

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***

*Присвячена 100-річчю
Національної академії наук України*

**МАТЕРІАЛИ
IV Всеукраїнської науково-практичної конференції
молодих учених з міжнародною участю**

24-25 квітня 2018 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**

*Присвячена 100-річчю
Національної академії наук України*

**Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної
конференції молодих учених з міжнародною участю**

(Суми, 24-25 квітня 2018 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

2018

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:

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

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

М 34 Сучасні проблеми експериментальної, теоретичної фізики та методики навчання фізики: матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених з міжнародною участю присвяченої 100-річчю Національної академії наук України, м. Суми, 24-25 квітня 2018 р. / за ред. О.М. Завражної – Суми: СумДПУ, 2018. – 82 с.

У збірнику подані матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених з міжнародною участю «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., 2018

© СумДПУ, 2018

ЗМІСТ

Бакуменко Г. К. ВНЕСОК УКРАЇНСЬКИХ ВЧЕНИХ У ВІДКРИТТЯ ГРАВІТАЦІЙНИХ ХВИЛЬ	7
Балабан Я. Р. ТРУДНОЩІ У ПРОЦЕСІ ФОРМУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ НАУКОВОГО СВІТОГЛЯДУ ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ В ШКОЛІ... 9	9
Балицька А. С. ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ В ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ.....	10
Бирченко О. В. ФОРМУВАННЯ НАУКОВОГО СВІТОГЛЯДУ ШКОЛЯРІВ НА УРОКАХ ФІЗИКИ	12
Білик В. М. РІЗНИЦЕВА ЯВНА СХЕМА РОЗВ'ЯЗАННЯ СИСТЕМИ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ДЛЯ РАДІАЦІЙНО СТИМУЛЬОВАНОЇ СЕГРЕГАЦІЇ НА ПРИКЛАДІ ДВОКОМПОНЕНТНОГО СПЛАВУ FE-CR.....	15
Бойченко О. В. МОДЕЛЮВАННЯ ВВЕДЕННЯ ГАЗОВОЇ ПРОБИ В ПРИСКОРЮВАЛЬНИЙ МАС-СПЕКТРОМЕТР	16
Бондарук В. В. АКТУАЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ОСВІТНЬОЇ РОБОТОТЕХНІКИ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ	17
Галатюк Т. Ю. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИДАКТИЧНИХ УМОВ ФОРМУВАННЯ МЕТОДОЛОГІЧНОЇ КУЛЬТУРИ СТАРШОКЛАСНИКІВ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ	19
Гудаков О. О., Білик В. М. ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ РІХЕ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЕЛЕМЕНТНОГО СКЛАДУ РІЧНИХ КІЛЕЦЬ ДЕРЕВИНИ	21
Іванова А. О. ГАЗОВА ЗАВІСА З ПОДАЧЕЮ ВТОРИННОГО ПОТОКУ В ПОВЕРХНЕВІ ЗАГЛИБЛЕННЯ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ФОРМИ	24
Козьма А. А. МОДЕЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ ТЕРМОДИНАМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОРТОФОСФАТУ ДВОВАЛЕНТНОГО КОБАЛЬТУ $Co_3(PO_4)_2$	26
Крикля С. В. ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО ПАКЕТУ GEANT4 ПРИ МОДЕЛЮВАННІ СЦИНТИЛЯЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ В КРИСТАЛАХ CaF_2	28

Лаврененко Е. О. ВИКОРИСТАННЯ ГРАФІЧНОГО МЕТОДУ ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ В ШКОЛІ	31
Лапін О. С., Пономарьов О. Г. МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНОЇ СКАНУЮЧОЇ СИСТЕМИ ТА ФІНАЛЬНОГО ФОКУСУВАННЯ КАНАЛУ ПРОТОННО-ПРОМЕНЕВОЇ ЛІТОГРАФІЇ ІПФ НАНУ.....	33
Лебединська Ю.С. МІСЦЕ ЗАСОБІВ СУЧАСНОЇ ЦИФРОВОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ У НАВЧАЛЬНОМУ ФІЗИЧНОМУ ЕКСПЕРИМЕНТІ	35
Литовченко С. О. ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА УРОКАХ ФІЗИКИ.....	36
Мусієнко І. І., Холодов Р. І. ТЕОРЕТИЧНЕ ВИВЧЕННЯ ЗМЕНШЕННЯ СТРУМУ ПОЛЬОВОЇ ЕМІСІЇ З МЕТАЛІВ З МОДИФІКОВАНОЮ ПОВЕРХНЕЮ В ГРАДІЄНТНО СТІЙКИХ ПРИСКОРЮЮЧИХ СТРУКТУРАХ	38
Нікішкін І. І. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ В ЕЛЕКТРОННОУ ГАЗІ В ЗАДАЧІ ЕЛЕКТРОННОГО ОХОЛОДЖЕННЯ МЕТОДОМ PARTICLE-IN-CELL	40
Подлесний Д. В. ЗАСТОСУВАННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ У МАШИНОБУДУВАННІ.....	41
Поліщук А. В., Кульментьев О. І. МЕТОД РЕГУЛЯРИЗАЦІЇ У ЗАДАЧІ ВІДНОВЛЕННЯ ФАЗИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ФАЗОКОНТРАСТНИХ ЗОБРАЖЕНЬ.....	43
Рідченко С. О. АВТОМАТИЗАЦІЯ НАПИЛЕННЯ БАГАТОШАРОВИХ ТОНКИХ ПЛІВОК	45
Рибалка Н. О. ФОРМУВАННЯ НАУКОВОГО СВІТОГЛЯДУ В ШКІЛЬНІЙ ОСВІТІ З ВИКОРИСТАННЯМ СМАРТ ТЕХНОЛОГІЙ	46
Романенко О. В. ЧИСЕЛЬНІ РОЗРАХУНКИ ПОЛІПШЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ІОННОГО МІКРОЗОНДУ В РЕЗІ, ЧЕСЬКА РЕСПУБЛІКА.....	48
Садовий С. О., Возний В. І., Шкурят О. І. ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ ПРЯМОГО І ЗВОРОТНОГО МАГНЕТРОНІВ, ДЛЯ	

НАНЕСЕННЯ МЕТАЛЕВИХ ПОКРИТТІВ, ЗА ДОПОМОГОЮ ЧИСЕЛЬНОГО АНАЛІЗУ	49
Сакунова Г. В. СУЧАСНІ ОСВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ: «ФІШБОУН» ТА «КРОССЕНС» НА УРОКАХ ФІЗИКИ	50
Скороход Р. В. МОДЕЛЮВАННЯ РАДІАЦІЙНО-ІНДУКОВАНОЇ СЕГРЕГАЦІЇ В ТОНКИХ ПЛІВКАХ FE-CR	53
Скрипка С. Ю. ХМАРНІ СЕРВІСИ В ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕСТУВАННЯ УЧНІВ З ФІЗИКИ	54
Смужаниця І. В., Страшнюк А. С. МОДЕЛЬ ГРАВІТАЦІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ТІЛ.....	56
Понкратенко О.А., Ільїн А.П., Кощій Є.І., Пірняк Вал.М., Рудчик А.А., Рудчик А.Т., Русек К., Степаненко Ю.М., Улещенко В. В., Ширма Ю.О. ДИФРАКЦІЙНЕ РОЗСІЯННЯ ІОНІВ $4 < A < 20$ НА ЯДРАХ ВУГЛЕЦЮ ^{12}C	58
Трофименко Я. В., Калінкевич О. В., Данильченко С. М. АНТИБАКТЕРІАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ РОЗЧИНІВ ХІТОЗАНУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД РОЗЧИННИКА	60
Хмель О. В. ТЕХНОЛОГІЯ КОНСТРУЮВАННЯ І ВІДБОРУ ЗМІСТУ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ В ПРОФІЛЬНІЙ ШКОЛІ	62
Хомич Т. О., Галатюк Ю. М. ДИДАКТИЧНІ МЕХАНІЗМИ АКТИВІЗАЦІЇ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ РОБІТ ФІЗИЧНОГО ПРАКТИКУМУ.....	64
Цісарук В. Р., Галатюк Ю. М. ПРО ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ЗАКОНІВ ОМА ДЛЯ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ.....	66
Шевчук О. М., Галатюк Ю. М. ПОЗАУРОЧНИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ У ПРОБЛЕМНОМУ НАВЧАННІ ФІЗИКИ	68
Шульженко А. В. ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ РЕЗЕРФОРДІВСЬКОГО ЗВОРОТНОГО РОЗСПІВАННЯ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ РОЗПЛАВЛЕНИХ МЕТАЛІВ.....	70
Юрченко А. О. ПРО СПЕЦІАЛІЗОВАНЕ ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ	72

Склярский И. А. ГРАВИТАЦИЯ – ЗАГАДКА 21 ВЕКА.....	75
Чёрная В. А. РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ УВЕЛИЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ ПРОЧНОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	76
Lebedynskyi S.O. RELATIVISTIC CORRECTION TO THE FIELD ELECTRON EMISSION CURRENT.....	77
Pasko O. O. USE OF CERN'S OPENDATA IN TEACHING PHYSICS OF HIGH SCHOOL.....	78
Ponomarov Artem, Du Guanghua, Guo Jinlong, Ponomarev Alexander OPTIMIZATION OF PROBE-FORMING SYSTEM OF HIGH ENERGY HEAVY ION MICROBEAM IN LANZHOU FOR LOW CURRENT MODE.....	81

Бакуменко Г. К.
студентка, спеціальність «Галузеве машинобудування»,
ДВНЗ «Криворізький національний університет»
м. Кривий Ріг, Україна
forestsuncar@gmail.com

ВНЕСОК УКРАЇНСЬКИХ ВЧЕНИХ У ВІДКРИТТЯ ГРАВІТАЦІЙНИХ ХВИЛЬ

Гравітаційні хвилі – періодичні коливання у структурі простору-часу. Існування гравітаційних хвиль було передбачене Альбертом Ейнштейном у загальній теорії відносності, але це було єдине передбачення теорії, яке не мало експериментального підтвердження. Детектування гравітаційних хвиль ускладнюють технічні проблеми, оскільки гравітаційне випромінювання надзвичайно слабке.

11 лютого 2016 р. учасники проекту LIGO (Advanced Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory) оголосили про експериментальне відкриття гравітаційних хвиль. Уперше гравітаційні хвилі було виявлено відразу на двох детекторах LIGO 14 вересня 2015 р. Сигнал походив від злиття двох чорних дір масами 36 і 29 сонячних мас, яке відбулося на відстані близько 1,3 млрд світлових років від Землі.

У червні 2016 р. стало відомо про другий випадок реєстрації гравітаційних хвиль на детекторах LIGO. Це сталося 26 грудня 2015 р. під час циклу досліджень, що розпочався 30 листопада 2015 р. На відміну від першого сигналу, який було чітко видно на фоні завад, другий сигнал виявився слабкішим і не таким явним. Втретє детектори LIGO зафіксували гравітаційні хвилі 4 січня 2017 р. Як і в попередніх випадках, хвилі утворилися внаслідок злиття чорних дір на відстані близько 3 млрд світлових років, у результаті чого утворилася нова чорна діра з масою, яка еквівалентна приблизно 49 масам Сонця. Вчетверте гравітаційні хвилі було зареєстровано 14 серпня 2017 р., причому до спостережень приєднався європейський гравітаційно-хвильовий детектор Virgo [1].

Лідери міжнародної колаборації LIGO, американські вчені Райнер Вайс, Баррі Беріш і Кіп Торн, стали Лауреатами Нобелівської премії з фізики 2017 р. за «вирішальний внесок у проект детектора LIGO та спостереження гравітаційних хвиль» [1].

Значний внесок у дослідження гравітаційних хвиль зробив ще у 1962 р. радянський фізик українського походження В. І. Пустовойт, який разом зі своїм колегою М. Є. Герценштейном у статті «До питання про виявлення гравітаційних хвиль малих частот» [2] уперше теоретично обґрунтував метод інтерферометричного детектування гравітаційних хвиль із використанням лазерного випромінювання. У науковому описі Нобелівського комітету [6] зазначено, що практична реалізація цієї ідеї призвела до створення проекту LIGO.

Українські вчені в 70-х роках ХХ ст. теж займалися пошуком та дослідженням гравітаційних хвиль. Над цим працювала дослідницька група Інституту теоретичної фізики АН УРСР. Засновником робіт був В. Б. Брагінський, професор Московського державного університету, співавтор статей про детектування гравітаційних хвиль та учасник наукової колаборації LIGO [5].

Керував експериментальними роботами у Києві академік АН УРСР О. З. Петров, який, окрім теоретичних досліджень гравітації, розв'язував питання експериментального обґрунтування і підтвердження загальної теорії відносності [3]. Було зібрано гравітаційно-хвильовий детектор, причому вдалося досягти високого на той час рівня точності вимірювань, проте гравітаційних хвиль зафіксувати не вдалося [5].

А. Л. Зельманов, також наш співвітчизник, є одним із засновників радянської космологічної школи. З його ім'ям пов'язано становлення та розвиток розділу науки, що отримав згодом назву математична космологія. На його працях ґрунтуються при аналізі поведінки електромагнітних та гравітаційних полів в околицях нейтронних зір та чорних дір [4].

Відкриття гравітаційних хвиль дало вченим новий спосіб спостережень Всесвіту. Тепер науковці мають змогу перевірити чисельні теорії й припущення у космології, а також більш поглиблено вивчати будову та еволюцію Всесвіту.

Список використаних джерел

1. Великі перспективи слабого сигналу. Нобелівська премія з фізики 2017 р. [Електронний ресурс] // Вісник Національної академії наук України. – 2017. – № 12. – С. 63-72. – Режим доступу : http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnanu_2017_12_10.
2. Герценштейн М. Е. К вопросу об обнаружении гравитационных волн малых частот / М. Е. Герценштейн, В. И. Пустовойт // Журнал экспериментальной и теоретической физики. – 1962. – Т. 43. – Вып. 2 (8). – С. 605-607.
3. Інститут теоретичної фізики ім. М. М. Боголюбова НАН України 1966-2015 рр. / Редкол.: Загородній А. Г. (відп. ред.) та ін. – Київ: Поліграфічна дільниця ІТФ ім. М. М. Боголюбова НАН України, 2015. – 361 с.
4. Колтачихіна О. Ю. Історія досліджень в галузі загальної теорії відносності та космології в Україні: автореф. дис... канд. іст. наук: 07.00.07 / О. Ю. Колтачихіна ; НАН України. Центр дослідж. наук.-техн. потенціалу та історії науки ім. Г. М. Доброва. – К., 2007. – 20 с.
5. У пошуках гравітаційних хвиль: шлях до відкриття, тріумф, перспективи (інтерв'ю з В. І. Ждановим і Ю. В. Штановим) [Електронний ресурс] // Вісник Національної академії наук України. – 2016. – № 4. – С. 3-10. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnanu_2016_4_3.
6. Scientific Background on the Nobel Prize in Physics 2017: The laser interferometer gravitational-wave observatory and the first direct observation of gravitational waves [Electronic resource] / The Nobel Committee for Physics // The Royal Swedish Academy of Sciences. – 3 October 2017. – Mode of access : https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2017/advanced-physicsprize2017.pdf.

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

ТРУДНОЩІ У ПРОЦЕСІ ФОРМУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ НАУКОВОГО СВІТОГЛЯДУ ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ В ШКОЛІ

На сучасному етапі розвитку суспільства та науково-технічного прогресу доступ до будь-якої інформації став надзвичайно простим. Особливо це стосується молодого покоління, яке досить швидко освоює нові технології для доступу та обробки інформації, а також для її розповсюдження. З одного боку, це надзвичайно зручно, оскільки не потрібно йти до бібліотек та обробляти значну кількість літературних джерел у пошуках потрібної інформації. Також не потрібно носити з собою велику кількість друкованого тексту, достатньо мати електронний пристрій пристосований повністю або частково до обробки електронних джерел.

Розглядаючи питання розповсюдження інформації, можна зробити висновок, що так звані «псевдонауки» і популярні серед молоді джерела інформації («блогери», соціальні мережі та інші) часто розповсюджують недостовірні дані. Недостовірні дані, які частково підкріплені науковими фактами, створюють викривлене сприйняття дійсності і формують у школярів певні переконання з якими надзвичайно важко боротися.

Переконання являються важливим чинником у формуванні наукового світогляду у школярів, тому потрібно навчити учнів критично ставитися до пропонованої інформації, для того щоб переконання формувалися у правильному руслі. Науковий світогляд, у широкому розумінні, це система наукових знань, яка визначає ставлення людини до оточуючої дійсності. Потрібно стежити за достовірністю наукових знань, покладених в основу цієї системи, для правильного сприйняття школярем оточуючого світу.

Досить значний вплив на формування елементів наукового світогляду при вивченні фізики має позакласна робота. Позакласна робота позитивно впливає на розвиток творчого мислення, оскільки в позакласній діяльності для пошуку інформації учень використовує новітні технології, які потребують творчого підходу.

Пошук інформації світоглядного характеру потребує певних зусиль:

- 1) знайти якомога більше джерел з потрібною інформацією;
- 2) виокремити достовірні джерела;
- 3) опрацювати джерела;

- 4) зробити певні висновки і згрупувати в залежності від цілей пошукової діяльності.

Звернемо увагу на етап пошукової діяльності, оскільки пошук здійснюється в мережі інтернет, де існує величезна кількість недостовірної інформації і всі недостовірні дані потрібно відсіяти. Знання, відповідно до яких відбувається виокремлення достовірних даних, формуються на уроках фізики.

Розглядаючи процес формування наукового світогляд в учнів на уроках фізики, потрібно звернути увагу на:

- 1) ознайомленість учнів з відповідними теоретичними матеріалами;
- 2) завдання прикладного та практичного характеру;
- 3) емоційне ставлення школяра до методів подання інформації;
- 4) психолого-педагогічні особливості школярів.

Досить важливим для будь-якого школяра являється унаочнення проявів фізичних законів та практичне застосування отриманих знань для вирішення прикладних задач і застосування їх у реальному житті.

Виходячи з вище сказаного, одним із головних факторів у формуванні елементів наукового світогляду при вивченні фізики в школі є рівень сформованості критичного мислення. Критичне мислення досить важливе для будь-якого учня у процесі самостійного виконання завдань пошукового характеру.

Список використаних джерел

1. Атаманчук П.С. Методичні основи управління навчанням фізики : монографія / П.С. Атаманчук, О.М. Семерня // Кам'янець-Подільський : КПДУ, інформ.-видавн. відділ, 2005. 196 с.
2. Бургун І.В. Формування наукового світогляду учнів основної школи у навчанні фізики [дис. ... канд. пед. наук] / І.В. Бургун // Запоріжжя, 2001. 296 с.

Балицька А. С.

студентка, спеціальність «Харчові технології»,

Криворізький державний

комерційно-економічний технікум,

м. Кривий Ріг, Україна

antonibalits2002@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ В ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

За даними сайту Worldometers на 13 квітня 2018 р. в світі налічувалось більше 820 000 000 голодуючих, від голоду в цей день померло більше 28 000 [2]. Це говорить про те, що незважаючи на високий рівень розвитку сучасних технологій проблема створення нових більш ефективних та бюджетних технологій виробництва харчової продукції залишається

актуальним. Одним із рішень може стати застосування нанотехнологій, що відкриває нову область для досліджень та розробок.

Аналізуючи останні публікації, звертаємо увагу на підвищений інтерес до створення нанопродуктів, як зарубіжних, так і вітчизняних вчених. Зокрема, наші співвітчизники А.М. Сердюк, М.П. Гуліч, В.Г. Каплуненко, М.В. Косінов, М.Г. Проданчук, В.І. Слободкін розробляють питання використання нанотехнологічних методів на етапі виробництва, переробки або пакування їжі, розглядають інструменти поліпшення засвоєння і біодоступності мікроелементів, вітамінів і деяких інших харчових речовин та піднімають проблему безпечності вживання наноїжі.

Метою нашого дослідження є вивчення перспективних напрямків застосування нанотехнологій в харчовій промисловості.

Як відомо, наноструктури – це об'єкти, розміри яких лежать в діапазоні від 1 до 100 нм. Вони є найменшим твердим матеріалом, який людина може виділити і здійснити з ним маніпуляції [5,11]. Наноматеріали дозволяють краще інкапсулювати і ефективно вивільнювати активні харчові інгредієнти порівняно з традиційними інкапсулюючими агентами, а розробка наноіммульсій, ліпосом, міцел, біополімерних комплексів та кубосом призводить до поліпшення захисних властивостей біологічно активних сполук, контрольованих систем доставки, харчової матриці, маскування небажаних ароматів.

Перспективними областями застосування нанотехнологій в сфері харчування є [3]:

1. Створення наноструктурованої або текстурованої їжі. Наразі створено ряд наноструктурованих харчових інгредієнтів та добавок. Наприклад, майонез у вигляді емульсії з нанокраплями води, для зменшення кількості жиру.

2. Нанорозмірні системи для доставки поживних речовин та добавок у вигляді ліпосом або наноакцептованих речовин на основі біополімерів.

3. Органічні та неорганічні нанорозмірні добавки для удосконалення харчових продуктів, добавок до кормів тварин.

4. Створення харчової упаковки, Наприклад, полімерного пластику, в якому містять наноматеріалами для поліпшення механічних або функціональних властивостей або покриття такими матеріалами (пластикові полімери з нанопластами, як газове бар'єр, нанокристалічні та оксидні наночинти для антимікробної дії).

5. Наноутворення на контактних поверхнях їжі для бар'єрних або антимікробних властивостей. Наприклад, ряд наноматеріалів на основі покриттів поверхні для обробки овочів та м'яса я і пристроїв для готування їжі.

6. Поверхньо-функціоналізовані наноматеріали. Сьогодні використовуються для пакування продуктів харчування, можливе використання в кормах тварин.

7. Обеззараження води. Наприклад, нанозалізо, яке доступне в промислових масштабах.

8. Тваринницькі програми. Розробляються нанорозмірні добавки годівлі тварин, які можуть зв'язувати та видаляти токсини або патогенні мікроорганізми

9. Наносенсори для маркування продуктів харчування

Таким чином, широкий спектр застосування нанотехнологій в харчовій галузі становить інтерес не тільки для вчених теоретиків, а й практиків- технологів харчової промисловості. Проте потребує більш детального вивчення питання безпеки нанотехнологічних матеріалів для живих організмів.

Список використаних джерел

1. Food applications of nanotechnologies: An overview of opportunities and challenges for developing countries [Електронний ресурс] // Trends in Food Science & Technology. – 2011. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224411000021>.
2. <http://www.worldometers.info/uk/>
3. Nanotechnology in Food [Електронний ресурс]. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.nanowerk.com/nanotechnology-in-food.php>.
4. Проданчук М. Г. Перспективи впровадження нанотехнологій і наноматеріалів у харчовій промисловості, їх гігієнічна оцінка та актуальні завдання наногігієни харчування / М. Г. Проданчук, В. І. Слободкін, В. М. Левицька. // Проблеми харчування. – 2010. – №3. – С. 5–15.
5. Сич В. Ф. Введення в нанобіологію та нанобіотехнологію та / В. Ф. Сич, Е. П. Дрождіна, А. Ф. Санджапова. – Санкт-Петербург: СПб: навчальний центр "Участь", 2012. – 256 с.

Бирченко О. В.

магістрант, спеціальність «014 Середня освіта (Фізика)»,
Сумський державний педагогічний
університет імені А.С. Макаренка,
м. Суми, Україна
oleg.byrchenko2012@gmail.com

ФОРМУВАННЯ НАУКОВОГО СВІТОГЛЯДУ ШКОЛЯРІВ НА УРОКАХ ФІЗИКИ

Одним із актуальних завдань сучасної шкільної освіти є формування наукового світогляду учнів. Оскільки, саме світогляд надає змогу учням пізнавати закономірності сучасного життя. Вагомість формування наукового світогляду учнів полягає ще й у тому, що він відображає об'єктивний процес руху і розвитку природи, відкриває широкі перспективи для діяльності людей, а тому є самим дієвим світоглядом

[2]. Широкі можливості формування елементів наукового світогляду школярів мають природничі дисципліни, зокрема фізика.

Науковий світогляд — цілісна система наукових, філософських, правових, моральних, політичних, естетичних понять, поглядів, переконань і почуттів, які визначають ставлення людини до навколишнього середовища і до себе.

Важливе місце в структурі світогляду займають переконання. Про це говорить у своєму дослідженні І. Бургун: "...переконання є найважливішим компонентом світогляду, а процес трансформації знань у переконання - основною ланкою його формування" [1].

На думку Ю. Руденка переконання - це одна з тих сил, яка спрямовує діяльність кожної особистості [5].

Якщо узагальнити думки вчених, які розглядали це питання, можна стверджувати, що переконання - це важливий елемент наукового світогляду, який характеризується дієвістю, що і визначає поведінку кожного учня.

За правильно організованої навчальної діяльності дитини вона нагромаджує знаннями не хаотично, а цілеспрямовано, внаслідок чого засвоєння нею деякої наукової інформації утворює певну систему, яка весь час збагачується та розширюється. Саме так відбувається формування наукового світогляду учня.

Впровадження інформаційно-комунікаційних технологій дає великий поштовх у формуванні критичного мислення та наукового світогляду учнів.

Це дозволяє учням не лише успішно засвоювати матеріал, а й формує в учня навички критично мислити, розвиватися інтелектуально, виховує самостійність під час вивчення матеріалу, комунікативні навички, толерантність та сприяє здійсненню міжпредметних зв'язків.

Ознайомившись із науковими працями, які досліджують цю проблематику, можна стверджувати, що зустрічаються дві категорії методів формування світоглядних переконань учнів. До першої категорії відносяться методи, які пов'язані з інтелектуальною сферою особистості: математичні, логічні, експериментальні й історичні. До другої категорії відносяться методи, які ґрунтуються на емоційному стані особистості, до них відносяться ті, які дозволяють:

- формувати вміння бачити красу в природі;
- збагнути, яка важлива фізика у перетворенні дійсності;
- переконатися у безмежному пізнанні світу людиною;
- показувати на практиці значення наукового світогляду для кожної людини;
- спрямувати учня на підпорядкування своїх інтересів та інтересів суспільства [4].

До основних вимог вибору форм організації навчальної діяльності учнів, у процесі формування світоглядних переконань відносять:

- діяльність учнів повинна бути спрямована на самостійний пізнавальний характер;

- діяльність учнів повинна бути спрямована на виховний характер через порівняння і приклади;

- також необхідно долучати учнів до акцій суспільно - корисного значення [5].

Вчитель повинен враховувати особливість змісту шкільного курсу фізики, який побудований на фізичній картині світу, яка допомагає формуванню наукової картини світу, яка належить світоглядним знанням найвищого порядку: матеріальний світ, пізнання його законів, взаємозв'язок фізичних явищ, методологічний принцип відносності, збереження, дискретності, симетрії тощо [1; 3; 5].

Фізика є достатньо складною та точною наукою, яка потребує конкретних вмінь розв'язувати задачі, мислити, робити висновки. Фізика як предмет шкільного курсу включає багато тем, які вимагають від школярів використання міжпредметних зв'язків та інтеграцію їхніх знань.

Отже і розглядати ці теми вважаю за необхідним нестандартними методами.

Ще більше можливостей критичного мислення та формуванню наукового світогляду надає позакласна робота з фізики, яку можна реалізувати через проведення тижня фізики. У рамках такого тижня пропонуються учням різноманітні форми роботи:

- інтелектуальні змагання між класами, що спонукають учнів дізнатися більше та показати свої знання з предмету;

- різноманітні вікторини, які від учнів вимагають самостійного пошуку відповіді, а отже приводять до зацікавленості знати ще більше та до формування наукового світогляду;

- підготовка навчально-наукових проектів з тем, які за браком часу поглиблено розглянути під час уроків не можливо, бо підготовка і захист таких проектів вимагає великої самостійності.

Як показують практики, для вирішення проблем формування критичного мислення та наукового світогляду на уроках фізики та в позаурочний час важливо об'єднати зусилля з боку всіх зацікавлених в цій складній, але корисній справі, впровадження інформаційно-комунікаційні технології, різноманітних форм дистанційної, освіти, мережевого навчання тощо. Все це дасть можливість підняти навчальний процес на більш високий рівень.

Список використаних джерел

1. Бургун І.В. «Формування наукового світогляду учнів основної школи у навчанні фізики»: Дис. кандидата педагогічних наук: Запоріжжя, 2001 - 296 с.

2. Вещицький А. А. Формування науково-матеріалістичного світогляду учнів на уроках фізики у 9 - 11 класах: Дис. кандидата педагогічних наук. - К., 1962 - 285 с.
3. Гончаренко С.У. Формування наукового світогляду учнів під час вивчення фізики. - К.: Рад. шк., 1990. - 208 с.
4. Жешко В. В. «Формирование научного мировоззрения учащихся при изучении курса физики основной школы»: Диссертация кандидата педагогических наук. Москва, 1994 - 161 с.
5. Руденко Ю.Д. Формування в учнів науково-матеріалістичного світогляду. - К., Радянська школа., 1977. - 126 с.

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

Білик В. М.
молодший науковий співробітник,
Інститут прикладної фізики
Національної академії наук України,
м. Суми, Україна
v.m.bilyk.sumy@gmail.com

РІЗНИЦЕВА ЯВНА СХЕМА РОЗВ'ЯЗАННЯ СИСТЕМИ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ДЛЯ РАДІАЦІЙНО СТИМУЛЬОВАНОЇ СЕГРЕГАЦІЇ НА ПРИКЛАДІ ДВОКОМПОНЕНТНОГО СПЛАВУ FE-CR

Утворення дефектів в конструкційних елементах реакторів, під впливом радіації, є однією з причин зменшення строку їх експлуатації. Відповідно, створення стійких до радіації матеріалів є одною з провідних задач радіаційного матеріалознавства. Для прогнозування утворення дефектів в матеріалах під впливом радіації створюються різні моделі.

Розглянуто модель радіаційно-індукованої сегрегації, що базується на першому та другому законах Фіка з урахуванням зворотного ефекту Кіркендала [1].

Описано комп'ютерний код, написаний мовою програмування Python, для розв'язку системи диференціальних рівнянь по моделі радіаційно-індукованої сегрегації.

Для розв'язання системи використовується різницева явна схема [2]. Результат чисельного розв'язку системи представлений на рис. 1.

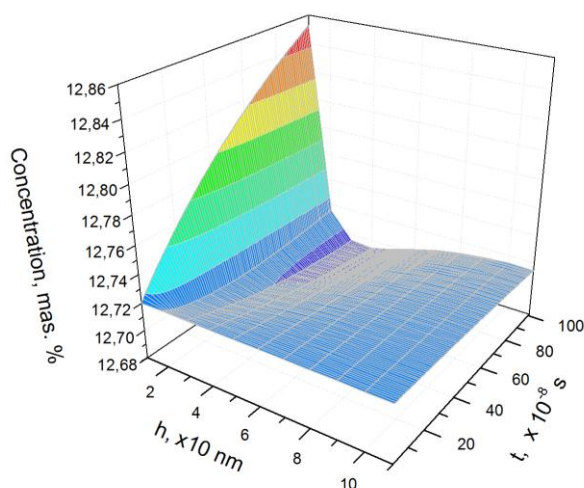


Рис. 1. Розподіл концентрації хрому в сплаві Fe-Cr по глибині в залежності від часу опромінення матеріалу

Список використаних джерел

1. Was G.S. Fundamentals of Radiation Materials Science, University of Michigan, Springer (2007).
2. Копченова Н.В., Марон И.А. Вычислительная математика в примерах и задачах. – СПб.: Издательство «Лань», 2009. – 368 с.

Бойченко О. В.

молодший науковий співробітник,
Інститут прикладної фізики
Національної академії наук України,
м. Суми, Україна
boychencko.a@gmail.com

МОДЕЛЮВАННЯ ВВЕДЕННЯ ГАЗОВОЇ ПРОБИ В ПРискорювальний МАС-СПЕКТРОМЕТР

Моделювання введення газової проби в прискорювальний мас-спектрометр проводиться з метою підбору оптимального режиму для системи введення газової проби в прискорювальний мас-спектрометр.

При моделюванні створено математичну модель введення газової проби (CO₂ і допоміжного газу «транспортира» He) в прискорювальний мас-спектрометр. Модель базується на законі Фіка, конвекції, в поєднанні з потоком текучого середовища і міграції. А також, на чисельному розв'язку рівняння Нав'є-Стокса методом кінцевих елементів. Модель враховує реальну геометрію і параметри установки. Результати моделювання будуть

супроводжуватися експериментальними даними з прискорювального мас-спектрометра за умови введення газової проби.

На підставі результатів, отриманих від моделювання, (розподіл швидкостей обох газів, розподіл тиску і концентрації в системі газового напуску з урахуванням часу) будуть підібрані оптимальні режими для системи введення газової проби в прискорювальний мас-спектрометр що в кінцевому підсумку дозволить проводити якісне датування зразків в газовому вигляді.

Бондарук В. В.

аспірант, спеціальність «014 Середня освіта (Фізика)»,
Східноєвропейський національний університет,
імені Лесі Українки,
м. Луцьк, Україна
vova5007625@ukr.net

АКТУАЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ОСВІТНЬОЇ РОБОТОТЕХНІКИ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

У сучасному світі область застосування робототехніки в різних сферах діяльності людини дуже широка і не перестає рости. Застосування роботів дозволяє значно знизити участь людини у важкій і небезпечній роботі. Поступово роботи входять і в звичайне життя людини. Використання мобільних роботів дозволяє задовольняти щоденні потреби: роботи - пилососи, роботи - нянечки, роботи - помічники і т. д. Як наслідок сучасне суспільство дуже потребує досвідчених фахівців в цій області.

У зв'язку з цим навчання робототехніці дітей стає все більше актуальним і значущим завданням. Вивчення робототехніки дозволяє учням розвивати комунікативні навички, так як в основному конструювання роботів відбувається в групі, вчитися приймати самостійні і нестандартні рішення, розвивати творче мислення.

Найбільш розповсюдженим засобом навчання робототехніки у середніх навчальних закладах є конструктор Lego Mindstorms, у ВНЗ застосовують також конструктор на платформі Arduino.

Крім того згідно Меморандуму про взаєморозуміння, який було підписано між Міністерством освіти і науки України та The LEGO Foundation Усі перші класи в Україні, що навчатимуться з 1 вересня 2018 року, безкоштовно отримують набори LEGO, які допоможуть впроваджувати ігрові та діяльнісні методи навчання в освітній процес. Документ передбачає, що The LEGO Foundation безкоштовно забезпечить наборами усі перші класи (близько 17 тисяч шкіл з усієї України) протягом

2018-2019 року. Також під час зустрічі обговорили питання впровадження в школах "Робототехніки" як факультативного курсу та розвиток співпраці Lego з дитячою інженерною академією[5].

Теоретичним обґрунтуванням впровадження освітньої робототехніки у процес навчання фізики майбутніх учителів фізики займаються О.І. Ляшенко, О.С. Мартинюк[4].

У Росії впровадження освітньої робототехніки у курс фізики можна прослідкувати за допомогою наукових розробок Л. Г. Беліовської [1], М. Г. Єршова, С. М. В'язова, О.Ю. Калягіної та інших методистів.

В ЗОШ принципи конструювання на базі робототехніки можуть вивчатися також і в окремих гуртках. Досить активно працюють секції робототехніки МАН (наприклад, відділення технічних наук Волинського відділення МАН, яке організовує також літню наукову школу «Основи мікроелектроніки та робототехніки», проводить олімпіади з робототехніки на базі Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки).

Для навчання робототехніці в початковій школі може бути використаний конструктор Lego WeDo, що складається зі стандартних деталей Lego, а також набору датчиків і приводів, що підключаються до USB. У комплекті з даними конструктором поставляється програмне забезпечення, що містить просте, інтуїтивно зрозуміле середовище програмування. Це дозволяє учневі самостійно збирати і програмувати діючі моделі, а потім використовувати їх для виконання практичних завдань. Для навчання робототехніці в середній школі може бути використаний конструктор Lego Mindstorms, так само складається зі стандартних деталей Lego (планки, осі, колеса, шестерні), сенсорів, двигунів і програмованого блоку. Наявність окремого програмованого блоку в поєднанні з середовищем програмування високого рівня робить даний набір серйозним інструментом, що дозволяє створювати роботів, які вирішують досить складні завдання. Важливою перевагою Lego Mindstorms є його простота і гнучкість. Набір дозволяє підібрати необхідні деталі практично під будь-яке завдання або об'єднати кілька наборів для вирішення складних завдань[3].

Залучення школярів до досліджень в галузі робототехніки, обміну технічною інформацією та початковими інженерними знаннями, розвитку нових науково-технічних ідей дозволить створити необхідні умови для високої якості освіти, за рахунок використання в освітньому процесі нових педагогічних підходів та застосування нових інформаційних та комунікаційних технологій. Розуміння феномена технології, знання законів техніки, дозволить випускнику школи відповідати запитам часу і знайти своє місце в сучасному житті[2].

Список використаних джерел

1. Белиовская Л.Г. Роботизированные лабораторные работы по физике: Пропедевтический курс физики / Л.Г. Белиовская, А.Е. Белиовский. – М.: ДМК Пресс, 2016. – 164 с.
2. Бусова С. Ю. Особливості впровадження освітньої робототехніки в освітньому установі (з досвіду роботи МОУ СЗШ № 54 м Волгограда) // Актуальні питання сучасної педагогіки: матеріали IV Міжнар. науч. конф., 2013. С. 218-220.
3. Вагнер К. А. Впровадження основ робототехніки в сучасній школі // Вісник Новгородського державного університету ім. Ярослава Мудрого, 2013. № 74-2. С. 17-19.
4. Мартинюк О.С. Проблеми та перспективи підготовки фахівців галузі освітньої робототехніки / Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету–2015.
5. Усі перші класи в Україні безкоштовно отримують набори LEGO – Меморандум між МОН та The LEGO Foundation [Електронний ресурс] / – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/news/usi-pershi-klasi-v-ukrayini-bezkoshtovno-otrimayut-nabori-lego-memorandum-mizh-mon-ta-lego-foundation>

Галатюк Т. Ю.
аспірант,
Рівненський державний
гуманітарний університет,
м. Рівне, Україна
Halatyuk@ukr.net

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИДАКТИЧНИХ УМОВ ФОРМУВАННЯ МЕТОДОЛОГІЧНОЇ КУЛЬТУРИ СТАРШОКЛАСНИКІВ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

Серед пріоритетів концепції нової української школи є не тільки надання відповідних знань, але й формування ключових компетентностей, які забезпечуватимуть успішну соціальну адаптацію учнів у майбутньому житті [5]. Проте в умовах стрімкого розвитку науки і шаленого потоку інформації знання, а також компетентності швидко втрачають свою новизну та актуальність. Тому, для успішної соціальної адаптації випускнику школи важливо весь час їх поновлювати, тобто необхідно постійно бути суб'єктом пізнавальної діяльності. Для цього він має володіти відповідною методологічною культурою. На наш погляд, ця психолого-педагогічна категорія є однією з ключових, які визначають результативність природничої освіти.

Відповідь на запитання: що таке методологічна культура слід шукати у “трикутнику”: *культура – методологія – діяльність*. Найбільш поширеним в педагогічній літературі [4] є розуміння методологічної культури як результату рефлексії діяльності. Результати аналізу

літературних джерел [2; 3; 4;]показують, що у даному контексті методологічна культура – це динамічна, інтегральна якість учня, яка є цілісним системним утворенням, предметом, засобом і продуктом навчально-пізнавальної діяльності й відображає інтегральну готовність суб'єкта ставити і розв'язувати навчально-пізнавальні задачі, що виражається у сформованості відповідних предметних і методологічних знань, досвіду, ціннісних орієнтирів, у володінні пізнавальними уміннями і навичками, евристичними методами вирішення проблем; способами цілепокладання, планування, аналізу, рефлексії та самооцінки власної пізнавальної діяльності.

З огляду на це, у складі методологічної культури ми виділяємо такі компоненти: *ціннісно-мотиваційний; гносеологічний; предметно-змістовий; інформаційно-комунікативний; морально-етичний; операційно-діяльнісний; креативний; естетичний, організаційно-рефлексивний; продуктивний (діяльнісний досвід)*[3].

Актуальною постає проблема створення сприятливих дидактичних умов для формування методологічної культури учнів під час вивчення природничих предметів. Під дидактичними умовами розуміють *обставини процесу навчання*, які є результатом цілеспрямованого відбору, конструювання і застосування елементів змісту, методів і прийомів, а також організаційних форм навчання для досягнення визначених дидактичних цілей [1, с. 124]. Такі умови виникають і забезпечуються в результаті дотримання певних дидактичних вимог. Методологічною основою їх реалізації є діяльнісна теорія навчання.

На основі дослідження змісту методологічної культури, аналізу літературних джерел нам вдалося визначити *ключові* вимоги, в результаті дотримання яких виникають сприятливі дидактичні умови формування методологічної культури учнів під час навчання фізики, а саме: 1) систематичне включення учнів у навчально-пізнавальну діяльність, процедура якої частково або повністю моделює творчий цикл наукового пізнання за схемою: *факти → модель гіпотеза → наслідки → експеримент*; 2) навчально-пізнавальна діяльність має здійснюватися у “зоні найближчого розвитку” відповідного рівня методологічної культури учня; 3) управління навчально-пізнавальною діяльністю має забезпечувати оптимальний рівень самостійності учня; 4) забезпечення високого рівня мотивації навчально-пізнавальної діяльності; 5) інтеграція урочної та позаурочної форм навчально-пізнавальної діяльності; 6) поетапність засвоєння учнями методології навчально-пізнавальної діяльності за схемою: *знання про метод → засвоєння схеми орієнтувальної основи діяльності (ООД) → сформованість уміння (знання в дії) → рефлексія → компонент методологічної культур*; 7) поступове послаблення навчального впливу з боку вчителя в управлінні та підвищенні саморегуляції та самостійності навчально-пізнавальної діяльності учнів;

8) наступність і перспективність навчально-пізнавальної діяльності; 9) оптимальне поєднання індивідуальної, групової та колективної форм навчально-пізнавальної діяльності; 10) реалізація міжпредметних зв'язків у процесі навчально-пізнавальної діяльності.

Перераховані вимоги тісно пов'язані між собою і доповнюють одна одну, тобто утворюють системну цілісність.

Список використаних джерел

1. Андреев В.И. Эвристическое программирование учебно-исследовательской деятельности: Метод. Пособие / Андреев В.И. – М.: Высш. школа, 1981. – 240 с.
2. Галатюк Т.Ю. Формування методологічної культури учнів у процесі розв'язування творчих фізичних задач / Т.Ю. Галатюк, Ю.М. Галатюк // Фізико-математична освіта : науковий журнал. – 2017. – Випуск 2(12). – С. 51-56.
3. Галатюк Т.Ю. Зміст методологічної культури учня у контексті сучасної парадигми природничої освіти / Т.Ю. Галатюк // Оновлення змісту, форм та методів навчання і виховання в закладах освіти: Збірник наукових праць. Наукові записки Рівненського державного гуманітарного університету. Випуск 14 (57). – Рівне: РДГУ, 2016. – С. 22 – 26.
4. Новиков А.М. Методология / А.М. Новиков, Д.А. Новиков. – М.: ИНТЕГ, 2007. – 668 с.
5. Нова українська школа [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/tag/nova-ukrainska-shkola>

Гудаков О. О.

молодший науковий співробітник,

Білик В. М.

молодший науковий співробітник,

Інститут прикладної фізики

Національної академії наук України,

м. Суми, Україна,

380984313381@ua.ru

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ РІХЕ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЕЛЕМЕНТНОГО СКЛАДУ РІЧНИХ КІЛЕЦЬ ДЕРЕВИНИ

Аналіз складу річних кілець дозволяє відновити дані про склад атмосфери та ґрунту на певній території у заданий час. Найбільш розповсюджені дослідження елементного складу річних кілець з використанням хроматографії та мас-спектрометрії. Метод РІХЕ вирізняється винятковою точністю та спрощеною підготовкою проб для аналізу. Принципова можливість аналізу деревини методом РІХЕ була проілюстрована фінськими вченими [3].

Для аналізу було обрано деревину *Robinia pseudoacacia*, оскільки ця рослина має широкі річні кільця та різкий перехід від ранньої до пізньої деревини. Аналіз було проведено в Інституті прикладної фізики НАН України на базі компактного електростатичного прискорювача «Сокіл». Для реєстрації рентгенівського випромінювання використовувався детектор Amptek XR100 – SDD, а для отримання спектрів – програмне забезпечення Amptek DppMCA.

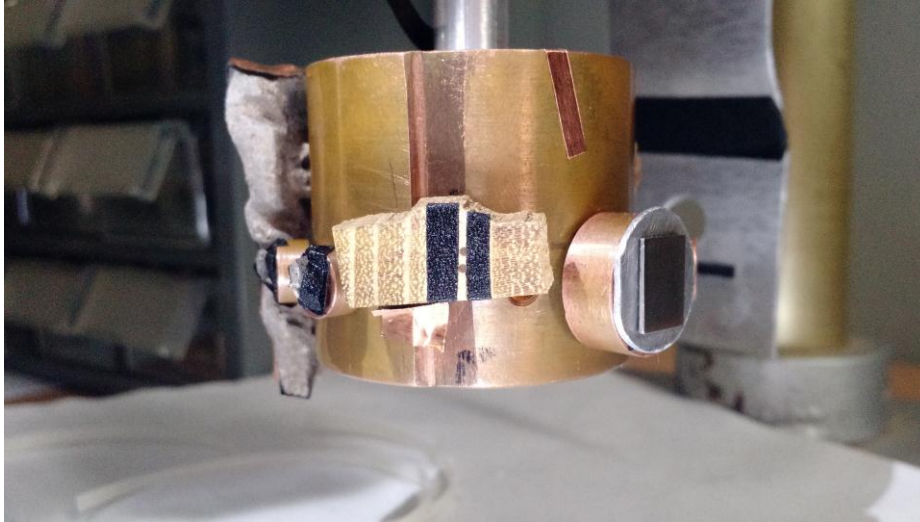


Рис. 1 Зразок з наклеєною на поверхню вуглецевою стрічкою. Крапками позначено місця проведення аналізу

Подальша обробка спектрів з метою розрахунку концентрацій елементів проводилась в програмі GUPIX. Аналіз деревини супроводжується труднощами пов'язаними із її діелектричними властивостями. При взаємодії з протонами на поверхні зразка утворюється заряд, який погано стікає до інтегратору струму.

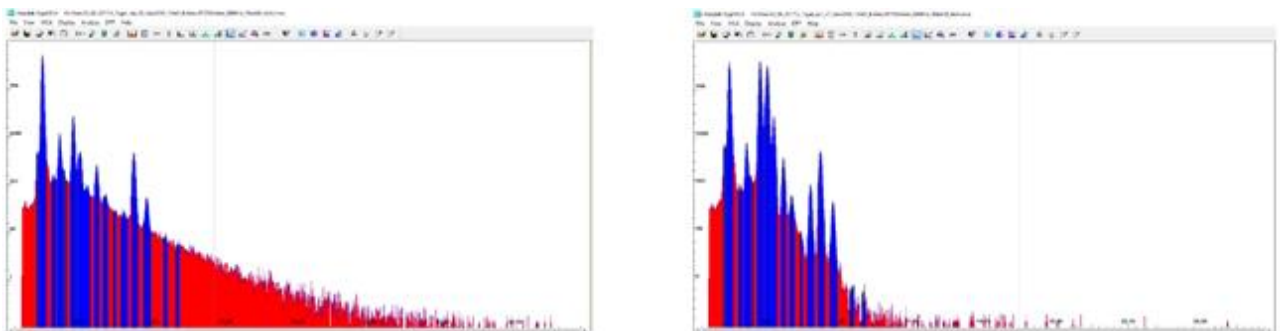


Рис. 2 Приклад двох спектрів: ліворуч – спектр від зразка на поверхні якого накопичується заряд, праворуч – спектр від зразка з поверхні якого заряд стікав

Крім того накопичення заряду на поверхні зразка збільшує фон на отриманих спектрах. Для вирішення даної проблеми на поверхню зразка наклеювалась вуглецева клейка стрічка.

Із стрічки на поверхню клеїлась спеціальна маска із щілиною шириною приблизно 1 мм.

Такий спосіб підготовки зразків дає змогу не тільки отримувати спектри з низьким рівнем фону, а й обирати місце на поверхні зразка в якому буде проведено аналіз елементного складу (певні обмеження накладає геометрія зразка). Іншою проблемою для аналізу деревини є її вологість. В результаті чого стає складно отримати достатній для аналізу вакуум в системі.

Для вирішення цієї задачі зразки попередньо сушилися при температурі 60°C. Крім того вирізались зразки мінімальних розмірів. Для проведення аналізу використовувався пучок протонів з енергією в 1000 keV. Струм пучка складав від 15 до 25 нА. Діаметр пучка на зразку ~1 мм.

Macroelements & microelements concentration in different part of tree ring

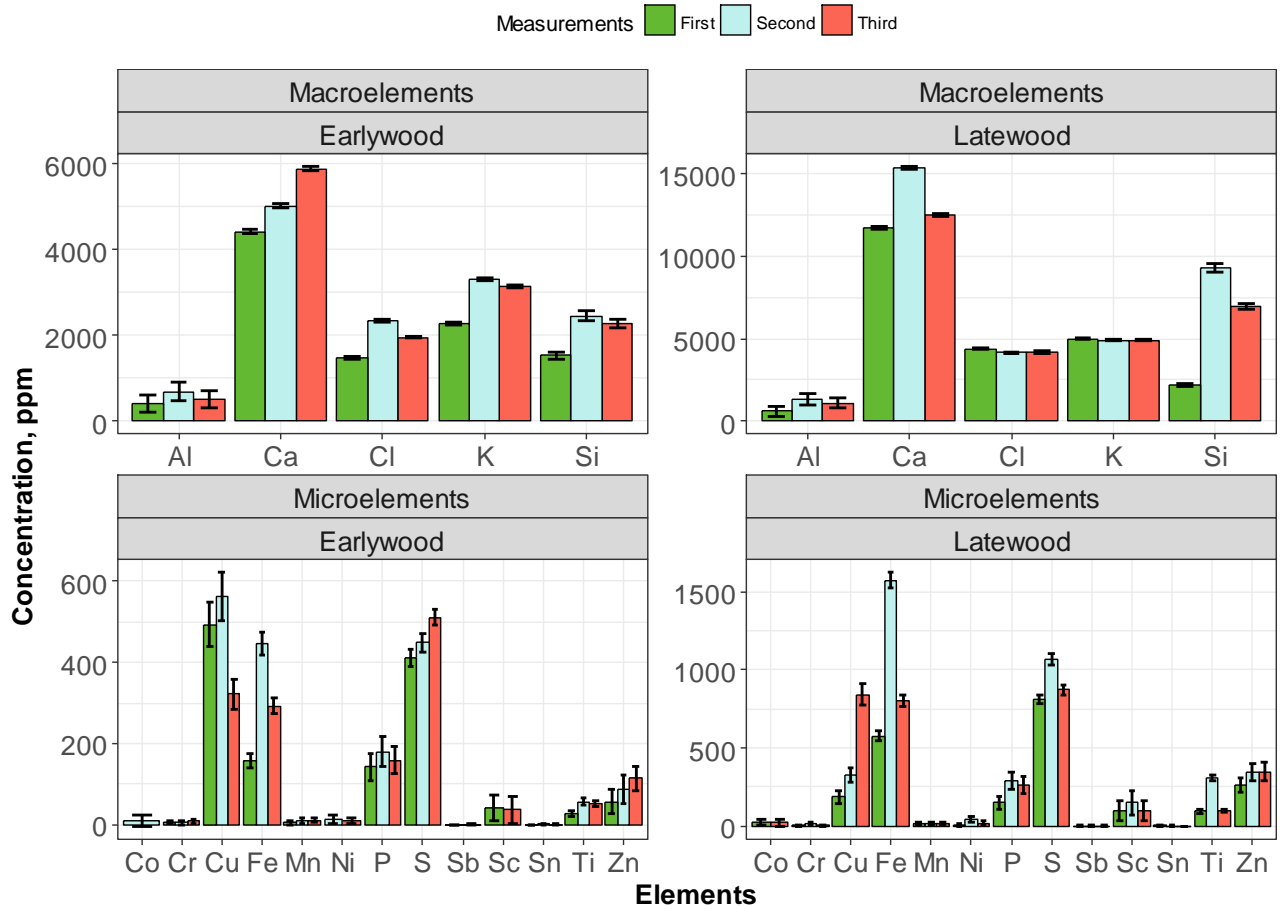


Рис. 3 Концентрація елементів у ранній та пізній деревині

При аналізі даних встановлено, що у пізній деревині кількісно переважають всі наявні елементи окрім Cu. Таке явище виникає у наслідок участі Cu в синтезі клітинної стінки рослин [1, 2], яка більш активно синтезується при фазі утворення ранньої деревини. Встановлений факт

підтверджує працездатність методу PIXE та доцільність його використання для аналізу елементного складу річних кілець.

Список використаних джерел

1. Buchanan B. B. et al. Biochemistry & molecular biology of plants. – Rockville, MD : American Society of Plant Physiologists, 2000. – Т. 40.
2. Hänsch R., Mendel R. R. Physiological functions of mineral micronutrients (Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Mo, B, Cl) //Current opinion in plant biology. – 2009. – Т. 12. – №. 3. – С. 259-266.
3. Harju L. et al. Analysis of trace elements in trunk wood by thick-target PIXE using dry ashing for preconcentration //Fresenius' journal of analytical chemistry. – 1997. – Т. 358. – №. 4. – С. 523-528.

Іванова А. О.

студентка,

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут

імені Ігоря Сікорського»,

Фізико-технічний інститут,

м. Київ, Україна,

asiva@ukr.net

ГАЗОВА ЗАВІСА З ПОДАЧЕЮ ВТОРИННОГО ПОТОКУ В ПОВЕРХНЕВІ ЗАГЛИБЛЕННЯ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ФОРМИ

Газові турбіни широко використовуються в багатьох сферах таких як енергетика, авіація, суднобудування, транспортування природного газу тощо. Із зростанням температури підвищується ККД ГТУ, тому актуальним питанням є забезпечення надійності лопаток турбіни при досягненні високої температури газу перед турбіною (близько 1500°C). Це питання можна вирішити за рахунок збільшення міцності матеріалу лопаток за високих температур або за рахунок охолодження поверхні лопаток турбіни. Однак сучасні лопатки турбіни, виконані з кращих жаростійких матеріалів, можуть працювати без охолодження при температурі газу не вище 1000 - 1100°C. Тому перспективним напрямком стає дослідження та розробка різних способів охолодження поверхні лопаток турбіни.

Існують різні способи охолодження поверхні лопаток, серед них найбільш ефективний метод - плівкове охолодження. Плівкове охолодження являє собою подачу охолоджуючого повітря безпосередньо на зовнішню профільну поверхню лопаток або торцеву поверхню міжлопаточного каналу для того, щоб тепло ізолювати поверхні, що захищаються від впливу потоку гарячого газу [1]. Також плівкове охолодження ще називають газовою завісою.

Метою даної роботи є експериментальне дослідження та порівняння ефективності плівкового охолодження з подачею вторинного потоку в похилі круглі отвори: без заглиблень та в циліндричних заглибленнях. Дослідження виконано при різних значеннях параметру вдуву $m=0,5 \dots 2,0$. Діаметр отвору d складає 0,8 мм, поперечний крок заглиблень $t=2,4$ мм ($t/d = 3,0$), кут нахилу отворів до поверхні $\alpha=30$ [2].

Для розрахунків використано комерційне програмне забезпечення Ansys CFX. Досліджувана геометрична 3D - модель плівкового охолодження плоскої поверхні була виконана в ANSYS Design Manager. Була використана неструктурована комбінована розрахункова сітка, яка була побудована у генераторі ANSYS Mesh. Вона є комбінацією тетраедричних елементів в області основного потоку, з призматичними елементами в областях згущення сітки поблизу твердих стінок, які є обмеженням для каналів розрахункової моделі. Геометрична модель представляє собою канал прямокутного перерізу, до якого охолоджувач подається із зовнішнього об'єму (плєнуму) через отвори вдуву. Граничні умови на вході і виході були задані таким чином: тверді границі розрахункової області були задані як для адіабатної стінки ($q=0$). На бічних поверхнях розрахункової моделі були задані умови симетрії. Граничні умови, які відповідали значенням параметра вдуву $m=0,5; 1,0; 1,5; 2,0$. Інтенсивність турбулентності прийнята за 1%. Граничні умови на вході та виході були задані близькими до умов експериментів, що були виконані [3].

В результаті комп'ютерного моделювання отримано, що ефективність плівкового охолодження з вдувом потоку в систему похилих отворів в циліндричних заглибленнях перевищує ефективність традиційної схеми (без заглиблень). Також видно, що при великих значеннях параметру вдуву $m = 1,5$ та $m = 2,0$ та на основній ділянці $x/d > 20$ обидві схеми мають значення ефективності, що не значно відрізняються одне від одного. Збільшення ефективності плівкового охолодження за малих значень параметра вдуву спостерігається на початковій стабілізаційній ділянці ($x/d=0 \dots 20$). Максимальна ефективність спостерігається за мінімального параметра вдуву.

При всіх досліджуваних значеннях параметра вдуву схема плівкового охолодження з подачею вторинного повітря через отвори в циліндричних заглибленнях забезпечує більшу рівномірність полів ефективності плівкового охолодження на поверхні охолоджуваної пластини в порівнянні з традиційною схемою отворів, особливо за великих значень параметра вдуву, коли ефективність охолодження традиційної схеми суттєво знижується.

Для аналізу фізичної структури потоку розглянуто проекції векторів швидкості в поперечних перерізах на відстані $x/d = 3, 5$; та 10 при $m = 1,0$ для традиційних отворів та для вдуву у отвори в циліндричних заглибленнях. За традиційними отворами (без заглиблень) спостерігаються вихорові структури в формі «ниркового» вихору, які погіршують плівкове охолодження. «Нирковий» вихор розвивається за довжиною ділянки (x/d). Схема з вдувом

охолоджувача в отвори в циліндричних заглибленнях забезпечує суттєве зниження інтенсивності масштабу «ниркового» вихору.

Подальші дослідження будуть спрямовані на вивчення різних факторів впливу, зокрема вплив температурного фактору.

Список використаних джерел

1. Халатов, А.А. Теплообмен и гидродинамика в полях центробежных массовых сил: Т. 9. Теплообмен и гидродинамика при циклонном охлаждении лопаток газовых турбин [Текст] / А.А. Халатов, В.В. Романов, И.И. Борисов и др. — К.: Ин-т техн. теплофизики НАН Украины, 2010.— 317 с.
2. Khalatov A. A., Borisov I. I., Dashevsky Yu. J., Kovalenko A. S., Shevtsov S. V. Flat plate film cooling from a single-row inclined holes embedded in a trench: effect of external turbulence and flow acceleration. «Thermophysics and Aeromechanics» — 2014, Vol. 20, №6, pp 713-719.
3. Lu Y. Effect of hole configuration on film cooling from cylindrical inclined holes for the application to gas turbine blades [Text] / PhD Disseration Mechanical Engineering, December 2007./ Yiping Lu: Lousiana State University – 2007 – 109 p.

Козьма А. А.

кандидат хімічних наук, доцент,
ДВНЗ «Ужгородський
національний університет»,
м. Ужгород, Україна
Anton_Kozma@yahoo.com

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ ТЕРМОДИНАМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОРТОФОСФАТУ ДВОВАЛЕНТНОГО КОБАЛЬТУ $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2$

Ортофосфат двовалентного кобальту $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2$ відноситься до поліфункціональних матеріалів, який перспективний як компонент літій-іонних батарей [1], як складовий сенсорних мікроелектродів для моніторингу екологічного стану навколишнього середовища [2] та як каталізатор деяких хімічних процесів [3]. Водночас, його фізичні й фізико-хімічні властивості вивчені недостатньо. В даній роботі, спираючись на відомі емпіричні та напівемпіричні методи, здійснено моделювання термодинамічних властивостей зазначеного фосфату в температурному інтервалі 298–1428 К.

Ізобарну теплоємність (C_p°) при кімнатній температурі для сполуки $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2$ оцінювали за допомогою моделі Сокольського Ю.М. [4, 5]. Моделювання температурної залежності теплоємності проводили на основі базового рівняння $C_p^\circ = A + BT + CT^{-2}$. Потрібні для даного виразу коефіцієнти A , B і C визначали методом Келлога-Кубашевського [6-8].

Необхідне значення температури плавлення досліджуваного фосфату (1428 К) брали із [9]. Аналогічно до [10], за відомими термодинамічними формулами для $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2$ розраховано зміну ентальпії $H_T^\circ - H_{298}^\circ$ та ентропії $S_T^\circ - S_{298}^\circ$. Отримані результати наведено в таблиці.

Таблиця 1.

Одержані значення термодинамічних параметрів $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2$

T, К	C_p° , Дж/(моль×К)	$H_T^\circ - H_{298}^\circ$, кДж/моль	$S_T^\circ - S_{298}^\circ$, Дж/(моль×К)
298	234.40	–	–
300	235.37	0.47	1.57
350	255.91	12.78	39.49
400	270.80	25.97	74.68
450	282.41	39.81	107.27
500	291.98	54.18	137.54
550	300.22	68.99	165.76
600	307.55	84.18	192.20
650	314.23	99.73	217.09
700	320.46	115.60	240.61
750	326.34	131.77	262.92
800	331.96	148.23	284.16
850	337.38	164.96	304.45
900	342.65	181.96	323.88
950	347.78	199.23	342.55
1000	352.82	216.74	360.51
1050	357.77	234.51	377.85
1100	362.66	252.52	394.60
1150	367.49	270.77	410.83
1200	372.27	289.27	426.57
1250	377.02	308.00	441.87
1300	381.73	326.97	456.75
1350	386.41	346.17	471.24
1400	391.06	365.61	485.38
1428	393.66	376.59	493.15

Одержані величини можуть використовуватись при наступних термодинамічних моделюваннях, зокрема для прогнозування фазових рівноваг у складних багатокомпонентних системах за участю $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2$.

Список використаних джерел

1. Changhoon Choi, Seung-Deok Seo, Hyun-Woo Shim, Mushtaq Ahmad Dar, In Sun Cho, Dong-Wan Kim. *J. Alloys Compd.* – 2015. – V. 652. – P. 100-105.

2. Woo Hyoung Lee, Youngwoo Seo, Paul L. Bishop. *Sensors and Actuators B: Chemical*. – 2009. – V. 137, №1. – P. 121-128.
3. Yi Lin, Tao Meng, Zhen Ma. *J. Ind. Eng. Chem.* – 2015. – V. 28. – P. 138-146.
4. Сокольский Ю.М. *Неорганические материалы*. – 1983. – т.19, №1. – С. 120-122.
5. Козьма А.А., Голуб Н.П., Голуб Є.О., Гомонай В.І. *Наук. вісник Ужгород. у-ту. (Сер. Хімія)*. – 2015. – №1(33). – С. 63–65.
6. Kellog H.H. in:Fitterer G.R. (Editor), *Applications of Fundamental Thermodynamics to Metallurgical Processes*, Gordon and Breach, London, 1967, 357 p.
7. Kubaschewski O., Ühal H. *High Temp.-High Pressur.* – 1977. – V. 9, №3. –P. 361–365.
8. Leitner J., Chuchvalec P., Sedmidubský D., Strejc A., Abrman P. *Thermochim. Acta* – 2002. – V. 395, №1-2. –P. 27-46.
9. Констант З.А., Диндуне А.П. *Фосфаты двухвалентных металлов*. – Рига: Зинатне, 1987. – 371 с.
10. Denisova L.T., Belousova N.V., Galiakhmetova N.A., Denisov V.M. *Phys. Solid State*. – 2017. – V.59, №5. – P. 1047-1049.

Крикля С. В.

аспірант,

Інститут прикладної фізики

Національної академії наук України,

м. Суми, Україна

s.kryklya@gmail.com

ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО ПАКЕТУ GEANT4 ПРИ МОДЕЛЮВАННІ СЦИНТИЛЯЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ В КРИСТАЛАХ ВаF₂

Особливе місце в плеяді різних видів комп'ютерного моделювання, займає моделювання фізичних процесів. Фізичні процеси являються фундаментальними, як результат різні аспекти їх протікання можуть бути досить складними та непомітними. Комп'ютерне моделювання звільняє дослідника від ряду незручностей, що виникають в ході реального експерименту, та дає можливість більш чітко зрозуміти особливості явища чи процесу, що вивчається. Процес сцинтиляції відноситься до вищезгаданих, оскільки є швидкоплинним та досить затратним, особливо, при багатократній зміні геометричних характеристик сцинтилятора.

Ціль даної роботи, висвітлити основні аспекти моделювання процесу сцинтиляції кристалів ВаF₂ в програмному пакеті Geant4.

Сцинтиляційні матеріали (сцинтилятори) – це речовини здатні до короткотривалих світлових спалахів при взаємодії з іонізуючим випромінюванням. Частіше за все, кількість фотонів, що генерується сцинтилятором в процесі взаємодії з іонізуючим випромінюванням,

пропорційна поглинутій енергії випромінювання. Як результат процес сцинтиляції дозволяє отримати характеристичні спектри поглинутого іонізуючого випромінювання. Сфера застосування сцинтиляційні детектори ядерного випромінювання[1].

Сцинтиляційні детектори досить складна та примхлива річ. До його складу входить:

- Сцинтилятор
- Упаковка
- ФЕП (Фотоелектронний помножувач)

Зазначені вище компоненти є базовими, та не враховують іншого спектрометричного обладнання. Проте саме вони являються основною причиною моделювання сцинтиляторів та детекторів як наслідок. Справа в тому, що однією з основних характеристик таких детекторів є флуоресцентна квантова ефективність, яка в процесі експлуатації знижується. Причиною є погіршення оптичного контакту між сцинтилятором та ФЕП, поява повітря між упаковкою та сцинтилятором, деградація фотокатоду ФЕП. Відновлення квантової ефективності потребує емпіричного підбору матеріалу упаковки, сцинтиляційних матеріалів та їх геометричних розмірів, визначення ступеню деградації фотокатоду ФЕП. Підбір даних характеристик є кропітким та дорогим, тому на противагу практичному виконанню цих робіт ставиться комп'ютерне моделювання, яке при коректній постановці експерименту стає дешевою та ефективною альтернативою.

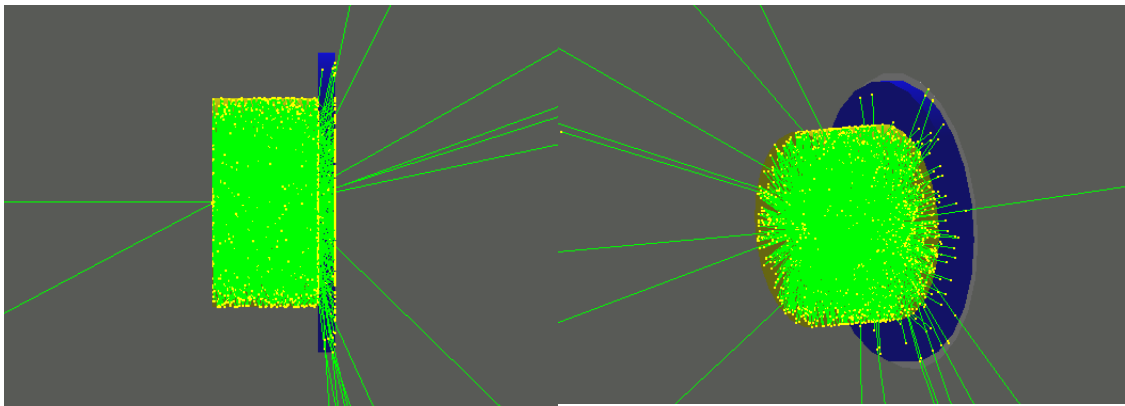
Для вирішення поставленого завдання, з моделювання сцинтиляційних процесів в кристалах BaF_2 , було обрано програмний пакет Geant4[2]. Пакет вільно розповсюджується, постійно оновлюється, базується на перевірених фізичних моделях. Як вказано на офіційному сайті пакету, його основне завдання – моделювання процесу взаємодії заряджених частинок з речовиною[3].

Алгоритм роботи з Geant4 не тривіальний. Пакет базується на об'єктно-орієнтованій мові програмування C++ та не має базового графічного інтерфейсу. Розробнику більшість часу доводиться проводити в текстовому редакторі. Тому при побудові власної комп'ютерної моделі на основі Geant4, необхідно пройти наступні етапи:

1. Вибір фізичної моделі та характеру взаємодії заряджених частинок.
2. Побудова геометрії експерименту.

- 2.1. Моделювання геометричних розмірів складових компонент експерименту.
- 2.2. Означення матеріалів з яких «виготовлено» об'єкти геометрії.
- 2.3. Розміщення об'єктів геометрії.
- 2.4. Налаштування візуальних атрибутів об'єктів.
- 2.5. Варіативна складова експерименту.
3. Вибір типу джерела заряджених частинок.
4. Визначення бажаних фізичних величин та методу їх одержання.
5. Налаштування менеджера побудови аналітичних даних.
6. Вибір інтерфейсу візуалізації комп'ютерної моделі.

Слід відзначити, що кожен розробник працюючи з цим програмним пакетом проходить абсолютно ідентичні кроки, різниця лише в пункті 2.4. В конкретно взятому випадку моделювання сцинтиляційного детектора, ця складова включає в себе специфічні характеристики сцинтиляторів, окреслення меж розділу середовищ, відповідних типів поверхні та коефіцієнтів. На Рис. 1. представлено побудовану геометрію



сцинтиляційного детектора на основі кристалу BaF_2 .

Рис.1 Результат побудови геометрії експерименту в програмному пакеті Geant4(світло зелені лінії оптичні фотони отримані в результаті сцинтиляції гамма-випромінювання)

Список використаних джерел

1. Гектин А.В., Галунов Н.З., Малюкин Ю.В. Физика сцинтиляторов. Материалы, методы, аппаратура – Харьков: “ИСМА”, 2015.
2. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 835 (2016) 186-225.
3. <http://geant4.web.cern.ch/>

Лаврененко Е. О.
магістрантка, спеціальність «014 Середня освіта (Фізика)»,
Сумський державний педагогічний
університет імені А.С.Макаренка,
м. Суми, Україна
ehie4ka96@gmail.com

ВИКОРИСТАННЯ ГРАФІЧНОГО МЕТОДУ ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ В ШКОЛІ

В сучасній школі потік інформації на учня дуже великий, при цьому програма насичена теоретичним матеріалом, який дуже часто не має зв'язку з іншим навчальним матеріалом. У даній ситуації використання у викладанні графіків, малюнків не тільки сприяє формуванню зв'язку навчального матеріалу з різних дисциплін шкільного курсу, а й допоможе учню зрозуміти основні факти і закони фізики. Графічний спосіб представлення інформації у навчальному процесі грає велику роль.

Більшість методик з фізики присвячене розробці методики й техніки шкільного фізичного експерименту, оскільки основним методом у викладанні фізики є експериментальний метод. Але використання інших методів та прийомів, зокрема графічного методу, є також необхідною умовою для засвоєння учнями основ фізики. Застосування графічного методу на уроках фізики та й у самостійній роботі учнів здійснить великий вплив на зв'язок фізики та математики як навчальних предметів.

Сучасна наука та техніка широко використовують графіки. Графічне уявлення фізичного процесу робить його більш наглядним, тим самим полегшує розуміння розглянутого явища, сприяє розвитку абстрактного мислення, інтуїції, вміння аналізувати й порівнювати, знаходити більш раціональні рішення. Крім того, використання графічного методу сприяє укріпленню зв'язку між фізикою та математикою, та наповнює саму математику фізичним змістом. Також є й психологічна сторона розглянутого питання. При широкому використанні графічного методу в учнів не тільки розвивається мислення та пам'ять, а також зір та моторика. Формуються навички акуратного та швидкого виконання креслень.

У викладанні фізики графічний метод використовується починаючи з 7-го класу й не тільки на уроках, а й при виконанні учнями лабораторних і домашніх робіт з фізики. Необхідно підкреслити, що графічні задачі на уроках фізики викликають у більшості учнів ускладнення. Між тим, на уроках математики виконання побудов різних графіків відведено багато часу, у зв'язку з чим з такими задачами учні справляються достатньо добре.

За допомогою графіку можна показати залежність фізичних величин, з'ясувати в чому сенс прямої та оберненої пропорційності між ними,

дізнатись як швидко росте або спадає значення однієї фізичної величини в залежності від зміни іншої, коли вони досягають найменшого або найбільшого значення.

Зображення залежності у вигляді графіків може надати велику допомогу у розвитку в учнів мислення, у виробленні у них чіткого і ясного розуміння фізичних явищ і закономірностей, які складають основу курсу фізики.

Часто в учнів виникає неправильне розуміння обернено пропорційної залежності між двома фізичними величинами. Тому зображення таких залежностей у вигляді графіків дає можливість зрозуміти як одна величина залежить від іншої. Також графік дає можливість описати як виконується той чи інший фізичний процес, показати його сильні сторони, звернути увагу учнів на те, що є самим потрібним у вивченні цього явища.

Велика роль належить графікам при виконанні різних вправ, без яких неможливо засвоїти деякі основи фізики. Не меншу роль грають графіки при обробці та аналізу результатів лабораторних робіт. Графічні вправи потребують меншого логічного навантаження ніж виконання різних розрахунків. Тому графічний метод має використовуватись дуже широко, бо при засвоєнні принципів графічного методу він поступово буде переходити в навичку, якою учень зможе користуватися у своїй практичній діяльності.

За допомогою готового графіка учні можуть легко і без математичних обчислень визначити значення фізичних величин, розрахунок яких за формулами був би важкий або б потребував більше часу.

Графік допомагає вчителю визначити глибину засвоєння матеріалу учнями. Сприяє більш свідомому вивченню фізики, урізноманітнює методи, що застосовуються в процесі її викладання.

Отже, використання графічного методу при викладанні фізики, дозволяє наочно провести всебічний аналіз явища, виявити його причинно-наслідкові зв'язки і обґрунтувати експериментальні спостереження, що дозволить значно поглибити теоретичні знання учнів та використовувати їх в практичній діяльності.

Список використаних джерел

1. Резников Л.И. Графический метод в преподавании физики. – М.: Учпедгиз, 1960. – 348 с.
2. Сальник І. В. Графічний метод дослідження природних явищ у шкільному курсі фізики: Автограф. дис.. канд. наук: 13.00.02 / Ірина Володимирівна Сальник. – К., 2000. – 20 с.
3. Сальник І. В. Поєднання демонстраційного експерименту та графічного методу вивчення різних видів деформації // Наукові записки КДПУ ім. В. Винниченка/ І. В. Сальник, С. П. Величко. – Кіровоград, 1999. – Вип. 16. – с. 22-26.

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

Лاپін О. С.

молодший науковий співробітник,

Пономарьов О. Г.

доктор фізико-математичних наук, професор,

Інститут прикладної фізики

Національної академії наук України,

м. Суми, Україна

lapin@iap.sumy.org

МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНОЇ СКАНУЮЧОЇ СИСТЕМИ ТА ФІНАЛЬНОГО ФОКУСУВАННЯ КАНАЛУ ПРОТОННО-ПРОМЕНЕВОЇ ЛІТОГРАФІЇ ІФФ НАНУ

Необхідність у швидкій зміні положення пучка і високої точності його переміщення в замкнутому циклі зумовило актуальність застосування електростатичних скануючих систем (ЕСС) в установках протонно-променевої літографії.

Розроблена раніше ЕСС з двома парами паралельних пластин, кожна з яких відхиляє пучок у взаємно перпендикулярних поперечних напрямках до осі пучка, не забезпечує необхідний розмір растру, до того ж відхилення пучка в останній лінзі виходить пучок за межі іонопровода. Тому була розглянута конфігурація ЕСС, аналогічна раніше дослідженої в роботі [1], і що складається з трьох пар паралельних пластин скомпонованих за типом "dog-leg" і розташованих перед (рис. 1) триплетом фінального фокусування [2].

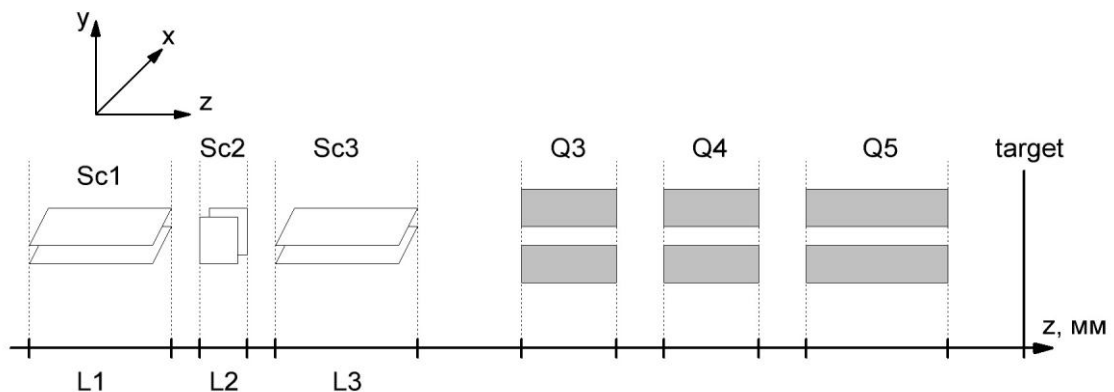


Рис. 1. Геометрія розташування іонно-оптичних елементів вздовж оптичної осі z

Проведено чисельне моделювання руху пучка протонів в ЕСС та триплеті із застосуванням матричного і траекторного методів. Розрахунок

матричним методом проводився з урахуванням хроматичних і сферичних аберацій 3-го порядку в наближенні прямокутного розподілу поля як в відхиляють пластинах ЕСС, так і в квадрупольних лінзах. Траєкторний же метод заснований на чисельному інтегруванні рівнянь руху заряджених частинок в електричних і магнітних полях.

Задача полягала у виборі довжин відхиляють пластин Sc1, Sc2, Sc3, які б забезпечували максимальний розмір растра сканування пучком по поверхні зразка з мінімальним поперечним відхиленням пучка в іонопроводі всередині лінз.

Аналіз результатів моделювання показав задовільний збіг траєкторій осової частинки, отриманих обома методами (рис. 2).

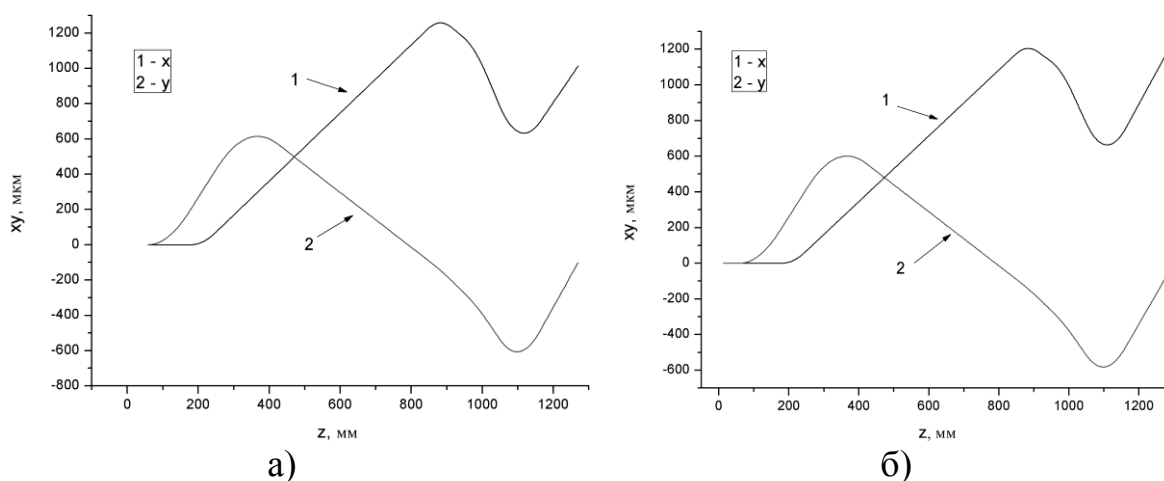


Рис. 2. Проекції траєкторії осового протона з енергією 1 МеВ при напрузі на відхиляючих пластинах 440 В на площини xOz і yOz за методами: а) матричний метод; б) траєкторний метод

При цьому показано, що обидва методи дають рішення для траєкторії осової частки відрізняються на зразку не більше ніж на 5%.

Список використаних джерел

1. M.J. Merchant, J.C.G. Jeynes, G.W. Grime, V. Palitsin, I.D.W Tullis, P.R Barber, B. Vojnovic, R.P. Webb, K.J. Kirkby, Radiation Research 178 No3, 182 (2012).
2. O.S. Lapin, S.V. Kolinko, V.A. Rebrov et al. NIM B 404 (2017) 41.

Лебединська Ю.С.
студентка, спеціальність «014 середня освіта (Фізика)»
Сумський державний педагогічний
університет ім. А.С.Макаренка
м. Суми, Україна
yulia.musienko04@yandex.ua

МІСЦЕ ЗАСОБІВ СУЧАСНОЇ ЦИФРОВОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ У НАВЧАЛЬНОМУ ФІЗИЧНОМУ ЕКСПЕРИМЕНТІ

Усвідомлення учнями навчального матеріалу з фізики є важливою дидактичною проблемою. Не втрачають актуальності слова В.Г.Розумовського, написані ним ще у 1985 році: «Об'єктом вивчення повинні, як і раніше, залишитися реальні явища. ... Підміна їх абстрактними поняттями і символами при недостатній базі спостережень і досвіду нерідко призводить до згубного формалізму, коли за удаваними знаннями відсутня їх суть» [1]. Отже, основою організації навчального процесу з фізики має бути навчальний фізичний експеримент. Варто констатувати, що сьогодні з об'єктивних та суб'єктивних причин вивчення фізики в школах України відбувається в умовах неабиякого дефіциту демонстраційного та лабораторного обладнання, при цьому більшість із наявних приладів у технічному та методичному аспектах вичерпала свої ресурси. Разом із тим, створення опорних шкіл по Україні супроводжується оновленням матеріально-технічної бази навчальних закладів. До Типового переліку засобів навчання та обладнання навчального й загального призначення для кабінетів природничо-математичних предметів загальноосвітніх навчальних закладів [2], нині включені Цифрові вимірювальні комплекси з комплектом датчиків для демонстраційного та лабораторного експерименту.

Застосування можливостей сучасних електронних приладів нині є одним із перспективних напрямків розвитку навчального фізичного експерименту. При цьому важлива не сама цифрова технологія, а те, наскільки її використання слугує досягненню власне освітніх цілей. Відповідно до етапів наукового експерименту, під час планування навчального фізичного експерименту передбачено виконання такої послідовності дій: 1) визначають мету експерименту або висувають гіпотезу, яку треба перевірити; 2) з'ясовують яким шляхом можна вирішити поставлене завдання, зокрема визначають принципову схему дослідної установки; 3) вибирають необхідні прилади та матеріали; 4) збирають дослідну установку; 5) визначають послідовність операцій під час виконання дослідів; 6) звертають увагу учнів на те, за чим спостерігати; 7) виконують дослід 8) аналізують результати експерименту;

8) формулюють відповідні висновки [3]. Використання засобів сучасної цифрової електроніки можливе на різних етапах цієї діяльності. Форми впровадження цих засобів можуть бути такими. 1. Технічний засіб для відображення та обробки даних демонстраційного експерименту: виведення на екран даних з вимірювальних пристроїв (датчиків), з'єднаних із комп'ютером, із можливістю подальшої їх обробки та візуалізації результатів експерименту. 2. Доповнення реального лабораторного експерименту: 1) використання під час обробки даних; 2) з метою візуалізації результатів досліду – представлення результатів у формі таблиць, схем, діаграм, графіків.

Однак не варто перебільшувати освітні переваги цифрових засобів. Основна мета і дидактична цінність такого інтегрованого досліду має полягати у встановленні взаємозв'язку між образно-наочною та абстрактно-логічною формами мислення учня, виступаючи ланкою між емпіричним та теоретичним рівнями пізнання.

Список використаних джерел

1. Каленик М.В. Пасько О.О. Методика віртуального демонстраційного фізичного експерименту // Фізика та астрономія в школі: Науково-методичний журнал. – 2009. – № 1 (70). – С. 29-32
2. Наказ Міністерства освіти і науки України від 22.06.2016 № 704 «Про затвердження Типового переліку засобів навчання та обладнання навчального і загального призначення для кабінетів природничо-математичних предметів загальноосвітніх навчальних закладів»
3. Разумовский В.Г. ЭВМ, школа и научно-педагогическое обеспечение / В.Г. Разумовский // Советская педагогика. 1985. № 9. – С. 12-16.

Рекомендовано до публікації доктором педагогічних наук, професором Морозом І.О.

Литовченко С. О.

магістрант, спеціальність «014 середня освіта (Фізика)»

Сумський державний педагогічний
університет імені А. С. Макаренка

м. Суми, Україна

sergiy_lytovchenko@ukr.net

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА УРОКАХ ФІЗИКИ

Виклад матеріалу з фізики включає в себе багато тем, які з різною складністю засвоюються учнями під час вивчення. З кожним кроком навчання зацікавленість у вивченні предмету згасає через незабезпеченість навчальних закладів приладами для досліджень різних явищ на лабораторних роботах, а також через відставання методів та форм викладання від розвитку інформаційних технологій. Реформування освіти в Україні веде до активного впровадження різних технологій навчання в

школах з метою створення сприятливих умов для навчання учнів. Саме у такій школі учень матиме можливість самореалізовуватися, активно вдосконалювати свої знання та здібності. Введення нових технологій у навчальний процес у свою чергу потребує:

- створення нових педагогічних методів і прийомів;
- зміна стилю викладання самими вчителями;
- створення умов для забезпечення реалізації широких можливостей учнів та виховання в них патріотів своєї країни, які в змозі самостійно навчатися.

Нову освіту намагаються побудувати саме завдяки використанню інноваційних технологій. Для найкращої реалізації нової освіти важливо також опрацювати досвід використання комп'ютерних технологій за кордоном, де впровадження їх в навчальний процес має певний шлях і досягнення. Їхній досвід дозволяє виділити позитивні і негативні аспекти використання комп'ютерів у навчальному процесі та розробку технологій, які забезпечують ефективне викладення навчального матеріалу.

«Інтерес до навчання з'являється лише тоді, коли є натхнення, що народжується від успіху в оволодінні знаннями, без натхнення навчання перетворюється для дітей на тягар» - писав В.О. Сухомлинський [2]. Саме ці слова відомої людини і простежуються в основі навчання за кордоном, де створюються сприятливі умови для навчання. Кожен учень (при необхідності) має можливість вести навчання дистанційно за допомогою інтернету. Активно використовується хмарні технології. Саме ця технологія дозволяє у будь-який час отримати доступ до загального джерела інформації. Виділяють такі особливості та перспективи використання хмарних технологій:

- можливість виконувати різні навчальні завдання та отримувати оцінку за свою роботу в режимі on-line;
- зменшується потреба частого та необхідного перебування в спеціалізованих приміщеннях;
- створення антивірусного, безпечного та відкритого середовища для збереження та використання інформації навчальними закладами або учасників навчального процесу [1].

Використання хмарних технологій забезпечує економію часу вчителя через можливість викладення на спеціальному сайті свого матеріалу, який він не в змозі надати під час уроку. Учні мають можливість зайти його на сайті, відтворити певне фізичне явище, вивчити матеріал, який був пропущений через певну причину, і - отримувати оцінювання своїх знань, корегування та спрямовування навчальної діяльності учнів самим педагогом. Використання даної технології на Україні, в даний час, немає широкого поширення, оскільки технологічно поєднати можливості хмарних технологій з інтерактивними матеріалами і тестами досить складно, а також потрібно навчити викладачів та учнів користуватися

даними технологіями. Учні які пропускають навчальний процес через певні проблеми не мають можливості вивчати предмет з підтримкою вчителя. Самостійне вивчення можливе завдяки книгам, але зацікавленість у даній ситуації буде зменшуватися через незрозумілість матеріалу або в трудності його засвоєння. Саме цю проблему і допомагають вирішити комп'ютерні технології, які у руках професійного вчителя стають справжнім інструментом для досягнення ефективного навчання, оскільки дозволить вивести простий шкільний урок та навчання на новий рівень розвитку, де навчання не буде стандартним, а кожен урок стане для дитини справжнім відкриттям.

Список використаних джерел

1. Дорман О. Ю. Хмарні технології для навчання / О. Ю. Дорман [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.harmony-gymnasia.kiev.ua/?page=cloud>
2. Сухомлинський В. О. Серце віддаю дітям / В. О. Сухомлинський // Вибрані твори. В 5-ти т. Т. 3. – К: Рад. школа, 1976. – С. 7.

Рекомендовано до публікації доктором педагогічних наук, професором Морозом І.О.

Мусяєнко І. І.

аспірант,

Холодов Р. І.

кандидат фізико-математичних наук,

старший науковий співробітник,

Інститут прикладної фізики

Національної академії наук України,

м. Суми,

igor-musienko@ukr.net

ТЕОРЕТИЧНЕ ВИВЧЕННЯ ЗМЕНШЕННЯ СТРУМУ ПОЛЬОВОЇ ЕМІСІЇ З МЕТАЛІВ З МОДИФІКОВАНОЮ ПОВЕРХНЕЮ В ГРАДІЄНТНО СТІЙКИХ ПРИСКОРЮЮЧИХ СТРУКТУРАХ

Тема польової емісії [1] під впливом зовнішніх електромагнітних полів, а також високоградієнтних пробоїв у прискорювальних структурах є актуальною в зв'язку з отриманням зарядженими частинками високих енергій на сучасних прискорювачах. При проектуванні прискорювача CLIC (Compact linear collider) виникла проблема високовакуумних високоградієнтних пробоїв. Напруженість електричного поля в прискорюючих структурах CLIC досягає 100 МВ/м. Одним із способів усунення проблеми високовакуумних високоградієнтних пробоїв є зменшення густини струму польової емісії.

В даній роботі було розглянуто модельний потенціальний бар'єр системи метал-вакуум [3], зображений на рис. 1, за допомогою заміни дефектів поверхні модифікованого металу ефективним модельним шаром. Враховано вплив ефективної товщини модифікованого шару з метою зменшення ймовірності високовакуумного високоградієнтного пробою.

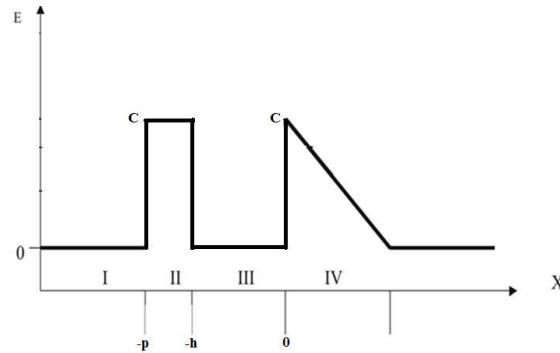


Рис. 1. Спрощена модель потенціального бар'єру модифікованої системи метал-вакуум. Область I – перший метал, область II – ефективна товщина контактного шару d , область III – модифікована дефектами (вакансіями) область металу, область IV – потенціальний бар'єр на межі розділу фаз метал-вакуум

Також було одержано загальний вираз (1) для густини струму польової емісії з модифікованої поверхні металу в рамках даної моделі.

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

де j – густина струму польової емісії; E – напруженість постійного електричного поля; e – заряд електрона; m – маса електрона; $F = e \cdot E$; h – стала Планка; χ – термоелектронна робота виходу; μ – електрохімічний потенціал; d – ефективна товщина контактного шару; $k^2 = \frac{8\pi^2 m}{h^2}$.

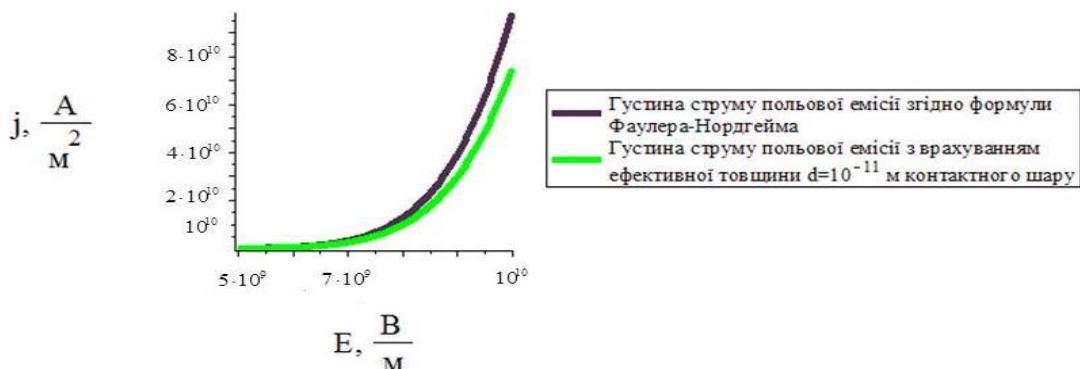


Рис. 2 Порівняння залежностей густини струму польової емісії з модифікованої поверхні металу і системи метал-вакуум

Таким чином, в роботі проведено аналітичне узагальнення формули Фаулера-Нордгейма і чисельно знайдено коефіцієнт прозорості

потенціального бар'єру. Одержано аналітичну формулу (1) густини струму польової емісії за допомогою розкладання хвильових функцій по малому параметру d . Проаналізовано залежності густини струму польової емісії від величини роботи виходу і ефективного контактного шару d . Показано, що при $d = 10^{-11}$ м струм польової емісії зменшується на 15% як видно з рис. 2, що описується ефективним контактним шаром.

Список використаних джерел

1. R.H. Fowler, L. Nordheim, Electron Emission in Intense Electric Fields // Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical and Physical Character, Vol. 119, No. 781. (May 1, 1928), pp. 173-181.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: Квантовая механика (нерелятивистская теория). – М.: Наука, 1989, 768 с. (Глава III, § 19)
3. Антонов Степан Романович. Математическое моделирование полевых эмиссионных систем типа металл-металл, металл-полупроводник : диссертация кандидата физико-математических наук : 05.13.18 / Антонов Степан Романович; [Место защиты: ГОУВПО "Санкт-Петербургский государственный университет"].- Санкт-Петербург, 2006.- 116 с.

Нікішкін І. І.

аспірант,
Інститут прикладної фізики
Національної академії наук України,
м. Суми, Україна
blendamed9@yandex.com

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ В ЕЛЕКТРОННОУ ГАЗІ В ЗАДАЧІ ЕЛЕКТРОННОГО ОХОЛОДЖЕННЯ МЕТОДОМ PARTICLE-IN-CELL

Теорія електронного охолодження для негативно заряджених іонів не створена [3, 7]. Труднощі аналітичного дослідження визначаються досить складною математичною постановкою. Підтримка числовими методами дозволяє отримати достатньо повну інформацію про систему, уникнути інженерно складних і дорогих фізичних експериментів.

Способом дискретизації для задачі електронного охолодження доцільно вибрати метод PIC. [1, 2, 4, 5, 6, 8].

Проведено моделювання методом Particle-In-Cell процесів:

- Розширення електронного газу. Отримані результати зміни розподілу частинок в просторі, розподілу за швидкостями та енергії системи з часом.

- Вирівнювання температур двох підсистем в електронному газі. Температури двох підсистем вирівнюються через загальне поле (в рамках методу Particle-In-Cell).
- Електрон-протонної плазми та модельного електрон-позитронного газу. Отримані власні коливання систем, згасання Ландау.

Список використаних джерел

1. Buchner J. Space Plasma Simulation. / J.Buchner, C.T. Dum, M. Scholer.
2. Lapenta G. Particle-in-Cell methods with application to simulations in space weather. / G. Lapenta. // Centrum voor Plasma Astrofysica. – Leuven.
3. Lehrach A. Intensity Limits and Beam Performances in the High-Energy Storage Ring. / A. Lehrach. – 2005.
4. Белоцерковский О.М. Метод крупных частиц в газовой динамике. / О.М. Белоцерковский, Ю.М. Давыдов. – М.: Наука. – 1982. – 392 с.
5. Бэдсел Ч. Физика плазмы и численное моделирование. / Ч. Бэдсел, А. Ленгдон. – М.: Энергоатомиздат. – 1989. – 452 с.
6. Григорьев Ю. Н. Численные методы «частицы-в-ячейках». / Ю. Н. Григорьев, В.А. Вшиков.
7. Мешков И. Электронное охлаждение: статус и перспективы. / И. Мешков. // Физика элементарных частиц и атомного ядра. – Т. 25, №6 – 1994.
8. Хокни Р. Численное моделирование методом частиц. / Р. Хокни, Дж. Иствуд. – М.: Мир. – 1987. – 640 с.

Подлесний Д. В.

магістрант, спеціальність «014 Середня освіта (Фізика)»,
Сумський державний педагогічний
університет імені А.С. Макаренка,
м. Суми, Україна
deonisiyy007@gmail.com

ЗАСТОСУВАННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ У МАШИНОБУДУВАННІ

Проблема розвитку і впровадження нанотехнологій у виробничий процес різних галузей господарства є зараз дуже важливою і актуальною. За останні декілька років коротке слово з великим потенціалом – "нано" – швидко увійшло до світової свідомості. Існує безліч чуток і помилкових думок відносно нанотехнології. "Нано" - це не лише крихітні роботи, які можуть (чи не можуть) завоювати світ, по суті, це величезний крок у науці.

Нанотехнологія – галузь прикладної науки і техніки, що має справу з об'єктами розміром менше 100 нанометров (1 нанометр дорівнює 10^{-9} метра). Нанотехнологія якісно відрізняється від традиційних інженерних дисциплін, оскільки на таких масштабах звичні, макроскопічні, технології поводження з матерією часто непридатні, а мікроскопічні явища, зневажливо слабкі на звичних масштабах, стають набагато значніше: властивості і взаємодії окремих атомів і молекул, квантові ефекти.

Нанотехнологія зараз знаходиться в початковій стадії розвитку, оскільки основні відкриття, що передбачаються в цій області, поки не зроблені. Проте, дослідження, що проводяться, вже дають практичні результати. Використання у нанотехнології передових наукових результатів дозволяє відносити її до високих технологій.

Нанотехнологія і, особливо, молекулярна технологія - нові області, дуже мало досліджені. Розвиток сучасної електроніки йде шляхом зменшення розмірів пристроїв. З іншого боку, класичні методи виробництва підходять до свого природного економічного і технологічного бар'єру, коли розмір пристрою зменшується не набагато, зате економічні витрати зростають експоненціально. Нанотехнологія – наступний логічний крок розвитку електроніки і інших наукомістких виробництв.

У сфері машинобудування нанотехнології посядуть одне з головних місць у майбутньому при виробництві легких, міцних матеріалів замість сталеварної продукції [1].

Застосування нанотехнологій у машинобудуванні передбачає наступні можливості для вітчизняної промисловості [2]:

- 1) зміна структури ВВП у бік розвитку наукомісткої продукції;
- 2) збільшення ефективного показника виробництва;
- 3) підвищення кількості продукції нанотехнологічного спрямування України на експорт, на заміну сировинних замовлень;
- 4) створення робочих місць для спеціалістів, які розробляють продукцію нанотехнологічного спрямування;
- 5) розвиток наукових уявлень про нанотехнології;
- 6) створення наноматеріалів та наносистемної техніки світового рівня виробництва.

Отже, застосування нанотехнологій у машинобудуванні – це зростання економіки країни та промисловості, нові горизонти для експорту та імпорту якісної та відносно дешевої продукції. Тому розвиток нанотехнологічної компоненти у промисловій діяльності – пріоритетне завдання економічної та освітянської політики України.

Список використаних джерел

1. Батиченко О. К. Застосування нанотехнологій в машинобудуванні / О. К. Батиченко, Григоров О. В. // Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут». – Харків, 2015. – С.77
2. Використання нанотехнологій у машинобудуванні [Електронний ресурс]. – Назва з екрану. – Режим доступу: <https://studfiles.net/preview/5350617/page:31/>
Рекомендовано до публікації кандидатом фізико-математичних наук, доцентом Стадником О.Д.

Поліщук А. В.
аспірант,
Кульментьєв О. І.
доктор фізико-математичних наук,
провідний науковий співробітник,
Інститут прикладної фізики
Національної академії наук України,
м. Суми, Україна
polianinja@gmail.com

МЕТОД РЕГУЛЯРИЗАЦІЇ У ЗАДАЧІ ВІДНОВЛЕННЯ ФАЗИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ФАЗОКОНТРАСТНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Рентгенографія являється найпоширенішим неруйнівним методом візуалізації внутрішньої структури об'єктів у різних областях, включаючи медичну діагностику, біологію, системи безпеки на транспорті, матеріалознавство і т.ін. Взаємодія рентгенівських променів (X-rays) із речовиною може бути описаною комплексним показником заломлення $n = 1 - \delta + i\beta$, де δ характеризує фазовий зсув, а β – поглинальні властивості матеріалу. У діагностичному діапазоні енергій X-rays (10–100 кеВ) δ зазвичай на три порядки більша ніж β . Оскільки така взаємодія характеризується високим перерізом, то вимірювання фазового зсуву є сприятливим методом візуалізації, особливо у випадку слабопоглинаючих середовищ.

Задача про вимірювання просторового розподілу інтенсивності оптичного випромінювання на сьогоднішній день вирішується за допомогою матричних (багатоелементних) фотоприймачів. Основною проблемою в задачах, що базуються на дослідженні фази оптичного випромінювання є реєстрація та відновлення просторового розподілу фази. Це пов'язано з тим, що оптичні вимірювальні пристрої не дозволяють безпосередньо її виміряти: сучасні електронно-вимірювальні прилади не можуть відтворювати коливання електромагнітних полів частоти $\geq 10^{15}$ Гц і потребують додаткових ускладнень [2].

На сьогоднішній день розроблено багато методів фазового контрасту, кожен з яких реєструє фазовий сигнал у характерному йому представленні отриманої різниці фаз (φ), її першої ($\nabla\varphi$) або другої похідної ($\nabla^2\varphi$) та відрізняється від інших вимогами до експериментальної установки (оптичних елементів та характеристиками джерела X-rays). Тому, саме через неможливість виміряти фазу напряму виникає задача її алгоритмічного відновлення.

У методі диференціального фазового контрасту, реалізованому на основі інтерферометрії за допомогою однієї решітки, яку можна повернути

на довільний кут [1], пошук розподілів фази світлового пучка відбувається шляхом інтегрування його просторової похідної ($\nabla\varphi$). Інтегрування зашумлених даних в одному напрямку веде до акумулювання похибок, зумовлених підсиленням шуму, у перпендикулярному напрямку. Це призводить до того, що в реконструйованому фазовому зображенні у напрямку інтегрування виникають типові артефакти-смуги, котрі перешкоджають подальшому аналізу рентгенограми і погіршують якість реконструйованого зображення, що може бути описано відношенням сигналу до шуму.

Така задача відновлення фази може бути формалізована у вигляді розв'язування оберненої (некоректної) задачі шляхом оптимізації цільового функціоналу

$$F(f) = \|W(D_x f - \varphi)\|_{l_2}^2 + \lambda \|D_y f\|_{l_1}, \quad (1)$$

при умові

$$\|W(D_x f - \varphi)\|_{l_2}^2 < \varepsilon, \quad (2)$$

де D_x – оператор першої похідної, f – розв'язок оптимізаційної задачі, φ – результати вимірювань (вхідні дані), λ – параметр регуляризації, який використовується для зважування або розумного компромісу двох виразів і є ключовим у даному методі та впливає на якість отриманого зображення.

Варто підкреслити, що використання норми l_1 призводить до кращих характеристик на межі зміни інтенсивності у зображенні та запобігає розмиттю цих границь. На нашу думку це має призвести до покращення якості процедури відновлення фази. Проте отримана таким чином задача стає нелінійною і не має точних формул обернення.

Вибір параметру регуляризації пропонується виконати на основі поширеного у наш час методу аналізу L-кривої [3]. Для чисельного розв'язання задачі (1) доцільно застосувати нелінійний алгоритм спряжених градієнтів [4], який характеризується швидкою збіжністю при інверсії великомасштабних лінійних систем.

Список використаних джерел

1. T. Thuring, P. Modregger, B. R. Pinzer, Z. Wang, and M. Stampanoni, “Non-linear regularized phase retrieval for unidirectional X-ray differential phase contrast radiography,” *Opt. Express* 19(25), 25545–25558 (2011).
2. Yoav Shechtman, Yonina C. Eldar, Oren Cohen, Henry N. Chapman, Jianwei Miao and Mordechai Segev “Phase Retrieval with Application to Optical Imaging”, *IEEE Signal Processing Magazine* (2015).
3. P. Hansen, “Analysis of Discrete Ill-Posed Problems by Means of the L-Curve,” *SIAM Rev.* 34, 561–580 (1992).
4. J. Nocedal and S. Wright, *Numerical optimization* (Springer verlag, 1999).

Рідченко С. О.
аспірант,
Інститут прикладної фізики
Національної академії наук України,
м. Суми, Україна
oberon-s@ukr.net

АВТОМАТИЗАЦІЯ НАПИЛЕННЯ БАГАТОШАРОВИХ ТОНКИХ ПЛІВОК

Анотація. Багатошарові тонкі плівки – структури з плівок двох, або більше, матеріалів, що отримуються шляхом послідовного почергового напилення кожного з матеріалів. Важливою умовою напилення таких плівок є точне дотримання товщини кожного з шарів, а також можливість переміщення плівки між окремими джерелами матеріалів, що напилюються. Пропонується реалізація програмно-апаратної системи для напилення таких структур з використанням кварцового методу вимірювання товщини плівок.

Ключові слова: тонкі плівки, товщина плівки, кварцовий резонатор, багатошарове напилення.

Мета роботи. Проаналізувати існуючі рішення для контролю товщин тонких плівок під час процесу напилення. Розробити систему для автоматизації процесу напилення багатошарових тонких плівок із заданими параметрами.

Постановка задачі. На даний час основним методом контролю товщин тонких плівок під час процесу напилення є метод кварцового резонатора.[1] Промислово випускаються безліч пристроїв для вимірювання товщини плівок, що базуються на даному методі. Однак готових систем, які дозволяють автоматизувати процес напилення багатошарових тонких плівок із заданими параметрами у продажу немає, тому їх розробка є окремою інженерною задачею.

Вирішення задачі. Як зазначалося, для можливості напилення багатошарових тонких плівок необхідне точне дотримання товщини кожного з шарів, а також можливість переміщення плівки між окремими джерелами матеріалів, що напилюються.

Обидві задачі було вирішено побудовою апаратної частини системи на основі універсальних модулів, що були розроблені для навчальної цифрової лабораторії[2]. Пристрій визначення товщини базується на частотомірі, до якого додано зовнішній генератор, частота якого задається кварцовим резонатором, що знаходиться безпосередньо поряд з плівкою, що напилюється. Зміна частоти генератора дозволяє з високою точністю визначати товщину плівки.

За переміщення плівки між джерелами матеріалів відповідає механічна система, що приводиться у дію кроковим двигуном.

Загальне керування системою відбувається програмним забезпеченням, що встановлюється на ПК. Через інтерфейс програми можна легко задати необхідні характеристики плівки, як то: кількість шарів кожного матеріалу, їх товщину, або час напилення. Така гнучкість дозволяє легко отримувати велику кількість різноманітних багатошарових плівок.

Висновок. Запропоновано реалізацію простої системи для автоматизації напилення багатошарових тонких плівок з використанням універсальних модулів навчальної цифрової лабораторії. Система дозволяє напилювати багатошарові тонкі плівки з будь-якої потрібною кількістю шарів та їх товщиною і послідовністю.

Список використаних джерел

1. On the use of the quartz crystal microbalance for surface analysis in combination with surface sensitive spectroscopies, Onsgaard J, Huang W. //Surface and interface analysis.– 1986.– 9.– P.119–123.
2. Концепції побудови освітніх цифрових лабораторій, Рідченко. С. О. Сучасні проблеми експериментальної, теоретичної фізики та методики навчання фізики: матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених, м. Суми, 13-14 квітня 2016 р. / за ред. О.М. Завражної – Суми: СумДПУ, 2016. – с. 102.

Рибалка Н. О.

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

ФОРМУВАННЯ НАУКОВОГО СВІТОГЛЯДУ В ШКІЛЬНІЙ ОСВІТІ З ВИКОРИСТАННЯМ СМАРТ ТЕХНОЛОГІЙ

Реформування сучасної освіти висуває нові вимоги до педагогічних кадрів. Вільно і активно мислячий педагог, який прогнозує результати своєї діяльності і відповідно моделює освітньо-виховний процес, є основою для вирішення поставлених завдань. Сьогодні підвищився попит на висококваліфіковану, творчу, соціально-активну і конкурентоспроможну особистість педагога, здатну виховати соціалізовану особистість у сучасному світі. Від рівня професіоналізму педагогів, їх здатності до безперервної освіти безпосередньо залежать результати соціально-економічного і духовного розвитку суспільства.

Якість педагогічних кадрів – основний компонент освітньої системи тому, що реалізація всіх інших компонентів безпосередньо залежить від тих людських ресурсів, якими забезпечена та чи інша освітня система. Саме на педагогів покладено функцію реалізації освітніх програм нового покоління на основі передових навчальних технологій, їм визначена місія підготовки підростаючого покоління до життя в майбутньому і виховання людини з сучасним мисленням, здатної успішно реалізувати себе в житті.

Концепція SMART в освіті виникла слідом за проникненням в наше життя різноманітних розумних пристроїв, що полегшують процес професійної діяльності та створюють зручності в особистому житті (смартфон, розумний будинок, смарткар - інтелектуальний автомобіль, смартборди - інтерактивна інтелектуальна електронна дошка, SMART-система самодіагностики жорсткого диска комп'ютера). SMART має на увазі підвищення рівня інтелектуальності пристроїв, які формують навколишнє середовище для того чи іншого виду діяльності. Перенесення даної концепції на освіту знаходиться в початковій стадії, терміни і основні поняття проходять процес формування. Нові інтелектуальні SMART-технології вимагають зміни платформ, що використовуються для передачі знань і широкого використання SMART-пристроїв.

На інтерактивних дошках SMART Boards можна писати спеціальним маркером, демонструвати навчальний матеріал, робити письмові коментарі над зображенням на екрані. При цьому все написане на інтерактивній дошці SMART Board передається учням, зберігається на магнітних носіях, роздруковується, надсилається електронною поштою відсутнім на занятті учнів. Під час роботи на інтерактивних дошках поліпшується концентрація уваги учнів, швидше засвоюється навчальний матеріал. Впровадження нових технологій у сферу освіти веде за собою перехід від старої схеми репродуктивної передачі знань до нової, креативної форми навчання. Одна з головних завдань сучасної освіти – це створення стійкої мотивації учнів до отримання знань, інша – пошук нових форм та інструментів освоєння цих знань за допомогою творчих рішень.

У даний час якісна освіта є чинником, що сприяє успішній соціалізації дітей і молоді, задоволення потреб економіки в кадрах високої кваліфікації, економічному зростанню, підвищенню добробуту і благополуччя кожного громадянина.

Отже, головною метою розвитку системи освіти є забезпечення доступності якісних освітніх послуг для громадян, незалежно від місця проживання, стану здоров'я, соціально-економічного статусу сім'ї, яке дасть можливість отримати професію і гідно реалізувати себе.

Список використаних джерел

1. Селевко Г. К. Педагогические технологии на основе информационно-коммуникационных средств. //Москва, НИИ школьных технологий. – 2005. – С. 54 – 112.

2. Бадарч Дендев. Информационные и коммуникационные технологии в образовании: монография, Москва: Институт ЮНЕСКО по информационным технологиям в образовании, 2013.

Рекомендовано до публікації доктором педагогічних наук, професором Морозом І.О.

Романенко О. В.

кандидат фізико-математичних наук,
Інститут ядерної фізики
Чеської академії наук,
Чеська Республіка
romanenko@ujf.cas.cz

ЧИСЕЛЬНІ РОЗРАХУНКИ ПОЛІПШЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ІОННОГО МІКРОЗОНДУ В РЕЗІ, ЧЕСЬКА РЕСПУБЛІКА

У 2009 році в Інституті ядерної фізики в Резі був введений в експлуатацію іонний скануючий мікросонд. Він використовується в задачах дослідження матеріалів такими ядерно-фізичними методами як PIXE, PIGE, RBS і STIM, а також для модифікації матеріалів іонним опроміненням. Мікросонд побудований на базі тандетронного прискорювача, який дозволяє отримувати іони від водню до золота з енергією до 20 МеВ. Максимальна енергія іонів, які можуть бути використані на мікросонді обмежена фокусуною системою на рівні 11 МеВ·нуклон/ q^2 . Мікросонд може бути використаний як для опромінення слабрезистивних матеріалів іонами водню і гелію – полімерів, так і для більш резистивних матеріалів важкими іонами – різні види скла і т.п. Кількість експериментів на мікросонді постійно зростає, що вимагає підвищення продуктивності роботи установки. Підвищення густини струму пучка дозволяє зменшити час, який витрачається на одне вимірювання, зі збереженням статистики реєстрованих продуктів взаємодії іонів з атомами мішені на існуючому рівні. Дана робота присвячена вдосконаленню параметрів діючого іонного мікросонду, який базується на фокусуночій системі – компактний оксфордський триплет. У зв'язку з тим, що крім тонких зразків на мікросонді часто досліджуються товсті зразки, то при розрахунках до уваги прийнято розташування детекторів, оскільки вони можуть виступати стримуючим фактором конструкції мікросонду. В якості цільової функції вибрано колімований аксептанс, оскільки він враховує як хроматичні так і всі сферичні аберації зондоформуючої системи. В роботі розглянуто два методи поліпшення параметрів мікросонду: перший базується на дистанціюванні першої лінзи фокусуночій системи тоді як другий – на зменшенні робочої відстані. Обидва методи вимагають змін конструкції мікросонду, однак другий є більш

ресурсовитратним, що пов'язано з суттєвими змінами конструкції камери взаємодії іонів зі зразком. Переваги кожного методу були досліджені. Отримані параметри нової зондоформуючої системи дозволяють підвищити густину струму іонного пучка для заданого розміру зонду, а отже і зменшити час проведення експерименту, в декілька разів у порівнянні з діючою системою.

Садовий С. О.

молодший науковий співробітник,

Возний В. І.

кандидат фізико-математичних наук,

старший науковий співробітник,

Шкурат О. І.

Інститут прикладної фізики

Національної академії наук України,

м. Суми, Україна

vozny@ipflab.sumy.ua

ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ ПРЯМОГО І ЗВОТНОГО МАГНЕТРОНІВ, ДЛЯ НАНЕСЕННЯ МЕТАЛЕВИХ ПОКРИТТІВ, ЗА ДОПОМОГОЮ ЧИСЕЛЬНОГО АНАЛІЗУ

DC магнетрон - це сучасний прилад катодного розпилення матеріалів у вакуумі із застосуванням джерела постійного струму, з метою нанесення металевих покриттів на вироби. Принцип його роботи побудований на явищі фізичного розпилення катоду (К) (матеріалу мішені) прискореними іонами робочого газу, які бомбардують поверхню мішені під дією поданого від'ємного потенціалу. Відмінною рисою магнетронів є використання спеціальної магнітної системи, яка утворює над мішенню замкнуте по контуру тунелеподібне магнітне поле. Завдяки цьому складаються умови отримання локалізованої плазми з високою густиною і відповідно високої густини іонного струму, розпилюючого мішень (М). Конструктивні принципи побудови магнетронних приладів дозволяють достатньо просто реалізувати задачу нанесення однорідних покриттів на широкоформатні поверхні. Здебільшого DC магнетрони застосовують для розпилення металів використовуючи інертні гази.

У даній роботі шляхом чисельного аналізу вдалося визначити зони локалізації плазми з високою густиною в перетнутих електромагнітних полях при реалізації конструкції зворотного магнетрона з одним анодом (А). Провести оцінку величини радіусу Лармора електронної під

компоненти. На підставі отриманих результатів розроблені рекомендації по внесенню конструктивних змін в установку для рівномірної плазмової очистки мішені (М). Внаслідок чого у майбутньому стане можливим конденсація тонких металевих плівок на її поверхні. На рис.1 показані 4-и області можливої локалізації плазми поблизу аноду (А).

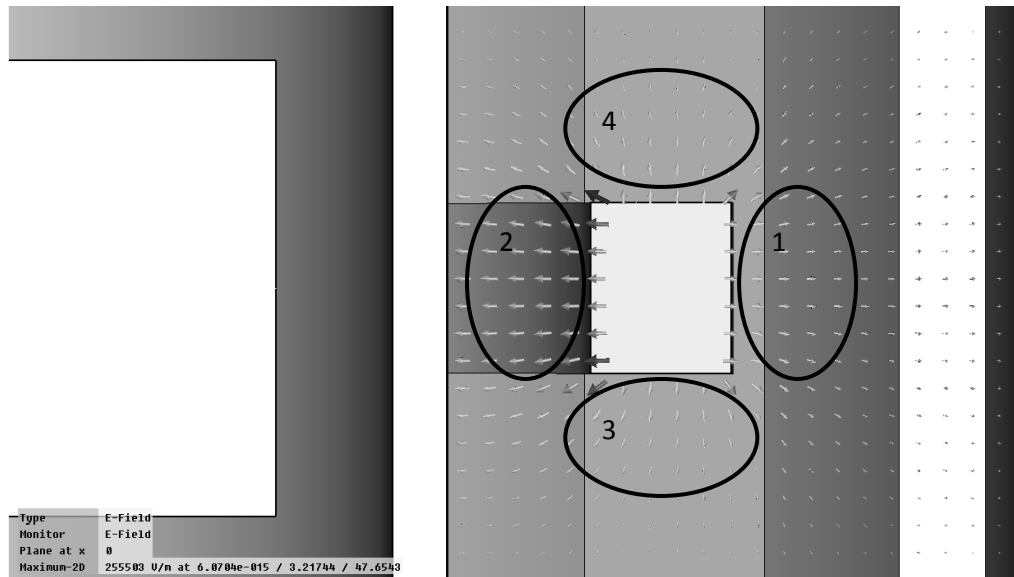


Рис. 1. 4-и області локалізації плазми у при-анодному просторі.

З них області (2,3,4) необхідно придушувати, а область (1) максимально розвинути.

Сакунова Г. В.
магістрантка, спеціальність «014 Середня освіта (Фізика)»
Сумський державний педагогічний
університет імені А. С. Макаренка,
м. Суми, Україна
sakynova@ukr.net

СУЧАСНІ ОСВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ: «ФІШБОУН» ТА «КРОССЕНС» НА УРОКАХ ФІЗИКИ

Вітчизняна система освіти проходить етап становлення, орієнтуючись на парадигми світового освітнього простору. Цей процес обумовлюється модернізацією та оптимізацією педагогічних теорій та практик. Сучасна освіта пропагує нові підходи, технології, методи, прийоми та засоби організації навчально-виховного процесу. Реформування в галузі освіти ставить нові вимоги до сучасного педагога. Суспільство потребує

компетентних професіоналів, які вільно володіють теоретичними, практичними та психолого-педагогічними знаннями, вміннями та навичками й поряд з цим є новаторами у створенні нових сучасних освітніх технологій.

На сьогодні не існує чіткого визначення «*освітня технологія*». Проте педагоги-новатори, зокрема С. М. Вдович та О. В. Палка, дають наступне визначення цьому поняттю: «*Сучасна освітня технологія* – це науково обґрунтована й унормована за метою підготовки спеціалістів, змістом освіти, місцем і терміном навчання система форм, методів, засобів і процедур, що використовуються для організації та здійснення спільної навчальної діяльності тих, хто навчає, та тих, хто навчається» [1].

Поряд з термінологією «*сучасні освітні технології*» у педагогіці широкого розповсюдження набула «*педагогічна технологія*». За ЮНЕСКО «*педагогічна технологія* – це системний метод створення, застосування і визначення всього процесу викладання і засвоєння знань з урахуванням технічних та людських ресурсів та їх взаємодії, що ставить своїм завданням оптимізацію форм освіти» [3].

Виділяють такі освітні технології [3]:

- 1) інформаційно-комунікаційні технології (Г. Селевко);
- 2) ігрові технології (Д. Ельконін, В. Коваленко, Б. Нікітін та ін.);
- 3) інтерактивні технології (О. Пометун, Л. Пироженко);
- 4) технологія інтенсифікації навчання на основі опорних схем і знакових моделей (В. Шаталов);
- 5) технологія рівневої диференціації навчання на основі обов'язкових результатів (В. Фірсов);
- 6) технології групового способу навчання (В. Дяченко);
- 7) інтегральна педагогічна технологія (О. Мариновська);
- 8) технологія навчання в співпраці;
- 9) бріколаж в освіті тощо.

Будь-яка освітня технологія постулюється ідейною спрямованістю, моделлю, етапами проведення, методологією, методами, прийомами та засобами.

Сучасні освітні технології орієнтують навчально-виховний процес на формування компетентностей учнів та дозволяють пристосувати цей процес до індивідуальних особливостей кожного школяра. Згідно Концепції Нової української школи, однією із ключових компетентностей, яка має сформуватися у процесі навчання та виховання, зокрема на уроках дисциплін природничо-математичного спрямування, – основні компетентності у природничих науках і технологіях – вміння «моделювати процеси, що відбуваються у навколишньому середовищі» [2, с.15].

Ефективними технологіями, які доцільно використовувати на уроках фізики з метою формування компетентної особистості, є «Кроссенс» і «Фішбоун».

«Кроссенс» – асоціативна головоломка. Слово «кроссенс» означає «перетин значень», є аналогічним до слова «кросворд». Цю головоломку винайшли у 2002 році математик Сергій Федіна та доктор педагогічних наук Володимир Бусленко. Це асоціативний квадрат, який складається із 9 блоків. Блоки-зображення розташовують так, щоб кожен наступний був пов'язаний із попереднім, а центральний за змістом поєднував декілька зображень. Завдання – знайти зв'язок між сусідніми [4].

«Фішбоун» – метод, прийом розвитку критичного мислення. Суть прийому полягає в розділенні головної проблеми на причини та аргументи. Графічно цей метод зображують у вигляді скелету риби, в голові якої фіксується проблема, верхня частина хребта – причини, події, нижня – аргументи, факти, «риб'ячий хвіст» – висновок [4].

Обидві технології-прийоми слугують як засоби утворення причинно-наслідкових зв'язків в учнів, логіку викладу матеріалу, дедуктивно-індуктивні уміння, узагальненість та обґрунтування висновків під час освітнього процесу. Вони спрямовані на формування критичного та креативного мислення.

Отже, використання на уроках фізики різноманітних освітніх технологій забезпечують покращення якості освіти, орієнтують на вироблення в учнів пізнавальних властивостей, інтеграцію, демократизацію, гуманізацію у реформуванні освітнього процесу.

Список використаних джерел

1. Вдович С. М., Палка О. В. Сучасні освітні технології мовної підготовки майбутніх фахівців сфери обслуговування: методичний посібник / Національна академія педагогічних наук України. К., 2013. 128с. URL: http://lib.iitta.gov.ua/4599/1/Vdovych_Palka_2013.pdf. (дата звернення: 10.04.2018)
2. Концепція Нової української школи / Міністерство освіти і науки України. URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/media/reforms/ukrainska-shkola-compressed.pdf> (дата звернення: 18.02.2018)
3. Сучасні освітні технології. URL: <http://stud.com.ua/46462/pedagogika/suchasni-osvitni-tehnologiyi> (дата звернення: 10.04.2018)
4. Сучасні освітні технології "Кластер", "Фішбоун" та "Кроссенс" на уроках фізики. URL: <https://naurok.com.ua/suchasni-osvitni-tehnologi-klaster-fishboun-ta-krossens-4013.html> (дата звернення: 10.04.2018)

Рекомендовано до публікації доктором педагогічних наук, професором Морозом І.О.

Скороход Р. В.
Харківський національний
університет імені В.Н. Каразіна
м. Харків, Україна
r.skorokhodqq@gmail.com

МОДЕЛЮВАННЯ РАДІАЦІЙНО-ІНДУКОВАНОЇ СЕГРЕГАЦІЇ В ТОНКИХ ПЛІВКАХ Fe-Cr

Перехід до ядерних реакторів IV покоління вимагає ретельного вибору сплавів, які стануть конструкційними матеріалами реакторів. Феритні сталі, в яких Cr є основним легуючим елементом, стали провідними кандидатами на дану роль через їх стійкість до термічних напруг, високу міцність, стабільність розмірів та низьку активацію [1, 2].

Одним із можливих явищ, які потенційно відіграють роль у змінах мікроструктури та деградації матеріалів, є радіаційно-індукована сегрегація (РІС). РІС – це нерівноважний процес, внаслідок якого змінюється локальний склад сплаву під дією опромінення при підвищених температурах ($0.3 - 0.5 T_{пл.}$) [3]. Основною причиною цієї зміни є дифузія нерівноважних точкових дефектів до стоків [4]. Це може призвести до збагачення або збіднення домішкових та легуючих елементів в областях навколо вільних поверхонь, дислокацій, пор, меж між фазами та міжзеренних меж [5].

В даній роботі для моделі РІС, що базується на першому та другому законах Фіка з урахування оберненого ефекту Кіркендала [6], розраховані концентраційні профілі Cr в тонких плівках Fe-Cr при різних початкових температурах, товщинах плівок, швидкостях продукування дефектів і дозах опромінення. Продемонстровано процес досягання стаціонарного стану та наведена залежність дози, за якої настає стаціонарний стан, від швидкості продукування дефектів.

Розглянуто дві моделі: термодинамічно рівноважну модель з термодинамічно рівноважними граничними умовами та модель абсолютно чорних стоків дефектів, в якій концентрації точкових дефектів в безпосередній близькості до стоків дефектів рівні нулю. Для даних моделей побудовані залежності збагачення Cr від температури та товщини плівки при різних швидкостях продукування дефектів.

Список використаних джерел

1. Choudhury S., Barnard L., Tucker J.D., Allen T.R., Wirth B.D., Asta M., Morgan D. Ab-initio based modeling of diffusion in dilute bcc Fe-Ni and Fe-Cr alloys and implications for radiation induced segregation // J. Nucl. Mater. – 2011. – Vol. 411. – P. 1-14.
2. Wharry J.P., Was G.S. A systematic study of radiation-induced segregation in

- ferritic-martensitic alloys // J. Nucl. Mater. – 2013. – Vol. 442. – P. 7-16.
3. Was G.S., Wharry J.P., Frisbie B., Wirth B.D., Morgan D., Tucker J.D., Allen T.R. Assessment of radiation-induced segregation mechanisms in austenitic and ferritic-martensitic alloys // J. Nucl. Mater. – 2011. – Vol. 411. – P. 41-50.
 4. Barnard L., Tucker J.D., Choudhury S., Allen T.R., Morgan D. Modeling radiation induced segregation in Ni-Cr model alloys from first principles // J. Nucl. Mater. – 2012. – Vol. 425. – P. 8-15.
 5. Watanabe S., Takahashi H. Discriminant of RIS in multi-component alloys // J. Nucl. Mater. – 1994. – Vol. 208. – P. 191-194.
 6. Wiedersich H., Okamoto P.R., Lam N.Q. A theory of radiation-induced segregation in concentrated alloys // J. Nucl. Mater. – 1979. – Vol. 83. – P. 98-108.

Скрипка С. Ю.

магістрант, спеціальність «014 Середня освіта (Фізика)»

Сумський державний педагогічний
університет імені А. С. Макаренка,

м. Суми, Україна

skripkaserh@gmail.com

ХМАРНІ СЕРВІСИ В ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕСТУВАННЯ УЧНІВ З ФІЗИКИ

Новітні технології стрімко проникають в усі галузі науки й виробництва, і в освіту зокрема. Сучасна людина має можливість навчатися скрізь, де є підключення до мережі Інтернет. Приміром, згідно з даними компанії ESET, яка розробляє програмне забезпечення для боротьби зі шкідливими комп'ютерними програмами, 53 % школярів перебувають у мережі цілодобово [1]. Вочевидь, даний факт викликає неоднозначну суспільну оцінку, проте відкриває широкі перспективи вдосконалення самостійної роботи учнів та урізноманітнення й осучаснення форм контролю навчальних досягнень школярів.

Хмарні технології (з англ. Cloud Technology) – це принципи організації зберігання та віддаленої обробки та даних, що утворюють багатокомпонентне інтерактивне інформаційне середовище. Користувач має доступ до цифрових ресурсів віддаленого сервера та програмного забезпечення, яке може бути використане як онлайн-сервіс. Таким чином, за наявності підключення до Інтернету, є можливість використання спеціальних програм, зокрема - для перевірки знань учнів у тестовій формі.

Серед онлайн-сервісів, передбачених для організації тестового контролю, можна виокремити такі:

1) Google Forms – крім традиційного опитувальника, має функцію створення тестових завдань з автоматичною їх перевіркою;

2) LearningApps – сервіс, призначений для розробки та зберігання інтерактивних завдань з різних предметних дисциплін, для перевірки закріплення знань учнів [2];

3) Plickers – простий сервіс, який дає змогу вчителям збирати дані у реальному часі з учнівських смартфонів [3];

4) Quizalize – онлайн-конструктор інтерактивних тестів [4];

5) Kahoot – сервіс, що дозволяє створювати опитування і тести, може бути використаний як інструмент зворотнього зв'язку із класом [5].

Ці та інші «хмарні» ресурси допоможуть вчителю провести опитування класу та відслідкувати як учнями засвоєно навчальний матеріал. Тестування може бути проведене як у класі, так і учнями вдома: вчитель під час формулювання домашнього завдання дає школярам посилання на ресурс, що містить відповідні тестові завдання, відповіді, зазвичай, надходять автоматично, відповідно до можливостей програми, перевірку завдань може виконувати як сам вчитель, так і програма.

Використання «хмарних» сервісів надає вчителю низку переваг в організації тестування порівняно з традиційними його формами та комп'ютерними тестами: немає потреби у потужній сучасній комп'ютерній техніці, забезпеченні її сервісного обслуговування; відсутня необхідність придбання вартісного ліцензійного програмного забезпечення; великий обсяг збереження даних; гнучкість функціоналу; антивірусна, безрекламна, антихакерська безпека та відкритість освітнього середовища для педагогів та школярів; можливість одночасної роботи всіх учнів класу у «хмарному» середовищі; автоматична перевірка тестових робіт учнів та оцінювання навчальних результатів; можливість фіксації тривалості роботи кожного учня над завданнями.

Основна перевага інтерактивних завдань «хмарних» сервісів полягає в тому, що учні мають можливість перевірити та закріпити свої знання в ігровій формі, що сприяє підтримці пізнавального інтересу школярів. Для перевірки глибини та повноти засвоєння доцільно до тестів включати завдання на логіку та запитання, які потребують відкритої відповіді.

Список використаних джерел:

1. Хмарні сервіси вчителів НБК. URL: http://werchowzewosk1.at.ua/index/-metodichnij_kejs/0-151 (дата звернення: 18.04.2018)
2. Что такое learningapps? URL: <https://learningapps.org/> (дата звернення: 18.04.2018)
3. Plickers. URL: www.plickers.com (дата звернення: 19.04.2018)
4. Quizalize. URL: www.quizalize.com (дата звернення: 16.04.2018)
5. Kahoot. URL: <https://kahoot.com> (дата звернення: 18.04.2018)

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

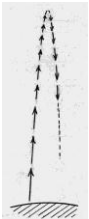
Смужаниця І. В.
курсант,
Страшнюк А. С.
курсант,
Військовий інститут телекомунікацій
та інформатизації
м. Київ, Україна
bogdansus@gmail.com

МОДЕЛЬ ГРАВІТАЦІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ТІЛ

Проблема гравітації – велика фізична і світоглядна проблема. Між небесними тілами існує взаємне притягування, але ми не знаємо, чому тіла притягуються, а не відштовхуються. Ми не знаємо реального механізму взаємодії тіл на відстані. Нам відомі **два типи** взаємодії між тілами – **через середовище і внаслідок обміну частинками**. Але проблема в тому, що обидві ці види взаємодії приводять лише до відштовхування, а інших типів взаємодії не встановлено. Уявімо, що на воді (середовище) знаходяться поряд два човни. Якщо один човен розхитувати, другий човен теж буде биколитися. Це взаємодія через воду як середовище. Може бути також взаємодія через обмін тілами чи частинками, які мають масу і кількість руху. А як взаємодіють на великій відстані Земля і Сонце? Через середовище чи через обмін частинками? Доцільно детальніше розглянути цю взаємодію через обмін гіпотетичними частинками-гравітонами. Покажемо, що саме обмін частинками є причиною гравітаційного притягування тіл. Послідовник Ньютона Стівен Хокінг так оцінив притягування між тілами: *«Гравітаційна взаємодія між Сонцем і Землею пояснюється тим, що частинки, з яких складаються Земля і Сонце, обмінюються гравітонами... Реальні гравітони поширюються у вигляді хвиль, які в класичній фізиці називаються гравітаційними, але вони дуже слабкі і їх так важко зареєструвати, що поки це нікому не вдалось зробити»* [1]. Гравітони дійсно поки-що гіпотетичні частинки, бо вони не виявлені експериментально. Але уявлення про випромінення гравітонів-частинок значно вірогідніше, ніж поширення абстрактних хвиль у гіпотетичному абстрактному середовищі («ефірі», «фізичному вакуумі» чи якомусь іншому уявному середовищі).

Нехай на воді як середовищі поряд знаходяться два човни. **З досвіду знаємо**, що коли з човна на інший човен кидати тіла, то це призводить до їх розходження, бо тут діє закон збереження кількості руху. Човен, який був у спокої, при вдарянні у нього маси отримує поштовх (імпульс) і зміщується в напрямку руху тіла. А тепер проведемо інший експеримент – кинемо тіло вгору зі швидкістю \vec{v} . Кожен з досвіду знає, що його швидкість буде зменшуватися, врешті тіло зупиниться і далі почне

рухатися вниз. Або якщо з гвинтівки зробити постріл вгору, то куля також зупиниться, а потім буде падати (рис. 1).

 <p>Рис. 1</p>	<p>Виникає питання: чому куля зупиняється ? Адже кинуте вгору тіло має кількість руху $p=mv$ і існує закон збереження кількості руху. Традиційно абстрактно пояснюємо, що тіло зупиняється внаслідок дії сили тяжіння. Це означає, що внаслідок дії сили тяжіння виникає імпульс (поштовх) у зворотну сторону. Тобто, тіло, кинуте угору з чимось реально взаємодіє.</p>
--	--

Можна думати, що тіло передає свою кількість руху якомусь невидимому «ефіру» і зупиняється. Але куля не тільки зупиняється, а рухається назад, тобто падає ! Чому ? Більше того, якщо постріл зробити на Місяці, то куля підніметься на значно більшу висоту. Чому ? «Ефір» же той самий ! Таким чином гіпотеза про існування «ефіру» чи якогось іншого середовища, якому куля передає свою кількість руху і зупиняється, не має обґрунтування.

Значить, щось іде від Землі. Логічно допустити, що кинуте вгору тіло здаду, зі сторони Землі, неперервно «обстрілюється» якимись частинками – гравітонами. Але гравітони – частинки особливі, бо при взаємодії з тілом не штовхають його далі вперед, передаючи свою кількість руху, а навпаки – «тягнуть» тіло на себе, назад. В результаті тіло зупиняється і потім рухається назад (рис. 2). І те, що ми обговорюємо, реально існує. Виходячи з таких міркувань, можемо пояснити, чому відбувається притягання між космічними тілами. Кожне тіло вилучає гравітони в усі сторони. Однак, якщо розглядати два тіла поряд, то вони не тільки випромінюють, але й поглинають гравітони з боку сусіднього тіла (рис. 2).

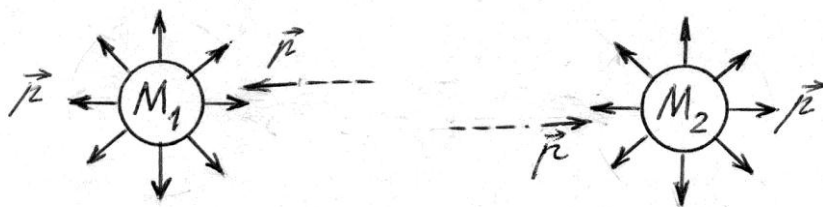


Рис. 2

З внутрішніх сторін відбувається відновлення стану: гравітон випромінюється і гравітон поглинається. Тобто, із внутрішніх сторін можлива компенсація «імпульсів» \vec{p} . Із зовнішніх сторін гравітони тільки вилучаються тілами. В результаті імпульси від гравітонів, які випромінюються на зовнішні сторони, створюють ефект притягування тіл [2].

Зауважимо, що коли вважати, що при поглинанні гравітона він не штовхає, а «тягне» тіло на себе, то ефект притягування тільки посилюється.

Список використаних джерел

1. Хокинг С. Краткая история времени: от большого взрыва до черных дыр / С. Хокинг. Пер. с англ. Н. Я. Смородиной. – СПб.: «Амфора», 268 с.
 2. Сусь Б.А. Непривычное толкование традиционных проблемных вопросов физики / Сусь Б.А., Сусь Б.Б. – К.: ВЦ «Просвіта», 2011. – 132 с.
- Рекомендовано до публікації доктором педагогічних наук, професором Сусем Б.А.*

**Понкратенко¹ О.А., Ільїн¹ А.П., Коций² Є.І.,
Пірнак¹ Вал.М., Рудчик¹ А.А., Рудчик¹ А.Т.,
Русек³ К., Степаненко¹ Ю.М.,
Улещенко¹ В. В., Ширма¹ Ю.О.**

¹Інститут ядерних досліджень НАН України, м. Київ, Україна

²Техаський А&М університет, Коледж Стейшн, США

³Лабораторія важких іонів,
Варшавський університет, м. Варшава, Польща
steprofy@gmail.com

ДИФРАКЦІЙНЕ РОЗСІЯННЯ ІОНІВ $4 < A < 20$ НА ЯДРАХ ВУГЛЕЦЮ ^{12}C

Дифракційний характер розсіяння веде до регулярної поведінки диференціальних перерізів пружного розсіяння ядер при різних енергіях. В шкалі переданого імпульсу максимумами (мінімумами) відповідних диференціальних перерізів мають стаціонарні положення при різних енергіях для визначеної взаємодіючої пари ядер. В роботі виконано систематичний аналіз такої поведінки для великого масиву експериментальних даних по пружному розсіянню легких ядер масою ($4 < A < 20$) на ядрах вуглецю ^{12}C (23 ядерні системи) в широкому діапазоні енергій налітаючого іона від 1 до 200 МеВ/нуклон. Встановлено регулярну дифракційну поведінку всіх аналізованих перерізів в області малих переданих імпульсів ($q < 3\text{-}4 \text{ фм}^{-1}$) в діапазоні енергій $1\div 200$ МеВ/нуклон. Побудовано гладкі параметричні функції, що задовільно описують поведінку положень дифракційних максимумів і мінімумів в зазначеному кінематичному діапазоні і дозволяють робити обґрунтовані передбачення для енергій, при яких експериментальні дані відсутні.

Знайдені параметризації дозволяють також давати попередні оцінки перерізів пружних процесів за участі нестабільних ядер (${}^6\text{He}$, ${}^7\text{Be}$, інші), дослідження яких вимагає здійснення складних експериментів з вторинними пучками.

Побудовано залежні від енергії параметричні функції, які характеризують поведінку значень дифракційного радіусу для досліджуваних пар ядер (Рис. 1). Також знайдено залежності апроксимуючих функцій від індивідуальних характеристик ядер таких як енергія зв'язку та кількість нуклонів.

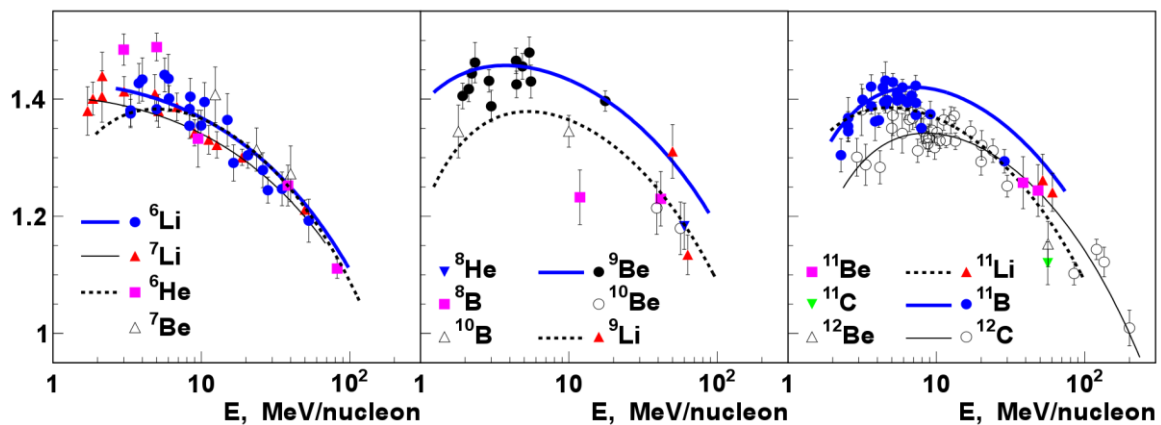


Рис. 1. Енергетична залежність зведеного дифракційного радіусу $R_d / (A_p^{1/3} + A_t^{1/3})$ для ядерних систем ${}^{12}\text{C} + X$. Значення для різних пар ядер були отримані з аналізу q -положень максимумів диференціальних перерізів відповідно до формули $q_i^{\max} = \pi(i + \alpha^{\max}) / R_d$. В кожній панелі α_{\max} є однаковим для всіх ядер. Параметризації зображені кривими: суцільні — з індивідуальними параметрами, товсті пунктирні — з глобальними параметрами.

Список використаних джерел

1. О.А. Ponkratenko, Е.І. Koshchy, Val.M. Pirnak, А.А. Rudchik, А.Т. Rudchik, К. Rusek, **Yu.M. Stepanenko**, V.V. Uleshchenko, Yu.O. Shyrma. Comparative analysis of the light nuclei diffractive scattering on ${}^{12}\text{C}$ // **Acta Physica Polonica B.** – 2018. – Vol. 49 (прийнято до друку).

Трофименко Я. В.
молодший науковий співробітник,
Калінкевич О. В.
молодший науковий співробітник,
кандидат фізико-математичних наук,
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

АНТИБАКТЕРІАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ РОЗЧИНІВ ХІТОЗАНУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД РОЗЧИННИКА

Особливістю сучасних проблем терапії бактеріальних інфекцій стало широке розповсюдження стійкості мікроорганізмів до антибіотиків, тому актуальності набуває пошук і застосування речовин з антибактеріальними властивостями, до яких у патогенів не виробляється стійкості. Такі засоби повинні характеризуватися відсутністю імунодепресивної дії, алергенності і токсичності, біосумісністю та біодеградацією.

З точки зору вказаних характеристик все більше уваги приділяється природному полімеру хітозану, що має виражені антибактеріальні властивості.

Механізм дії хітозану реалізується в першу чергу шляхом впливу на клітинну мембрану, проте багато аспектів не з'ясовано. Антибактеріальні властивості хітозану залежать від його характеристик (ступінь деацетилювання, молекулярна маса, полідисперсність, умови середовища) [1].

Метою нашої роботи було дослідити вплив розчинів хітозану в різних розчинниках та деяких його похідних на клінічні штами *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *E. Coli*/

В роботі використовували хітозан з молекулярною масою 200 та 500 кДа та ступенем деацетилювання 82% и 80,5%, відповідно (ЗАО «Біопрогрес», Москва), оксалат та глютамат хітозану, одержані на кафедрі хімії СДПУ ім. Макаренка, доц. Скляр А.М.).

Порошки розчиняли в 1 та 2% оцтовій кислоті, 2% аскорбіновій, 1% йодидній, хлоридній, молочній кислотах, глютамат хітозану – в дистильованій воді, оксалат хітозану – в оцтовій кислоті на протязі 24 годин і використовували для подальших мікробіологічних досліджень.

Таблиця 1.

Вплив концентрацій розчинів хітозану на штами м/о

Розчини хітозану в різних розчинниках	Співвідношення об'ємів розчинів хітозану і поживного середовища				
	0,5 мл/19,5 мл	1 мл/19 мл	2мл/18 мл	4 мл/16мл	6 мл /14 мл
1% ХТЗ 200 2% оцтова кислота	Ріст S. aureus – 50% P. aeruginosae, E. coli – 100%	-	-	-	-
2% ХТЗ 200 1% оцтова кислота	+	+	-	-	-
1% ХТЗ 500 2 % оцтова кислота	Ріст S. aureus – 100% E. coli – 100%	-	-	-	-
2 % ХТЗ 500 1 % оцтова кислота	+	+	-	-	-
2 % ХТЗ 500 1 % молочна к-та	+	+	+	-	-
2% ХТЗ 500 2 % аскорбінова кислота	+	+	+	+	+
2% ХТЗ 500 1% йодидна кислота	+	+	+	Ріст E. coli – 100%	-
2 % ХТЗ 500 1 % хлоридна кислота	+	+	Ріст S. aureus – 30% P. aeruginosae, E. coli – 100%	-	-
Оксалат хітозану	Ріст S. aureus – 100%	-	-	-	-
Глутамат хітозану	+	+	+	-	-
2% оцтова кислота	+	+	+	-	-

Примітка: «+» - ріст; «-» - відсутність росту всіх досліджуваних м/о

Проведені дослідження продемонстрували, що більшість досліджуваних мікроорганізмів в тій чи іншій мірі чутливі до 1-3% розчину хітозану (200 та 500 кДа) в 1-2 % оцтовій кислоті. Бактерії проявляють чутливість і до самої оцтової кислоти, але навіть на цьому фоні мікроорганізми були більш чутливі до хітозану. Ймовірно, цей вплив оцтової кислоти на антибактеріальні властивості хітозану пов'язаний з протонуванням аміногруп.

При використанні аскорбінової кислоти, глутамату хітозану, розчину хітозану в йодиді бактеріальний ріст не пригнічується навіть при використанні вказаних препаратів в високих дозах. Очевидно, більш біосумісні розчинники одночасно «сумісні» з бактеріями та вірусами і створюють їм сприятливіше середовище для розвитку. Значно нижчими антибактеріальними властивостями характеризуються розчини хітозану в молочній та хлоридній кислоті. Найкращі антибактеріальні властивості продемонстрував оксалат хітозану, який в низьких дозах пригнічував ріст мікроорганізмів [2].

Висновки: при використанні хітозану необхідно враховувати розчинник та його концентрацію, оксалат хітозану можна розглядати як перспективний антибактеріальний засіб.

Список використаних джерел

1. Kong, M.; Chen, X.G.; Xing, K.; Park, H.J. Antimicrobial properties of chitosan and mode of action: A state of the art review. *Int. J. Food Microbiol.* 2010, 144, 51–63.
2. Голубнича В. М. Антибактеріальна дія комплексних препаратів на основі хітозану тананочастинок міді / В. М. Голубнича, Я. В. Трофименко, О. В. Калінкевич, В. В. Корнієнко, А.М. Скляр // *Biomedical and biosocial anthropology.* - 2016. - № 26. - С. 74-76.

Хмель О. В.

магістрантка, спеціальність «014 Середня освіта (Фізика)»
Сумський державний педагогічний
університет імені А. С. Макаренка,
м. Суми, Україна
lenysa-393@yandex.ua

ТЕХНОЛОГІЯ КОНСТРУЮВАННЯ І ВІДБОРУ ЗМІСТУ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ В ПРОФІЛЬНІЙ ШКОЛІ

Суттєві зміни, що останнім часом відбулися в системі середньої загальноосвітньої школи, зокрема, прийняття нових Державних стандартів базової й повної загальної середньої освіти, введення зовнішнього незалежного оцінювання, оновлення Концепції профільного навчання, скасування 12-річного терміну навчання та відповідне ущільнення змісту програм навчання дисциплін тощо, свідчать про те, що проблема відбору і конструювання змісту навчальних дисциплін зберігає свою актуальність. Так, перед учителем фізики постають питання щодо відбору навчального матеріалу з фізики для реалізації ідей профільного навчання, як то: організації міждисциплінарної взаємодії профільних і непрофільних дисциплін, інтеграції профільних і профілюючих предметів, урахування особистісних психічних особливостей дитини, її когнітивного стилю навчання за певним профілем тощо, і все це за умови скороченого часу та ущільнення змісту шкільного курсу фізики. Таке розширення вимог до професійної діяльності вчителя фізики в профільній школі вимагає осучаснення підготовки майбутнього вчителя, зокрема, розробки концепції і моделі цієї підготовки, оновлення програм дисциплін професійно-орієнтованого циклу, удосконалення змістової складової підготовки за двома напрямками – до різнорівневого та різнозмістового навчання фізики в профільній школі, і т. ін.

Аналіз існуючих підходів до створення електронних засобів навчання свідчить про відсутність єдиної педагогічної концепції щодо його створення. Рівень дидактичних можливостей сучасних технологій та комп'ютеризації навчальних закладів доводить наявність об'єктивних умов для широкого застосування дидактичних комп'ютерних засобів навчання, зокрема електронних посібників.

Незважаючи на інтерес науковців до проблематики профільного навчання, процес профілізації сучасної школи на практиці виявився значно ширшим і багатшим за теоретичні конструкти. Набули актуальності методичні проблеми щодо наповнення і конструювання змісту навчальних дисциплін відповідно до профілю навчання, організаційні проблеми розробки нормативних документів, створення науково-методичного забезпечення, матеріальної бази тощо. Крім того, функціонування профільної освіти «резонує» з неусталеною мотивацією підлітків щодо вибору профілю навчання і навчальної діяльності загалом, проблемами викладання позапрофільних дисциплін, зорієнтованих на вузькоспрямоване навчання учнів.

Під поняттям «конструювання змісту» ми розуміємо процес розроблення та деталізації системи знань учнів, розвитку ціннісного ставлення до об'єктів світу і визначення взаємозв'язків між ними з метою забезпеченості цілісності та цілеспрямованості. Цілісність змісту визначається відповідністю і взаємозв'язком цілей, змісту та результатів. Зміст курсу має, з одного боку, відповідати пізнавальним можливостям учнів, а з іншого, надаючи учням можливості здобувати досвід роботи на рівні підвищених вимог, розвивати їхню навчальну мотивацію. Цілісність буде визначатися через відповідність і взаємозв'язок цілей, змісту і результатів засвоєння знань.

Технологія конструювання змісту – це діяльність учителя щодо вирішення поставлених ним завдань і досягнення певних результатів на кожному з чотирьох етапів: аналітичному, конструктивному, оцінювальному та етапі експертизи.

Найважливіша умова оптимального вибору змісту навчання – логічний аналіз самого предметного знання. Виділення фундаментального інваріантного знання за допомогою системно-структурного аналізу дозволяє різко скоротити обсяг матеріалу, що підлягає засвоєнню. Будучи відпрацьованим на декількох окремих явищах, фундаментальне знання дозволяє вивести всі інші окремі випадки прояву інваріантів за допомогою простих логічних процедур. Засновані на знанні інваріантів узагальнені види діяльності забезпечують учням можливість розв'язування величезного числа окремих завдань.

Отже, особливість змісту й ефективність навчання фізики в сучасній середній школі різнобічно залежать від моделі навчального процесу, зокрема від стратегій і тенденцій розвитку шкільної фізики, як-от:

комунікативного спрямування процесу навчання, діяльнісної технології навчання фізики, особистісно-орієнтованої парадигми процесу навчання, культурологічного спрямування навчальної діяльності, технологій використання доцільно дібраного навчального матеріалу

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

Хомич Т. О.

магістрантка, спеціальність «014 Середня освіта (Фізика)»,

Галатюк Ю. М.

кандидат педагогічних наук, професор,

Рівненський державний

гуманітарний університет,

м. Рівне, Україна

tanahomich@gmail.com

ДИДАКТИЧНІ МЕХАНІЗМИ АКТИВІЗАЦІЇ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ РОБІТ ФІЗИЧНОГО ПРАКТИКУМУ

Виконання лабораторних робіт фізичного практику передбачає декілька дидактичних функцій. Серед яких не тільки закріплення і поглиблення теоретичних знань, розвиток практичних умінь і навичок, але й формування пізнавального інтересу, розвиток творчих здібностей тощо.

Як правило, досліди, що виконуються під час фізичного практикуму не повторюються з раніше вивченими, а доповнюють їх, дозволяють розглянути певне фізичне явище більш глибоко, провести аналіз результатів. Проте аналіз виконання лабораторних робіт фізичного практикуму в сучасній школі проказує, що у більшості випадків навчально-пізнавальна діяльність учнів є репродуктивною і виконується за готовими інструкціями.

Тому актуальною постає проблема пошуку дидактичних механізмів розширення функцій фізичного практикуму, що передбачає розвиток пізнавальної компетентності учнів, їх творчих здібностей, на основі активізації пізнавальної діяльності, зокрема завдяки реалізації проблемного навчання, активних методів (дослідницького, частково-пошукового).

На основі вивчення літературних джерел [1; 2; 3; 5], практичного досвіду учителів фізики ми визначили ключові дидактичні умови активізації навчально-пізнавальної діяльності під час організації лабораторних робіт фізичного практикуму, а саме: 1) проблемний характер змісту лабораторної роботи, залучення до розв'язання проблемних ситуацій, створення умов для подолання учнями труднощів, розв'язання

проблем тощо; 2) високий рівень самостійності у процесі виконання лабораторної роботи; 3) забезпечення високого рівня пізнавальної мотивації.

Методологічною основою такого підходу є психологічна теорія діяльності, основною тезою якої є думка про те, що і навчання і розвиток протікають тільки в процесі цілеспрямованої діяльності. Відповідно, основна вимога до організації активного виконання лабораторних робіт школярами формулюється так: ефективно засвоєння знань і способів діяльності відбувається в умовах такої організації пізнавальної діяльності, при якій навчальний матеріал стає предметом активних розумових і практичних дій кожного учня. Як правило, забезпечення таких умов реалізується в ході проектування навчально-дослідницької діяльності [1].

Постає питання: як зробити лабораторну роботу творчою? Відповідь на це питання ми знайшли в гіпотезі нашого дослідження. Лабораторна робота набуде творчого характеру, якщо вона виконуватиметься у контексті вирішення пізнавальної проблеми, яка моделюється на основі експериментальної фізичної задачі.

Як відомо з педагогічної психології, активна навчально-пізнавальна діяльність починається з постановки проблеми. На практиці це досягається завдяки включення лабораторної роботи у процес розв'язування творчої експериментальної задачі. Відомо, що експериментальна задача – це задача, процедура розв'язання якої передбачає виконання фізичного експерименту (дослід). Творчою експериментальна задача вважається за умови, якщо учню невідома процедура (спосіб) її розв'язання, невідома система засобів, не вказано повністю або частково необхідне обладнання.

Творча задача обов'язково містить елементи новизни. Вона не може розв'язуватись за готовими, наперед відомими учню „рецептами” або на основі простої аналогії з раніше відомими розв'язками. Творчі задачі привчають учнів замислюватись і аналізувати уже здобуті знання, активізують пізнавальну діяльність. В результаті в учнів виробляється правильне відношення до навчального предмету – зацікавленість в реальних знаннях [2].

Таким чином, активізація робіт фізичного практикуму здійснюється на основі проектування навчально-пізнавальної діяльності у контексті розв'язку творчої експериментальної задачі. Розв'язуючи творчу експериментальну задачу, учні спочатку розробляють теоретичну модель розв'язку. Наступними кроками є розробка фізичного експерименту та його практична реалізація (власне лабораторна робота).

Список використаних джерел

1. Галатюк Ю.М. Технологія проектування навчально-пізнавальної діяльності у процесі навчання фізики / Ю.М. Галатюк, М.Ю. Галатюк // Фізика та астрономія в рідній школі. – 2014. – № 6. – С. 14 – 19.

2. Галатюк Ю.М., Козловець В.В. Дидактичні умови активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів на уроках фізичного практикуму /Ю.М. Галатюк, В.В. Козловець // Теорія та методика вивчення природничо-математичних і технічних дисциплін: Збірник науково-методичних праць: Рівненський державний гуманітарний університет. Випуск 8.-Рівне: РДГУ, 2005.-С. 141-146.
3. Галатюк Ю.М., Тищук В.І. Дослідницька робота учнів з фізики у старших класах загальноосвітньої школи: Монографія /Ю.М. Галатюк, В.І. Тищук. – Рівне: РВВ РДГУ, 2004. – 264 с.
4. Практикум з фізики в середній школі: Дидактичний матеріал: Посібник для вчителя. За ред. В.О.Бурова, Ю.І. Діка.-Київ: Радянська школа, 1990. -176 с.
5. Разумовский В. Г. Творческие задачи по физике в средней школе. М., Просвещение, 1966. – 155 с.

Цісарук В. Р.

магістрант, спеціальність «014 Середня освіта (Фізика)»,

Галатюк Ю. М.

кандидат педагогічних наук, професор,

Рівненський державний

гуманітарний університет,

м. Рівне, Україна

xxlulu299xx@ukr.net

ПРО ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ЗАКОНІВ ОМА ДЛЯ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Як свідчить практика та аналіз деяких шкільних підручників з фізики, однією з особливостей вивчення законів постійного струму є те, що, як правило, вивчаються закон Ома для ділянки кола з електричним опором R і закон Ома для замкнутого кола. Закон Ома для ділянки кола, яка містить джерело струму, а також енергетична інтерпретація законів Ома не розглядаються. Це є причиною того, що учні не можуть розв'язувати задачі, подібні до запропонованої нижче [1].

Задача. Два елементи з ЕРС E_1 і E_2 з'єднані між собою різнойменними полюсами. Ідеальний вольтметр, увімкнений до клем батареї показав напругу U . Визначити відношення внутрішніх опорів елементів.

Практика показує, що проблема вирішується, якщо паралельно із емпіричним змістом даних законів більш глибоко розкрити їх теоретичний зміст, а саме той факт, що вони є відображенням і конкретизацією закону збереження і перетворення енергії для явища – проходження електричного струму по замкнутому колу та на різних його ділянках. Закони Ома відображають функціональні залежності між фізичними величинами, які кількісно характеризують ці процеси у відповідності до тих причинно-наслідкових зв'язків, які в них проявляються [2].

Такий підхід першим кроком передбачає встановлення, як експериментального факту, залежності $I = U/R$ для ділянки кола, на якій діє

тільки електрична сила (сила електричного поля). Наступним кроком є розкриття енергетичного змісту формули $U = IR$, виходячи із фізичного змісту напруги. У даному випадку напруга дорівнює роботі, яку виконує електрична сила, переміщуючи одиничний позитивний заряд, і відображає теплову дію струму. Тобто $IR = Q$, де Q – кількість теплоти, яка виділяється на ділянці кола під час проходження одиничного заряду. Отже, закон Ома для ділянки кола є конкретизацією закону збереження і перетворення енергії.

Наступним етапом є вивчення ділянки кола, яка складається лише із джерела струму. У цьому випадку на умовний позитивний заряд, що переміщується в джерелі, діють дві сили – електрична сила і сила неелектричної природи (стороння). Загальна робота, яку вони виконують, дорівнює алгебраїчній сумі робіт цих сил і відображає теплову дію електричного струму в джерелі. Кількість теплоти, яка виділяється при проходженні одиничного позитивного заряду через джерело, дорівнює добутку сили струму на опір джерела. Враховуючи вищесказане, а також те, що дія сторонніх сил на позитивний заряд в джерелі напрямлена від негативно полюса до позитивного, записуємо рівняння енергетичного балансу для випадків:

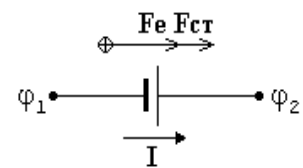


Рис. 1

1) коли напрям дії сторонніх сил у джерелі співпадає з напрямом руху умовного позитивного заряду (з напрямом струму) (рис. 1):

$$(\varphi_1 - \varphi_2) + E = Ir, \quad (1)$$

2) коли напрям дії сторонніх сил протилежний до напрямку сили струму в джерелі (рис. 2):

$$(\varphi_1 - \varphi_2) - E = Ir. \quad (2)$$

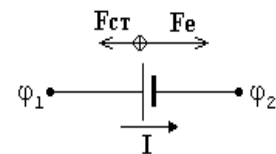


Рис. 2

Далі розглядається ділянка кола, яка містить джерело струму і додатковий опір R .

Розділивши її на дві послідовно з'єднані ділянки, записуємо рівняння енергетичного балансу для випадків зображених на рис. 3 і рис. 4:

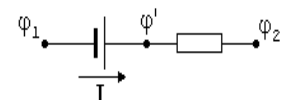


Рис. 3

а) $(\varphi_1 - \varphi') + E + (\varphi' - \varphi_2) = Ir + IR$, $(\varphi_1 - \varphi_2) + E = I(r + R)$; (3)

б) $(\varphi_1 - \varphi') - E + (\varphi' - \varphi_2) = Ir + IR$, $(\varphi_1 - \varphi_2) - E = I(r + R)$. (4)

Узагальнивши рівності (3) і (4), отримаємо:

$$I = ((\varphi_1 - \varphi_2) \pm E / (r + R)) \quad (5)$$

Наступним кроком у вивченні законів постійного струму є вивчення закону Ома для повного кола. Коло розбивається на дві ділянки – внутрішню, яка містить лише джерело струму, і зовнішню з опором R (рис.5).

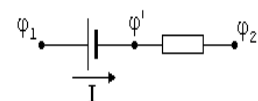


Рис. 4

Записавши для відповідних ділянок закон Ома $(\varphi_1 - \varphi_2) + E = Ir$; $\varphi_1 - \varphi_2 = IR$, отримуємо формули для повного кола:

Рис. 5

$$E = I(R+r); \quad I = E/R+r. \quad (6)$$

Формула (5) є універсальною. У випадку, коли ділянка не містить джерела струму, тобто $E=0$ і $r=0$, з формули (5) отримується формула $I=(\varphi_1-\varphi_2)/R$. У випадку замкнутого кола робота сил електричного поля рівна нулю ($\varphi_1 = \varphi_2$, $\varphi_1 - \varphi_2 = 0$), із формули (5) отримується рівняння (6).

Список використаних джерел

1. Галатюк Ю.М. Вивчення законів постійного струму: дидактичні принципи та способи їх реалізації / Ю. Галатюк // Оновлення змісту, форм та методів навчання фізики. Наукові записки Рівненського педінституту. Випуск 2. – Рівне: РДП, 1997. – С.36-47.
2. Кантор П.Я. Закон Ома для замкнутої цепи: альтернативные варианты вывода / П.Кантор//Физика в школе. – № 2. – 1996. – С.40 – 42.

Шевчук О. М.

магістрантка, спеціальність «014 Середня освіта (Фізика)»,

Галатюк Ю. М.

кандидат педагогічних наук, професор,

Рівненський державний

гуманітарний університет,

м. Рівне, Україна

tanahomich@gmail.com

ПОЗАУРОЧНИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ У ПРОБЛЕМНОМУ НАВЧАННІ ФІЗИКИ

Принцип проблемності є важливим дидактичним чинником, що визначає логіку побудови навчального процесу, зміст навчального матеріалу, способи організації навчально-пізнавальної діяльності та управління нею, структуру уроку, форми контролю тощо. Тому концепція проблемного навчання є актуальною теоретичною основою розвитку навчально-пізнавальної компетентності, пізнавальної самостійності та творчих здібностей учнів у навчанні фізики [1; 2].

Нашою метою є дослідження основних категорій проблемного навчання, визначення способів та засобів створення проблемних ситуацій та дослідження можливостей застосування домашніх дослідів та спостережень у цьому процесі.

Ключовою категорією проблемного навчання є проблема ситуація, під якою розуміють інтелектуальне ускладнення, що виникає в учня, коли він не в змозі на основі своїх знань і досвіду пояснити явище, факт, не може

досягти мети вже відомим способом, коли виникає протиріччя між уже відомим і новим знанням [3; 4].

Проблемна ситуація – категорія психологічна і має суб'єктивний зміст. Вона визначається невідповідністю між тими знаннями, які необхідні для пояснення того чи іншого явища, експериментального факту з тими знаннями, якими на даний момент володіє учень. На основі проблемної ситуації моделюється пізнавальна проблема, яка потребує вирішення. Проектуючи проблемну ситуацію, треба зважати на характеристики учня: актуальні знання, рівень розвитку навчально-пізнавальної компетентності тощо.

Аналіз літературних джерел [3; 4] і вивчення практичного досвіду свідчать про наявність багатьох способів створення проблемних ситуацій, а саме: 1) спонукання учнів до теоретичного пояснення явищ, фактів, зовнішньої невідповідності між ними; 2) використання навчальних і життєвих ситуацій, що виникають при виконанні учнями практичних завдань під час спостереження за природою; 3) постановка навчальних проблемних завдань, що стосуються пояснення явища чи пошуку способів його практичного застосування; 4) аналіз відомих фактів і явищ реальності, що породжує протиріччя між спробою пояснити факти на основі життєвого досвіду та їх науковим поясненням; 5) висунення припущень (гіпотез), формулювання висновків та їх експериментальна перевірка; 6) спонукання учнів до порівняння, зіставлення і протиставлення фактів, явищ, правил, дій, у результаті яких виникає проблемна ситуація; 7) ознайомлення учнів з фактами, які мають начебто суперечливий характер і відомі в історії фізики як такі, що призвели до постановки наукової проблеми; 8) реалізація міжпредметних зв'язків: використання фактів і знань з інших навчальних дисциплін, пов'язаних з матеріалом, який вивчається на уроці.

Ефективним засобом створення проблемної ситуації у процесі навчання фізики є навчальний експеримент, який не обмежується тільки уроком. Особливої уваги заслуговують домашні досліди і спостереження учнів, які тісно пов'язані з майбутнім уроком і виконують пропедевтичну функцію. Вони пропонуються учням у процесі підготовки майбутнього уроку. Актуалізація і аналіз результатів позаурочного дослідження на уроці є основою для створення проблемної ситуації. Так реалізується зв'язок урочної та позаурочної пізнавальної роботи учнів.

Результати нашого дослідження дозволяють сформулювати такі **висновки та рекомендації** щодо застосування домашніх дослідів і спостережень учнів для реалізації проблемного навчання фізики: 1) позаурочні досліди і спостереження мають бути доступними для виконання в домашніх умовах; 2) їх результати повинні бути основою для створення проблемної ситуації на уроці, бути предметом актуалізації і аналізу; 3) позаурочна експериментальна діяльність учнів має керуватися

учителем. Це керування є опосередкованим, його засобами є узагальнені плани діяльності, приписи-орієнтири інструктивного характеру щодо виконання відповідних пізнавальних дій та операцій [2]. Згадані засоби опосередкованого керування є предметом засвоєння для учнів – орієнтувальною основою навчально-пізнавальної діяльності.

Список використаних джерел

1. Галатюк Ю.М. Розвиток творчого компонента навчально-пізнавальної компетентності учнів на уроці фізики / Ю.М. Галатюк, М.Ю. Галатюк // Наукові записки. – Випуск 7. – Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 3. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2015. – С. 128 – 133.
2. Галатюк Ю.М. Методологія управління творчою пізнавальною діяльністю учнів у навчанні фізики / Ю. Галатюк // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. – Випуск 47: збірник наукових праць. – К. : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2014. – С 33 – 37.
3. Закота Л. А. Проблемне навчання фізики: Посібник для вчителів / Л. А. Заката, О. І. Ляшенко. – К.: Рад. школа, 1985. – 96с.
4. Матюшкін А. Проблемне навчання / А. Матюшкін // Завуч. – 2002. – №19. – С.30 – 33.

Шульженко А. В.

аспірант

Інститут прикладної фізики

Національної академії наук України,

м. Суми, Україна

tol937610@gmail.com

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ РЕЗЕРФОРДІВСЬКОГО ЗВОРОТНОГО РОЗСІЮВАННЯ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ РОЗПЛАВЛЕНИХ МЕТАЛІВ

Спектроскопія Резерфордського зворотного розсіювання (англ. Rutherford backscattering spectroscopy) - різновид спектроскопії іонного розсіювання, заснована на аналізі енергетичних спектрів іонів He⁺ або протонів з енергією ~ 1-3 МеВ, розсіяних в зворотному напрямку по відношенню до досліджуваного зразка.

Спектроскопія Резерфордського зворотного розсіювання, як і спектроскопія іонного розсіювання, дозволяє отримувати інформацію про хімічний склад і кристалличности зразка як функції відстані від поверхні

зразка (глибини), а також про структуру поверхні монокристалічного зразка. Основною особливістю методу є використання високоенергетичних іонів, що проникають глибоко всередину твердого тіла і розсіюються назад від глибоко лежачого атома. Енергія, втрачена іоном в цьому процесі, являє собою суму двох вкладів. По-перше, це безперервні втрати енергії при русі іона вперед і назад в обсязі твердого тіла (так звані втрати на гальмування). Швидкість втрати енергії на гальмування (stopping power, dE/dx) для більшості матеріалів добре відома, що дозволяє перейти від шкали енергій до шкали глибин. По-друге, це разова втрата енергії в акті розсіювання, величина якої визначається масою розсіює атома.

Для дослідження чистих металів та бінарних сплавів на основі вісмута і олова у рідкій фазі був вибраний метод РЗР. Перші експерименти, які були проведені з розплавленими металами показали, що даний метод дослідження дає змогу проводити аналіз як на плоских зразках у твердій фазі, так і на розплавлених металах сферичної форми.

Аналіз зразків бінарних сплавів та чистих зразків з вісмута показав, що РЗР вихід починає зростати при підвищенні температури зразків і стає максимальним при переході зразка до рідкої фази. Скоріше за все це пов'язано з тим, що при переході у рідку фазу на поверхні металу зникає шорсткість і поверхня стає дзеркальною. Залежність виходу РЗР сплаву висмут-олово від температури представлена на рис.1. Температура плавлення даного сплаву 160 градусів Цельсія.

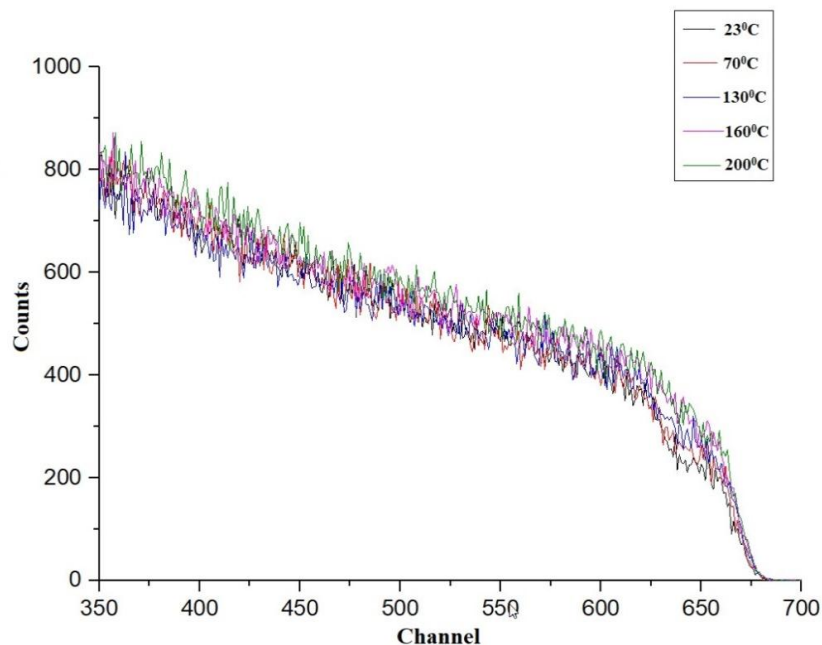


Рис.1. Залежність виходу РЗР від температури

Для того, щоб перевірити припущення про вплив шорсткості поверхні зразка на енергетичний вихід був проведений експеримент на плоских зразках чистого вісмуту з різною шорсткістю поверхні. На рисунку 2

представлені результати експерименту. Більше значення Р відповідає меншій шорсткості поверхні.

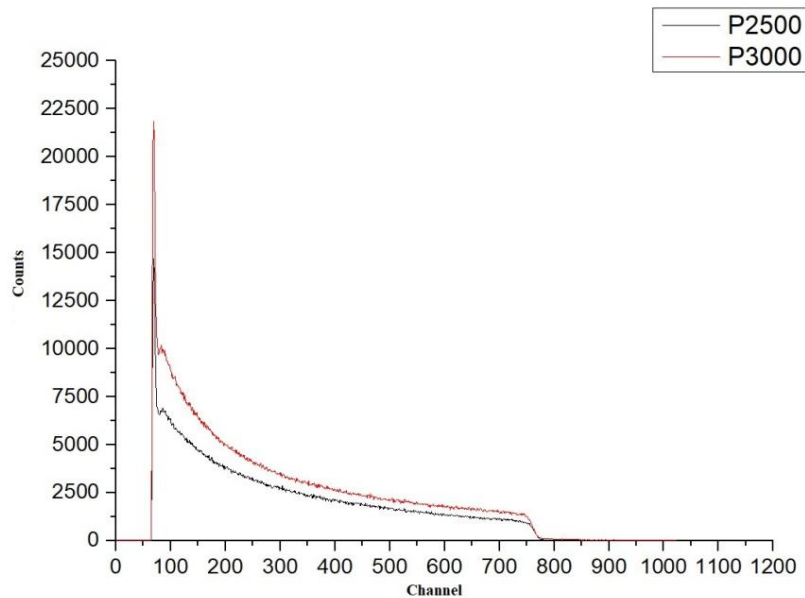


Рис.2. Залежність виходу РЗР від шорсткості поверхні

На рис.2 видно, що енергетичний вихід залежить від стану поверхні досліджуваного зразка.

Результати експерименту та моделювання у програмному пакеті SimNRA показали, що метод РЗР можна застосовувати для дослідження поверхні розплавлених металів.

Юрченко А. О.
викладач кафедри інформатики,
Сумський державний педагогічний
університет імені А.С. Макаренка,
м. Суми, Україна,
a.yurchenko@fizmatsspu.sumy.ua

ПРО СПЕЦІАЛІЗОВАНЕ ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

Наразі в навчанні фізики широко застосовуються різні програмно-педагогічні засоби (ППЗ), під якими розуміють дидактичні засоби, призначені для часткової або повної автоматизації процесу навчання за допомогою застосування комп'ютерної техніки. Метою створення таких засобів є не лише доповнення і розширення можливостей традиційних засобів навчання фізики для підвищення ефективності і якості навчально-виховного процесу, а і активізація пізнавальної діяльності та розвиток

творчих здібностей учнів загальноосвітніх навчальних закладів [1].

Удосконалення таких засобів обумовлено активним розвитком інформаційних технологій та програмного забезпечення (ПЗ), що забезпечує осучаснення шкільного курсу фізики. Водночас відсутність уявлення про розвиток таких засобів та їх класифікацію збіднює професійну підготовку сучасного вчителя фізики, а тому актуальним вважаємо знайомство студентів, майбутніх вчителів фізики з спеціалізованим ПЗ у галузі фізики.

Аналіз ПЗ у галузі фізики (ППЗ Бібліотека електронних наочностей, Електронний задачник з фізики, Навчальне програмне забезпечення з фізики, ППЗ Фізика, 1С: Фізичний конструктор та ін.) виявив, що їх використання активізує сприйняття фізичних законів, понять, процесів учнів за рахунок використання звукових і зорових демонстрацій; зменшує матеріальні витрати на демонстраційне обладнання; дозволяє у будь-який момент повернутися до вивченого раніше матеріалу, отримати необхідну допомогу, надає можливість відтворення на екрані великого обсягу інформації тощо.

Основними ПЗ, на яких ми акцентуємо увагу, є цифрові та віртуальні лабораторії. Вони дозволяють організувати моделювання, емуляцію та фізичний експеримент і не вимагають при цьому додаткового спеціального обладнання.

Зазвичай, віртуальні лабораторії спрямовані на вироблення навичок в таких галузях, де реальне виконання досліджень вимагає значних затрат матеріалів, електроенергії, часу, наявності складного обладнання, значних грошових витрат або виявляє фактор небезпечного впливу на дослідника [4]. Цифрові не є заміною процесу виконання досліджень, а є реальною частиною фізичної установки реального фізичного явища [3]. Вони дають можливість більш точно, більш наочно і правильно виконати ту чи іншу лабораторну роботу.

Їх поява стала можливою завдяки активному і повсюдному використанню комп'ютерної техніки та розвитку інтерактивного програмного забезпечення, яке покликане унаочнювати демонстрації різних фізичних процесів, моделювати досліди та опрацьовувати результати в автоматизованому режимі.

Використання цифрових лабораторій дозволяє отримати уявлення про суміжні освітні області: інформаційні технології; сучасне обладнання дослідної лабораторії; математичні функції і графіки, математична обробка експериментальних даних, статистика, наближені обчислення; методика проведення досліджень, складання звітів, презентація виконаної роботи.

З часом на лабораторних столах у ЗВО і школах стає все менше і менше вітчизняного старого обладнання і установок для дослідження фізичних явищ та проведення фізичних демонстрацій і експериментів. Їх замінюють сучасні прилади або цілі комплекси приладів, що об'єднуються

в міні-лабораторії. Впровадження сучасного обладнання у освітній процес забезпечує вирішення завдань модернізації навчальної бази та інформатизації освіти, поставлених у «Національній стратегії розвитку освіти в Україні на 2012–2021 роки» [5] та з 2011 року у «Концепції Державної цільової соціальної програми підвищення якості шкільної природничо-математичної освіти» у якій зазначалося про необхідність підготовки вчителів природничо-математичних предметів і впровадження у навчальний процес сучасних ІКТ та оснащення навчальних кабінетів хімії, біології, фізики, географії, математики сучасним обладнанням (апаратура, прилади, пристрої, пристосування тощо), що сприятиме зміцненню матеріально-технічної бази загальноосвітніх навчальних закладів [2]. Виходячи із державної програми підвищення якості шкільної природничо-математичної освіти можна стверджувати, що для майбутніх вчителів фізики є актуальним знайомство з сучасними експериментальними установками та цифровими лабораторіями.

Також, не заперечуємо той факт, що використання цифрових лабораторій як інструмента, особливо яскраво підкреслює роль дослідництва в науковій роботі, оскільки вимагає від виконавця не тільки освоєння, власне, лабораторії, програмного забезпечення, принципу роботи, а і вміння його використати при розв'язуванні прикладних задач. В цьому плані освоєння цифрових лабораторій відіграє позитивну роль в становленні майбутнього вчителя фізики і сприяє формуванню його інформаційно-комунікативну компетентності.

Список використаних джерел

1. Використання інформаційних технологій на уроках фізики. // Бібліотека журналу Фізика в школах України. – Харків: Основа, 2007, – 200 с.
2. Кудін А. П. Програмне забезпечення реальних фізичних лабораторних практикумів / А. П. Кудін, А. О. Юрченко // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна, 2015. – №21. – С. 248 – 251.
3. Петриця А. Особливості використання цифрових лабораторій у навчальному фізичному експерименті / А. Петриця // Молодь і ринок. - 2014. - № 6. - С. 44-48.
4. Семеніхіна О.В., Шамоня В.Г. Віртуальні лабораторії як інструмент навчальної та наукової діяльності // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. – Суми : Вид-во СумДПУ імені А.С. Макаренка, 2011. №1(11) – С. 341-346.
5. Указ Президента України «Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року» від 25 червня 2013 року №344/2013 – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/344/2013>

Склярский И. А.
студент,
ДНУ имени О. Гончара
г. Днепр, Украина
igor.sklyarskiy21@gmail.com

ГРАВИТАЦИЯ – ЗАГАДКА 21 ВЕКА

Гравитация является одной из 4 фундаментальных сил. На данный момент у нас есть две теоретические модели описания сил притяжения: Ньютоновская и ОТО. В начале прошлого века, было сломано немало копий в попытках проквантовать общую теорию относительности. В то время как все остальные взаимодействия сейчас проквантованы (проквантованы электромагнитное, слабое, сильного взаимодействия), с квантовой гравитацией ситуация обстоит неоднозначно.

На данный момент существует несколько математических теорий: теория струн, петлевая квантовая гравитация, причинная динамическая триангуляция. Эти варианты зациклены на отдельных сторонах гравитационного взаимодействия и не являются подтвержденными так же, как не обладают достоверным пониманием природы гравитации. Возможно, следует изменить подход к этому вопросу и опираться не на математические операции, а на эксперимент. Ближе всех к ответу на этот вопрос был А. Козырев в своем опыте с установлением гироскопа в состоянии покоя и ввремя вращения. Исходя из принципа «взаимодействия подобного с подобным», можно констатировать, что полю гравитации присущий так званый «вихревой» характер. Попытки повторить эксперименты Козырева дают довольно не однозначные результаты в зависимости от сезона погоды, времени суток и др. Объяснением такой неоднозначности как раз и может быть вращательный характер поля тяготения. Так же эту теорию подтверждает находка Т. Калкуца о том, что теория тяготения Эйнштейна при наличии свернутых измерений должным образом описывает электромагнитное поле.

Сейчас, ученые подошли близко к разгадке природы гравитации, но все же, необходим последний рывок.

Список использованных источников

1. Пакулин В.Н. Структура материи. Вихревая модель микромира. СПб, НПО «Стратегия будущего», 2011 г. — 120 с.

Чёрная В. А.
аспирантка
Институт прикладной физики
Национальной академии наук Украины,
г. Суми, Украина
valeriya.chernaya27@gmail.com

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ УВЕЛИЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ ПРОЧНОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Помимо изучения дефектов, обусловленных радиационным излучением, в конструкционных материалах атомных электростанций уделяется также внимание разработке методов повышения радиационной прочности. Для создания материалов с повышенными эксплуатационными свойствами значительное внимание уделяется нанотехнологиям. Для создания объемных наноматериалов перспективным является создание малогабаритных и интенсивных источников ультразвука. Для этой цели необходимо использовать материалы, обладающие гигантской магнитоотрицательностью [1–3]. Однако основным препятствием является огромная анизотропия в этих материалах, ибо в этом случае требуются очень сильные изменения величины магнитного поля. Поэтому в предлагаемой работе выполнены исследования в области фазовых переходов, в которых эффективная магнитная анизотропия резко уменьшается [5; 7].

Учитывая неиссякаемый интерес [4; 6] к изучению особенностей физических свойств в окрестности фазовых переходов, а также рост экспериментальных исследований фторидов кобальта, изучены особенности магнитной восприимчивости в окрестности критического поля H_C , при котором фторид кобальта из антиферромагнитной фазы переходит в угловую в виде перехода второго рода. При этом обнаружено, что в магнитном поле $H \parallel C_4$ магнитная восприимчивость обращается в бесконечность при $H \rightarrow H_C$. Показано, что при отклонении направления магнитного поля от оси C_4 восприимчивость в критическом поле H_C оказывается конечной. Также показано, что изменение восприимчивости с изменением величины магнитного поля значительно уменьшается при крайне незначительном отклонении поля H от оси C_4 . Поскольку расчеты выполнены в рамках теории фазовых переходов Ландау, то обращается внимание на сходство и отличие полученных результатов с результатами в окрестности точки Кюри, полученными также путем использования теории фазовых переходов Ландау.

Обнаруженная аномалия магнитной восприимчивости при фазовых переходах второго рода вне точки Кюри и ее изменения при отклонении направления магнитного поля от оси C_4 могут представлять интерес для дальнейших экспериментальных и теоретических исследований с целью обнаружения возможных особенностей физических свойств.

Нельзя исключать того, что некоторые из особенностей физических свойств в окрестности точки Кюри могут проявляться в окрестности изучаемого нами фазового перехода второго рода.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Z.Y. Jia, H.F. Liu, F.J. Wang, W. Liu, C.Y. Ge. Measurement **44**, 88 (2011).
2. J. Tamura, Y. Kawamura, H. Mochiji, N. Sasaki, K. Mizutani and H. Okawa. Jpn. J. Appl. Phys. **50**, 07HC04 (2011).
3. К.П. Белов. СОЖ 3, 15 (1998).
4. Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. Электродинамика сплошных сред. Наука, Москва (1982).
5. О. Г. Медведовская, Т. А. Федоренко, Г. К. Чепурных. ФТТ, **58**, 2350 (2016).
6. В. Н. Рьжков, Е. Е. Тареева, Ю. Д. Фомин, Е. Н. Циок. УФН, **187** (9) 921 (2017).
7. Г. К. Чепурных. Области экстремальных характеристик магнитоупорядоченных кристаллов. Киев, Наукова думка (2010).

Lebedynskyi S.O.

Institute of Applied Physics of
National Academy of Sciences of Ukraine,
Sumy, Ukraine
lebedynskyi.s@gmail.com

RELATIVISTIC CORRECTION TO THE FIELD ELECTRON EMISSION CURRENT

Modern experiments in elementary particle physics require ever greater energies and, accordingly, accelerating gradients. At the same time, an increase in the value of the electric field causes an increase in the current emission of the emission from the structural materials of the accelerators, which in turn negatively affects the process of acceleration causing a vacuum breakdown, local heating with subsequent loss of the superconducting properties of the accelerator material and other negative processes.

It should be noted separately that in the case of the inter-electrode gap of about 1 cm and the intensity of an external electric field near $E = 100$ MW / m, the electron motion becomes relativistic, which means the need to take into account relativistic effects. At the same time, the relativistic correction makes it possible to take into account the influence of a strong magnetic field

perpendicular to the electric field on the current of the field emission, which is not possible with the use of non-relativistic equations.

Was obtained a relativistic correction by solving the Klein-Gordon equation [1]. We had found wave functions of a relativistic particle in the presence of a strong electric field and a potential barrier at the metal-vacuum boundary, as well as the coefficient of passage of electrons through a potential barrier taking into account relativistic effects. It is shown that the relativistic correction reduces the passage rate of the potential barrier and, accordingly, the current density of the field emission of electrons.

References

1. Akhiezer AI, Berestecki VB Quantum electrodynamics. - Moscow: Science, 1981. - 432 pp.

Pasko O. O.
Sumy State University,
Sumy, Ukraine,
o.pasko@aph.sumdu.edu.ua

USE OF CERN'S OPENDATA IN TEACHING PHYSICS OF HIGH SCHOOL

One of the goals in CERN is to study particles. Let's have a look of their work and opendata, and try to find the particle from its track. Data from the CMS detector is now available in the CERN homepage. This data can be visualized, for example, in an interactive visualizer that can be found in the OpenData portal in CERN [1]. The Compact Muon Solenoid (CMS) is a general-detector at the large hadron collider. Now students can "detect" the particles that the CMS detector captures using the interactive visualizer of experiments from OpenData.

First students need to know how the detector works.

If the charged particle flies in a homogeneous magnetic field perpendicular to the field lines, it will move along the circle. The force acting on this charged particle is called the Lorentz Force. There is an easy way to remember in which direction the force points by using your left hand: if the lines of the magnetic field enter the palm, and four fingers show where the positive charge moves (against the negative movement), then the thumb flexed by 90 degrees shows the direction of the Lorentz Force. It is always necessary to take into account the charge sign of the particle.

The figure is presented the tracks of three different particles.

All of them are moving from left to right in a magnetic field. The direction of the magnetic field is from the observer and penetrates the plane of the paper (it is represented by the circle with an X; the opposite direction we use a circle with a point).

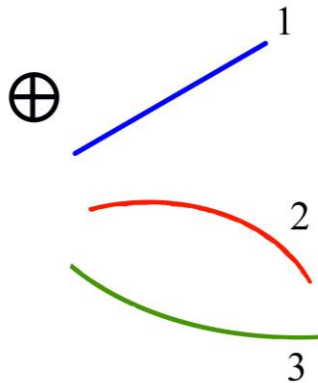


Fig. 1. Tracks of charged particles

The upper track is a straight line. It means that the particle does not carry a charge, so it doesn't feel a force. The middle stripe is rejected down. This particle has a negative charge. The lower track is deflected upward. This particle has a positive charge. The stronger of magnetic field and lower speed, the Lorentz Force is stronger. That's why the track bending greater.

Particles we can detect. *Electron* - a stable elementary particle belonging to the «fermion» family of particles. It has an electrical charge of -1, while its anti particle, the proton has an electrical of +1. *Photon* - a stable elementary particle belonging to the «boson» family of particles. Photons is massless with no electrical charge. *Hadron* - a “heavy” composite particle made of two or more quarks. Hadron can have a single positive charge or be neutral. *Muon* - an elementary particle. Its properties are similar to those of an electron but it is about 200 times heavier. It has an electrical charge of -1.

Modern particle detectors consist of layers of subdetectors each designed to look for particular properties, or specific types of particle.

1. Tracker. Tracking devices reveal the paths of electrically charged particles as they pass through and interact with suitable substances. It records tiny electrical signals that particles trigger as they move through the device. A computer programm then reconstructs the recorded patterns of tracks.

2. Calorimeter. The electromagnetic Calorimeter measures the energy of particles loses when they passe through, they interact with the electrically charges particles in matter. Hadron calorimeter mesures the energy of «hadrons». Calorimeters can stop most known particles exept muons and neutrinos.

3. Muon detector. Muon can penetrate many meters of iron without interacting and aren't stopped by any of CMS'calorimeter and are the only particles which interact with the muon detector.

The teacher can give students the task: "Try to find which particle is detected. Explain why this is such particle".

1. Purple dotted track. The track of particle is line. This means the particle has no charge. It stops in the electromagnetic calorimeter. This is Photon.

2. Green dotted track. The track of particle is line. It has no charge. Particle stops in the hadron calorimeter. This is neutral Hadron.

3. Blue track. The track of particle is curved. Therefore it has a positive charge. It stops in the muon calorimeter. The particle is charged “positive” Antimuon.

4. Navy track. The track of particle is curved. Left hand rule shows us positive charge. It stops in the hadron calorimeter. This is charged “positive” Hadron.

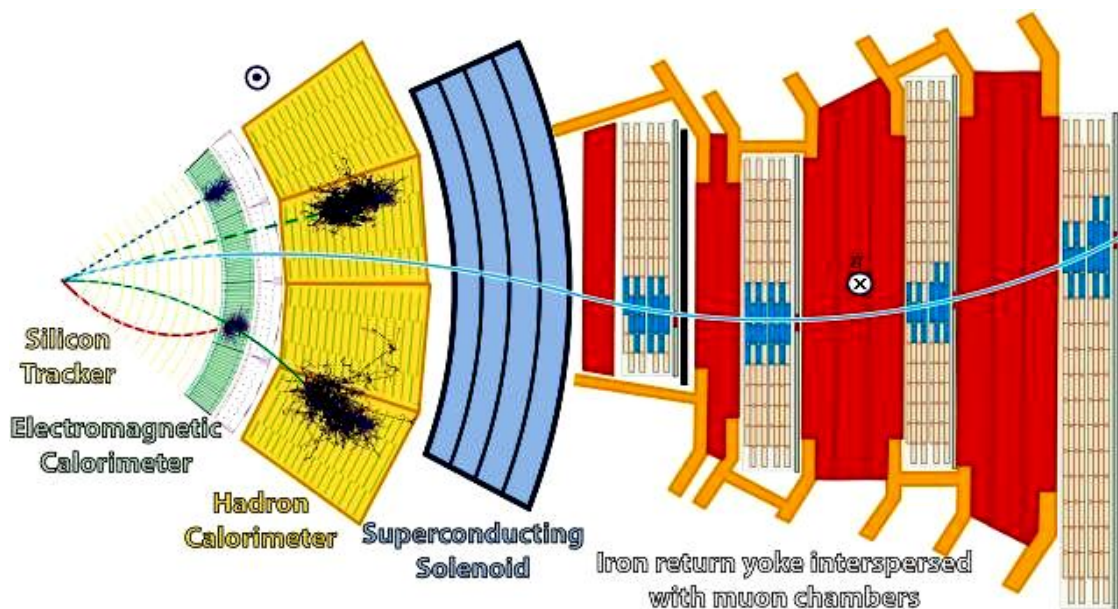


Fig. 2. CMS Detector Slice [3]

5. Red dotted track. The track of particle is curved. Charge is “negative” (left hand rule). It stops in the electromagnetic calorimeter. This is Electron.

So different kinds of particles can be studied measured by interactive visualizer of CMS.

References

1. <https://www.opendata.cern.ch>.
2. <https://home.cern/about/how-detector-works>.
3. https://www.i2u2.org/elab/cms/graphics/CMS_Slice_elab.swf.

Ponomarov Artem, Du Guanghua, Guo Jinlong

Institute of Modern Physics,
Chinese Academy of Sciences,
Lanzhou, China
artem@impcas.ac.cn

Ponomarev Alexander

Institute of Applied Physics,
National Academy of Sciences of Ukraine,
Sumy, Ukraine

OPTIMIZATION OF PROBE-FORMING SYSTEM OF HIGH ENERGY HEAVY ION MICROBEAM IN LANZHOU FOR LOW CURRENT MODE

During the last decade high energy heavy ion (HEHI) beams of tens to hundred MeV/u are becoming more popular for studies of a spatial radiation response or local radiation effect in materials and biological samples. Heavy-ion therapy is an established example of their practical applications [1]. Additional advantages are gained from a focusing of HEHI beam into a micron size probe by a microbeam facility whose main characteristic is a spatial resolution. Resolution depends on both beam and facility parameters and processes of their interaction. Therefore, for a high microbeam resolution its probe-forming system should be optimized for specific applications considering the real parameters of the beam.

Microbeam at Institute of Modern Physics (IMP) in Lanzhou mostly utilizes $^{12}\text{C}^{+6}$ and $^{86}\text{Kr}^{+26}$ ions accelerated by 2 sector cyclotrons to the energy up to 80 MeV/u and 25 MeV/u respectively [2]. The original system was designed for a high current density irradiation. However, in contrast to conventional microprobes the beam from the cyclotron has relatively large energy spread and HEHIs substantially scatter at the edges of the microbeam slits. Therefore, increase in the beam current at the target results in significant increase in the spot size due to chromatic and spherical aberrations. Therefore, the microbeam is successfully implemented mainly in a single-ion mode.

In order to increase its resolution in low-current mode a modernization of the microbeam was carried out as presented in this work. The new object and angular slits, which provide an optimal beam collimation for a maximum system acceptance has been manufactured and installed. The final triplet of magnetic quadrupole lenses has been upgraded with the aim of precision independent alignment for each singlet. Multipole components of these lenses were measured using a method of Hall probe rotation [3]. Their values were taken into account during the optimization of the system with the new geometry by beam optics

simulation. Acceptance of the system was the main optimization criterion as it simultaneously considers chromatic and spherical aberrations. C and Kr beams with their maximum energy, variable energy spread and nonuniform brightness distribution at the entrance to the object slit were taken during the simulation. Parameters of the probe-forming system corresponded to the highest resolution for a given acceptance and their limitations was obtained from the optimization. The first experimental results from the Lanzhou HEHI microbeam after its optimization was also presented.

References

1. M. Durante, R. Orecchia, J.S. Loeffler, Charged-particle therapy in cancer: clinical uses and future perspectives, *Nat. Rev. Clin. Oncol.* (2017). doi:10.1038/nrclinonc.2017.30.
2. G. Du, J. Guo, R. Wu, N. Guo, W. Liu, F. Ye, L. Sheng, Q. Li, H. Li, The first interdisciplinary experiments at the IMP high energy microbeam, *Nucl. Instruments Methods Phys. Res. Sect. B Beam Interact. with Mater. Atoms.* 348 (2015) 18–22. doi:10.1016/j.nimb.2015.01.066.
3. S.V. Kolinko, A.G. Ponomarev, V.A. Rebrov, Precise centering and field characterization of magnetic quadrupole lenses, *Nucl. Instruments Methods Phys. Res. B.* 700 (2013) 70–74. doi:10.1016/j.nima.2012.10.072.

Наукове видання

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

МАТЕРІАЛИ

IV Всеукраїнської науково-практичної конференції
молодих учених з міжнародною участю
(Суми, 24-25 квітня 2018 року)

ISSN 2521-6996

Key title: Sučasni problemi eksperimental'noi, teoretičnoї fiziki ta metodiki navčannâ fiziki

Abbreviated key title: Sučas. probl. eksp. teor. fiz. metod. navčannâ fiz.

Суми: Видавництво СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2018 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 20.04.2018. Підписано до друку 26.04.2018.
Формат 60x84/16. Гарн. Cambria. Друк ризогр. Папір офсет.
Умовн. друк. арк. 4,13. Обл.-вид. арк.5,6.
Тираж 100. Вид. № 20.

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

Виготовлено у видавництві СумДПУ імені А. С. Макаренка