючого випромінювання [1].

В роботі досліджується вплив малих доз рентгенівського і ультрафіолетового опромінення на проростання цибулин *Allium cepa.*

Для дослідження використовували однорічні цибулини *Allium cepa* довжиною близько 20-25 мм, з діаметром близько 10-12 мм з масою 2-3 г. Матеріал опромінювали на установці Phywe X-Ray з Mo-трубкою в режимі 20 kV 1mA. впродовж 20 і 40 хв.; УФ-лампою з довжиною хвилі 253 нм на відстані 1 м впродовж 20 і 40 хв.

Таблиця 1

Результати проростання досліджуваного матеріалу

Фенологічні спостереження	Контроль	X-ray 20'	X-ray 40'	УФО 20'	УФО 40'
Строки проростання	8-ий день	12-ий день	10-ий день	6-ий день	6-ий день
Дружність проростання	90%	60%	80%	100%	100%

Відповідно до табл. 1 можна зробити висновки. УФ-опромінення (впродовж 20 і 40 хв.) проявляє стимулюючу дію на проростання цибулин *Allium cepa*, цей ефект можна використовувати для більш швидкого і дружнього пророщування посадкового матеріалу. При опроміненні X-ray спостерігається пригнічення проростання цибулі городньої, цей ефект корисний при тривалому зберігання матеріалу, щоб не було передчасного проростання продукту.

Результати цих досліджень є основою інтерпретації позитивних для агропромислового виробництва ефектів, які можуть бути досягнуті з використанням малих доз опромінення матеріалу.

Список використаних джерел

1. Санжарова Н.И., Козьмин Г.В., Гераськин С.А. Фундаментальные и прикладные аспекты применения радиационных технологий в сельском хозяйстве и пищевой промышленности. Применение химических веществ, ионизирующих и неионизирующих излучений в агробиотехнологиях: сборник докладов круглого стола в рамках XX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии (Москва, 21 сентября 2016 г.). Обнинск: ФГБНУ ВНИИРАЭ, 2016. С. 109-112.

Трофименко Я. В.
молодший науковий співробітник,
Хелемеля О. В.
кандидат фізико-математичних наук,
науковий співробітник,
Інститут прикладної фізики
Національної академії наук України,
м. Суми, Україна
ja.v.trofimenko@gmail.com

ОЦІНКА ПОГЛИНУТОЇ ДОЗИ МЕТОДОМ ЕКСТРАПОЛЯЦІЇ

Запропоновано для оцінки поглинутої дози при опроміненні біологічних об’єктів в різних режимах роботи рентгенівської трубки використовувати метод екстраполяції. Проведена оцінка для рентгенівського апарату ДРОН з мідною трубкою.

При дослідженні дії рентгенівського випромінювання на біологічні об’єкти дуже важливо вміти визначати поглинуту дозу. В даній роботі запропоновано для оцінки поглинутої дози при опроміненні біологічних об’єктів в різних режимах роботи рентгенівської трубки використовувати простий та достатньо точний метод екстраполяції. Для розрахунку

поглинутої дози скористаємося запропонованою в роботі [2] формулою для визначення залежності поглинутої дози від часу експозиції t, сили струму I та поданої на рентгенівську трубку напруги U:

$$D[Гр] = K\ [Гр/кВ/мА/с] \times U2[кВ] \times I[мА] \times t[с] \quad (1)$$

Відстань від об'єкта до трубки фіксована, тому вона увійшла в константу. Коефіцієнт К визначимо із графічної залежності поглинутої дози D від часу експозиції t із кута нахилу tg a на рис.1 [1]:

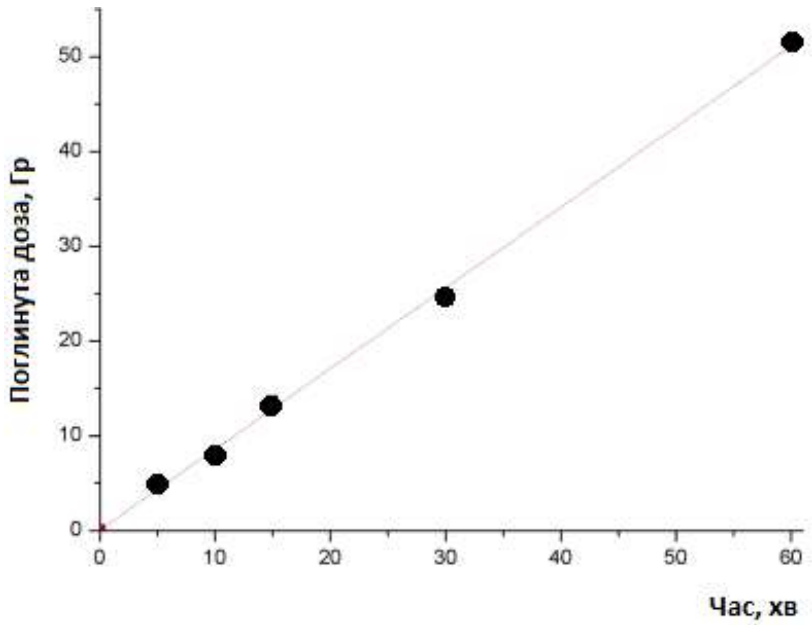


Рис.1. Залежність поглинутої дози від часу експозиції

Із побудованої залежності отримуємо, що K = 1,1 x 10-6 Гр/кВ/мА/с.

Запропонована в роботі [2] методика дуже зручна, оскільки дозволяє досить точно математично оцінити поглинуту дозу при різних режимах роботи рентгенівського апарату. Уточнення коефіцієнту К слід проводити принаймні 1 раз на рік.

Список використаних джерел

1. Трофименко Я.В., Данильченко С.М. Визначення поглинутої дози дозиметром Фрикке. Сучасні проблеми експериментальної, теоретичної фізики та методики навчання фізики: матеріали V Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених (м. Суми, 22-24 квітня 2019 р.). Суми: СумДПУ, 2019. 91 с.
2. S. Kothan, M. Tungjai. An estimation of X-Radiation Output using mathematic model. *American Journal of Applied Sciences,* 2011. Vol. 8 (9). P. 923-926.

Удовиченко І. В.
магістрант, спеціальність «014 Середня освіта (Фізика)»,
Сумський державний педагогічний
університет імені А. С. Макаренка,
м. Суми, Україна
tiulen3006@gmail.com

ВДОСКОНАЛЕННЯ ДЕМОНСТРАЦІЙНОГО ДОСЛІДУ З ФІЗИКИ

За останні роки мікроелектроніка досягла неабияких результатів завдяки відкриттям у квантовій фізиці, хімії, фізиці твердого тіла та інших наук. Наші комп'ютери стали потужнішими, ємність жорстких дисків вимірюється в Терабайтах. Паралельно з цим розвивались і мікроконтролери – завдяки таким розробкам як Arduino. Мікроконтролери увійшли в широкі маси – це і робототехніка і системи автоматизації процесів [1] (розумний дім, станки з числовим програмним забезпеченням тощо). Проте їх можливості можна ефективно використовувати і в навчальному процесі. У роботі пропонується застосування мікроконтролера для вдосконалення демонстраційного досліду з шкільного курсу фізики.

Характеристики такого мікроконтролера як Atmega328 дозволяють вимірювати час між послідовними сигналами від датчика Хола з точністю до десятків мікросекунд. Отже, можна визначити період коливання математичного маятника, програмно розрахувати прискорення вільного падіння і вивести це через проектор на великий екран. Разом з учнями вчитель інтерактивно може спостерігати за тим, як залежить точність результату від кута, на який відхиляється маятник (умова – кут повинен бути малим). При цьому форма подачі інформації залежить лише від творчих здібностей вчителя. У запропонованому проекті процес вимірювання періоду коливань виконував контролер, а всі математичні розрахунки і візуалізація інформації проводилася на комп'ютері за допомогою спеціальної програми (програма написана в Processing). Дані досліду виводилися у вигляді графіка. Учні могли спостерігати, що кожне вимірювання мало випадковий характер, але не виходило за певні межі (числове значення величини прискорення вільного падіння було в межах від 9.808 м/с^{2}і до 9.830м/с^2).

Така фізична величина як час дуже часто використовується в дослідах з механіки. Тому, наприклад, можна вдосконалити дослід з визначенням моменту інерції та інші. Але використання мікроконтролера не обмежене лише вимірюванням часу. При підключенні термопари через операційні підсилювачі можна візуалізувати процес конвекції. Намалювати в програмі резервуар з речовиною і відповідний елемент об'єму може змінювати колір в залежності від даних з термопар. Таким чином за конвекцією можна буде спостерігати в реальному часі.

Головною метою цих вдосконалень є автоматизація вимірювань, що в свою чергу спрощує роботу вчителя і сприяє більш глибокому засвоєнню матеріалу учнями.

Список використаних джерел

1. Блум Д. *Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства*: Пер. с англ. СПб.: БХВ, 2015. 336 с.

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

Федів В. І.
доктор фізико-математичних наук, професор
Буковинський державний медичний університет,
м. Чернівці, Україна
vfediv@ukr.net
Олар О. І.
кандидат фізико-математичних наук, доцент
Буковинський державний медичний університет
м. Чернівці, Україна
elena.olar@ukr.net
Бірюкова Т. В.
кандидат технічних наук, доцент
Буковинський державний медичний університет
м. Чернівці, Україна
tanokbir@ukr.net

ВИКОРИСТАННЯ КЕЙС-МЕТОДУ ПРИ ВИВЧЕННІ БІОФІЗИКИ

Згідно із сучасними вимогами, щодо конкурентоспроможності фахівців медична освіта повинна бути інноваційною і безперервною впродовж усього творчого життя. Серед сучасних технологій і методів навчання останнім часом особливе місце в професійній освіті займає навчання за кейс-методом (case-study). Даний метод орієнтований на самостійну індивідуальну і групову діяльність студентів, в якій вони отримують аналітичні, дослідницькі, комунікативні навички. Освітній процес, побудований на базі кейс-технології студентоцентричний, що відповідає сучасним педагогічним тенденціям. Кейс-технологія здатна реалізувати свій потенціал, тільки якщо створено відповідне методичне забезпечення - розроблені якісні кейси і структура їх застосування на кожному занятті [1]. Саме метод кейсів виступає в якості першого і дуже значимого кроку до компетентнісного підходу в професійній освіті [2]. Кейси можуть виконувати різні функції, але найбільш важливими є

навчальна, виховна, тренувальна, аналітична, дослідницька, систематизуюча, прогностична [3].

При наближенні структури занять з медичної та біологічної фізики для студентів напрямку «Медицина» наша ідея полягала у створенні технології, яка б передбачала залучення студентів до всіх видів навчальної діяльності. Крім аудиторних занять (теоретичних і практичних) це активна позааудиторна самостійна робота (пошук відеоматеріалів), індивідуальна самостійна робота (підготовка навчальних таблиць, з акцентами практичного використання фізичних явищ у медицині) та навчально-дослідницька робота (експериментально та аналітично-пошукова робота з метою участі у студентських конференціях та конгресах, в тому числі міжнародних).

На кафедрі біологічної фізики та медичної інформатики Буковинського державного медичного університету методика проведення заняття з використанням методу кейсів активно впроваджена. Студенти при вивченні двох змістових модулів дисципліни отримують «Робочі зошити», які і є підґрунтям для розгляду кейсів які будуть запропоновані на занятті з відповідної теми. Перед безпосереднім отриманням кейса на занятті студентам необхідно вивчити відповідний теоретичний матеріал практичного заняття, використовуючи комплекс навчально-методичних матеріалів (навчальні посібники, конспекти лекцій з теми відповідного заняття, набір відеоматеріалів та тестових завдань), які можна знайти в тому числі на сервері дистанційної освіти університету в розділі нашої дисципліни. На початку заняття оцінюється вхідний рівень знань студентів і відбувається обговорення теоретичних основ фізичних явищ, які розглядатимуться. Робота студентів над кейсами починається з другої половини заняття. Після знайомства з кейсами проводиться опитування на предмет розуміння їх змісту. Студенти можуть працювати як самостійно, так і в групах (наприклад дівчата/юнаки, перша/друга половина списку групи, правий/лівий блок аудиторії та ін.). Після опрацювання студентами отриманих кейсів презентується рішення індивідуальне або групове. У разі складнощів з визначенням розв’язку кейсу розпочинається дискусія, в якій повинні бути висвітлені всі питання, викладені в кейсі. На заключному етапі роботи з кейсом організовується загальна дискусія, обговорення отриманих рішень, проводиться узагальнення і систематизація отриманих результатів і набутих знань під час роботи над кейсом. В якості головної переваги методу під час проведення практичного заняття з медичної та біологічної фізики виступає можливість оптимального поєднання теорії та практики, що є досить важливим під час підготовки студента-медика. Студент навчається застосовувати отримані теоретичні знання в конкретній практичній ситуації, що, в свою чергу, сприяє систематизації теоретичних і практичних знань. У студентів виробляються стійкі навички вирішення практичних завдань. Розбираючи кейс, майбутні лікарі

отримують рішення, яке вони можуть застосовувати в майбутній професійній діяльності.

Список використаних джерел

1. Долгоруков А. М. Метод case-study как современная технология профессионально-ориентированного обучения. URL: http://www.evolkov.net/case/case.study.html (Дата звернення: 15.03.2020).
2. Сажнева С.В., Кузьменко Е.О. Кейс-метод как современная технология профессионально-ориентированного обучения студентов. URL : http://www.be5.biz/ekonomika1/r2012/1907.htm (Дата звернення: 15.03.2020).
3. Сурмін Ю. П. Кейс-метод: становлення та розвиток в Україні. *Visnyk NAPA*. 2015. №2. С. 19-28.

Федів В. І.
доктор фізико-математичних наук, професор
Буковинський державний медичний університет,
м. Чернівці, Україна
vfediv@ukr.net
Олар О. І.
кандидат фізико-математичних наук, доцент
Буковинський державний медичний університет
м. Чернівці, Україна
elena.olar@ukr.net
Бірюкова Т. В.
кандидат технічних наук, доцент
Буковинський державний медичний університет
м. Чернівці, Україна
tanokbir@ukr.net

ЕЛЕМЕНТИ BYOD-ТЕХНОЛОГІЙ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ ПРИ ВИВЧЕННІ КУРСУ МЕДИЧНОЇ ТА БІОЛОГІЧНОЇ ФІЗИКИ

Сьогодні формування компетентного фахівця довільної галузі знань, здатного застосувати систему знань, вмінь та навиків у своїй професійні діяльності нерозривно пов’язано з використанням нових інформаційно-комунікаційних технологій. Ці технології розвивають інтелектуальний потенціал і створюють сприятливі умови для інтенсифікації процесу навчання через свою доступність, зрозумілість, інтерактивність, цікавість та ін. Їх перевага полягає в тому, що за межами аудиторних занять студент має можливість самостійно відтворити досліди для закріплення матеріалу.

Учнівська та студентська молодь сьогодні активно використовує свої смартфони для пошуку інформації, спілкування у соціальних мережах,

прослуховування аудіо та перегляду відео, це в цілому не може не впливати на інформаційно-цифрову компетентність. Цю компетентність слід максимально використовувати для розвитку у них навчально-пізнавальної активності і формування та розвитку ключових професійних компетентностей, одночасно створюючи психологічний комфорт при навчанні. Одна з технологій, здатна забезпечити результат - це BYOD (Bring Your Own Devices), яка передбачає активне використання для навчальних занять цифрових пристроїв та технологій (наприклад, смартфонів або планшетів) [1, 3]. Сенсорні екрани, фотокамери, різні датчики та неперервний доступ в Інтернет забезпечують використання мобільних додатків для процесу активного навчання. Суттєва перевага технології полягає в тому, що викладач може зробити заняття і засвоєння студентами навчального матеріалу цікавішим і привабливим, а студент може самостійно повторити за межами аудиторних занять досліди для кращого засвоєння матеріалу.

Викладачі кафедри біологічної фізики та медичної інформатики Буковинського державного медичного університету при проведенні практичних занять з медичної та біологічної фізики намагаються використовувати такі додатки для унаочнення основних положень курсу.

Наприклад при вивченні теми «Фізичні основи звукових методів у медицині» додатки для смартфонів використовуються з метою демонстрації поняття простого тону, спектру шуму та акустичного спектру складного тону, вимірювання інтенсивності звуків при розмові викладача і студента, визначення «біологічного віку слуху студента», перевірки психофізичних законів, наприклад закону Стівенса, та зняття аудіограм з подальшим їх аналізом за ступенем втрати слуху, віковими нормами або «мовним бананом». Мобільні додатки, які при цьому використовуються є безкоштовними і доступні для вільного завантаження.

У результаті застосування мобільного навчання зросла зацікавленість студентів до принципів психоакустики та принципів діагностичих методів при втраті слуху, а також до функціоналу смартфона як вимірювального пристрою та віртуальної лабораторії.

Список використаних джерел

1. Злобін Г., Ванькевич Д., Батюк А., Карбовник І. Про можливості використання технології BYOD (Bring Your Own Device) в навчальному процесі вищого закладу освіти. URL: http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/16872/2/FOSSLviv_2014_Zlobin_H_H-On_the_possibility_of_using_13-16.pdf (Дата звернення: 15.03.2020).
2. Івченко Є.І., Божко В.І. Формування персоналізованого освітнього мобільного освітнього середовища на основі концепції BYOD. URL: http://dspace.puet.edu.ua/bitstream/123456789/3028/1/%D0%A2%D0%B5%D0%B7%D0%B8%D1%81%D1%8B%20%D0%AF%D0%92%D0%9E-2016%20%D0%98%D0%B2%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%2

0%D0%91%D0%BE%D0%B6%D0%BA%D0%BE.pdf (Дата звернення: 15.03.2020).
3. Bring Your Own Device: Impact on Education. URL: https://www.lifewire.com/bring-your-own-device-impact-on-education-2373101 (Last accessed: 15.03.2020).

Федів В. І.
доктор фізико-математичних наук, професор
Буковинський державний медичний університет,
м. Чернівці, Україна
vfediv@ukr.net
Олар О. І.
кандидат фізико-математичних наук, доцент
Буковинський державний медичний університет
м. Чернівці, Україна
elena.olar@ukr.net
Бірюкова Т. В.
кандидат технічних наук, доцент
Буковинський державний медичний університет
м. Чернівці, Україна
tanokbir@ukr.net

КЕЙС-ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ МЕДИКІВ

Постійне збільшення в вищих медичних закладах освіти обсягу навчального матеріалу і диференціація знань привели до необхідності включати в зміст навчальних дисциплін великі об’єми теоретичного і практичного матеріалу. У цих умовах набуває особливої значущості інтенсифікація навчального процесу та пошук схем адаптації студентів до навчального процесу. Одним із виходів є впровадження кейс-технологій при підготовці майбутніх фахівців. В основі кейс-технології лежить робота із модельованими практичними ситуаціями, з якими доведеться зіткнутися в майбутній професійній діяльності. Систематична робота студентів з кейсами допомагає виробити стратегію конкретної ситуації і приймати зважені рішення, що підтверджено багаторічною педагогічною практикою від моменту першого використання методу у 1870 р. у Гарварді. Рішення кейса детально відображає професійну ситуацію, характеризує здатність студентів справлятися з професійними завданнями, іншими словами, характеризує ступінь освоєння ними професійних компетенцій [1].

Враховуючи особливості педагогічного процесу і специфіку вивчення дисципліни «Медична та біологічна фізика» в комплексі природничих дисциплін медичного навчального закладу розроблено такі завдання, вирішення яких формуватиме систему компетенцій у визначеній

послідовності, де кожен новий блок навчального матеріалу логічно пов'язаний з іншими блоками. Загальна структура кейсу має наступну форму:

І. Вступ.

У вступі подається інформація для систематизації студентом базових знань у вигляді блок-схеми, яка допомагає оновити в пам’яті базові фізичні характеристики для визначеного фізичного чинника, а також процесів та явищ за його участі, які важливі для медичної діагностики і методів лікування.

ІІ. Тест з даної теми.

Тестовий контроль триває не більше 5 хвилин і має на меті визначення вхідного рівня знань.

ІІІ. Питання для обговорення.

Питання, які виносяться на обговорення до розгляду кейсу висвітлюються в матеріалах для підготовки до кейсу. Кількість та складність запитань може варіювати в залежності від рівня підготовки групи, яку викладач оцінює по мірі ведення дискусії.

IV. Задачі.

У залежності від теми заняття та її складності кількість задач може теж варіювати. Це можуть бути якісні та розрахункові задачі, які виконуються самостійно при підготовці до занять. Якщо матеріал опрацьовано ретельно і виважено, студент зможе знайти розв’язок і використати його в подальшому для вирішення ситуаційних задач.

Результати домашніх завдань обговорюються в аудиторії, в разі якщо студенти не знайшли розв’язку або пояснення, викладач пояснює незрозумілі моменти.

V. Завдання, яке полягає у спостереженні явища і поясненні отриманих результатів.

Спостереження за явищами дозволяє закріпити отримані теоретичні знання.

VI. Ситуаційні задачі.

Ситуаційні задачі розглядаються після завершення всіх попередніх видів діяльності та за умови відсутності запитань щодо змісту теми. Формулювання задач максимально наповнених медичним змістом, але обов’язково є таким, щоб наголосити на фізичних аспектах використання фізичного чинника, важливості розуміння його характеристик і відповідних властивостей біологічного об’єкту, який знаходиться в полі дії чинника.

Часто студентам пропонується зіграти роль пацієнта і лікаря. Розв’язати такий кейс і знайти відповіді на всі ці запитання для студента не аби який прогрес, враховуючи, що це студент І курсу, який щойно розпочав вивчення більшості теоретичних дисциплін природничого циклу у медичному виші.

Подібна діяльність, схожа зі справжньою професійною практикою, пояснює високу результативність використання даної технології, перевіреною практикою педагогічної діяльності колективу нашої кафедри.

Список використаних джерел

1. И.В. Жаднова, А.И. Артюхина. Возможности кейс-технологий в подготовке медицинских лабораторных техников. Электронный научно-образовательный журнал ВГСПУ «Грани познания». №3(30). Март 2014. С. 72-76.

Хелемеля О. В.
кандидат фізико-математичних наук,
науковий співробітник,
Інститут прикладної фізики
Національної академії наук України,
м. Суми, Україна
oleksiiKhel@gmail.com

ЗАЛЕЖНІСТЬ ВІД ЗНАКУ ЗАРЯДУ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ВТРАТ ВАЖКОЇ ЗАРЯДЖЕНОЇ ЧАСТИНКИ ПРИ РУСІ В ЕЛЕКТРОННОМУ ГАЗІ

Досліджено в рамках квантово-польового підходу взаємодію важкої зарядженої частинки з електронним газом з урахуванням другого борнівського наближення. Отримано аналітичний вираз для трьохчастинкової функції Гріна, з допомогою якої стало можливим розрахувати поправку в рамках другого борнівського наближення для гальмівної здатності електронного газу.

При проведенні експериментів з використанням електронного охолодження позитивно та негативно заряджених частинок під час експериментів на установці МОСОЛ спостерігали ефект різниці швидкості охолодження протонів та негативно заряджених іонів H^- [2]. Класичні теорії передбачають квадратичну залежність Z^2 енергетичних втрат іона [1]. Для врахування залежності від знаку заряду гальмівної здатності електронної плазми з перших принципів авторами розвинено квантово-польовий підхід. Перше борнівське наближення містить Z^2 залежність [4-6], як і класичні підходи. Врахування наступних поправок в розвиненні ряду дає Z^3 залежність [3].

Для визначення енергетичних втрат зарядженої частинки з врахуванням поправок другого борнівського наближення (залежність Z^3) знайдено явний вигляд трьохчастинкової функції Гріна.

$$Im\, G(\vec{k},\vec{k}_1) = \pi^{5/2}\, \frac{e^2}{(2\pi\hbar)} \sqrt{mT_{\parallel}} mT_{\perp} I(\vec{k},\vec{k}_1). \qquad (1)$$

Список використаних джерел

1. Хелемеля О.В., Холодов Р.І., Мірошніченко В.І. Діелектрична модель енергетичних втрат важкої зарядженої частинки при русі в холодному замагніченому електронному газі. *УФЖ*. 2013. Вип. 58. С. 725.
2. Dikanskii N. S. et al. Influence on the sign of an ion charge on friction force at electron cooling. *Zh. Eksp. Teor. Fiz*. 1998. Vol.94. P. 65.
3. Dyachenko M.M., Kholodov R.I. Energy losses of positive and negative charged particles in electron gas. *Modern Physics Letters A Vol*. 2017. Vol. 32, № 6. P. 1750031.
4. Khelemelya O.V., Kholodov R.I. Quantum field methods in the electron cooling. *Problems Of Atomic Science And Technology*. 2013. № 3(85). P. 53-57.
5. Khelemelia O. V. Stopping power of an electron gas with anisotropic temperature. *Modern Physics Letters A*. 2016. Vol. 31, № 13. P. 1650081.
6. Larkin A.I. Passage of particles through a plasma. *J. Exptl. Theoret. Phys. (U.S.S.R.).* 1959. Vol. 37. P. 264-272.

Цапенко М. В.
аспірантка, спеціальність «014 Середня освіта (Фізика)»,
Сумський державний педагогічний
університет імені А.С.Макаренка,
м. Суми, Україна
TMVasil@gmail.com

ПОЗАКЛАСНА ДІЯЛЬНІСТЬ УЧНІВ З ВИВЧЕННЯ ОСНОВ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

В сучасних умовах реформування освіти одним із ефективних засобів розвитку і формування компетентностей сучасної особистості, формування мотивації до навчання і вивчення основ енергозбереження та формування енергоефективної поведінки є зв'язок класної та позакласної діяльності учнів. В умовах класно-урочної системи, коли навчальний час обмежений, вчитель повинен так структурувати урок, щоб основний компонент навчання основ енергозбереження органічно вбудувався в основний урок за програмою і на це вистачило часу.

Виходом із такої ситуації ми бачимо у поєднанні класної та позакласної діяльності учнів з вивчення основ енергозбереження та енергоефективності. Ідею такого підходу розглядали такі вітчизняні дослідники як Н.А. Пустовіт яка наголошує на тому, що міжособистіснавзаємодія з особистістю педагога є важливою умовоюекологізації освітнього простору, а також до цієї взаємодії варто залучати батьків [1]. В.В. Вербицький обмеження діяльності учнів тільки на уроках називає проблемою, розв’язання якої бачить в організації

позакласних занять і факультативів в першу чергу з природничих наук [2]. Вітчизняні науковці О.В. Лисенко, Н.М. Діденко, Л.Г. Хоменко, Л.Г. Дзюба та інші переконані в доцільності організації такої форми роботи як позакласна діяльність з різних шкільних предметів і напрямків.

Така думка добре узгоджується з сучасною реформою освіти, оскільки надає простір для розвитку учня і формування мотивації пізнавальної активності, окрім того подібна робота додає профілізації навчання і дасть можливість проявитися талантам дітей в різних сферах.

На наш погляд під час організації такої роботи слід забезпечити розумнийзв'язок змісту позакласних занять з основним матеріалом уроку, дати можливість учням заробляти додаткові оцінки з основного предмета, що буде стимулювати їх до активності. Організовувати такі заняття доцільно з 7 класу, коли з’являються предмети, термінологія яких близька до теми енергозбереження: фізика, хімія. На наш погляд позакласні заняття з основ енергозбереження буде додатковим стимулом до виявлення інтересу до вивчення фізики, оскільки більшість задач з енергозбереження їх пояснення базуватимуться на основах фізичних знань. Звичайно, така форма роботи вимагає від вчителя володіння знаннями з основ енергозбереження та енергоефективності і мати мотивацію до організації подібних занять. На рівні школи це може бути реалізовано виділенням годин на факультативні заняття.

Метою нашої роботи є опис форм позакласної діяльності учнів з основ енергозбереження та ефективності, що узгоджується з сучасним навчальним процесом.

На нашу думку відсоток вмотивованих учнів, які готові займатися питаннями енергозбереження та формування енергоефективної поведінки досить високий, про це ми говорили у дослідженні [3], тому доцільність організації додаткових занять з цієї теми досить висока.

Основним критерієм для вибору форми і змісту позакласних занять з енергозбереження повинні стати: простота і доступність форми проведення занять, сучасність теми, зв'язок отриманих знань з життям, формування новоїенергоефективноїмоделі поведінки. Зрозуміло, що для учнів основної і старшої школи зміст буде дещо відрізнятися, проте можна виділити основні форми занять, які добре реалізуються у будь-якому віці.

Міні-проекти. Наприклад «Вуглецевий шлях продуктів», на якому учні познайомляться з новими знаннями про вуглецевий шлях і зможуть самі визначити вуглецевий шлях яблук, овочів, м’ясних продуктів і поміркувати над питанням що екологічніше, виробляти продукти на власній території, чи імпортувати.

Лабораторні роботи. Наприклад «Лимон як джерело енергії». Дає можливість дослідити лимон, яблуко в якості джерела електричної енергії відповісти на питання чому виникає електричний струм, від чого залежить сила струму, які необхідні умови виникнення електричного струму?

Завдання вдома. Наприклад навчитися визначати покази лічильника,і розраховувати добове і квартальне споживання електричної і теплової енергії, а також розраховувати вартість відповідно діючим тарифам.

Енергоаудит шкільних приміщень, цю роботу доцільно проводити з учнями які вже обізнані в питаннях енергозбереження і вимагає від вчителя додаткової підготовки.

Екскурсії по школі. Наприклад перед початком екскурсії задати учням питання, скільки на вашу думку школа сплачує за спожиту еклектичну енергію? Послухати відповіді учнів, записати їх. Провести екскурсію до шкільних лічильників, записати показання, і після, в класі разом провести розрахунки згідно діючих тарифів. Поставити питання як можна зекономити тепло і електрику в школі і чи потрібно бути обізнаним у питаннях енергозбереження?

Конкурси з енергозбереження потужний навчальний засіб, який дає змогу активізувати роботу учнів різних вікових груп і сформувати ситуацію успіху.

Успішно реалізувати позакласну роботу з енергозбереження і енергоефективності, надати допомогу педагогу в цих питаннях можуть заклади позашкільної освіти, проте питання прострорення закладів позашкільної освіти з теми енергозбереження, співпрацю школи і таких закладів, а також підтримкаїх на рівні держави на сьогодні залишається відкритим.

Список використаних джерел

1. Пустовіт Н., Колонькова О., Пруцакова О., Тарасюк Г., Солобай Ю. *Екологізація освітнього простору сучасної загальноосвітньої школи : монографія*. Харків: «Друкарня Мадрид», 2016. 154 с.
2. *Сучасний виховний процес: сутність та інноваційний потенціал*: матеріали звіт. наук.-практ. конф. Ін-ту проблем виховання НАПН України за 2017 рік / [За ред. І.Д. Беха, Р.В. Малиношевського]. Івано-Франківськ: НАІР, 2018. Вип.6. 356 с.
3. Tsapenko M., Uvanii V., Moroz I.. THE EUROPEAN EXPERIENCE OF LEARNING THE BASICS OF ENERGY CONSERVATION, SUSTAINABLE development under the conditions of European integration: collective monograph / [editorialboard Darko Bele, Lidija Weis, Nevenka Maher]. Ljubljana: VŠPV, Visokašolazaposlovnevede = Ljubljana School of Business, 2019. С.35-48.

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

Шквиря В. В.
студент, спеціальність «141 Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»,
Таврійський державний агротехнологічний
університет імені Дмитра Моторного,
м. Мелітополь, Україна
greejin@gmail.com

ВПЛИВ ПОВЕРХНЕВИХ ОКСИДІВ НА ВЛАСТИВОСТІ ГЕТЕРОСТРУКТУРИ

Інтерес до напівпровідникових сполук групи A3B5 не вичерпується тільки об'ємними монокристалічними матеріалами, що пояснюється унікальними випромінювальними й електрооптичними характеристиками, високою фоточутливістю і потенційними можливостями зміни опору в широких межах. Для ряду практичних застосувань (сонячні батареї, лазери, світлодіоди тощо) потрібні гетероструктури на основі матеріалів цієї групи, які представляють інтерес для промисловості, що пов’язано з відносно низькою вартістю технологічних процесів одержання та широким спектром використання згаданих структур. Останнім часом все частіше розглядаються питання створення поруватих шарів у напівпровідникових матеріалах на основі бінарних сполук типу A3B5. Так, наприклад, у поруватих шарах відбувається зміщення основної смуги фотолюмінесценції (ФЛ) в короткохвильову область спектру, яке можна пояснити за допомогою квантово-розмірного ефекту (електронно-оптичні властивості квантово-розмірних структур залежать від розміру кристала в напрямку, за яким обмежено рух носіїв заряду) [4].

Більш простим і дешевим методом отримання поруватих шарів, по відношенню до інших, є метод електрохімічного травлення [3]. Однак при електрохімічній обробці напівпровідників на поверхні відбуваються складні процеси, що призводять не лише до утворення поруватих шарів, але й до утворення суцільних оксидних плівок або острівців оксидів, оскільки відомо, що поверхня напівпровідників легко окислюється.

Вивчення морфологічних особливостей поверхні, пошук шляхів і способів управління складом, структурою та властивостями матеріалів і створення на цій основі технологічних процесів отримання поруватих плівок з необхідним набором властивостей, є актуальним завданням.

У даній роботі розглянуто вплив поверхневих оксидів на процеси випромінювальної рекомбінації поруватого GaAs, отриманого методом електрохімічного травлення.

Отримання поруватих шарів відбувалося за методикою наведеною в [2]. Після проведення процесу травлення, зразки було поділено на дві групи: перша – попередньо термооброблені в надчистому водні, друга –

без термічної обробки після травлення. Для обох груп зразків досліджено морфологію (метод скануючої електронної мікроскопії), проаналізовано хімічний аналіз поверхні (метод енергодисперсійної рентгенівської спектроскопії), досліджено спектри ФЛ.

Встановлено, що на поверхні зразків другої групи після електрохімічної обробки з'явилися кристаліти розміром 50-200 мкм, розміщені хаотично. На відміну від цього на зразках другої групи отримано поруваті шари без помітного покриття поверхні пор оксидами або іншими продуктами електрохімічної реакції.

Мікроелементний аналіз складу поверхневих шарів підтверджує відхилення стехіометрії та присутність оксидів (≈21%) для зразків, які не було термічно оброблено. У першій групі зразків мікроаналіз елементного складу не вказує на присутність інших сполук, окрім Ga і As.

Спектри ФЛ досліджених груп значно відрізняються – положення піків у видимій області має значний розбіг. З порівняння спектрів двох груп досліджуваних зразків, а також ФЛ найбільш імовірних поверхневих оксидів Ga_2O_3 та As_2O_3 [1], встановлено, що наявність на поверхні поруватих напівпровідників змінює спектри фотолюмінесценції у видимій частині, а отже і люмінесцентні властивості поверхні.

Список використаних джерел

1. Горячев Д.Н., Сресели О.М. Фотолюминесценция пористого арсенидагаллия. *Физ.техн. полупров*. 1997. Т. 31, № 11. С. 1383–1385.
2. Дяденчук А. Ф., Кидалов В. В. Получение периодических слоев GaAs методом электрохимического травления. *ФІП*. 2014. Т. 12., № 4. С. 454-456.
3. Хрипко С. Л. Властивості шарів поруватого кремнію та епітаксіальних шарів на його поверхні. *Вісник Сумського державного університету. Серія Фізика, математика, механіка*. 2007. №1. С. 157-162.
4. Dyadenchuk A. F. Obtain in gand research of properties of porous GaAs. *International Journal of Modern Communication Technologies & Research*. 2014. Volume 2. Issue 11.

Шкробот Ж. М.
магістрантка, спеціальність «014 Середня освіта (Фізика)»,
Сумський державний педагогічний
університет імені А.С.Макаренка,
м.Суми, Україна
vbarv12@ukr.net

МЕТОДИКА ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ПРОВЕДЕННЯ ДИДАКТИЧНИХ ІГОР НА УРОКАХ ФІЗИКИ

Сьогодення, у зв'язку із соціально-економічними перетвореннями в Україні, вимагає внесення значних змін в розвиток системи освіти. Одним з найважливіших завдань Державної національної програми „Освіта" (Україна XXI століття) має стати створення високого рівня освіти, що забезпечуватиме розвиток та формування висококультурного інтелектуального рівня розвитку молоді країни. У „Національній доктрині розвитку освіти України у XXI столітті" зазначається: „В Україні має стверджуватися стратегія прискореного, випереджувального інноваційного розвитку освіти та науки; повинні забезпечуватись умови для розвитку, самоствердження і самореалізації особистості впродовж життя" [8].

Для забезпечення умов, які стануть найбільш результативними під час навчального процесу, слід створити освітнє середовище, використовуючи такі методи навчання, які б не лише забезпечували відповідність дидактично поставленим цілям, але були б цікавими, пізнавальними та заохочувальними для школярів та учнівської молоді у ході вивчення тієї чи іншої навчальної дисципліни, зокрема фізики.

На мою думку, одним із способів формування та розвитку пізнавальної активності учнів під час вивчення фізики є застосування дидактичних ігор та ігрових технологій під час уроків, адже ці методи забезпечують суттєвий резерв збільшення ефективності взаємодії вчителя та учнів у засвоєнні навчального предмета [3].

Поєднуючи гру, навчання й працю, що є головними видами діяльності людини, учитель готує учнів як до активної навчальної діяльності, так і до праці. Використання ігрових технологій для учнів одночасно є і навчанням, і працею. Безумовно ігрову діяльність слід застосовувати під час викладання фізики з метою розвитку пізнавальних інтересів учнів та підвищення ефективності навчання [6].

Дидактична гра – це складне педагогічне явище, її призначення в навчанні – імітація життєвих ситуацій на основі певного навчального матеріалу [9].

Відповідно дидактичній меті за класифікацією можна виокремити типи ігор [9] :

1. Творчі ігри, створення ситуації, яку учні повинні уявити.
2. Ігри-змагання, виявлення переможця.

3. «Магнітні» ігри, спрямовані на виконання цікавих завдань.

4. Ігри з роздатковим матеріалом.

5. Ігри-конференції – ігрова форма проведення уроку, що імітує збори, нараду представників наукових організацій.

6. Комп’ютерні ігри.

Встановлені вимоги до організації проведення дидактичних ігор під час проведення уроків фізики [2]:

1.Загальні:

- доступність;
- новизна;
- поступове зростання складності;
- урахування індивідуально-вікових особливостей учнів;
- зв'язок ігрової діяльності з іншими формами роботи на уроці.

2. Методичні:

- розуміти доцільність дидактичних завдань під час використання ігрових елементів у ході навчального процесу, сприяти організації діяльності на уроці з орієнтацією на їх виконання;
- розуміння та виконання правил гри;
- залучення всіх учнів до роботи;
- обов'язкове використання елементу несподіванки та непередбачуваності;
- розвиток вмінь працювати в колективі;
- у грі повинні бути переможці;
- завершення — підсумком роботи [5].

Дуже корисним та ефективним є впровадження дидактичних комп’ютерних ігор. Їх роль і місце під час навчання мають особливий вплив на учнів навчальних закладів.

Класифікація видів комп’ютерних ігор [5]:

- рольові ігри (передбачають керування ролями тих чи інших героїв та персонажів);
- настільні ігри;
- аркадні ігри (поетапне виконання завдань ігрового характеру);
- ігри-головоломки;
- стратегічні ігри (передбачають управління якоюсь ситуацією або місцевістю);
- адвентюрні (гра-пошук);
- імітаційні ігри (передбачають управління технікою), квести (поетапні пошуки виходів зі складних ситуацій).

Будь-яка гра надає можливість відшукати ті засоби навчання, які б надали можливість успішно засвоювати школярами фізичні ідеї та понять, стануть ефективними під час формування основних умінь і навичок. Крім того дидактичні ігри надають важливість здійснювати індивідуальний підхід на уроці, надавати завдання, які будуть під силу кожному з учнів,

сприяти максимальному розвитку їх можливостей та здібностей [2]. Якщо спочатку ігри дадуть можливість зацікавити школярів, то, ймовірно, що дуже скоро їх цікавитиме потреба вчитися, розуміти, запам'ятовувати навчальний матеріал.

Отже, підведемо підсумок, що під час вивчення фізики зосередити увагу учнів на навчальному матеріалі у ході проведення звичайного уроку не завжди вдається. А використання ігрових технологій дає змогу підвищувати зацікавленість учнів до вивчення тих важливих і складних предметів, властивостей і явищ, на яких у простих ситуаціях зосередитися не завжди вдається. Дидактичні ігри велике значення мають і з точки зору пізнання. Під час ігрових ситуацій школярі мають можливість систематизувати та закріплювати знання про різноманітні властивості й ознаки, явища та процеси, їх значення, встановлювати між ними зв'язки, як просторові так і часові, встановлювати числові співвідношення. Дидактичні ігри допомагають учителю сприяти розвивати уваги й зосередженості, волі та наполегливості у дітей. В дидактичних іграх перед школярами ставляться переважно вузькі, визначені завдання розумового порядку, які вимагають для свого розв'язання застосування інтелектуальних операцій різного характеру [10].

Список використаних джерел

1. Балакова С.В. *Дидактическая игра как средство развития познавательной активности старшеклассников в процессе изучения предметов естественно-математического цикла.* / дис. канд. пед. наук: 13.00.01 / Балакова Светлана Викторовна. Брянск. 2001. 270 с.
2. Баханов К. Модель навчання грі *Історія в школі*. 2000. №10. С. 12.
3. Біда Д.Д. Інтерактивні уроки фізики / Д.Д. Біда.: Основа, 2005. 96 с. (Бібліотека журналу *„Фізика в школах України";* вип. 7 (19).
4. Державний стандарт базової і повної середньої освіти. URL: http://ru.osvita.ua /legislation/Ser_osv/28030/
5. Заболотний В.Ф., Пішенко О.В. Комп'ютерні ігри як засіб зацікавлення учнів в контексті їх підготовки до вивчення фізики. *Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г.Шевченка.* Серія: педагогічні науки. Чернігів: ЧДПУ, 2006. Випуск 36. Т. 1. С. 74-78.
6. *Інтерактивні вправи та ігри*. Кучерова Г.М., Ягоднікова В.В. Харків: «Основа», 2010, 144с.
7. *Компетентністний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи.* / Бібліотека з освітньої політики / за заг. ред. О.В. Овчарука./ К., 2004. С. 64.
8. Національна доктрина розвитку освіти України у XXI столітті. URL: https://studfile.net/preview/5721274/
9. Осадчук Р.І. Дидактичні ігри в начальному процесі школи *Педагогіка: психологія*. 2001. №1. СЛ 02-И0.
10. Пішенко О.В. Дидактична гра: досвід, реалії та перспективи Київ-Вінниця: *Планер*, 2005. Випуск 7. С. 32-36.

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

Щокотова О. М.
кандидат фізико-математичних наук,
Інститут прикладної фізики
Національної академії наук України,
м. Суми, Україна
shchokotova.o@gmail.com

МОДЕЛЮВАННЯ ЗМІНИ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРИ ДЕФОРМАЦІЇ СТИСНЕННЯ ТА РОЗТЯГУ БІНАРНОГО СПЛАВУ Zr-Nb, ПІДДАНОГО ОПРОМІНЕННЮ

В останні роки все більше уваги дослідників приділяється вивченню впливу радіаційного опромінення на матеріали, використовувані в атомній енергетиці у якості конструкційних. Як відомо, нейтронне опромінення зазвичай призводить як до зміцнення металів і сплавів, так і водночас до зниження їх пластичності, тобто радіаційного окрихчення. Дослідження зміни міцністних та пластичних властивостей конструкційних матеріалів в результаті опромінення для прогнозування радіаційної стійкості елементів конструкцій ядерних реакторів з метою забезпечення їх надійності та довговічності є актуальною задачею в області радіаційної фізики твердого тіла.

Роботу присвячено дослідженню еволюції пружних полів, динаміки дислокацій та зміни механічних властивостей опромінених зразків бінарного сплаву Zr-Nb при деформації. Використання теорії фазового поля, теорії швидкостей реакцій та теорії пружності дозволило вивчити мікроструктурні зміни у матеріалі за наявності опромінення та механічного навантаження. Окремо розглянуто випадки неопроміненого та опроміненого нейтронами сплаву за різних умов опромінення (температура опромінення, швидкість набору дози). В якості механічного навантаження досліджено деформацію розтягу та стиснення зі сталою швидкістю.

Показано, що за умов механічного навантаження у системі відбувається формування ліній проковзування, утворюваних парою крайових дислокацій з протилежними векторами Бюргерса. Встановлено, що за наявності опромінення перехід до пластичної деформації відбувається при вищих значеннях прикладеної деформації. Аналіз деформаційних кривих розтягу та стиснення показав, що значення меж текучості та міцності зростають із підвищенням швидкості набору дози і спадають із підвищенням температури опромінення. Таким чином, зростання швидкості набору дози призводить до підвищення опору сплаву Zr-Nb пластичній деформації та до його зміцнення, водночас збільшення температури опромінення діє навпаки.

Щупачинська А. В.
магістрантка, спеціальність 014 Середня освіта (Фізика),
Сумський державний педагогічний
університет імені А. С. Макаренка,
м.Суми, Україна
dj.antidote.one@gmail.com

ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ У ПРОЦЕСІ ВИКОНАННЯ ДОМАШНЬОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ З ФІЗИКИ

Сьогодні загальноосвітня школа повинна формувати цілісну систему універсальних знань, умінь і навичок, а також досвід самостійної діяльності й особистої відповідальності учнів, тобто ключові компетентності, що визначають сучасну якість освіти. Необхідно створювати такіумови навчання, щоб учень прагнув отримувати нові результати своєї роботи та успішнозастосовувати їх на практиці.

Згідно із структурою Європейської системи кваліфікацій [3], яка розподіляє на вісім рівнів весь діапазон можливих кваліфікацій, від основного до просунутого, до мінімального переліку вимогвходять уміння щодо дослідницької діяльності, зокрема: на п’ятому рівні –«розробляти стратегічні і творчі підходи при дослідженні чітко визначенихконкретних та абстрактних проблем»; на шостому рівні – «демонструативолодіння методами…, демонструвати інновації у використанні методів…»;на сьомому рівні – «формувати діагностичні розв’язки проблем, що базуються на дослідженнях…»; на восьмому рівні – «досліджувати, розробляти і адаптувати проекти, що призводять до одержання нового знання і нових рішень». Саме тому система освіти сьогодні повиннабути націлена на формування не просто професіонала-виконавця, але професіонала-дослідника, здатного легко адаптуватися до швидко мінливихумов, знаходити вирішення виникаючих проблем через володіння дослідницькими вміннями.

Дидактичний потенціал домашнього експерименту з фізики, включеного в практику роботи вітчизняної школи близько 70 років тому (М.С. Білий [2], С.Ф. Покровський [4], О.М. Соколова [5], С.І. Юров [6]), до сьогодні не реалізований в повному обсязі. В останнє десятиліття можливості до виконання цього виду домашньої роботи в учнів істотно зросли. Реалізований в умовах сучасної ресурсної побутової бази і доповнений банком відкритих відеоматеріалів і комп'ютерних симуляцій домашній експеримент може ефективно використовуватися для ознайомлення школярів з особливостями протікання різних явищ у природі, технічному середовищі і в наукових лабораторіях. Може бути значно збільшений внесок домашнього експерименту в формування

конкретних експериментальних умінь і навичок учнів, а також в загальний рівень їх підготовки за методологією експериментального дослідження.

Працюючи над методикою проведення домашнього експерименту, не слід забувати, що основними критеріями успішності є радість і почуття задоволення у всіх учасників від усвідомлення власних досягнень і отриманих навичок [1, с. 87]. Результатом проведеної роботи стає, як показує практика, зростання успішності учнів, зростання результативності на очних ізаочних конференціях і, як наслідок, підвищення зацікавленості в предметі. Очевидно, атмосфера доброзичливості, успішності, співробітництва сприяє формуванню дослідницької компетентності, яка, в свою чергу, підвищує освітню мотивацію учня як до окремого предмету, так і до навчання в цілому.

Список використаних джерел

1. Асмолов А.Г. *Формування універсальних навчальних дій в основній школі: від дії до думки. 2-е вид*. М .: Просвіта, 2011. 159 с.
2. Білий, М. С. Домашні досліди і спостереження як вид самостійної роботи учнів з фізики: дис. ... канд. пед. наук / Білий Микола Самойлович. Херсон, 1949. 381 с.
3. Європейська кваліфікаційна рамка для навчання протягом життя.URL: http://onu.edu.ua/pub/bank/userfiles/files/nauk%20method%20rada/ekr.pdf.
4. Покровський С. Ф. *Досліди і спостереження в домашніх завданнях з фізики*. 2-е вид. М .: Вид-во АПН РРФСР, 1963. 415 с.
5. Соколова, О.М. *Домашні досліди з фізики як методичний прийом шкільного навчання*. М .: Вид-во АПН РРФСР, 1948. 141 с.
6. Юров, С.І. Домашні експериментальні роботи учнів з фізики: дис. ... канд. пед. наук / Юров Степан Іванович. М., 1948. 338 с.

Рекомендовано до публікації кандидатом фізико-математичних наук, доцентом Завражною О.М..

Bratiuk P. V.
Student, specialty 172 «Telecommunications and Radio Engineering»,
Lviv Polytechnic National University,
Lviv, Ukraine
pawel.bratiuk@gmail.com

A QUANTUM MODEL OF ENERGY STORAGE AND LOSS OF AN ELECTROSTATIC FIELD OF A CAPACITOR

The theory of the energy of the electrostatic field of a condenser has existed for over a century and has become well established before it has been experimentally established that an electric charge is a quantum physical quantity

that can take only discrete values, as well as a developed quantum field theory. This explains the shortcomings in the theory's justification.

The theory of the energy of an electrostatic field of a capacitor describes a sequential transfer from infinity to a conductor of a particle of a charge, and indicates that it is complicated by charge accumulation due to the coulomb-force repulsion of charges from by the same sign. Described in the theory of charge transfer from infinitescence violates the laws of conservation, because it requires infinite work, and the charge, in fact, arises out of nowhere. In doing so, the action of the Coulomb force of attraction is neglected, since force cannot be applied in infinity. At the same time, its manifestation is the attraction of the covers of the charged condenser.

The theory does not reveal the physical content of the factor **1/2** in the energy formula of the electrostatic field of the condenser, which a number of sources substantiates on the basis of Joule's law. Half of the work is thought to be spent on charging the condenser and half on generating heat in the charge circle. This rationale contains the logical mistake of replacing cause with consequence. Consider charging a capacitor in a superconducting circuit without generating heat in the circuit elements. Then, the factor **1/2** should increase to **one**, and the capacitor will double the power. However, under these conditions, the capacitor will charge the same charge with the same potential difference, but this will happen without delay. And putting the circuit in a superconducting state requires far more than **1/2** of the capacitor's energy. Therefore, the factor **1/2** does not describe the formation of heat.

In its initial state, a quantum model of electrostatic field energy accumulation and expenditure describes an uncharged capacitor. The quanta of elementary electric charge $\mathbf{q_1, q_3 \dots q_n}$, and $\mathbf{q_2, q_4 \dots q_m}$ are evenly distributed on the surfaces of the left and right condenser covers. The pairs of quanta $\mathbf{q_1 \leftrightarrow q_2 \dots q_n \leftrightarrow q_m}$ counteract the Coulomb repulsive forces and form a balanced closed system.

The capacitor is charged by moving the $\mathbf{q_2}$ quantum from the right cover to the left cover. As a result, the $\mathbf{q_2}$ quantum no longer balances the $\mathbf{q_1}$ quantum on the left cover. Instead, mirror quanta, designated as $\mathbf{q_\alpha + q_\beta}$, were formed on the right cover. Mirroring quanta are formed by real quanta of the left cover $\mathbf{q_1 + q_2}$, which are not balanced by the same quanta on the right cover.

To move the quantum $\mathbf{q_2}$ from the right cover to the left, work was done to overcome the Coulomb force of its repulsion with the real quantum $\mathbf{q_1}$ and the Coulomb force of attraction with the mirror quanta $\mathbf{q_\alpha}$ and $\mathbf{q_\beta}$. This work is equivalent to the energy acquired by the quanta $\mathbf{q_1}$, $\mathbf{q_2}$, $\mathbf{q_\alpha}$, $\mathbf{q_\beta}$, which form the potential difference $\mathbf{\Delta\varphi}$ between capacitor plates. The energy of a system of four

quanta $\mathbf{q_1}$, $\mathbf{q_2}$, $\mathbf{q_\alpha}$, $\mathbf{q_\beta}$ is described by the sum, all additions of which are the product of the real quantum and the potential of the mirror quantum:

$$\mathbf{W} = \frac{q_1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q_\alpha}{r_{1\alpha}} + \frac{q_1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q_\beta}{r_{1\beta}} + \frac{q_2}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q_\alpha}{r_{2\alpha}} + \frac{q_2}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q_\beta}{r_{2\beta}}. \quad (1)$$

Since $|\mathbf{q_1}| = |\mathbf{q_2}| = |\mathbf{q_\alpha}| = |\mathbf{q_\beta}|$, we rewrite (1) in the general form

$$\mathbf{W} = \sum_i^n \left(\frac{q_n}{4\pi\varepsilon_0}\right)\cdot\sum_j^m \left(\frac{q_m}{r_{ij}}\right), \quad (2)$$

where: **n** is the number of real quanta of the left cover; **m** is the number of mirror quanta formed on the right cover; in the general case, **n = m**.

It is obvious that the transfer of quantum $\mathbf{q_2}$ from the right cover to the left forms interacting Coulomb forces of attraction of a pair of quanta $\mathbf{q_1} \leftrightarrow \mathbf{q_\alpha}$ and $\mathbf{q_2} \leftrightarrow \mathbf{q_\beta}$. Thus, half of the quanta that form the potential difference $\boldsymbol{\Delta\varphi}$ between the condenser covers are the real quanta and the other half are the mirror quanta. Therefore, we assign the factor **1/2** before $\sum_j^m \left(\frac{q_m}{r_{ij}}\right)$ and reduce (2) to the classical record of the capacitor energy:

$$\mathbf{W} = \sum_i^n \left(\frac{q_n}{4\pi\varepsilon_0}\right)\cdot\frac{1}{2}\cdot\sum_j^m \left(\frac{q_m}{r_{ij}}\right) = \frac{1}{2}\mathbf{q\Delta\varphi}. \quad (3)$$

Hence the physical content of the factor **1/2**: forming the potential difference $\boldsymbol{\Delta\varphi}$ between capacitor plates requires only half of the quanta forming it to be displaced. For the sake of clarity, we rewrite (3) as follows: $\mathbf{W_\Pi} = \frac{1}{2}\mathbf{q\Delta\varphi} \rightarrow \mathbf{2W_\Pi = q\Delta\varphi}$. At the same time, the Joule law is not violated: heat is consumed with the same energy as the quantum accumulation due to the flow of the same charge current of the condenser.

The discharge is achieved by moving the quantum $\mathbf{q_2}$ from the left cover of the condenser to the right. Therefore, the discharge current is essentially reversed with respect to the flow of charge and energy accumulation when the capacitor is turned on to constant voltage. After all, the quantum $\mathbf{q_2}$ returns to the right cover of the condenser, where it was originally located.

During the discharge of the condenser, the energy **W** defined in (1) is completely absorbed. In this case, the mirror quanta $\mathbf{q_\alpha} + \mathbf{q_\beta}$ disappear and the pair of opposing quanta of the left and right covers of the condenser $\mathbf{q_1} \leftrightarrow \mathbf{q_2}$ is restored. This returns the closed system to a balanced state. As a result, we get an uncharged capacitor.

Reva V. V.
Junior Research Fellow,
Lyutyy T. V.
Associate Professor,
Sumy State University,
Sumy, Ukraine
lyutyytv@gmail.com

STATISTICAL PROPERTIES OF RIGID DIPOLE ENSEMBLE: ANALYTICAL AND NUMERICAL RESULTS

We study the response of ensembles of spherical rigid dipoles suspended in a liquid to an external periodic field. In particular, the effect of the thermal bath and dipole interaction on the power loss is studied in detail. The approach is based on the Langevin, Fokker-Planck equations using concept of the effective Langevin equation, which allows us to optimize the procedure for numerical simulation. The modeling technique is based on graphic processors, CUDA technology and on the approximate calculation of dipole fields using the Barnes-Hut algorithm. To understand the influence mechanisms of thermal fluctuations and interactions on the power of losses, analytical expressions for the deterministic case are first obtained. Further they are used as zero-point for comparison with the other cases.

Then, the solution of the Fokker-Planck equation for a rigid dipole driven by the circularly polarized external field is found for cases where the field frequencies and thermal noise intensities are not too high. According to the obtained probability densities of the rigid dipole angular states, an expression for the average loss power is derived. For the case of linearly polarized field action, the probability density for the polar angle of loss power is obtained. It is shown that the frequency dependence of the power loss on and amplitude is complex and increasing the frequency can reduce the loss power for low noise intensities. The dependence of the average rotation speed of the dipoles on the system parameters is analyzed.

The interaction influence on the power loss is investigated. It is shown that even small changes in the field parameters lead to a significant restructuring of the ensemble. This causes the significant variations in the power loss value compared to the results of the single dipole case. The difference decreases with the field frequency, because for high frequencies, each rigid dipole oscillates around its initial position without complete inversion of magnetization. The interaction between dipoles and thermal noise are competing factors, and the constructive role of noise, which is to increase the absorption energy due to thermal fluctuations, is discussed. First, clusters are destructed at high noise intensity, which results in the release of individual dipoles and increases the susceptibility. Second, when the noise intensity is not too large, thermal

fluctuations partially blur the order and structure of cluster. This gives conditions for reorientation of dipoles in the cluster between quasi-equilibrium states created by dipole fields. The process of such switching is carried out through extremely excited states, which are characterized by high energy and cause an increase in the power loss.

Наукове видання

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ, ТЕОРЕТИЧНОЇ ФІЗИКИ ТА МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

МАТЕРІАЛИ

VI Всеукраїнської науково-практичної конференції
студентів, молодихучених, науково-педагогічних працівників та фахівців
(Суми, 13-15 квітня 2020 року)

ISSN 2521-6996
Key title: Sučasnì problemi eksperimental'noï, teoretičnoï fiziki ta metodiki navčannâ fiziki
Abbreviated key title: Sučas. probl. eksp. teor. fiz. metod. navčannâ fiz.

Суми: Видавництво СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2020 р.
Свідоцтво ДК № 231 від 02.11.2000 р.

Відповідальний за випуск: **Каленик М. В.**

Комп'ютерний набір і верстка: **Завражна О. М.**

Здано в набір 12.04.2020. Підписано до друку 30.04.2020.
Формат 60x84/16. Гарн. Cambria. Друк ризогр. Папір офсет.
Умовн. друк. арк. 4,5. Обл.-вид. арк.6,2.
Тираж 100. Вид. № 20.

Видавництво СумДПУ імені А. С. Макаренка
40002, м. Суми, вул. Роменська, 87

Виготовлено у видавництві СумДПУ імені А. С. Макаренка