

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем
Кафедра квантової радіофізики та наноелектроніки

До захисту допущено:

«На правах рукопису»

Завідувач кафедри _____ Ганна КАРЛАШ

« 20 » травня 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему:

**«УДОСКОНАЛЕННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНОГО КОМПАКТ-ДИСКУ З
КУРСУ «СПІНХВИЛЬОВА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА»**

Виконав:

студент 2-го курсу магістратури
денної форми навчання
спеціальності 105 Прикладна фізика
ОНП «Прикладна фізика та наноматеріали»
Гедзюк Віталій Миколайович _____

Науковий керівник:

к.ф.-м. н., доцент
Нечипорук Олексій Юрійович _____

Рецензент:

к.ф.-м. н. доцент НТУУ КПІ
Донець Андрій Гергійович _____

Засвідчую, що у цій магістерській роботі
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань,
студент _____

Робота допущена до захисту в ЕК рішенням кафедри квантової радіофізики та
наноелектроніки від «19» травня 2023 р., протокол № 19.

Завідувач кафедри _____,

канд. фіз.мат. наук, доцент

Карлаш Ганна Юріївна

Київ 2023

РЕФЕРАТ

6 джерел, компакт-диск з мультимедійним навчальним курсом "Спін-хвильова електродинаміка та електроніка".

Поновлено перший в Україні повноцінний мультимедійний навчальний університетський курс, який органічно поєднує текст курсу, відповідні ілюстрації, літературні джерела, контекстний словник, тести та аналіз якості освоєння матеріалу користувачем. Курс містить також програми моделювання спін-хвильових процесів в багатошарових структурах, лабораторні роботи та перелік завдань для самостійної роботи. Матеріал курсу є доступним широкому загалу, оскільки його розміщено в комп'ютерній мережі INTERNET.

Створеному компакт-диску присвоєно власний номер міжнародного класифікатору ISSN. Отже його внесено в міжнародний освітній та науковий обіг.

Мультимедійний навчальний курс, інтерактивність, моделювання, тестування, гіперпосилання, Інтернет, хвилі магнітостатичні спінові, намагніченість, дисперсія, ферит

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. Створення мультимедійного навчального курсу “СПІН-ХВИЛЬОВА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА ТА ЕЛЕКТРОНІКА”	5
1.1. Обґрунтування створенню мультимедійного навчального посібника за курсом “СПІН-ХВИЛЬОВА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА ТА ЕЛЕКТРОНІКА” з наступним виданням на компакт-диску та в Інтернеті.....	5
1.2. Обґрунтування вибору авторських систем.....	8
1.2.1 Авторська система HYPERMETHOD 3.0.....	8
1.2.2 Авторська система ToolBook 2.0.....	9
1.2.3 Авторські системи на базі HTML 4.0.....	10
1.3 Блок-схема мультимедійного навчального курсу “СПІН-ХВИЛЬОВА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА ТА ЕЛЕКТРОНІКА”.....	12
1.4 Інтерфейс мультимедійного навчального посібника “СПІН-ХВИЛЬОВА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА ТА ЕЛЕКТРОНІКА”.....	13
1.5 Зміст теоретичної частини мультимедійного навчального курсу “СПІН-ХВИЛЬОВА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА ТА ЕЛЕКТРОНІКА”....	16
ВИСНОВКИ.....	20
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	21

ВСТУП

Актуальність теми.

На даний момент є в наявності колосальна кількість науково-дослідницької інформації за курсом “СПІН-ХВИЛЬОВА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА ТА ЕЛЕКТРОНІКА”. Більшу її частину видано в науково-технічній літературі, зокрема, в журналах, підручниках, монографіях, методичних посібниках, тезах конференцій, та ін. Для засвоєння матеріалу треба вдатися до титанічного труду з пошуку, отримання, копіювання інформаційних джерел, і, найголовніше – осмислення процесів, що описуються.

Саме для економії часу викладача-керівника та його студента і було раніш створено мультимедійний посібник. Поза всім іншим, незважаючи на надмірну кількість різноманітних електронних продуктів, ніша для даного продукту не заповнена. Основною причиною цього є новина ідеї для українських закладів вищої освіти – сплавлення останніх досягнень на терені мультимедійних технологій та накопиченого теоретичного та дослідницького матеріалу у єдиному навчально-демонстраційному продукті. Вже існують спеціалізовані електронні журнали для розсилання електронною поштою або публікації в Інтернеті, демонстрації та описи експериментів на компакт-дисках. Але всі вони лише частково відповідають поняттю мультимедійного навчального посібника.

Таким чином, метою дипломної роботи є:

- Створення оновленої версії мультимедійного навчального курсу "Спін-хвильова електродинаміка та електроніка" з наступним виданням у вигляді компакт-диску та виставленні на сайті в Інтернет.

1 Створення мультимедійного навчального курсу “СПІН-ХВИЛЬОВА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА ТА ЕЛЕКТРОНІКА”

1.1 Обґрунтування створенню мультимедійного навчального посібника за курсом

“СПІН-ХВИЛЬОВА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА ТА ЕЛЕКТРОНІКА” з наступним виданням на компакт-диску та в Інтернеті

При обґрунтуванні необхідності створення мультимедійного навчального курсу “СПІН-ХВИЛЬОВА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА ТА ЕЛЕКТРОНІКА” необхідно враховувати наступне:

1. Існує потреба в систематизації інформації із зазначеної проблематики. Не існує аналогів за данною темою українською мовою.
2. Використання мультимедійних технологій є більш сприйнятним для викладу інформації, оскільки забезпечує органічне поєднання тексту, графіки, відео та звуку в одному навчальному посібнику. При цьому можливою є організація контекстного пошуку за всіма розділами курсу.
3. Мультимедійний підхід є одним з найменш дорогих та доступним видом підручників, особливо за схемою: Інтернет плюс компакт-диск. Більш того, така “пара” дає можливість дистанційного навчання.
4. Простота у використанні та внесенні змін та доповнень до розділів підручника.
5. Створення та впровадження до мультимедійного підручника демонстраційних чи розрахункових програм.
6. Можливість впровадження лабораторних робіт за даною тематикою до навчального курсу.
7. Звернення самої програми до ресурсів за даною темою в Інтернеті.
8. Можливість для студентів самотестування.

9. Використання програми під час проведенні лекційних та семінарських занять.

Сучасні технології дозволяють створити мультимедійний інтерактивний навчальний курс за будь-якою науковою та технічною темою. Згідно з вимогами сучасного життя, для навчання вже недостатньо звичайних книжок чи брошур, що містять текст і графіки або фотографії (тим більше, що необхідної наукової літератури може і не бути в доступній бібліотеці). З'явилася можливість створити зручне для користування поєднання усіх методів передачі інформації. Тепер ми сприймаємо інформацію через мультимедіа. Це вже не просто фарба на папері, що містить корисну інформацію, мультимедійний документ все більше нагадує живого співрозмовника-викладача. Адже він містить, поза обмеженим обсягом інформаційного тексту, оптимальне для розуміння та засвоєння співвідношення графічної та аудіовізуальної інформації.

На даний момент є в наявності колосальна кількість науково-дослідницької інформації за курсом **“СПН-ХВИЛЬОВА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА ТА ЕЛЕКТРОНІКА”**. Більшу її частину видано в науково-технічній літературі, зокрема, в журналах, підручниках, монографіях, методичних посібниках, тезах конференцій, та ін. Для засвоєння матеріалу треба вдатися то титанічного труду з пошуку, отримання, копіювання інформаційних джерел, і, найголовніше – осмислення процесів, що описуються.

Первинна проблема, що з нею стикається дослідник, це – відсутність легкодоступної та високоефективної інформаційної бази літературних відомостей за певною темою. До того ж, розшукуваний матеріал не завжди є в наявності. Ще важче отримати його для роботи поза стінами бібліотеки. За дотримання всіх цих умов виникає найголовніша проблема, це – осмислення суті явищ. Не є секретом, що деякі явища дуже складно осмислити, через їх абстрактну природу. Живе спілкування з викладачем, або керівником важко замінити, проте цілком можливим є змодельовати таке спілкування. До того ж анімація дає можливість проілюструвати різноманітні фізичні процеси.

Якраз для економії часу викладача-керівника та його студента і було замислене створення мультимедійного посібника.

Поза всім іншим, незважаючи на надмірну кількість різноманітних електронних продуктів, ніша для даного продукту не заповнена. Основною причиною цьому є новина ідеї для українських ЗВО – сплавлення останніх досягнень у сфері мультимедійних технологій та накопиченого теоретичного та дослідницького матеріалу у єдиному навчально-демонстраційному продукті. Вже існують спеціалізовані електронні журнали для розсилання електронною поштою або публікації в Інтернеті, демонстрації та описи експериментів на компакт-дисках. Але всі вони лише частково відповідають поняттю мультимедійного навчального посібника.

Перейдемо до опису ключових моментів у створенні мультимедійного посібника. Ними є наступне:

1. Обов'язкова наявність інформаційної бази.
2. Ергономічне поєднання тексту, графічного наповнення, звукового супроводу, відео- та анімаційних вставок.
3. Термінологічний словник.
4. Контекстна пошукова система.
5. Можливість експорту/імпорту інформації.
6. Наявність модулю самотестування та оцінки знань.
7. Нарешті, усе це має бути поєднане однією загальною методологічною ідеєю.

Існує два можливих види публікації описуваного мультимедійного посібника. Перший – видання версії на компакт-диску. Це – досить зручний та недорогий вид видання. Головна його перевага – постійна наявність та швидкий доступ. Другий вид – публікація в Інтернеті. Цей варіант є більш доступним для широкого загалу, проте його зручність безпосередньо залежить від швидкості каналу користувача та програмного забезпечення на його персональному комп'ютері.

Наявність доступу до Інтернету не є обов'язковим для роботи програми, проте є бажаним для внесення змін до неї чи доповнень. Так, автор, або група авторів статті може брати участь у розвитку теми, не контактуючи безпосередньо з розробниками та видавцями мультимедійного посібника. Це робить посібник динамічно поновлюваним.

При розробці мультимедійного посібника передбачається створення та впровадження у тіло продукту демонстраційних програм, що модулюють хвильові процеси у різноманітних багат шарових структурах. Вони дозволяють проводити віртуальні експерименти та лабораторні роботи, отримуючи результати з визначеною достовірністю, а також формувати звіти про експерименти.

Наприкінці кожного розділу та по завершенню самої теми, бажано проводити контроль засвоєння матеріалу та формувати підсумкову оцінку за темою.

Мультимедійні компоненти можуть суттєво візуалізувати лекційний матеріал, що викладається традиційним шляхом.

1.2 Обґрунтування вибору авторських систем

1.2.1 Авторська система HYPERMETHOD 3.0.

При аналізі можливостей застосування цієї авторської системи (АС) необхідно враховувати наступне:

1. HYPERMETHOD 3.0 є однією з вдалих авторська система для створення мультимедійних застосувань, перш за все, з причини її новизни (сучасність програми).
2. Сумісність з форматом даних Microsoft Office
3. Мінімальні вимоги до апаратних ресурсів.
4. Спеціальна адаптація АС для створення навчальних курсів.

Для створення цього посібника передбачалось використання авторської системи HYPERMETHOD 3.0. Це одна з небагатьох АС, що в змозі задовольнити вимоги такого потужного проекту. Програма забезпечує експортування даних для “премастерингу” перед тиражуванням компакт-диску, а також для публікації в Інтернеті. Вимоги програми до системних та апаратних ресурсів є мінімальними, що є важливим. Є в наявності також і ліцензована версія даної програми. Програму спеціально розроблено для створення мультимедійних навчальних курсів. Проте, першим недоліком даної програми є неможливість переглянути проект іншим браузером, окрім вбудованого в пакет програм HYPERMETHOD 3.0. Іншим недоліком є те, що програма невдало працює з великими значеннями роздільності екранів. Вона також погано працює з проектами великого обсягу. Окрім вищезазначеного, програма розрахована на створення окремого фрейму для кожної сторінки нашого підручника. У зв’язку з цим стає дуже незручною розробка навігації підручником.

Таким чином, враховуючи наявність перерахованих важливих, на наш погляд, вад ми відмовилися від використання продукту HYPERMETHOD 3.0..

1.2.2 Авторська система ToolBook 2.0.

При аналізі цієї авторської системи ми вважаємо за доцільне звернути увагу на наступне:

1. **ToolBook 2.0** є спеціалізованою програмою для створення мультимедійних навчальних курсів.
2. Універсальними є вихідні формати даних цієї АС – пара Інтернет плюс компакт-диск.
3. Коректність при роботі з даними..
4. Мінімальні вимоги до апаратних ресурсів.
5. Спеціальна адаптація АС для створення навчальних курсів.

Для створення цього посібника на певному етапі виконання проєкту передбачалося використання авторської системи **ToolBook 2.0**. Програма має великі можливості для створення мультимедійних курсів, такі, наприклад, як інтерактивні вікна, кнопки, зручну систему переходів за посиланнями, а також вбудовану систему пошуку. Проте, програмний пакет має великий перелік недоліків. По-перше, дуже негнучким (точніше, майже незмінним) є інтерфейс, що не дозволяє змінювати багато важливих параметрів сторінки. По-друге, програма є несумісною з MS-Office, що робить неможливим експорт даних між цими пакетами (формули та інші об'єкти). Текстова база нашого підручника була подана у форматі MS-Word. По-третє, пошук термінів був можливий лише за назвами конкретних сторінок, а нам необхідно було б шукати терміни у тексті на сторінці.

Усі ці недоліки не дозволили нам застосувати авторську систему **ToolBook 2.0** для створення мультимедійного навчального курсу.

1.2.3 Авторські системи на базі HTML 4.0

При аналізі можливостей використання цієї авторської системи ми звертаємо увагу на таке:

1. Необмежені можливості HTML 4.0 для створення мультимедійного навчального курсу.
2. Надсучасність формату HTML 4.0.
3. Коректність обробки даних, в тому числі в для MS-Office.
4. HTML 4.0 є фактично єдиним форматом для сучасних Інтернет-броузерів.

В результаті аналізу різних авторських систем, врешті-решт, для створення останньої версії мультимедійного підручника було обрано саме формат HTML 4.0. Цей формат дозволяє на сучасному рівні застосовувати такі необхідні прийоми, як гіперперехід за посиланням. Вдало реалізована обробка графічних файлів. Загальний обсяг підручника вдалося скоротити до мінімального завдяки

розділенню структури підручника на текстовий та графічний масиви даних. Так, з усього інформаційного матеріалу підручника було вибрано формули, змінні, індекси, графіки, таблиці та збережено у вигляді окремих графічних файлів формату GIF та JPEG. З іншого боку, всю текстову інформацію було віднесено до символної бази у кодуванні WIN-1251. За допомогою пакету програм MS FrontPage 98, MS FrontPage 2000, було оптимально та коректно підібрано взаєморозташування графічної та текстової інформації для візуального сприйняття. Саме завдяки створенню символної бази, з'явилася можливість створити контекстний пошук за матеріалом підручника. Це було реалізовано за допомогою технології Java-Applets. До тієї ж технології вдалися для створення таких складових ергономічного інтерфейсу, як кнопки розділів мультимедійного навчального підручника, посилання на його розділи, спливні віконця для рисунків, графіків, таблиць та формул.

1.3 Блок-схема мультимедійного навчального курсу “СПІН-ХВИЛЬОВА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА ТА ЕЛЕКТРОНІКА”

Взаємозв’язок всіх структурних елементів мультимедійного навчального курсу можна подати за допомогою наступної блок-схеми.

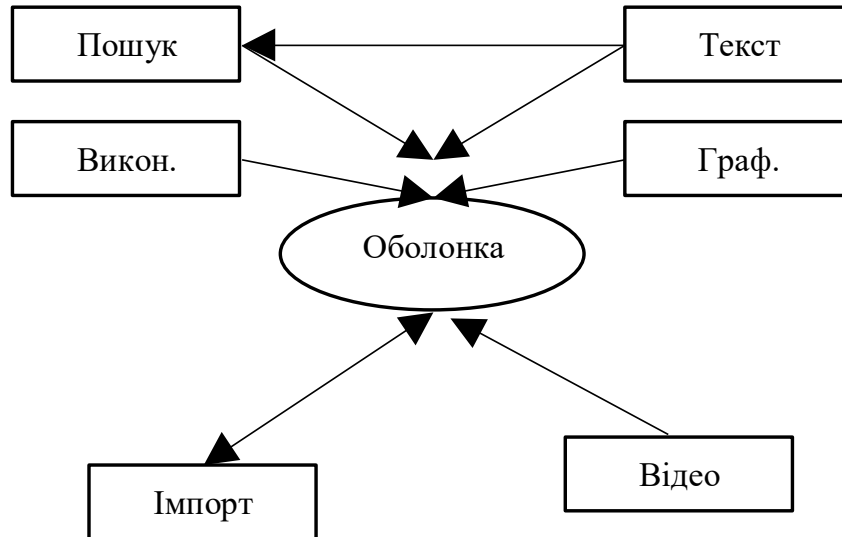


Рис.1.1 Блок-схема мультимедійного навчального курсу
“СПІН-ХВИЛЬОВА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА ТА ЕЛЕКТРОНІКА”

Зробимо короткі роз’яснення кожної з складових блок-схеми.

1. Текст – інформаційна база даних у символній формі (теоретична частина), що містить весь інформаційний матеріал.
2. Граф. – графічне доповнення текстової інформації: графіки, рисунки, формули, індекси, змінні та інше (усі файли знаходяться у директоріях Images);
3. Відео – відеозвернення авторів до користувачів посібником (файл Preview.avi);
4. Викон. – модульовальні демонстраційно-розрахункові програми;
5. Пошук – глобальна пошукова система;
6. Імп. – імпорт різноманітних даних, що використовуються посібником;
7. Оболонка – структура управління та користувацький інтерфейс посібника.

1.4. Інтерфейс мультимедійного навчального пісбника “СПН-ХВИЛЬОВА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА ТА ЕЛЕКТРОНІКА”

Фізично інтерфейс підручника складається з трьох незалежних одне від іншого вікон. Перше (зліва) – навігаційне вікно, куди виводиться зміст файлу keys.htm. Воно створено для забезпечення навігації користувача по мультимедійному навчальному курсу. У вікно друге (згори) виводиться навіганійна інформація місця знаходження користувача у підручнику. До нього подається зміст масиву файлів типу titl_*.htm. Велике середнє вікно створене для подання основного обсягу інформації навчального курсу з масиву файлів типу p0*.htm.

Перейдемо до опису кожного з елементів інтерфейсу мультимедійного навчального курсу. У навігаційному вікні праворуч ми бачимо 10 активних елементів, таких як: кнопки “Довідка”, “Зміст/Навігація”, “Моделювання”, “Тестування”, “Лабораторні”, “Словник термінів”, “Рисунки”, “Література”, “Архів” та вікно вводу “Пошук”.

1. Довідка. Тут ми отримуємо доступ до параграфів, що подають:

- інформацію про авторів – фотографії, стислі біографічні відомості;
- інформацію про програму - подано останню версію та її відмінності від попередніх, рекомендації з апаратного та програмного забезпечення, можливі особливості роботи даної програми;
- відомості про факультет радіофізики, електроніки та комп’ютерних систем Київського національного університету імені Тараса Шевченка;
- відомості про кафедру квантової радіофізики (квантової фізики та наноелектроніки) Київського національного університету імені Тараса Шевченка;
- розділ, в якому розробники програми пропонують навчальний курс користування мультимедійним навчальним курсом;
- плани доповнення у майбутньому представленого курсу.

2. Зміст/Навігація. За допомогою цього розділу користувач має можливість здійснювати переходи між потрібними розділами посібника через активацію мишкою.
3. Моделювання. Тут подано дві розрахунково-демонстраційні програми, за допомогою яких ми маємо змогу моделювати:
 - дисперсію різних типів МСХ у тривимірному просторі хвильових чисел та частот у структурі метал-діелектрик-ферит-діелектрик-метал (МДФДМ),
 - лінії затримки на різних типах МСХ у структурі метал-діелектрик-ферит-діелектрик-метал (МДФДМ).
4. Тестування. Важливим та новаторським компонентом для посібника такого призначення став розділ для самотестування. Воно складається з певного переліку питань з багатоваріантними відповідями. Протягом процесу самотестування, студент отримує запитання з бази даних, разом з чотирма варіантами відповідей. Обравши одну з них, він автоматично переходить до наступного питання. По закінченні тестування виводиться середній бал успішності, перелік усіх запитань, вірні відповіді та коментар.
5. Лабораторні. Тут наведений вичерпний матеріал з виконання лабораторних робіт
 - “Керований нвч-генератор з лінією затримки на магнітостатичних хвилях у колі зворотного зв'язку”,
 - “Магнітостатические волны в ферритовых пленках и определение магнитных параметров”.
6. Словник термінів. Необхідним елементом мультимедійного навчального курсу за науковою темою є термінологічний словник. Представлений інтерактивний термінологічний словник, сподіваємося стане прототипом суттєво розширеного обов'язкового елемента в майбутніх виданнях. На цей час він складається з 32 термінів спеціального вжитку з вичерпним тлумаченням.
7. Рисунки. В цьому розділі мультимедійного навчального курсу подано увесь перелік ілюстративного матеріалу за розглянутими темами. Оперуючи

мишкою користувач отримує доступ до необхідного рисунку та його пояснення.

8. Література. Загальний опис бібліографічних джерел подано у цьому розділі, в тому числі, і детально для кожної глави посібника.
9. Архів. Тут зібрано весь матеріал посібника з курсу у зручному для часткового редагування та друку форматі MS-Word (.doc). Обравши будь-яку потрібну главу, можна відкрити її у вікні редактора MS-Word та обробити відомими методами.
10. Вікно вводу “Пошук”. Наявність розвинутої пошукової системи у представленому мультимедійному навчальному курсі є необхідною передумовою зручного і приємного інтерфейсу. Ввівши вираз для пошуку у вікно вводу та натиснувши Enter, користувач дає запит системі. Обробивши базу даних, створену шляхом індексації файлів з відповідним текстовим наповненням, система надає перелік “лінків” до файлів, що відповідають умовам запиту, або видає повідомлення про відсутність таких файлів. Натиснувши на відповідний “лінк”, користувач автоматично потрапляє до шуканого.

За вікном відображення місця розташування, користувач слідкує за своїми пересуваннями за сторінками мультимедійного навчального курсу. Такі вікна розроблені у двох типах.

1. Перший тип використовується для пересування за службовими розділами. Він лише повідомляє назву цього додаткового розділу.
2. Другий тип використовується при роботі з текстом глав посібника. Окрім інформації про “Розділ”, “Частина” та “Главу” маємо чотири навігаційні кнопки, за допомогою яких ми можемо робити послідовну прокрутку за структурами посібника.

1.5 Зміст теоретичної частини мультимедійного навчального курсу “СПІН-ХВИЛЬОВА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА ТА ЕЛЕКТРОНІКА”

В цьому розділі ми подаємо зміст текстової частини мультимедійного навчального курсу.

Вступ

Розділ 1. Спін-хвильова електродинаміка

1. Основи електродинаміки феромагнітних діелектриків

1.1.1 Рівняння Ландау-Ліфшиця

1.1.2 Система рівнянь Максвелла. Граничні умови

1.1.3 Тензор магнітної проникності феромагнетика

1.2 Електромагнітні хвилі в безмежному магнітогіротропному середовищі

1.3. Безобмінне магнітостатичне наближення і границі його застосування

1.4 Рівняння Уокера

2. Магнітостатичні хвилі в ізолюваному феритовому шарі

2.1 Магнітостатичні хвилі в дотично намагніченому феромагнітному шарі

2.1.1 Постановка задачі

2.1.2 Поверхневі МСХ

2.1.3 Зворотні об'ємні МСХ

2.2 Магнітостатичні хвилі в нормально намагніченому феритовому шарі

2.3 МСХ в похило намагніченому феромагнітному шарі

2.4 Хвилі і коливання в феромагнітних пластинах і плівках скінчених розмірів

2.5 Врахування впливу магнітної кристалографічної анізотропії

2.5.1 Поля магнітної кристалографічної анізотропії в об'ємних монокристалах

2.5.2 МСХ в дотично намагніченому анізотропному прошарку.

2.5.3 МСХ в нормально намагніченому анізотропному феритовому прошарку

2.5.4 Хвилі в прошарках із змішаною анізотропією

2.6 Експериментальне дослідження дисперсії МСХ

2.7 Розподіл енергії МСХ в ізолюваному феритовому шарі

3. Магнітостатичні хвилі в феромагнітних шарах з доменною структурою

3.1 Розмагнічуюче поле полосової періодичної доменної структури

3.2 Тензор магнітної проникності феромагнетика з ППДС

3.2.1 Випадок одновісних кристалів

3.2.2 Випадок кубічних кристалів

3.3 МСХ в одновісних феромагнетиках з доменною структурою

3.4 МСХ в кубічних феромагнетиках з доменною структурою

3.5 Експериментальні дослідження магнітостатичних збуджень в феритах з ППДС

4. Магнітостатичні хвилі в багат шарових структурах

4.1 Дисперсійне співвідношення для МСХ в структурі метал-діелектрик-ферит-діелектрик-ферит-діелектрик-метал

4.2 МСХ в структурі метал-діелектрик-ферит-діелектрик-метал

4.2.1 Поверхневі МСХ в структурі МДФДМ

4.2.2 Зворотні об'ємні МСХ в структурі МДФДМ

4.2.3 Нормальне намагнічування структури МДФДМ

4.3 Хвилі в структурі з двома феритовими шарами

4.4 ПОМСХ в структурі з двома феритовими прошарками

4.5 ПМСХ в металізованій структурі з двома феритовими прошарками

5. Магнітостатичні хвилі в неоднорідних феритових плівках

5.1 Постановка задачі

5.2. Асимптотичні розв'язки

5.3 Точний розв'язок

5.4 Чисельний метод розрахунку дисперсії (метод пристрілки)

5.5 Пряма і зворотна задачі для ПОМСХ в безобмінному наближенні

5.6 Аналіз експериментальних спектрів ПОМСХ неоднорідної плівки ЗІГ

5.7 Пряма і зворотна задачі для ЗОМСХ в безобмінному наближенні

5.8 Аналіз експериментальних спектрів ЗОМСХ неоднорідної плівки ЗІГ

5.9 Магнітостатичні хвилі в екранованій структурі з неоднорідним феритовим шаром

5.10 Аналіз та узагальнення результатів досліджень

6. Електромагнітні хвилі в шаруватих структурах з феритом

6.1 Електромагнітні хвилі в дотично намагніченому шарі

6.2 Електромагнітні хвилі в феритовому шарі з доменною структурою

6.3 Електромагнітні хвилі в шарі, намагніченому вздовж нормалі

6.4 Хвилі в металізованих структурах

7. Згасання магнітостатичних хвиль і коливань в багат шарових структурах з реальними параметрами

7.1 Основні означення та математичні уявлення

- 7.2 Феноменологічний опис згасання магнітостатичних збуджень
- 7.3 Згасання магнітостатичних хвиль і коливань у феритових шарах
 - 7.3.1 Згасання біжучих магнітостатичних хвиль
 - 7.3.2 Згасання магнітостатичних коливань
- 7.4 Згасання МСХ в діелектричних підкладках
 - 7.4.1 Загальний підхід до опису втрат МСХ в діелектричних підкладках
 - 7.4.2 Парамагнітне поглинання МСХ в підкладці гадоліній –галієвого гранату
 - 7.4.3 Природа магнітних втрат в монокристалі гадоліній-галієвого гранату
 - 7.4.4 Діамагнітні підкладки для епітаксійних гранатових структур
- 7.5 Вплив металевих підкладок на згасання МСХ
- 7.6 Особливості процесів релаксації в епітаксійних гранатових плівках

8. Збудження магнітостатичних хвиль і коливань

- 8.1 Підходи до вирішення задачі збудження МСХ струмом
- 8.2 Опір випромінювання мікросмужкових антен МСХ
- 8.3 Отримання співвідношень ортогональності для магнітостатичних мод
- 8.4 Збудження МСХ і МСК заданим зовнішнім НВЧ полем

9. Взаємодія магнітостатичних хвиль зі спіновою системою парамагнітного кристалу

- 9.1 Квантове підсилення МСХ в структурі ферит-парамагнетик
 - 9.1.1 Теорія ефекту квантового підсилення МСХ
 - 9.1.2 Квантове підсилення МСХ в структурі ЗІГ-рубін
 - 9.1.3 Квантове підсилення МСХ в мм-діапазоні довжин хвиль
 - 9.1.4 Підсилення МСХ в монолітних структурах
 - 9.1.5 Динамічний діапазон підсилення МСХ
 - 9.1.6 Розширення смуги підсилення
- 9.2 Вплив парамагнетика на дисперсію МСХ
 - 9.2.1 Вплив підкладки ГГГ на дисперсію МСХ в епітаксійних гранатових плівках
 - 9.2.2 Вплив підкладки ГГГ на спектр ФМР в епітаксійних гранатових плівках

Розділ 2. Спін-хвильова електроніка

Вступ

1. Лінії затримки на МСХ

- 1.1 Загальні принципи побудови лінії затримки

1.2. Бездисперсійні лінії затримки. Лінії затримки з лінійною дисперсією

1.3. Бездисперсійні лінії затримки з перебудовою

2. НВЧ фільтри

2.1 Фільтри на об'ємних монокристалах феритів

2.2 Фільтри на епітаксійних феритових плівках

2.2.1 Смугозагороджуючі фільтри.

2.2.2 Смугопр пропускаючі фільтри

2.3. Багатоканальні фільтри

3. Стан теоретичних основ розрахунку фільтрів та ЛЗ на МСХ

4. Термостабілізація пристроїв на МСХ

Післямова

ВИСНОВКИ

Поновлено перший в Україні мультимедійний навчальний курс “СПІН-ХВИЛЬОВА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА ТА ЕЛЕКТРОНІКА”. Даний програмний продукт органічно поєднує текст курсу, ілюстрації, літературні посилання, контекстний словник, тести на аналіз якості освоєння матеріалу користувачем, аудіо та відео матеріали. Компакт-диск містить також програми моделювання спін-хвильових процесів в багаточарових структурах (а саме, дисперсії різних типів хвиль в тривимірному просторі хвильових чисел та частот та ліній затримки в багаточарових структурах), як і лабораторні роботи, що супроводжують теоретичний лекційний курс. Мультимедійний курс відрізняється також невідволікаючим дизайном, наявністю декількох фреймів, що спрощує роботу з матеріалом, простотою перегляду матеріалу через такі популярні програми як Internet-Explorer та інші. Окрім цього, матеріал підручника є доступним широкому загалу користувачів, оскільки його розміщено в комп’ютерній мережі Internet.

Під час роботи над мультимедійним курсом досягнуто підвищення його ефективності та актуальності, зокрема:

- забезпечено відповідність даних про радіофізичний факультет (з березня 2014 року – факультет радіофізики, електроніки та комп’ютерних систем);
- кафедру квантової радіофізики (Кафедру радіофізики та нанолектроніки);
- за результатами аналізу роботи продукту виправлено помилки програми та невідповідність її специфікаціям;
- усунуто окремі функціональні дефекти з метою забезпечення стабільної роботи застосунку;
- актуалізовано контент мультимедійного курсу.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Г.А. Мелков, О.В. Прокопенко, «Вибрані розділи з курсу мікрохвильова електродинаміка та електроніка», Навч. посібник, Київ, 2013. – 226 с.
2. Зависяк И.В., Тычинский А.В. Физические основы функциональной микроэлектроники. – Киев: УМК ВО, 1989.-105 с.
3. Данилов В.В., Зависяк І.В., Нечипорук О. Ю. Спінхвильова електродинаміка. Київ, ВПЦ Київський Університет, 2008. – 351 с.
4. P. Kaboš , V. S. Stalmachov, Magnetostatic Waves and Their Application, Springer Dordrecht, 1994. – 303 pp.
5. Daniel D Stancil, Anil Prabhakar, Spin Waves: Theory and Applications, Springer Science & Business Media, 2009. - 348 pp.
6. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. М, 1982. 620 С.