

Фіз.-тех. ф-т
729



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
ВИКЛАДАЧІВ, СПІВРОБІТНИКІВ,
АСПРАНТІВ І СТУДЕНТІВ
ФІЗИКО-ТЕХНІЧНОГО ФАКУЛЬТЕТУ
(19-26 КВІТНЯ)



Всього: 2 збори
к/х-1
к/х-1
р.н. 23.07.07

Суми
Вид-во СумДУ
2007

к/х-1

061.3:53:61.403
Т 29

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

ВИКЛАДАЧІВ, СПІВРОБІТНИКІВ,

АСПРАНТІВ І СТУДЕНТІВ

ФІЗИКО-ТЕХНІЧНОГО ФАКУЛЬТЕТУ

(19-26 КВІТНЯ)

448200-111811

Суми
Вид-во СумДУ
2007

**Сумський державний
університет
БІБЛІОТЕКА**

СЕКЦІЯ 1. “ЕЛЕКТРОННЕ ПРИЛАДОБУДУВАННЯ”

ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПРИСТРОЇ НА ОСНОВІ ВУГЛЕЦЕВИХ НАНОЧАСТИНОК ТА НАНОТРУБОК

студ. Кондрахова Д.М.

Дослідженню вуглецевих наночастинок та нанотрубок надається зараз велика увага: вивчаються їх оптичні властивості, енергетика і орієнтація фулерів в трубці, теплопровідність і термодинамічні властивості. Розглядається можливість конструювання на їх основі нанoeлементів пам'яті. Експериментальні і теоретичні дослідження довели можливість відносного обертання оболонки наночастинок $C_n@C_m$, яке може відбуватися направленою подачею енергії. У роботі [1] досліджувалися можливості створення пристроїв на базі вуглецевих наночастинок та нанотрубок. Моделювання нанопристроїв, а також вивчення їх функціонування здійснюється модифікованим методом сильного зв'язку. Були розроблені нанoeмітери на основі вуглецевих нанотрубок. Спостерігався ефект зниження роботи виходу плівок з вуглецевими нанотрубками, що мають локальні дефекти стовбура. Потенціал іонізації нанотрубки помітно знижується з появою на стовбурі атомів кисню: для трубки C_{72} , наприклад, від 7.18 до 6.39 еВ. При цьому емісійна здатність нанотрубок визначається, зокрема, геометричними розмірами (діаметром та довжиною) і хіральністю.

1. Глухова О.Е. Функциональные устройства на основе углеродных наночастиц и нанотрубок // Тонкие пленки в оптике и электронике.- Харьков: ННЦХФТИ, 2006.-С. 362-366.

РОЗРОБКА ТУНЕЛЬНОГО МІКРОСКОПА ДЛЯ НАВЧАЛЬНИХ І НАУКОВИХ ЛАБОРАТОРІЙ

студ. Демиденко М.Г. доц. Проценко С.І.

У світі існує багато видів тунельних мікроскопів. Тому метою даної роботи є узагальнення і виготовлення економічно доступного тунельного мікроскопу, який може використовуватись в дослідженнях та лабораторних практикумах, наукових та навчальних лабораторіях вищих навчальних закладів.

Розроблений тунельний мікроскоп дає можливість розрізняти два атоми у щільноупакованих решітках, які знаходяться на відстані не менше $\sim 4\text{\AA}$. Прилад працює у таких режимах: топографії, постійного струму та постійної висоти. Це методи реєстрації, що застосовується при дослідженні малих достатньо плоских ділянок і дозволяють одержувати зображення в реальному часі. За допомогою тунельного мікроскопа можна досліджувати як металічні зразки так і неметали, а також прилад дозволяє досліджувати як плівкові так і масивні зразки, легко вибираючи потрібну ділянку для сканування. Розроблений тунельний мікроскоп підключається до промислового комп'ютера через ISA карту АЦП/ЦАП PC20TR компанії bmc messysteme gmb. В рамках даної роботи розробляється програмне забезпечення для керування тунельним мікроскопом з можливістю подальшої обробки отриманого зображення. Середовищем програмування слугує продукт компанії National Instruments LabVIEW 8.2. На основі розробленої конструкції тунельного мікроскопу можливе виготовлення таких приладів, як вакуумний тунельний мікроскоп та атомно-силовий мікроскоп.

ОТРИМАННЯ ЗНОСОСТІЙКИХ ПОКРИТТІВ МЕТОДОМ ІОННО-ПЛАЗМОВОГО ОСАДЖЕННЯ В УСТАНОВЦІ УВНД 80-005

Ст. викл. Шпетний І.О., студ. Рекурн М.Ю.,
студ. Кошатко М.С.

Метод іонно-плазмового осадження покриттів має ряд переваг перед екологічно небезпечним гальванічним виробництвом: зниження енергоспоживання в 5-6 разів, підвищення продуктивності в 2-3 рази, зменшення витрат дефіцитного матеріалу до 5 разів [1]. Даний метод дозволяє отримати тонкоплівкові покриття товщиною від 1 до 200 мкм на основі нітридів, карбідів, карбонітридів, оксидів, що мають високу твердість, тепло- та зносостійкість. Для отримання зносостійких покриттів використовувалася вакуумна іонно-плазмова установка УВНД 80-005. Технологічний цикл нанесення покриттів в даній установці складається з наступних операцій:

1. Шліфівка поверхні інструмента до значення R_a не більше 0,63 мкм для збільшення площини контакту з корпусом тримача.

2. Контроль якості поверхні деталі на наявність дефектів.

3. Попередня очистка пластини перед осадженням покриття: ультразвукова очистка в гарячій воді, промивка в дистильованій воді, просушка та промивка гідролізним спиртом.

4. Іонна очистка в вакуумній камері з нагріванням деталей до температур 200-600°C та витримкою впродовж 15-20 хв.

5. Осадження покриття у вакуумі із високошвидкісного плазмового потоку в умовах бомбардування пластин іонами Ti та одночасним проходженням плазмохімічної реакції їх з реакційним газом-азотом.

Експериментальні результати та аналіз літературних результатів показали, що на якісні характеристики покриттів впливають декілька основних технологічних факторів: сила струму дуги, парціальний тиск газу-реагенту, товщина покриття та ін. Однак більшість технологічних параметрів цього процесу мають як прямий так і непрямої вплив через зміну температури поверхні, на яку осаджується покриття. Найбільш складно керованим фактором є температура підкладки як на етапі іонної очистки, так і в процесі нанесення покриття. Від температури підкладки залежать не тільки макроскопічні властивості отриманого покриття, але і його структура.

В установці УВНД 80-005 управління роботою блоку іонної очистки забезпечується блоком титронів – металокерамічних комутуючих ламп. Вони дозволяють імпульсно подавати високовольтний потенціал на підкладкотримач, що попереджують запалювання коронного розряду у вакуумній камері в процесі іонної очистки. Дана технологія покращує адгезійні властивості та експлуатаційні характеристики покриття. В результаті експериментальних досліджень було встановлено, що з підвищенням температури підкладки до 520°C мікротвердість покриття збільшується. При подальшому рості температури мікротвердість істотно знижується. Значний вплив на мікротвердість покриття має також величина тиску азоту в камері. Встановлено, що з підвищенням тиску азоту в камері від 0,013 до 0,665 Па мікротвердість покриття збільшується майже у два рази. При подальшому збільшенні натікання азоту в камеру мікротвердість покриття не підвищується.

1. Береснев В.М., Перлов Д.Л., Федоренко А.И. Экологически безопасные вакуумно-плазменные оборудование и технологии нанесения покрытий. – Харьков: ХИСП, 2002.- 300 с.

ВИДИ ТА НАПРЯМИ СУЧАСНОЇ МІКРОСКОПІЇ

маг. Селіфонова К., доц. Кульментьева О.П.

Розмір об'єкту, який може сприйматися людським оком, визначається кутом зору, тобто відношенням розміру об'єк-та до відстані між об'єктом та спостерігачем. Мінімальний кут зору, який відповідає роздільному сприйняттю оком двох точок, складає $1 - 2^\circ$; це відповідає відстані між точками в $0,2 - 0,3$ мм, якщо об'єкт знаходиться на відстані 250 мм від ока. Дія оптичних приладів зводиться до збільшення кута зору, яке сприймається як збільшення розмірів об'єкту.

До кінця першої чверті ХХ сторіччя основним методом дослідження металів була металографія. Зараз поряд з оптичним мікроскопом широкого застосування знаходять електронні мікроскопи. Ці прилади дозволили вивчити структуру та зрозуміти властивості металевих матеріалів.

Металографічний мікроскоп дозволяє розглядати при збільшенні непрозорі тіла у відбитому світлі. Металографічний мікроскоп складається із оптичної системи, освітлювальної системи з фотографічною апаратурою та механічної системи. В наш час існують такі оптичні мікроскопи як інвертовані, прямі та стереомікроскопи, які використовуються для матеріалознавства та широкого кола галузей застосування. Провідними виробниками оптичних мікроскопіє є фірми Leica (Німеччина), OLYMPUS (Японія) та інші.

Збільшення оптичного мікроскопу у кращому випадку досягає 1500 крат, тоді як електронний мікроскоп забезпечує значно більше збільшення.

У *трансмісійному електронному мікроскопі* спостерігають на проходження або самі металічні фольги та плівки, або зняті з поверхні масивного зразка репліки товщиною

меншою за тисячні долі міліметра. Електронно-оптичне збільшення трансмісійного мікроскопу залежить від прискорюючої напруги. Так, при прискорюючій напрузі $U = 100$ кВ збільшення становить 400 – 40000 крат, при $U = 75$ кВ – 400 – 500000 крат, а при $U = 50$ кВ – взагалі 400 – 600000 крат.

Дослідити поверхню зразка дозволяє *растровий (скануючий) електронний мікроскоп*. У ньому вузький електронний промінь сканує всю поверхню зразка. Виникаючий при цьому струм відбитих або розсіяних від поверхні електронів створює відповідне зображення на екрані електронно-променевої трубки або на екрані комп'ютера. Збільшення такого мікроскопу складає від 10 до 100000 крат. Суттєвою перевагою його є велика глибина різкості зображення. Завдяки цьому з його допомогою вдається достатньо чітко спостерігати поверхні з глибоким рельєфом, наприклад поверхні злому. Якщо оптична мікроскопія дозволила вперше побачити будову металічних матеріалів, то електронна мікроскопія дала інформацію щодо деталей тонкої внутрішньої структури та елементів рельєфу поверхні. Оптична металографія відкрила можливості спостереження типів, розташування та процесів утворення структурних складових у металі; електронна ж металографія стала незамінною для спостереження дефектів кристалічної решітки, від яких залежать властивості металів.

Цифрова мікроскопія – новітній напрямок сучасної оптичної мікроскопії. Вона базується на аналізі зображень, отримуваних за допомогою цифрових комплексів. Цифровий комплекс складається з цифрового мікроскопу та комп'ютера. Цифровий комплекс оснащений спеціальним програмним забезпеченням, яке дозволяє вимірювати оптичні параметри об'єкта, та проводити фотометричні вимірювання зразків, які досліджуються.

ВАКУУМНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ОБОРУДОВАНИЕ – ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЙ XXI ВЕКА

доц. Кульментьева О.П., студ. Елизаренко Д.

Проводится обзор по материалам выставки вакуумного оборудования, которая проходила в Москве в марте текущего года.

Вакуумное оборудование различных фирм успешно применяется для решения широкого спектра промышленных и научных задач в таких областях:

- *Электронная, электротехническая, коммуникационная и оптическая промышленность* (полупроводниковые изделия, плоские дисплейные панели, конденсаторы, микросхемы, гибкие печатные платы, компактные аккумуляторные батареи, батареи топливных элементов, теплозащитные и электромагнитные экраны, щетки электродвигателей для особых условий эксплуатации, оптические, магнитооптические и магнитные диски, магнитные головки, термопечатающие головки, электронные и электронно-лучевые трубки, зеркальные рефлекторы, светотехническая арматура, корпуса электроприборов);
- *Гелиоэнергетика – энергетика нового поколения* (производство солнечных батарей, солнечные элементы, пленки избирательного поглощения, гибкие нагревательные элементы, солнечные коллекторы, аморфный кремний);
- *Машиностроение и автомобильная промышленность* (коррозионно-стойкие покрытия на металлических деталях, защитно-декоративные покрытия на пластмассах, прозрачные электропроводящие покрытия на стеклах, зеркалах и фарах, теплообменники, радиаторы, маслобаки, теплообменники для кондиционеров);
- *Фундаментальная наука, медицинская промышленность, научно-исследовательская деятельность* (изготовление наружной обшивки космических кораблей, ускорителей,

оборудования с использованием тяжелых частиц для лечения онкологических заболеваний, приемочных трубок рентгеновского компьютерного томографа, хирургических лазеров и других хирургических инструментов, анализаторов поверхности, вакуумных систем, генных чипов);

- *Строительство, мебельная и легкая промышленность* (элементы куполов церквей, декоративные панели, архитектурные стекла, теплоотражающие стекла, оконная арматура, сантехническое оборудование, мебельная и др. фурнитура, сувениры, спортивные кубки, призы, элементы декораций, упаковка для парфюмерии и других товаров, бижутерия, галантерейная фурнитура);

- *Химическая промышленность* (пигменты меняющегося цвета для денежных банкнот и других документов);

- *Производство материалов* (производство водородопоглощающих сплавов, формозапоминающих сплавов, теплоотражающего стекла, активных материалов, тугоплавких металлов, изделия из магнитов, керамики, наночастиц, танталовых конденсаторов, и модификация поверхностей).

Некоторые из еще недавних научно-исследовательских проектов, финансируемые известными западными фирмам, стали инновационными и в настоящее время служат основой развития важнейших технологий XXI века, особенно для создания энергосберегающих систем, создания эффективных материалов для электроники, защиты окружающей среды. Так, проект по нанесению лития на рулонные материалы, выполняемый фирмами SIDRABE и "МЭШ плюс", позволил получить такие материалы для источников тока, которые значительно повышают эффективность современных аккумуляторных батарей при исключении многих рисков для окружающей среды, а успешно выполненные фирмой ULVAC проекты в области солнечной энергетики открывают большие возможности и перспективы для развития технологии в этом направлении.

ЗАСТОСУВАННЯ ПЛІВКОВИХ МАТЕРІАЛІВ ЯК ЧУТЛИВИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕНЗОЕЛЕКТРОННИХ ПРИЛАДІВ

маг. Рагуліна О.П., доц. Однодворець Л.В.

На основі явища тензоефекту створюються різноманітні прилади сучасної електронної техніки: датчики тиску і деформації, гідрофони, мікрофони із розміщенням чутливих плівкових елементів на діафрагмах, стрижнях та циліндричних поверхнях. Характерною рисою сучасної плівкової сенсорної техніки є використання багатокомпонентних тензорезисторів.

На прикладі тензо- і терморезисторів на основі $\text{Pd}_{0,87}\text{Cr}_{0,13}$ викладена загальна концепція конструювання сенсорів, особливістю якої є їх багатофункціональність (див., наприклад, [1]). Сенсори такого вигляду є стабільними і високотемпературними, тому вони успішно використовуються для тензометрії лопаток турбін та інших вигнутих конструкцій. Тензорезистори на основі композиційних плівкових матеріалів мають відносно велике значення коефіцієнту тензочутливості γ_1 і широкий температурний інтервал. Наприклад, у волокнах на основі Fe, Si, B, Nb і Cu $\gamma_1 = 520 - 5000$ одиниць, плівки TiB_2 , TiSi_2 , TaSi_2 та WSi_2 мають γ_1 від 1 до 3 одиниць та інтервал робочих температур до 600 К; у тонко- та товстоплівкових тензорезисторах на основі порошків із металевих оксидів (IrO_2 , V_2O_5), компактованих у різні пасти величина $\gamma_1 = 5 - 17$. Відносно велике значення γ_1 для оксидів ванадію досить типова ситуація, оскільки і у випадку плівок VO [1] $\gamma_1 = 80$ при $d = 205$ нм. У плівках In-Sn-оксид (інтервал робочих температур до 1720 К), величина γ_1 характеризується двома температурними інтервалами. Від 270 до 1070 К γ_1 змінюється

від -6 до -4, а в інтервалі 1070 – 1370 К різко збільшується від -4 до +15 одиниць. Метод реактивного розпилення суміші 90 ваг.% In_2O_3 і 10 ваг.% SnO_2 при температурі 370 К відкриває хорошу перспективу використання цього резистора в тензометрії. Застосування оксидних плівкових матеріалів, зокрема TiO_2 як тензорезисторів ($\gamma_l = 30$) є методологічною основою методу вимірювання коефіцієнту тензочутливості при згинанні підкладки консольного типу. Вкажемо на деякі напрями застосування тензорезисторів: за допомогою т.зв. вертикального товстоплівкового тензорезистора на основі ZrSiO_4 з домішками Si та Zr проводять вимірювання баричного коефіцієнта опору $\gamma_p = \frac{dR}{Rdp}$ і перпендикулярних деформацій.

Тензорезистор на основі плівки манганину застосовують для вимірювання на основі співвідношення для γ_p всестороннього тиску; на основі плівкового сплаву Pt-W - для вимірювання тиску плазми у вакуумній камері. Чутливим елементом сенсора може виступати також мікротрансформатор O-подібної форми (Рис.1), виготовлений, із плівки магнітоеластичного сплаву $\text{Ni}_{0,45}\text{Fe}_{0,55}$.

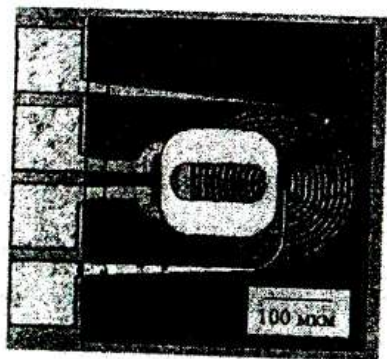


Рис.1 Сенсор на основі мікротрансформатора

1. Тензочутливість металевих плівок: теоретичні моделі, експериментальні результати, застосування / Великодний Д.В., Гричановська Т.М., Однорець Л.В. та ін. // Вісник СумДУ. Серія: Фізика, математика, механіка. – 2007, №5(101). – С.3 – 49.

Пристрій селекції рухомих об'єктів для радіолокаційних станцій

к.т.н., доц.. Н.Н. Ляпа, курсант Б.В. Ворона

(Військовий інститут РВіА СумДУ)

Бойова техніка і озброєння (в тому числі і високоточна зброя), що швидко розвиваються, викликають суттєві зміни в змісті сучасного загальновійськового бою, методах управління військами, способах вогневого ураження і діях військ, в організації і здійсненні їх всестороннього забезпечення.

Система селекції рухомих об'єктів забезпечує подавлення сигналів, відбитих від місцевих предметів, і підсилення сигналів від рухомих об'єктів. Принцип її роботи оснований на використанні ефекту Доплера, тобто властивості електромагнітних хвиль змінювати свої властивості (частоту та фазу), відбиваючись від предметів, що рухаються відносно джерела випромінювання. Використовуючи цей ефект, можна також визначити швидкість руху об'єкта, що раніше не вважалося доцільним.

Принцип роботи пристрою визначення швидкості об'єкта базується на тому, що блок управління вмикає лічильники по задньому фронту сигналу, який надходить від місцевого гетеродина, а вимикає — по задньому фронту відбитого від об'єкта сигналу. Таким чином підраховується зсув по фазі між випроміненим і відбитим від об'єкта сигналами, за яким і визначається швидкість руху об'єкта.

Розглянута структурна схема пристрою, який дозволяє визначити швидкість руху об'єкта (Рис.1).

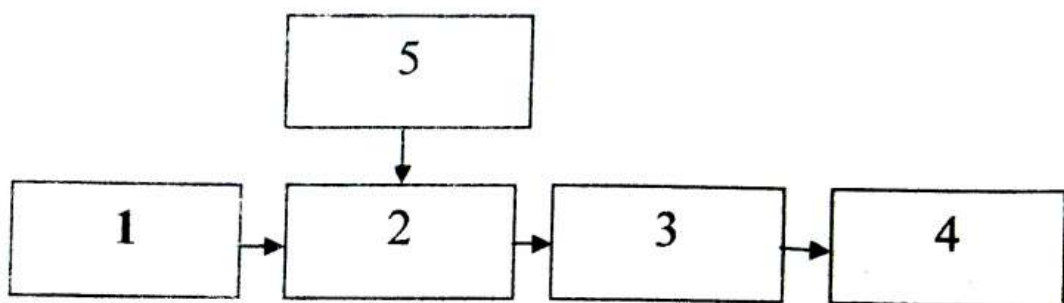


Рис.1. Структурна схема пристрою визначення швидкості руху об'єктів.

де:

- 1 – Блок управління;
- 2 – Блок лічильників;
- 3 – Пороговий пристрій;
- 4 – Блок індикації;
- 5 – Блок генератора.

Блок лічильників побудований таким чином, що з останнього лічильника знімається готове значення швидкості руху цілі.

Блок генератора задає частоту лічильникам.

Пороговий пристрій дозволяє відфільтрувати помилкові сигнали з дуже незначним зсувом по фазі.

На екрані блоку індикації спостерігається числове значення швидкості руху цілі.

Введення такого пристрою в систему селекції рухомих об'єктів радіолокаційної станції дозволить швидше і ефективніше визначити пріоритети об'єктів розвідки.

ПІДСИСТЕМА АНАЛОГО-ЦИФРОВИХ ПЕРЕТВОРЮВАНЬ ЗВУКОВИХ СИГНАЛІВ

к.т.н., доц. М.М. Ляпа, курсант А.О. Бічевий
(Військовий інститут РВіА Сум ДУ)

Підвищення рівня автоматизації та комп'ютеризації всіх підрозділів звукової розвідки зумовлює необхідність розробки нових принципів ведення бою. Наша держава йде шляхом реформування Збройних Сил, що в свою чергу зумовлює необхідність використання новітніх досягнень науки і техніки. В цьому плані постають нові задачі перед артилерійською розвідкою, складовою частиною якої є звукометрична розвідка. Задачі звукової розвідки:

- розвідка та визначення координат батарей (гармат) наземної артилерії, ствольної зенітної артилерії, безвікатних гармат, реактивних установок та мінометів по звуку їх пострілів;
- обслуговування стрільби по звуку розриву снаряду;
- визначення координат стріляючих гармат (батарей) або відхилень від цілі снарядів по звуку їх розривів.

Підвищення вимог до ефективності розвідки вогневих позицій противника автоматизованими комплексами звукової розвідки вимагає вдосконалення технічних засобів, пошуку нових способів та методів вирішення питань обробки розвідувальної інформації, які б забезпечили покращення тактико-технічних характеристик комплексів пасивної звукової локації.

Головною метою розробки алгоритмів первинної обробки звукових сигналів, що можуть бути реалізовані алгоритмами виявлення та аналого-цифрового перетворення корисних сигналів, шляхом наближення квазіоптимальних алгоритмів до оптимальних.

В даній доповіді представлена структурна схема аналого-цифрових перетворювань звукових сигналів звукометричного комплексу АЗК-7. (рис. 1).

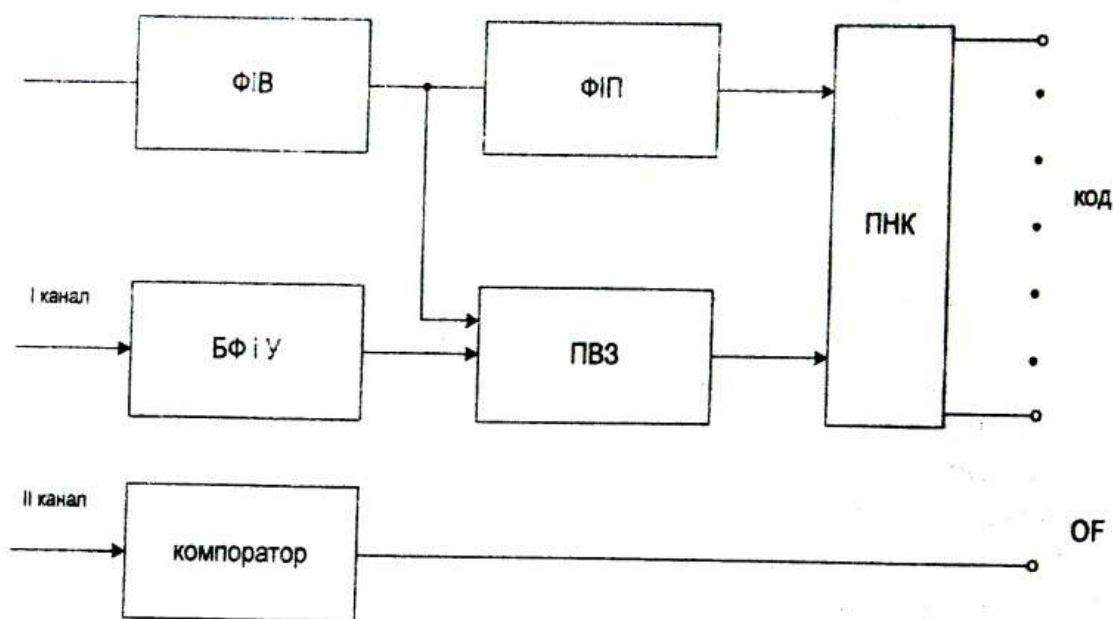


Рис. 1 – Структурна схема системи аналого-цифрових перетворювань звукових сигналів.

де:

- ФІВ – формувач імпульсів вибірки;
- ФІП – формувач імпульсів пуску;
- БФ і У – блок фільтрації і узгодження;
- ПВЗ – пристрій вибірки зберігання;
- ПНК – перетворювач напруга-код.

Впровадження запропонованого пристрою в систему обробки інформації покращить такі тактико-технічні характеристики, як:

- точність визначення координат цілей;
- надійність всієї системи;

а це впливає на:

- зменшення розмірів пристрою;
- зменшення енергоємності системи,

що є запорукою підвищення боєготовності підрозділів звукометричної розвідки.

БЛОК ВІДОБРАЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ В СИСТЕМІ КЕРУВАННЯ ТА ВІДЛІКУ

**к. т. н., доц. М. М. Ляпа, курсант Р. А. Кривошесв
(Військовий інститут РВІА СумДУ)**

Артилерійська розвідка являє собою комплекс приладів та пристроїв, а також озброєння та техніку, що здатні підтримувати та обслуговувати роботу артилерійських підрозділів.

Складовою частиною такого комплексу є радіолокаційна розвідка наземного базування, що призначена для спостереження та виявлення рухомих наземних цілей противника, визначення координат стріляючих батарей, а також для обслуговування своїх підрозділів.

Принцип роботи такої розвідки базується на ефекті Доплера.

В умовах сучасного розвитку електронних систем та швидкої зміни умов ведення бойових дій існуючі станції не здатні забезпечити високу точність роботи, надійність та справне функціонування. Із-за застарілої елементної бази виник ряд недоліків: ускладнено зчитування даних стосовно положення діаграми направленості антени, неточність видаваної інформації, ненадійність роботи приладів та ін.

З метою покращення роботи станцій запропоновано замінити елементну базу, що дозволить зменшити габарити, підвищити швидкість роботи станції, зменшити енергоємність пристрою та підвищити його надійність.

В даній роботі розглядається один із варіантів удосконалення блоку відображення інформації системи керування та відліку. Показано алгоритм роботи нового пристрою, що заснований на принципі дії вимірювача часових інтервалів. Принцип роботи запропонованого пристрою полягає в підрахунку різниці сигналів, що виникають на приймачі сельсина та відображенні його на екрані індикатора після попереднього перетворення у цифровий код.

Наведена структурна схема блоку відображення інформації (рис. 1).

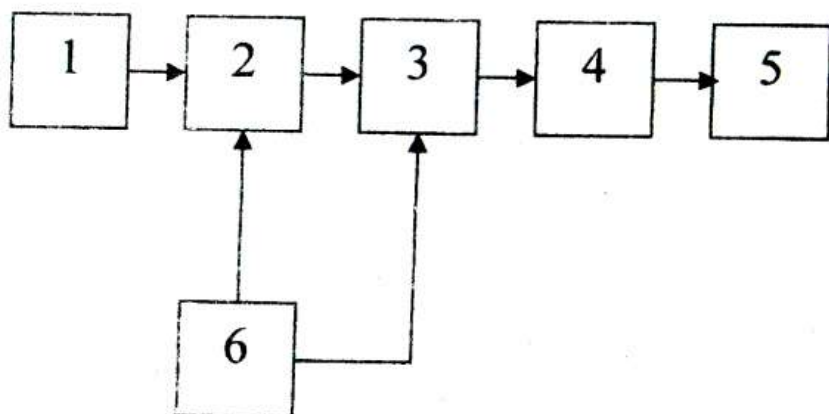


Рис. 1 – Структурна схема вузла відображення інформації

- де 1 - блок формування фронтів;
2 - блок дозволу і заборони роботи пристрою;
3 - блок підрахунку керованого сигналу;
4 - блок перетворення коду;
5 - блок індикації;
6 - блок генерації еталонних сигналів.

Розглянутий пристрій покращить тактико-технічні характеристики станції, що в свою чергу позитивно вплине на підвищення бойової готовності підрозділів артилерійської розвідки.

ПРОЕКТУВАННЯ УНІВЕРСАЛЬНОГО КОНТРОЛЕРА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЙОГО РОБОТИ

маг. Гончаренко О.В., інж. Логоша С.М.

Мікропроцесори та мікроконтролери стали новим класом ЕОМ внаслідок малої матеріаломісткості і вартості, низького енергоспоживання і високої надійності. Використання мікропроцесорної техніки в системах автоматичного регулювання (САП) сприяє їх надійності і ефективності, робить їх більш дешевими і простими. Універсальні прилади, що регулюють роботу САП дістали назву контролери.

Робота присвячена проектуванню контролера для компресорної установки, та дослідженню його роботи під дією різних факторів. Методика роботи полягає у дослідженні впливу температури на вимірювальні канали контролю температури всередині корпусу контролера і на його електричні тракти аналогових входів. Температурну обробку здійснено за допомогою наступного устаткування: теплова камера нагрівання; теплова камера охолодження; еталонний термометр опору ТСПН-0381; калібратор напруги, струму ПЗ20. Похибка вимірювання була розрахована згідно ГОСТ 8.009-84.

Дослідження показали, що границі інтервалу, в якому з ймовірністю $P=0,95$ знаходиться відносна похибка аналогово каналу, складають $\pm 5\%$. Додаткова похибка каналу при зміні температури на кожні 10°C приблизно $0,05\%$. Для проектованого контролера похибка аналогових електричних трактів знаходиться в межах допустимої (не перевищує 1%) в інтервалі температур від -10°C до 60°C . Похибка вимірювального каналу температури практично не змінюється на всьому робочому інтервалі температур ($-10^\circ\text{C} - 60^\circ\text{C}$).

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИХ ТА АНАЛІТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СПЕКТРОМЕТРА СЕВ-30

Студ. Бондаренко Д.О доц. Опанасюк Н.М.

В аналітичній практиці одне з ведучих місць займають інструментальні методи аналізу, засновані на вимірюванні певних фізичних або фізико-хімічних властивостей речовини.

При спектральному емісійному аналізі використовуються спектри випромінювання атомів і іонів, які носять лінійчатий характер і мають структуру, однозначно пов'язану з енергетичною структурою електронних рівнів атомів і іонів хімічних елементів. Атоми хімічних елементів мають властивість вибірково випромінювати електромагнітні хвилі.

Для кожного хімічного елемента існують електромагнітні випромінювання з цілком визначеною резонансною довжиною хвилі, і на вимірюванні інтенсивності цих спектральних ліній базується атомно-емісійний спектральний аналіз. Завдяки своїй винятковій швидкості і чутливості при цілком прийнятній точності аналізу спектральний емісійний аналіз широко застосовується у різних галузях науки і техніки.

На ВАТ "SELMI" був розроблений і виготовлений дослідний зразок спектрометра СЕВ-30, який здатен конкурувати з найбільш сучасними закордонними аналогами спектрометрів ААС і АЕС-ІЗП.

Характерною рисою даного спектрометра є застосування в ньому новітнього джерела одержання оптичного спектра, за допомогою якого вдалося одержати велику чутливість, низьку межу виявлення по більшості хімічних елементів і великий динамічний діапазон виміру масової концентрації.

Крім того, з його допомогою, можна визначати мікродомішки неметалів, наприклад вуглецю, йоду, кремнію, фосфору, сірки. Ці елементи на атомно-абсорбційних приладах не вимірюються.

Основна ідея нового емісійного методу одержання спектра полягає у збудженні несамостійного газового розряду за допомогою електронів у парах сухого залишку аналізованої проби рідини, попередньо переведеної в пар

термічним нагріванням.

Необхідною умовою одержання достовірних і відторжуваних результатів при кількісному аналізі на спектрометрі СЕВ-30 є правильно здійснений підбір наступних параметрів аналізу: температури атомізації й очищення, анодної напруги, напруги живлення ФЕП, температури і тривалості стадій сушіння й озоління, об'єму нанесеної на спіраль проби.

Важливими параметрами є також вибір спектральної лінії, ширина вхідної і вихідної щілин монохроматора МДР-41, режим роботи підсилювача спектрального сигналу (підсилення сигналу з постійною анодною напругою, або з модульованою з частотою 10 кГц).

СЕВ-30 може реально конкурувати з найбільш передовими на даний час емісійними спектрометрами з індуктивно-зв'язаною плазмою й абсорбційними спектрометрами з електротермічним атомізатором а по багатьох параметрах і перевершує ці прилади (Таблиця 1).

Таблиця 1- Межі виявлення деяких елементів (мкг/л) різними спектроскопічними методами

Назва елемента	Полум'яний ААС	Термічний ААС	Емісійний ІЗП	Емісійний СЕВ-30
Алюміній	30	4	1,5	1,5
Бор	500	43	1,5	0,6
Мідь	3	0,2	ОД	0,05
Цинк	5	0,08	0,1	0,03
Кадмій	8	0,2	0,5	0,03
Свинець	10	2	2	0,4
Миш'як	40	5	12	5
Ртуть	200	7,5	-	5
Марганець	2	0,08	0,3	0,05
Нікель	10	0,3	0,2	0,1
Кобальт	7	0,4	0,5	0,1
Залізо	10	1	0,8	1
Хром	8	2	0,5	0,5
Ванадій	20	5	0,8	0,5

Сучасні системи контролю деформації та температури в фізичному експерименті

студ. Каверін М.В, доц. Проценко С.І.

На данному етапі розвитку техніки, в умовах масового виробництва, на чільне місце вийшла проблема пов'язана з впровадженням засобів та систем автоматизації і контролю.

Людина не в змозі безпосередньо проконтролювати весь технологічний процес, одночасно спостерігати за операціями, що відбуваються протягом кількох сотих секунди, реєструвати і вчасно передавати інформацію, яка стосується умов перебігу експерименту.

На кафедрі прикладної фізики, для автоматизації фізичних експериментів використовується середовище графічного програмування LabVIEW 8.2.1 (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) компанії National Instruments.

Ця система дозволяє розробляти програмне забезпечення для класичних автоматизованих систем управління і також для диспетчеризації будівель і для систем телемеханіки в енергетиці або на транспорті. Основними функціями цієї системи можна назвати:

- зборка, первинна обробка і накопичення інформації о параметрах технологічного процесу і промислових контролерів безпосередньо пов'язаних з датчиками і виконуючими механізмами.
- відображення інформації о параметрах технологічного процесу на екрані комп'ютера у виді графічних мнемосхем.
- відображення графіків текучих значень параметрів технологічного процесу у реальному часі за заданий інтервал.

- виявлення критичних(аварійних) ситуацій.
 - операторське управління технологічного процесу.
- Реалізація механізму автоматизації здійснюється завдяки використанню як програмних так і апаратних засобів.

В даній роботі для дослідження тензорезистивних властивостей плівкових матеріалів створено автоматизовану систему на базі модулів аналогового вводу ADAM-4018, ADAM-4019+ релейного модулю ADAM-4060, веб камери для реєстрації зображення мікрогвинта, з подальшим розпізнаванням рисок. Для реалізацій функцій машинного зору використовувався модуль Vision Development Module 8.2 компанії National Instruments.

Розроблена нами програма дає змогу в режимі реального часу реєструвати опір зразка, розраховувати деформацію [1], будувати експериментальні залежності $R(\epsilon)$, зберігати отримані результати, при потребі робити експорт отриманих результатів в Microsoft Word, Excel, Diadem або в формат .pdf та проводити дослідження з мінімальною участю оператора.

1. Проценко С.І., Черноус А.М. Дослідження і прогнозування тензорезистивних властивостей плівкових систем на основі Cr, Cu, Sc //Металлофиз. новейшие технологи 2003-Т.25.№5.- С.587-601.

СЕКЦІЯ 2: ФІЗИЧНІ ПРОЦЕСИ В МАТЕРІАЛАХ МІКРО- І НАНОЕЛЕКТРОНІКИ

ВПЛИВ РІЗНИХ МЕХАНІЗМІВ РОЗСІЮВАННЯ ЕЛЕКТРОНІВ НА ВЕЛИЧИНУ ПРОВІДНОСТІ МУЛЬТИШАРІВ

асп. Синашенко О.В.

Відкриття в 1988 році в плівковій системі Fe/Cr ефекту гігантського магнітного опору викликало помітний інтерес до багат шарових систем феромагнетик – немагнітний метал. З точки зору практичного застосування важливо забезпечити як можна більше магніторезистивне відношення $(\rho - \rho_0) / \rho_0$ (ρ , ρ_0 – питомий опір при наявності та відсутності магнітного поля).

Значний вплив на провідність, а отже, магніторезистивне відношення зумовлюють різні механізми розсіювання.

Зовнішнє поверхнєве та внутрішнє зерномежове розсіювання електронів вперше були описані в моделях Фукса – Зондгеймера та Майядаса – Шатцкеса. На відміну від одношарових плівок на електрофізичні властивості мультишарів суттєво впливає межа поділу та пов'язані з нею процеси (дифузія, фазоутворення на інтерфейсах).

При спробі вивчити інтерфейсне розсіювання електронів у тришаровому сендвічі Au/X/Au ($X = \text{Fe}, \text{Co}, \text{Ni}$) [1] було встановлено існування різниці між розсіюванням на поверхні непокритої плівки Au та покритої матеріалом X. В другому випадку величина розсіювання виявилась більшою. Також було показано, що вплив зерномежового розсіювання на величину провідності багат шарової плівкової системи є домінуючим.

На прикладі вивчення питомого опору багат шарових плівок Ti/Al [2], були теоретично враховані всі механізми розсіювання електронів. Розрахунки залежностей відповідних опорів від величини коефіцієнту $k=(d_1+d_2)/\lambda_0$ (d_1, d_2 - товщини шарів Ti та Al, λ_0 - середня довжина вільного пробігу електрона в масивному Al) на основі експериментальних даних показали, що при $k = 0,1 - 1,0$ зерномежеве і поверхневе розсіювання дають приблизно однаковий внесок у питомий опір, у той час як інтерфейсне розсіювання від 5 ($k = 0,1$) до 3 ($k = 1,0$) разів менший. Майже однаковий внесок в питомий опір дають ці три механізми розсіювання лише при $k \geq 9$.

Як показано в роботі [3], на питому провідність тонких металевих плівок суттєво впливає величина середньої довжини вільного пробігу електрону, яка для різних металів має різні значення. Цей вплив проявляється за рахунок зерномежевого розсіювання.

Розрахунок величини внеску спін-залежного розсіювання в провідність полікристалевого сендвіча [4] показав, що цей механізм розсіювання підсилюється із зменшенням розміру зерен феромагнітних шарів та збільшенням глибини зерномежевої дифузії в їх об'єм атомів немагнітного шару. Експериментальна перевірка зроблених припущень здійснювалась на прикладі плівкової системи Co/Cu/Co. З ростом температури відпалювання до $T=510\text{K}$ спостерігалось зростання магніторезистивного відношення від 0,7% до 4%. Подальше відпалювання до $T=650\text{K}$ призводить до спаду магнітоопору до 0,5% і збільшення розміру зерна у 2-3 рази.

У доповіді аналізуються результати робіт [5-7], присвячені теоретичному аналізу таких актуальних питань як електричний опір інтерфейсів [5], проходження

електрона через межу зерен при їх дифузному [6] або дзеркальному [7] відбитті від межі зерен.

1. de Vries J.W.C. Interface scattering in triple layered polycrystalline thin Au/X/Au films (X=Fe, Co, Ni) // Solid State Com. - 1988. - V.65, №3. -P.201 - 204.
2. Resistivity of Ti/Al multilayered thin films/ R. Banerjee, R. Ahuja, S.Swaminathan et al. // Thin Solid Films. - 1995. - V.269. - P.29 - 35.
3. Zang W., Brongersma S.H., Richard O. Influence of the electron mean free path on the resistivity of thin metal films // Microelectronic Engineering. - 2004. - V.76. - P.146- 152.
4. Свиркова Н.Н. Влияние рассеяния электронов на межзёренных границах магнитных слоёв на магнитнорезистивное отношение поликристаллического сэндвича при поперечном переносе заряда // ЖТФ. – 2004. –Т. 74. – С.14-19.
5. Zang S., Levy P.M. Interplay of the specular and diffuse scattering at interface of magnetic multilayers // Phys.Rev.B. - 1998. - V.57, №9. - P.5336 - 5339.
6. Латышев А.В., Юшканов А.А. Точное решение задачи о прохождении тока через границу раздела кристаллитов в металле // ФТТ. – 2001. – Т. 43. – Вып.10. – С. 1744-1750.
7. Латышев А.В., Юшканов А.А. Протекание тока через границу раздела кристаллитов при произвольном коэффициенте прохождения и зеркального отражения // ФММ. – 2007. – Т. 103. - №1. – С. 26-35.

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ БАГАТОШАРОВОЇ ПЛІВКОВОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ Cu ТА Cr МЕТОДОМ РЕНТГЕНІВСЬКОЇ РЕФЛЕКТОМЕТРІЇ^{*)}

асп. І.М.Пазуха

Дослідженню структури та дифузійних процесів, що відбуваються на межі поділу окремих шарів в багатошарових плівкових системах, приділяється значна увага в останні роки. Це пов'язано в першу чергу з тим, що процеси, які відбуваються на інтерфейсах визначають електрофізичні, магнітотранспортні та інші їх властивості в цілому. Дослідження структури багатошарових плівкових систем проводилось методом рентгенівської рефлектометрії. Даний метод спектроскопічний і базується на вимірюванні відбиваючої здатності рентгенівських променів поверхнею матеріалу, що досліджується, поблизу кута повного зовнішнього відбиття. Рентгенівська рефлектометрія дозволяє здійснювати пошаровий фазовий аналіз зразка без його руйнування. Дана можливість обумовлена залежністю глибини формування відбитого випромінювання від кута, під яким випромінення падає на зразок. В роботі були досліджені системи $[Cr/Cu]_n/П$, де n – кількість фрагментів (П – скляна підкладка), отримані методом термічного випарування у вакуумній установці ВУП-5М (тиск залишкової атмосфери $\sim 10^{-3}$ Па). Порівняльний аналіз отриманих результатів із результатами моделювання структури багатошарової системи показала, що в свіжо сконденсованих системах та після відпалювання до 630 К зберігається індивідуальність окремих шарів, про що свідчить майже повна ідентичність експериментального та змодельованого спектрів.

^{*)} Робота виконана в Карловому університеті (м.Прага)

ФАЗОУТВОРЕННЯ В ДВОШАРОВИХ ПЛІВКАХ Co/Ag ТА Co/Au

маг. Алфімова О.О., маг. Ахмед М. Махмуд,
асп. Чешко І.В.

Перспективним напрямом приладобудування є застосування матеріалів, в яких спостерігається гігантський магнітоопір. Найпоширенішими такими матеріалами є мультишари або гранульовані сплави на основі Co та Ag (Au, Cu). Як показує аналіз літературних даних, проблема стабільності інтерфейсу в мультишарах зі спін-залежним розсіюванням електронів маловивчена і далекою до свого вирішення. З метою детального вивчення процесів фазоутворення в таких системах нами раніше було представлено результати дослідження в плівковій системі на основі Co та Cu [1]. У даній роботі приводяться результати вивчення особливостей структурно-фазового стану двошарових плівок Co/Ag та Co/Au.

Зразки на основі Co та Ag або Au отримувались у високовакуумній установці на основі магніторозрядного насоса НМДО-160 (тиск залишкових газів $\sim 10^{-5}$ Па) шляхом резистивного випарування (Ag і Au) та з допомогою електронно-променевої гармати (плівки Co) з швидкістю 0,1 - 1 нм/с. Товщина шарів вимірювалась методом кварцового резонатора з точністю $\pm 0,1$ нм. Для проведення мікроскопічних та електроннографічних досліджень використовувався мікроскоп ПЕМ-125К.

Одношарові плівки Co мають ГЦП ґратку з мілкодисперсною структурою, а плівки Au та Ag - ГЦК ґратку (рис.1 а) з середнім параметром $\bar{a}_{Ag} = 0,4081$ нм та $\bar{a}_{Au} = 0,4073$ нм. Двошарові плівки Co/Ag та Co/Au у невідпаленому стані мають двофазний склад (рис.1 б). Як

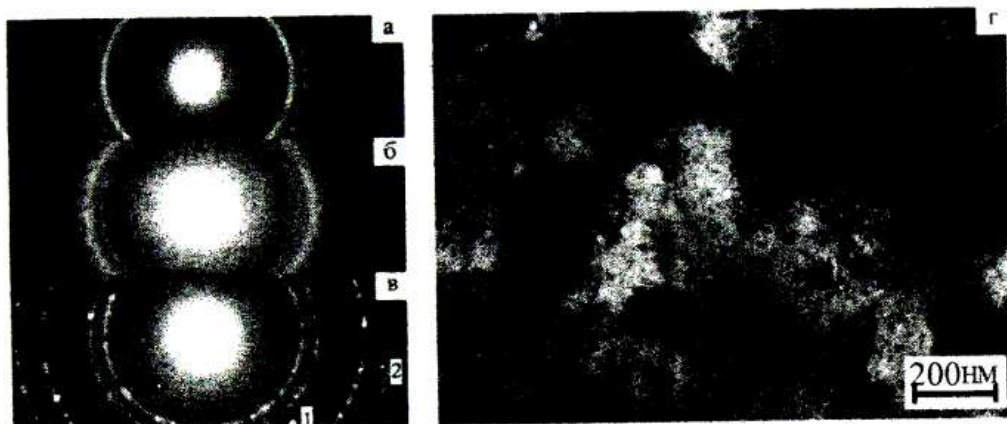


Рис.1. Електронограми від одношарової плівки Ag(40)/П (а) та двошарової плівки Co(40)/Ag(40)/П до (б) та після відпалювання до $T_{\text{від}}=630\text{K}$ (в) і мікроструктура плівки Co(40)/Ag(40)/П після відпалювання до $T_{\text{від}}=630\text{K}$ (г) В дужках вказана товщина в нм. 1, 2 – екстрарефлекси від гранул Со. П – підкладка

показує електронографічний аналіз, в процесі відпалювання до $T_{\text{від}}=630\text{--}700\text{K}$ спостерігається утворення твердих розчинів т.р. (Ag-Co) (рис.1 в) та (Au-Co) (табл.1)

Таблиця 1 - Розшифрування дифракційної картини від плівкової системи Au(50)/Co(40)/П

l, в.о.	d, нм	hkl	Фаза	Параметр градки т.р. (Au-Co), нм
1 ср.	0,2370	111	т.р. (Au-Co)	0,4105
2 С.	0,2060	200	т.р. (Au-Co)	0,4120
3 сл	0,1462	10.2	ГЦП – Со	-
4 сл.	0,1450	220	т.р. (Au-Co)	0,4101
5 сл.	0,1243	311	т.р. (Au-Co)	0,4122
6 сл.	0,1072	20.1	ГЦП – Со	-
7 сл.	0,0938	331	т.р. (Au-Co)	0,4090
\bar{a} т.р.(Au-Co) = 0,4107 нм				

та стабілізація гранулованог стану, який проявляється в утворенні гранул Co в матриці Ag або Au (на рис.1 в позначені рефлекси від цих гранул). При узагальненні електроннографічних досліджень двошарових плівок, що пройшли термовідпалювання, приходимо до висновку про обмежену розчинність Co в Ag та Au (рис.2), оскільки параметр решітки т.р. (Ag-Co) та (Au-Co) практично не змінюється при збільшенні концентрації до 70 – 80 ат.% Co. При подальшому збільшенні концентрації, скоріше за все, відбувається утворення т.р. на основі ГЦК ґратки Co з відповідно зменшеним параметром.

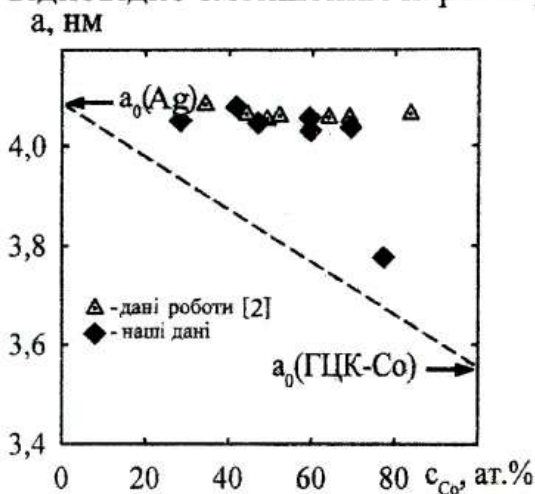


Рис.2. Залежність параметра ГЦК- ґратки т.р. (Ag-Co) від загальної концентрації атомів Co в двошарових плівках. a_0 – параметр решітки масивних зразків. - - - - правило Вегарда

Отримані залежності питомого опору одношарових, двошарових та багатошарових плівок на основі Co та Ag або Au від температури в процесі термовідпалювання до $T_{\text{від}}=630-700$ К підтверджують висновок про утворення твердих розчинів.

Робота виконана під керівництвом проф. Проценка І.Ю.

1. Protsenko I.Y., Cheshko I.V., Jaworski Ja.. Solid solution formation in Co/Cu ultrathin films systems // Functional Materials. – 2006. - V.13, № 2. - P. 219-222.
2. Correlation between the structural and transport properties of granular CoAg systems prepared by MBE / A. Azizi, S.M. Thompson, K. Ounadjela et al. // J.Magnet. Magn. Mater. – 1995. - V. 148. - P. 313 – 314.

СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В ЖЕЛЕЗЕ, МОДИФИЦИРОВАННОМ ИМПУЛЬСНОЙ ПЛАЗМОЙ

доц. Кульментьева О.П., маг. Денисенко Р.

В настоящей работе исследовалось влияния действия импульсной плазмы на поверхность незакаленного железа. Образцы диаметром 2,5 мм обрабатывались пламенно-детонационным методом на установке Импульс-5. В качестве эродируемого электрода использовался вольфрамовый электрод. После обработки проводились исследования как исходного образца, так и модифицированного слоя, который образовался в результате высокотемпературного воздействия импульсной плазмы. Для исследования применялся растровый электронный микроскоп РЭМ-103, снабженный энерго-волновым и дисперсионным микроанализаторами.

Анализ электронно-микроскопических изображений показал, что в результате действия плазмы на поверхности железа возникают локальные области, в которых в результате поглощения энергии происходит расплавление и последующая высокоскоростная кристаллизация материала. Об этом свидетельствуют изменения рельефа поверхности - образовалась пористая стеклоподобная структура. Микроанализ облучённого образца позволил установить, что в результате плазменно-детонационной обработки происходят изменения элементного состава поверхности образца - появляются такие элементы как вольфрам, кислород и углерод, которые могут образовывать в модифицированном слое новые фазы. Наличие пор можно объяснить газовыделением, из объёма образца газовых примесей, вносимых в образец пламенной струей.

СТРУКТУРА ТА ВЛАСТИВОСТІ ПОКРИТТІВ НА ОСНОВІ Ti ТА Cr

доц. Кульментьєва О.П, маг. Селіфонова К.

Найважливішою проблемою в області захисних покриттів є підвищення їх фізико-механічних властивостей, що дає змогу підняти експлуатаційні властивості матеріалів. Це визначає необхідність вивчення закономірностей отримання та зміни структури покриттів із тугоплавких сполук при нагріванні. Таким чином, вивчення пружних, міцнісних властивостей та твердості покриттів виявляється актуальною науковою та практичною задачею сучасного матеріалознавства. В даній роботі наведено результати дослідження структури та властивостей покриттів на основі Ti та Cr, отриманих вакуумно-плазмовими методами. Було вивчено одношарові та багатошарові покриття.

Аналіз літератури показав що отримані таким чином покриття можуть мати як однофазну, так і багатофазну структуру. Субстехіометричні, а також двох- та багатофазні покриття на основі титану, які містять тетрагональну ϵ -Ti₂N фазу, мають високу твердість, але в той же час виявляються дуже крихкими, і через це не отримали широкого застосування.

Порівняльний рентгенофазовий аналіз встановив, що покриття із CrN мали різні фазові склади, які формувалися при різних тисках азоту: при низьких тисках утворювалася фаза Cr₂N, при подальшому збільшенні тиску було виявлено двохфазну структуру Cr₂N+CrN. І, нарешті, при максимальних тисках утворювалася однорідна структура CrN. Покриття ж із TiN не мали багатофазності при різних умовах осадження. Це, імовірно, пов'язано з дуже широкою областю гомогенності нітриду титану.

Електронний мікроскопічний аналіз покриттів виявив неоднорідність структури та утворення мікрокрапельної металевої фази при низьких тисках азоту для обох видів покриттів (рис. 1). Як наслідок утворення крапельної фази та, імовірно, помітний ріст пористості при низькому тиску газу покриття (рис. 1, а) призводили до низького модулю пружності. При збільшенні тиску реакційного газу крапельна фаза поступово зникала (рис. 1, б).

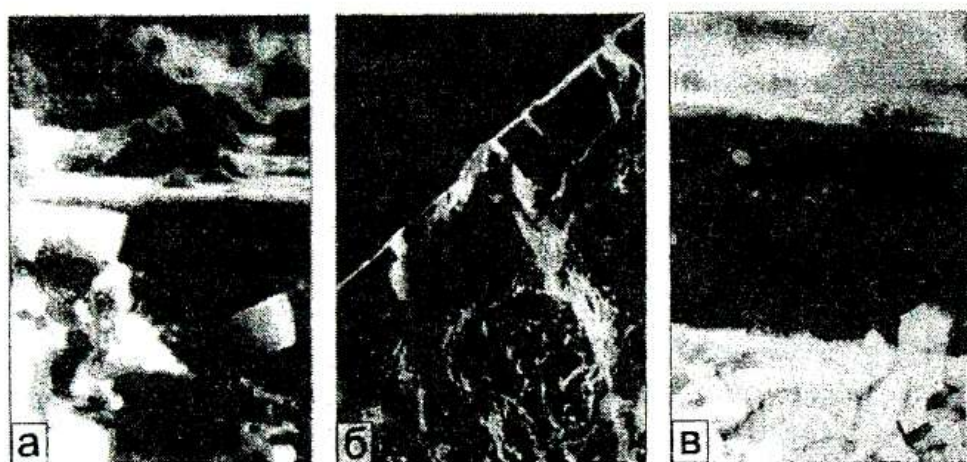


Рисунок 1 – Мікроструктура нітридних покриттів з TiN (а, б) та CrN (с): а – TiN (низькі тиски), б – TiN (високі тиски), в – CrN.

Причина виникнення максимального піку пружності для даних конденсованих середовищ поки до кінця не зрозуміла. Проте є припущення, що у випадку покриттів із нітриду титану при цьому тиску азоту хімічний склад плівок наближується до стехіометричного та подальше підвищення тиску призводить до перенасичення азотом.

В роботі було розроблено методику визначення шорсткості поверхні без застосування коефіцієнту тертя, та запропоновано один із методів фіксації зображення поверхні зразка отриманого при роботі РЕМ в режимі осцилографа.

МЕТОДИКА ОТРИМАННЯ ПЛІВКОВИХ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ Тi ТА Аl МАГНЕТРОННИМ МЕТОДОМ

маг. Ванюхіна К.С., асп. Степаненко А.О.

Завдяки високій механічній міцності, легкості і корозійній стійкості масивні сплави на основі Тi і Аl знайшли широке використання в металургії, космічній та авіапромисловості. Останнім часом велику увагу приділяють дослідженням і плівкових сплавів на основі вказаних металів. Такі плівки можуть бути використані як альтернатива деяким традиційним матеріалам мікроелектроніки. Дослідження ведуться як з метою розробки методик одержання плівкових сплавів Тi-Аl (розпилення з мішені-компаунда і наступна термообробка, надшвидкий високотемпературний синтез та ін.), так і для вивчення їх електрофізичних та механічних властивостей.

Робота присвячена розробці методики отримання плівкових інтерметалідів на основі Тi і Аl, з використанням магнетронної приставки установки ВУП-5М. Методика полягає в отриманні магнетронним методом у атмосфері N_2 (тиск 10^{-2} Па) багат шарової плівкової системи загальною товщиною до 100 нм. При цьому шари повинні мати острівцеву структуру, що забезпечить більшу площу взаємодії компонентів ніж для суцільних шарів. Ця умова виконується при товщинах плівкових шарів 3 – 5 нм. В якості підкладок використовуються пластинки ситалу. Для електронно-мікроскопічних досліджень конденсацію проводимо на кристали NaCl, покриті тонкою аморфною вуглецевою плівкою. Температура підкладок складає $T_n \approx 300$ К. На наступному етапі плівкова система піддається температурній обробці до 870 К. В наслідок твердофазних реакцій повинна формуватися однорідна інтерметалідна плівка.

ВПЛИВ ІЗОТЕРМІЧНОГО ВІДПАЛЮВАННЯ НА ФАЗОВИЙ СКЛАД І ЕЛЕКТРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТОНКОПЛІВКОВИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ Al ТА Ti

студ. Воробйов С.І., студ. Шабельник Ю.М.,
асп. Степаненко А.О.

Робота присвячена дослідженню впливу ізотермічного відпалювання на фазовий склад і електрофізичні властивості двошарових плівкових систем на основі Al та Ti. Плівки отримували пошаровою конденсацією у вакуумі 10^{-3} Па (установка ВУП-5М), використовуючи методи термічного (для Al) та електронно-променевого (для Ti) випаровування. При цьому швидкість конденсації складала $\omega \approx 1$ нм/с, а температура підкладок $T_{\text{п}} \approx 300$ К. Дослідження електрофізичних властивостей проводили на підкладках з ситалу 10×15 мм. Для електронно-мікроскопічних досліджень конденсацію проводили на кристали NaCl, покриті тонким шаром вуглецю. Зразки проходили термообробку за наступною схемою: 1) один цикл «нагрівання–охолодження» до температури 670 К, для стабілізації електрофізичних властивостей; 2) ізотермічне відпалювання протягом 30 хв. при 670 К, 770 К і 820 К.

Електронно-мікроскопічні дослідження показали, що у вихідному стані плівка мала двошарову структуру Al/TiO. Оксид титану утворюється внаслідок взаємодії Ti з атомами залишкової атмосфери. Фазовий склад не змінюється після відпалювання до 670 К і 770 К, а протікають лише рекристалізаційні процеси. Витримка при 820 К призведе до твердофазних перетворень, продуктом яких є TiAl_3 . Цей процес супроводжується істотним збільшенням питомого опору системи, що пов'язано з руйнуванням шару Al.

ПРОЦЕСИ ФАЗОУТВОРЕННЯ В ПЛІВКОВИХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВІ Ті ТА Сr ПРИ ВІДПАЛЮВАННІ

маг. Горлач Б.О., асист. Соломаха В.А.

На сучасному етапі розвитку мікроелектроніки створення новітніх пристроїв невідривно пов'язане з використанням багатошарових плівкових систем. При цьому постає проблема стабільності характеристик плівкових елементів, що залежить від протікання дифузійних процесів та процесів фазоутворення в умовах термічної дії різного походження.

У даній роботі було проведено дослідження особливостей фазового складу двошарових структур на основі Ті та Сr при відпалюванні. Вибір саме цих металів обумовлений їх широким використанням в мікроелектроніці та відносно малою кількістю досліджень з цього питання. Крім цього, згідно з даними [1-2], в даній системі можливе утворення інтерметалідних з'єднань, що теж має неабиякий інтерес для вивчення.

Зразки було отримано методом термічного (Сr) та електронно-променевого (Ті) випаровування зі швидкістю $\omega \sim 0,5 \div 1$ нм/с на підкладках (100) NaCl при температурі $T_p = 300$ К у вакуумі $\sim 10^{-5}$ Па. Наступна термообробка проводилась у вакуумі $\sim 10^{-3}$ Па в інтервалі температур 300–900 К.

За результатами електрографічних досліджень, проведених за допомогою приладу ПЕМ-125К, можна відмітити наступне. У невідпаленому стані двошарові плівки мають фазовий склад ГЦП-Ті + ОЦК-Сr. Після відпалювання до температур вищих за $T_e = 600$ К на електронограмах починають з'являтися сліди від фази оксиду титану TiO . При цьому відбувається незначна рекристалізація компонент двошарової системи. При досягненні температур відпалювання $T_e = 800 - 900$ К спостерігається подальше окислення шару титану до складу TiO_x та TiO_2 . При цьому необхідно зазначити, що цей процес може призвести до повного зникнення на електроно-

грамах кілець, які можна інтерпретувати як ГЦП-Ti. В шарі хрому при таких температурах починаються процеси окислення з утворенням оксиду хрому Cr_2O_3 . Таким чином отримані результати співпадають з іншими даними про кінетику фазоутворення в одношарових плівках компонент досліджуваної системи під час відпалювання [3-4].

На даний момент нам не вдалося зафіксувати появи слідів інтерметалідних фаз при термообробці даної тонкоплівкової системи. Скоріше за все це обумовлено активними окисними процесами при вибраних нами температурах відпалювання. Для зниження їх впливу в подальшому планується провести серію експериментів щодо досліджень процесів фазоутворення в цій системі при температурах до 600 К, коли окислювальні процеси в ній ще не значні та збільшенні часу витримки.

1. Диаграммы состояния двойных металлических систем: Справочник / Под ред. Н.П. Лякишева. Машиностроение, Москва. Т. 2. 1024 с. (1997).
2. Skakov Yu.A. Metastable phase state during mechanical alloying // Science of Sintering. – 2005. V.37. – P. 131-138.
3. Sluiter M., Turchi P.E.A. Phase stability in Ti-V and Ti-Cr alloys: theoretical investigation // Physical review B. – 1991. V. 43, №15. – P. 12251-12266.
4. Осипова Г.И., Проценко И.Е., Шамония В.Г. и др. Структура и электрофизические свойства тонких пленок титана и оксида титана // ФХОМ. – 1983.– №6. – С. 59 – 63.

МЕТОДИКА СИНТЕЗУ ПЛІВОК КАРБІДУ ВОЛЬФРАМУ

студ. Княх Е.М., доц. Шумакова Н.І.

Через високу твердість, хімічної й температурної стабільності карбіди вольфраму входять у групу перспективних матеріалів для різного роду зміцнення, захисних і жаростійких покриттів. На сьогоднішній день відомі різні методи синтезу плівок карбідів вольфраму:

- швидка фотонна обробка плівкових гетероструктур $[W/C]_n$ [1];
- термічне відпалювання плівкових гетероструктур $[W-C]_n$;
- хімічне осадження з парогазової фази з наступною термообробкою;
- різні варіанти іонно-плазмового розпилення, зокрема магнетронне;
- електроосадження.

Останнім часом ведуться дослідження нетрадиційних способів синтезу карбідів вольфраму, таких, наприклад, як кумулятивне нанесення з активацією процесу під впливом потужного електронного пучка.

У роботі представлені результати умов формування кубічного карбіду вольфраму. Плівкові зразки W/C/П отримували електронно-променевим методом з наступним відпалюванням в інтервалі температур 873-973К протягом 15 хв. Методом електроннографії було встановлено, що відпалені плівки W/C/П мають двофазний склад: $WC_x (x \leq 1)$ із ГЦК решіткою типу NaCl ($a=4,246 \text{ \AA}$) + сліди гексагонального W_2C .

1. Иевлев В.М., Сербин О.В. Синтез пленок карбидов вольфрама при быстром фотонном отжиге пленочных гетероструктур W-C // Харьковская научная ассамблея. – 2002. – С. 302-311.

ТЕНЗОРЕЗИСТИВНИЙ ЕФЕКТ У ФЕРОМАГНІТНИХ ПЛІВКОВИХ МАТЕРІАЛАХ

асп. Дудецький Д.П., інж. Кучма О.І., доц. Однодворець Л.В

Тензорезистивні властивості плівкових матеріалів суттєво відрізняються від аналогічних для масивних зразків (масивні конденсати, дроти, пластини, фольги), що пов'язано із їх товщиною, кристалічною будовою, концентрацією і типом дефектів. Вони дуже чутливі до зміни товщини плівки і розміру кристалітів, дії зовнішніх полів (деформація, напруженість магнітного поля, температура та ін.), що обумовлює ряд структурних, розмірних фазових і концентраційних ефектів.

Одношарові плівкові зразки були отримані методом термічного (Fe) та електронно-променевого (Ni) випаровування у вакуумі $1 \cdot 10^{-3}$ Па. Для визначення деформації один з кінців тефлонової підкладки жорстко фіксувався на деформаційному столику в об'ємі вакуумної установки, інший – з'єднувався з рухомим штоком мікрогвинта, мінімальний крок якого відповідав деформації 0,05%. Результати експериментальних досліджень тензорезистивних властивостей наведені у таблиці.

Плівка	d, нм	γ_i	Плівка	d, нм	γ_i
Fe	10	5,00	Ni	25	8,60
	30	4,20		50	8,25
	50	3,95		60	8,20
	70	3,24		90	7,20
	100	2,82		110	6,15

Одержані результати вказують на те, що величина коефіцієнта продольної тензочутливості γ_i плівок Fe та Ni монотонно зменшується із збільшенням товщини та суттєво залежить від номера деформаційного циклу "навантаження - знаття навантаження", а починаючи з 4 - 6 циклу, практично не змінюється.

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ТЕНЗОРЕЗИСТИВНОГО ЕФЕКТУ В ПЛІВКОВИХ ЗРАЗКАХ Мо

маг. Міцай Ю.П., пош. Бурик І.П., доц. Олгодворець Л.В.

Не дивлячись на значну кількість робіт, присвячених вивченню тензорезистивного ефекту в тонких і масивних металевих матеріалах, ефект тензочутливості для плівок тугоплавких металів (Мо, W, Re та ін) в області пластичної деформації [1] залишається маловивченим.

Коефіцієнт тензорезистивної чутливості (в англійській літературі – gauge factor) можна розрахувати за співвідношенням:

$$\gamma_{l,t}^R = \frac{d \ln R}{d \varepsilon_{l,t}} = \frac{dR}{R_n d \varepsilon_{l,t}}, \quad (1)$$

де індекси l і t означають поздовжню або поперечну деформацію; R_n – початковий питомий опір; ε – т.зв. інженерна деформація, яка пов'язана із істиною деформацією співвідношенням $\varepsilon = \ln(1 + \varepsilon)$.

У представлений роботі наведені результати досліджень тензочутливості дрібнозернистих плівок Мо, отриманих методом електронно-променевого випаровування у вакуумі $\sim 10^{-3}$ Па за допомогою випаровувача діодного типу з анодом спеціальної форми. Насичена пара конденсувалась зі швидкістю $\omega \approx 1 \div 2$ нм/с на тефлонову підкладку при температурі $300 \div 400$ К. Деформація проводилась протягом 4 – 6 циклів «навантаження – зняття навантаження» до 1% із кроком 0,05%. Результати деформаційної залежності опору від

величини істинної деформації ϵ для плівок Мо товщиною 20 і 120 нм наведені на рис.1.

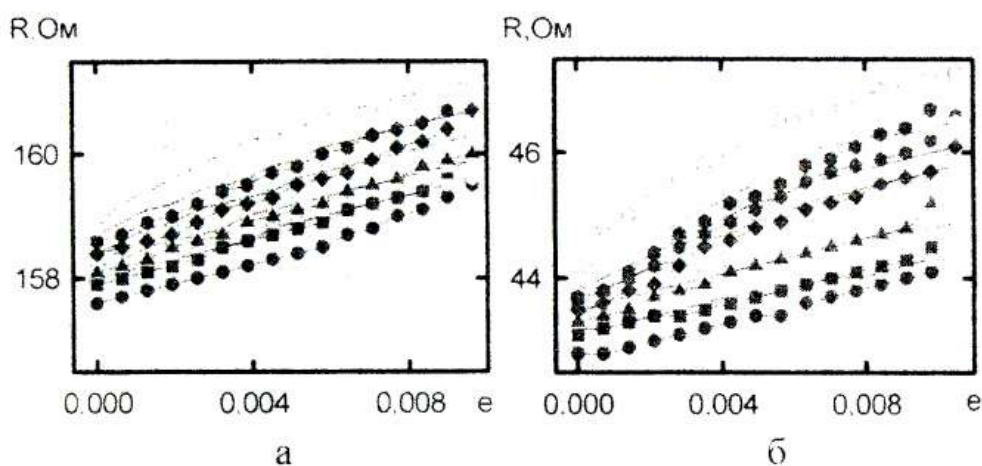


Рисунок 1 – Деформаційні залежності опору для зразків Мо(20)/П (а) і Мо(120)/П (б)

Характер розмірної залежності γ для плівок Мо (див. таблицю) можна пояснити тим, що плівки Мо є дрібнозернистими і на перших циклах деформації відбува-

d, нм	γ_i^R	d, нм	γ_i^R
20	1.1	50	2.3
35	2.1	120	3.2

ється формування структури зразка, пов'язане з поворотом зерен, перегрупуванням дефектів та ін.

1. І. П. Бурик, Д.В. Великодний, Л.В.Ододворець та ін./ Деякі особливості тензорезистивного ефекту в металевих дротах при їх пластичній деформації// ФХГТ.-2006.- Т.7, № 2.- С.241-244.

ВПЛИВ ТОВЩИНИ МАГНІТНОГО ШАРУ НА ВЕЛИЧИНУ ГМО В ТРИШАРОВИХ ПЛІВКАХ Co/Cu/Co

Лобода В.Б., Шкурдода Ю.О.

Плівки Co/Cu/Co/P з товщинами $d_{Co} = 2-150$ нм та $d_{Cu} = 2-10$ нм були отримані у вакуумній установці ВУП-5М (тиск газів залишкової атмосфери 10^{-4} Па) при кімнатній температурі. Конденсація плівок здійснювалася на скляні поліровані підкладки в зовнішньому орієнтуючому магнітному полі з індукцією $B = 10$ мТл, прикладеному у площині зразка. Магнітоопір (МО) плівок вимірювався в спеціально виготовленій установці в умовах надвисокого безмасляного вакууму 10^{-7} Па (у магнітному полі до 100 мТл).

Були проведені магніторезистивні дослідження для декількох серій невідпалених плівок Co/Cu/Co/P з фіксованими товщинами нижнього шару Co (d_1) та прошарку Cu. Товщина верхнього шару Co (d_2) для однієї серії зразків змінювалася в межах від 2 нм до 150 нм. Як показали експериментальні дослідження, для невідпалених плівок з тонким другим шаром Co ($d_2 < 5$ нм) магніторезистивний ефект практично не спостерігається. При збільшенні d_2 до 10 нм спостерігається ізотропний від'ємний магніторезистивний ефект, його величина становить 0,2-0,3 % і з'являються петлі гістерезису. Особливістю цих петель є відсутність чітко виражених піків, що свідчить про роздільне перемагнічування шарів Co.

При збільшенні товщини верхнього шару до товщини нижнього зміна МО відбувається у вузькому інтервалі магнітного поля і реалізується ефект гігантського магнітоопору (ГМО). При цьому спостерігаються дуже чіткі та гострі піки на залежностях $\Delta R/R_0(H)$. Це говорить

про синхронність процесів перемагнічування обох шарів, що є характерним для симетричних систем [1].

При подальшому збільшенні $d_2 > d_1$ МО залишається ізотропним, хоча його величина суттєво зменшується. Слід відмітити значну різницю величин повздожнього та поперечного МО для плівок з $d_2 > 70$ нм. Величина повздожнього МО при цьому не перевищує 0,05 %, а поперечного складає 0,2-0,3 %.

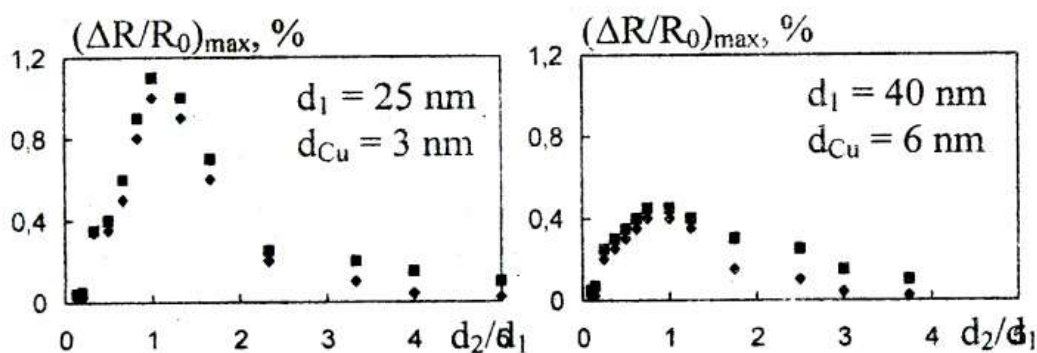


Рис.1 Залежність повздожнього (◆◆◆) та поперечного (■ ■ ■) $(\Delta R/R_0)_{\max}$ від співвідношення товщин шарів Со для свіжосконденсованих тришарових плівок Со/Сu/Со/П ($d_1 = \text{const}$, $d_{Cu} = \text{const}$).

На рис.1 представлені експериментальні залежності величини ГМО від співвідношення товщин шарів Со при двох фіксованих товщинах нижнього шару та прошарку Сu. Як видно з цих залежностей максимальне значення величини ГМО спостерігається при однакових товщинах магнітних шарів для даної товщини немагнітного прошарку.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Звездин К.А. Особенности перемагничивания трехслойных наноструктур // ФТТ, 2000, т. 42, вып.1 с. 116 – 120.

ЯВИЩЕ ГІГАНТСЬКОГО МАГНІТНОГО ОПОРУ В БАГАТОШАРОВИХ ПЛІВКОВИХ СИСТЕМАХ

студ. Бібік В.О.

Явище гігантського магнітоопору (ГМО) сприяє розвитку нових технологій, відкриває певні можливості з точки зору збільшення густини логічних елементів та швидкості обробки даних. Суть ГМО полягає у різкому зростанні електричного опору (на 1-70%) в багатошарових плівкових структурах (мультишарах), що складаються з почергових феромагнітних і немагнітних шарів, при накладанні зовнішнього магнітного поля. ГМО відрізняється від звичайного магнітоопору, оскільки в цьому випадку зменшення опору не залежить від напрямку прикладеного магнітного поля, а відбувається при зміні напрямку намагніченості в магнітних шарах від антипаралельного (антиферомагнітна взаємодія) до паралельного (феромагнітна взаємодія) під дією зовнішнього магнітного поля. Відомо, що явище ГМО спостерігається не тільки в мультишарах, але і в гранульованих сплавах у т.ч. і плівкових. ГМО вперше спостерігався Бейбічем, Бротом, Фертом та іншими у 1988 році в багатошарових плівкових структурах Fe/Cr. У подальшому подібний ефект спостерігали і в інших плівкових системах, наприклад, Co/Cu, Co/Ag і т.п. Аналіз накопичених експериментальних даних свідчить про те, що ГМО обумовлений спін-залежним перенесенням електричних зарядів. Оскільки плівкові системи Fe/Cr і Co/Cu можливо розглядати як модельні, то ми приділимо основну увагу цим системам. Для проведення дослідження плівкові зразки отримуються магнетронним розпиленням на підкладку (100) Si, покриту тонким шаром

($d = 1,0-1,5$ нм) оксиду, при $T_n = 300\text{K}$ (мультишари Co/Cu) і $T_n = 400\text{K}$ (мультишари Fe/Cr). При такому виборі температури підкладки досягалася максимальна величина ГМО. При дослідженні залежності величини ГМО від товщини ферромагнітного шару було встановлено її осцилюючий характер. Цей ефект ряд авторів пояснюють малим розміром кристалітів у плівці Cu (10-20 нм) з переважною і побічною орієнтаціями. При збільшенні d_c ймовірно змінюється орієнтація кристалів, що й спричиняє осциляцію ГМО. Подібні осциляції спостерігаються також і в мультишарах на основі пермалою і Au. На прикладі мультишарів [Fe(3)/Cr(1,2)]₁₀/Cr(110) було досліджено ефект відпалювання до $T_b = 670\text{ K}$ на ГМО і структуру плівкової системи. Було отримано, що різке зменшення величини ГМО відбувається при відносно високих температурах ($T_b > 570\text{ K}$). Методом малокутової рентгенографії встановлено протікання слабкої дифузії в мультишарах. У 1992 р. Берковіц та інші вперше спостерігали ГМО в так званих гранульованих сплавах, що викликало нову хвилю зацікавленості цим явищем. Гранульовані сплави зазвичай отримують шляхом одночасного осадження на підкладку двох металевих компонентів, які мають обмежену змішуваність в масивних зразках, одна із я магнітна, а інша - немагнітна. В результаті цього при певній концентрації утворюються магнітні частинки (гранули) в немагнітній матриці, розміри яких від декількох ангстрем до декількох нанометрів ГМО спостерігався в ряді сплавів, таких, як $\text{Co}_x\text{Cu}_{1-x}$, Co_xAg_1 , $(\text{Co}_{70}\text{Fe}_{30})_x\text{Ag}_{1-x}$, і було встановлено, що його величина змінюється в широких межах. Природа ГМО та сама, як і в мультишарах, - це спін-залежне розсіювання електропровідності, яке відбувається в об'ємі ферромагнітних гранул і на межі поділу.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИФУЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ПЛІВОК Co З ТОНКИМ ПОКРИТТЯМ ІЗ Ni

Зав. лаб. Говорун Т.П., магістр. Диміцький Р.В.

Робота присвячена вивченню дифузійних процесів у плівковій системі Ni/Co/П (П - підкладка). Базисний шар Co був отриманий при температурі близькій до $\Theta_{0D}^{Co}=385$ К з наступним охолодженням до $T=300$ К і термостабілізувався протягом одного циклу за схемою «нагрівання \leftrightarrow охолодження» у інтервалі температур 300-650 К. Нанесення верхнього шару із Ni товщиною до 5 нм відбувалося при кімнатній температурі, після чого плівкові зразки відпалювались у вакуумі до температури 650 К.

На рисунку 1а приведено дифузійні профілі для плівок у невідпаленому стані. Як видно з цих даних, на поверхні спостерігається максимальна концентрація атомів Ni, які проникають в плівку Co на глибину 18 нм. Одночасно на поверхні фіксуються і атоми Co, але в незначній кількості.

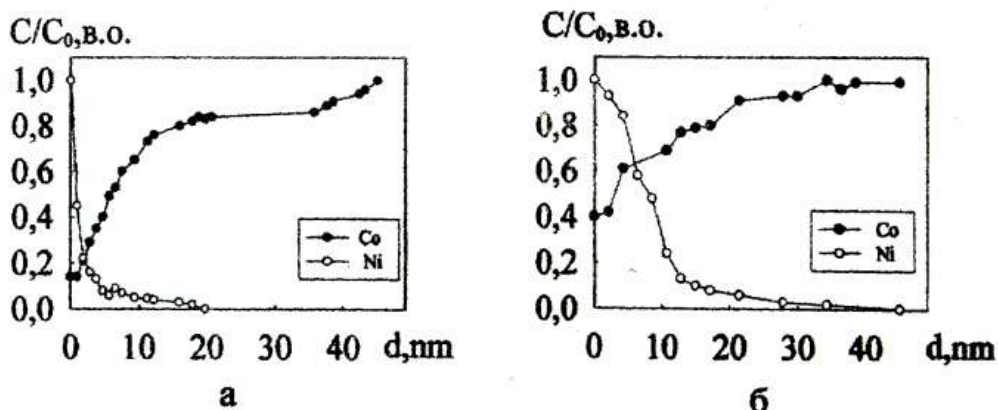


Рис.1. Дифузійні профілі для плівкових систем Ni(5)/Co(40)/П у невідпаленому (а) та відпаленому при $T=650$ (б) станах

Цей результат може бути пов'язаний з декількома причинами. По-перше, з наявністю великого градієнту концентрацій біля межі поділу шарів, бо дифузія атомів відбувається як у нижній, так і у верхній шарі. По-друге, свіжесконденсовані зразки мають більшу дисперсність кристалітів і концентрацію дефектів кристалічної будови. Третя причина може бути пов'язана з більш високою шорсткістю поверхні для зразків у вихідному стані порівняно з відпаленими. Наступні причини обумовлені конденсаційно-стимульованою дифузією та самою методикою дослідження дифузійних процесів. Оскільки пошаровий елементний аналіз відбувається за рахунок травлення зразків пучком прискорених іонів аргону і одним із наслідків є іонно-стимульоване масоперенесення (переважно атомів верхнього шару у нижній).

Після відпалювання загальний вигляд дифузійного профілю (рис. 16) змінюється. Зокрема, концентрація атомів Co біля поверхні зразка зростає більш, ніж у два рази, а атоми Ni фіксуються по всій товщині шару Co. Оскільки система Ni-Co відноситься до систем з необмеженою взаємною розчинністю, то такий результат представляється закономірним.

Обраховані за методикою [1] значення ефективного коефіцієнта дифузії складають для невідпалених зразків $D_{Ni \rightarrow Co} = 8,3 \cdot 10^{-19} \text{ м}^2/\text{с}$; $D_{Co \rightarrow Ni} = 0,4 \cdot 10^{-19} \text{ м}^2/\text{с}$, а для відпалених зразків ці величини мають значення - $0,4 \cdot 10^{-19} \text{ м}^2/\text{с}$ та $0,1 \cdot 10^{-19} \text{ м}^2/\text{с}$ відповідно, що по порядку величини узгоджуються з літературними даними [2].

1. Проценко І.Ю., Черноус А.М., Шпетний І.О. Дифузійні процеси у двошарових металевих плівках // Вісник Львівського університету. Серія Фізична.- 2003.- Вип. 36.- С.116-122.

2. Шпетний І.О. Формування структури і електрофізичних властивостей плівок на основі V, Cr, Co і Ni при фазоутворенні та взаємній дифузії: Автореф. дис...к.ф.-м.наук: 01.04.07/СумДУ.- Суми, 2004.- 18 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ДИСОЦІАЦІЇ ТА ПЕРЕНЕСЕННЯ ПРИ ОДЕРЖАННІ ПЛІВОК CdTe, ZnTe В КВАЗІЗАМКНЕНОМУ ОБ'ЄМІ

студ. Городнича О.О., асп. Косяк В.В., доц. Опанасюк Н.М.

Головною метою, більшості наукових досліджень напівпровідникових плівок можна вважати розробку технології одержання конденсатів з визначеними електрофізичними параметрами.

Одним із методів вирощування плівок CdTe, ZnTe з контрольованими структурними і електрофізичними властивостями є метод конденсації у квазізамкненому об'ємі (КЗО).

При випаровуванні у КЗО кількісні співвідношення компонентів у газовій фазі над підкладкою впливають на кристалічну структуру, природу і концентрацію власних точкових дефектів і, як наслідок, на електричні властивості плівок. Тому необхідно розробити модель процесів випаровування матеріалу, його перенесення від випаровувача до підкладки при осадженні плівок в КЗО. Така модель повинна чітко встановити залежність тиску суміші газів вздовж робочого об'єму, а також зміну фактору стехіометричності газової суміші при різних режимах випаровування.

Процес отримання плівок у КЗО умовно можна поділити на три етапи: випаровування матеріалу з нагрівача, перенесення компонентів сполуки у газовій фазі, конденсація пари на підкладку.

Для випаровування халькогенідів в КЗО характерним є перехідний режим течії в'язких газів, коли процеси дифузії та конвекції існують одночасно. У цьому випадку для моделювання процесів перенесення газу слід користатися першим законом Фіка для розрахунку дифузійної складової

і законом Хагена – Пуазейля для розрахунку конвективної складової потоку газової суміші.

В результаті отримуємо наступну систему диференціальних рівнянь для потоків компонентів сполуки:

$$\frac{D}{kT_e} \frac{dP_A}{dx} + \frac{r^2}{8\eta} \frac{P_A}{kT_e} \left(-\frac{dP_{tot}}{dx} \right) = J_{As}, \quad (1)$$

$$\frac{D}{kT_e} \frac{dP_B}{dx} + \frac{r^2}{8\eta} \frac{P_B}{kT_e} \left(-\frac{dP_{tot}}{dx} \right) = J_{Bs} \quad (2)$$

де P_A , P_B - відповідні тиски компонентів сполуки; $P_{tot}=P_A+P_B$ - загальний тиск суміші; J_{As} , J_B - потоки компонентів біля підкладки; D , η - коефіцієнти дифузії і в'язкості відповідно; T_e - температура випаровувача; k - стала Больцмана.

Результати розрахунків тисків газової суміші та парціальних тисків компонентів від координати вздовж КЗО для випаровування CdTe та ZnTe представлені на рис.1 та рис.2.

Розроблена модель газоперенесення при випаровуванні CdTe і ZnTe дозволяє досліджувати зміну тиску газової суміші, а також парціальних тисків компонентів сполуки вздовж робочого об'єму КЗО. Розрахунки фактору стехіометричності вказують на порушення стехіометрії сполуки в газовій фазі внаслідок впливу дифузійних і конвективних процесів на перенесення газів в проміжку між випаровувачем та підкладкою.

Використання розробленої моделі газоперенесення при одержанні напівпровідникових плівок бінарних сполук в КЗО дозволить обирати оптимальні параметри нанесення шарів. Це в свою чергу дасть можливість отримувати плівки з програмованими властивостями.

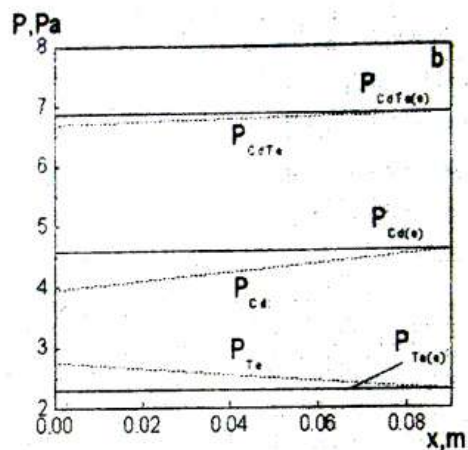
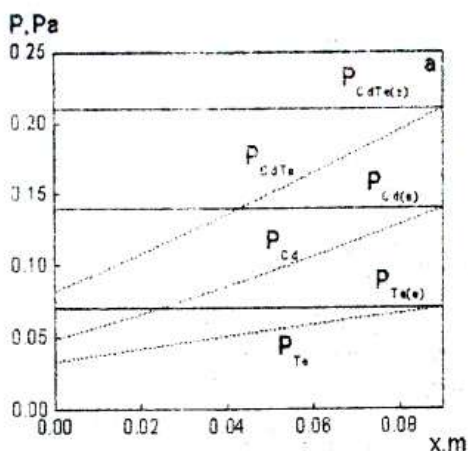


Рисунок 1 - Залежність тиску суміші газів та парціальних тисків компонентів CdTe вздовж робочого об'єму: випаровування стехіометричного CdTe $T_e = 600^\circ\text{C}$ (a); випаровування стехіометричного CdTe $T_e = 800^\circ\text{C}$ (b)

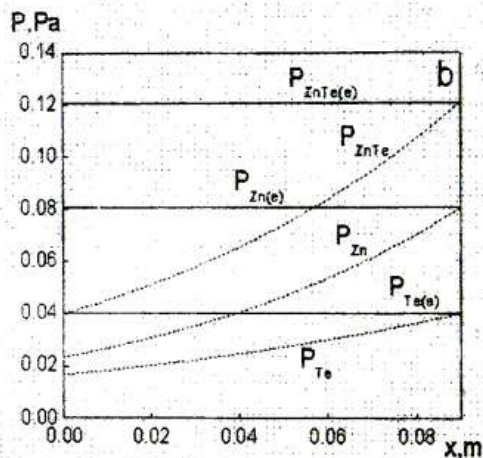
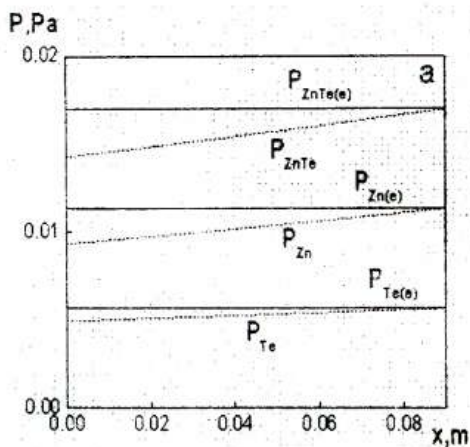


Рисунок 2 - Залежність тиску суміші газів та парціальних тисків компонентів сполуки ZnTe від довжини робочого об'єму: випаровування стехіометричного ZnTe $T_e = 600^\circ\text{C}$ (a); випаровування стехіометричного ZnTe $T_e = 800^\circ\text{C}$ (b)

МОДИФІКАЦІЯ СВІТЛОВИПРОМІНЮЮЧИХ НАНОКОМПОЗИТНИХ ПЛІВОК Si/SiO_x

студ. Кондрахова Д.Н.

Тонкоплівкові структури, що містять нанокристали Si в SiO_x - матриці, привертають увагу багатьох дослідників як матеріали, що є перспективними для створення випромінювачів світла на основі високорозвинутої і найдешевшої кремнієвої технології. Перевагою ncSi-SiO_x-композитів в порівнянні з пористим кремнієм є їх механічна і хімічна стійкості, і повна сумісність з сучасною кремнієвою технологією. Процес формування таких структур в більшості випадків здійснюється в два етапи. Спочатку осідає плівка нестехіометричного оксиду SiO_x, потім одержані шари відпалюють при високій температурі, внаслідок чого в матриці оксиду утворюються нанокластери кремнію розмірами 1-5 нм. Температура відпалу визначає структуру наночасток: відпал при температурах нижче 900 С приводить до формування аморфних включень, при вищих температурах утворюються нанокристали Si(nc-Si), електронна структура яких модифікована внаслідок квантово-розмірного ефекту. Залежно від розмірів сформованих нанокластерів їх концентрації і якості інтерфейсу nc-Si/ матрица спостерігається фотолюмінесценція (ФЛ) таких плівок в ближній ІК- і видимій області спектру. При зменшенні розмірів нанокластерів положення максимуму спектру випромінювання зміщується в короткохвильову область.

Для відпалених плівок SiO_x зменшення розмірів nc-Si не приводить до зсуву максимуму ФЛ в область довжин хвиль менше 600 нм, хоча теоретичні розрахунки передбачають можливість отримання випромінювання майже до 400 нм. Дане обмеження пояснюється

присутністю на межі Si/SiO_x випромінювальних центрів Si=O з довгої хвилі випромінювання біля 600нм. Подолати це обмеження можна за допомогою модифікації поверхні nc-Si іншими атомами. Модифікацію інтерфейсу Si/SiO_x можна здійснити за допомогою адсорбції з'єднань необхідного складу. В даній роботі був досліджений вплив хімічної обробки в парах аміаку і ацетону (азот- і вуглецевомісткі з'єднання) на фотолумінесценцію пористих nc-Si-SiO_x-структур, одержаних методом похилого осадження у вакуумі. У роботі вперше досліджувалася можливість зміни світловипромінюючих характеристик пористих тонкоплівкових структур nc-Si-SiO_x за допомогою їх хімічної обробки в парах ацетону і аміаку. Встановлено, що в результаті такої обробки і високотемпературного термічного відпалу в спектрі ФЛ цих структур окрім довгохвильової смуги з'являється інтенсивніша короткохвильова, положення якої залежить від складу початкових шарів, а інтенсивність - від тривалості обробки. Спостерігається також загасання інтенсивності ФЛ в процесі її вимірювання під дією збудливого лазерного випромінювання. Особливості спектрів ФЛ досліджуваних зразків узгоджуються з результатами інших авторів по дослідженню випромінюючих характеристик нанокристалів кремнію в нітридній та збагаченій вуглецем матриці. Тому їх можна пояснити ефектом модифікації азотом або вуглецем межі nc-Si-матрица, тобто заміщенням кисню в області цієї граніци на азот або вуглець, а також впливом цих атомів на процес преципітації кремнію при формуванні нанокристалів. Таким чином, хімічна обробка пористих оксидних нанокомпозитних плівок Si/SiO_x в парах ацетону і аміаку є ефективним методом, який дозволяє модифікувати їх структуру і відповідно збільшувати інтенсивність ФЛ.

ВИКОРИСТАННЯ ТА СТВОРЕННЯ НОВІТНІХ ТОНКОПЛІВКОВИХ МАТЕРІАЛІВ МІКРОЕЛЕКТРОНІКИ

асист. Соломаха В.А.

Сумський державний університет

Подальший розвиток багатьох галузей мікроелектроніки та електронної техніки пов'язаний з широким використанням багатошарових плівкових систем, одержаних конденсацією компонент у вакуумі. При цьому постає проблема стабільності роботи плівкових елементів мікроприладів, оскільки вона значною мірою залежить від розвитку та кінетики протікання дифузійних процесів та процесів фазоутворення в умовах термообробки або під час виготовлення приладу, або під час його експлуатації. Особливості цих процесів в тонких плівках обумовлені малими товщинами шарів, високим ступенем дефектності структури, розвинутою міжзеренною поверхнею та істотними концентраційними та фазовими неоднорідностями. На даний момент їх загальні закономірності не можна вважати точно встановленими.

Основними вимогами, що накладаються на компоненти тонкоплівкових мікросхем є висока адгезія до сусідніх шарів та малий коефіцієнт дифузії в них. Оскільки матеріалів, що мають обидві ці властивості одночасно і при цьому є добрими провідниками не існує то для вирішення проблеми використовують багатошарові плівкові системи. Протягом останніх років з точки зору адгезивних властивостей та їхніх характеристик у якості дифузійного бар'єру було вивчено багато комбінацій тонких плівок металів. Проте для використання у якості матеріалів для металізації напівпровідникових мікросхем цей список можна значно скоротити, оскільки на практиці у якості матеріалу для провідників використовують лише Cu .

Для утворення адгезивних шарів та дифузійних бар'єрів одночасно з міддю звичайно використовують тонкі плівки

хрому та титану. Тонкі плівки Cr мають чудову адгезію до більшості матеріалів завдяки своїй високій хімічній активності. При взаємодії з киснем на його поверхні утворюється тонкий оксидний шар, котрий зупиняє подальше окислення та забезпечує інертність до корозійного впливу зовні. Він давно та широко використовується як з причини простоти осадження плівок так і з причини високої адгезії плівок. При витримці плівки на повітрі на її поверхні утворюється тонкий шар CrO_2 . Проте хром не є стабільним дифузійним бар'єром. Наприклад, він легко дифундує крізь шар золота. На даний час хром широко використовується в великій кількості тонкоплівкових комбінації при металізації з різним ступенем стабільності з часом. Так, мультишар Cr-Cu-Cr активно і вже довгий час використовується фірмами RCA і IBM завдяки частковій розчинності компонент. Однак реальною проблемою при роботі з такими плівками є контроль травлення при формуванні розводки мікросхем з причини утворення хромом сильних електрохімічних пар. Титан має чудову адгезію, бо легко формує оксидні, нітрідні та карбідні сполуки з сусідніми шарами. В той же час, його прекрасні гетерні властивості вимагають дуже низької концентрації води та кисню під час напилення для отримання шару чистого титану. Тому при осадженні потрібно забезпечити високий ступінь вакууму. Частіше за все титан використовують як адгезивний шар, його використання як бар'єрного матеріалу ускладнене тим, що він легко дифундує в золото та мідь. Тому титан звичайно використовується в сукупності з іншими проміжними шарами, такими як NiCr, NiV, Pt, Mo, W (стабілізація Ti вольфрамом використовувалася фірмою IBM ще наприкінці 60-х років минулого століття). Тонкоплівкова система Ti-Cu-Ni-Au в свій час була запропонована для заміни системи Ti-Pd-Au для металізації надвисокочастотних ІМС. Не так давно в якості бар'єрного шару почали використовувати нітрид титану TiN, котрий має чудові якості бар'єрного шару.

ОСОБЛИВОСТІ ТЕНЗОРИЗЕСТИВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАНОРОЗМІРНИХ ПЛІВОК Cu/Cr ПРИ ВЕЛИКІЙ КІЛЬКОСТІ ДЕФОРМАЦІЙНИХ ЦИКЛІВ

асп. Д.В. Великодний

На сучасному етапі тензоефект в металевих проводах, фольгах, одно- та багатошарових плівкових системах в діапазоні малих деформацій ϵ_l (до 1%) досить добре вивчений на відміну від області пластичної деформації. Дослідження тензоефекту за допомогою сучасного обладнання (комп'ютеризована система збору даних та управління експериментом) відкрило можливість отримати принципово нові експериментальні дані, в тому числі дослідити зміну коефіцієнта тензочутливості КТ ($\tilde{\gamma}_l$) при великій кількості деформаційних циклів, вплив швидкості деформації на значення величини КТ.

На рис. 1 приведено деформаційні залежності для плівкової системи Cu(21)/Cr(22)/П (П-підкладка) при величині деформації 1% (на вставках також показано графіки залежності опору R та миттєве значення коефіцієнта γ_{lm}).

При великій кількості деформаційних циклів можна спостерігати стабілізацію мікропластичних процесів (можна провести певну аналогію з термостабілізацією резистивних властивостей).

Цикли XIV-XVI ілюструють залежність $\Delta R/R$ від деформації ϵ_l при різних швидкостях деформації плівки. Значення $\tilde{\gamma}_l$ складають 13,7; 13,5; 13,8 при швидкості деформації до 1 % відповідно за 30,4; 61,1; 100,7 с. Це дає можливість стверджувати про незначний вплив швидкості

деформації на значення параметру тензочутливості для даної плівкової системи.

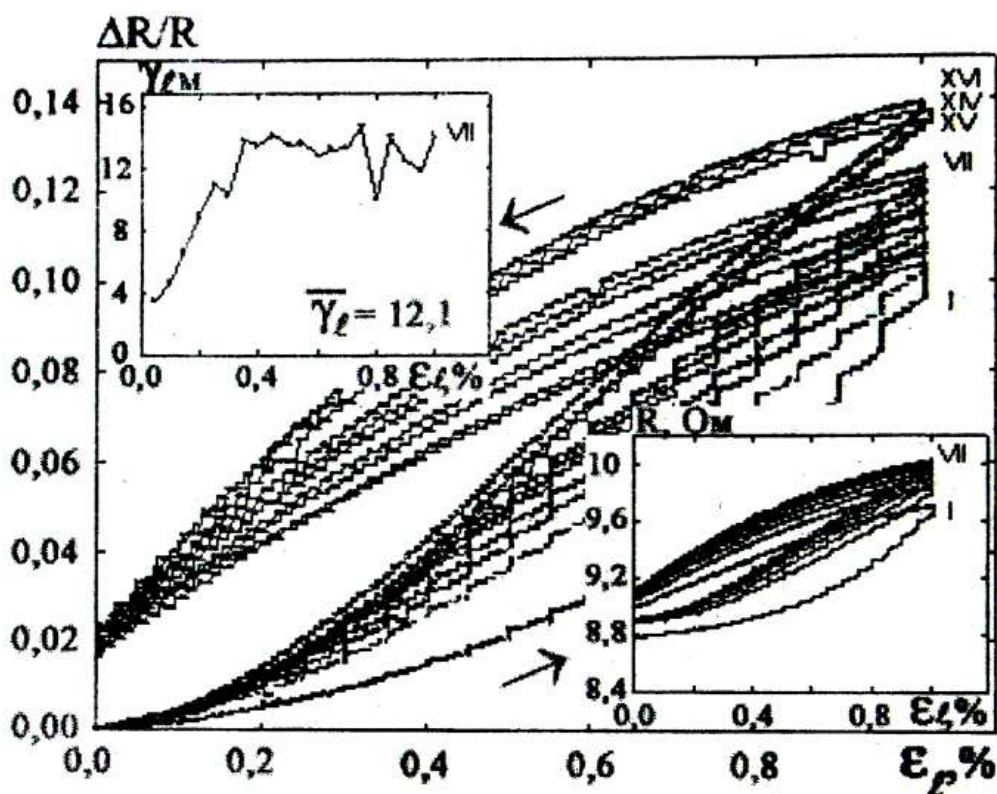


Рис. 1. Залежність від деформації ($\Delta\epsilon_{\epsilon} = 0-1\%$) $\Delta R/R$, R та γ_{ϵ} плівкової системи Cu(21)/Cr(22)/П. I-XVI – номери деформаційних циклів «навантаження-зняття навантаження»

При зміні величини деформації від 1 до 2% спостерігається різке підвищення величини опору, відповідно, величини КТ ($\tilde{\gamma}_{\epsilon} = 30,4$), що можна пояснити включенням більш високо енергетичних процесів в плівці і переходом від пружної або квазіпружної деформації до пластичної та, можливим, розтріскування плівки Cr.

СЕКЦИЯ “ФІЗИЧНА ЕЛЕКТРОНІКА”

МУЛЬТИФРАКТАЛЬНИЙ СПЕКТР ВРЕМЕННИХ РЯДОВ

асп. Борисюк В.Н. студ. Аль Исес Х. А.

Большинство наблюдений природных процессов и явлений приводят к временным зависимостям или рядам измерений. Так, например, имеются длинные ряды измерений температуры воздуха, количества осадков, скорости ветра, в которых ясно прослеживаются временные вариации. Кривые таких зависимостей являются самоподобными или самоафинными.

Временные ряды удобны для описания не только природных явлений, они также широко используются в экономике (обменные курсы валют), медицине (яркий пример – элетрокардиограмма сердца) и других областях.

Самоподобные кривые временных зависимостей исследуемых величин обладают фрактальными свойствами. Существует несколько методов исследования таких зависимостей. Следует выделить мультифрактальный флуктуационный анализ, статистическое описание, основанное на термодинамической модели временного ряда, а также расчет деформированных вероятностей и функций мультифрактального спектра.

В работе исследовались численные модели самоподобных временных рядов. Для таких рядов были получены основные статистические параметры, с использованием формализма неаддитивной статистики.

Были рассчитаны такие величины как спектр фрактальных размерностей и функции мультифрактального спектра для временных рядов, построенных в фазовом пространстве.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРНОСТЕЙ ФРАКТАЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Студ. Дрозденко М.А.

Проведено математическое описание и получены размерности реальных фрактальных объектов, представленных трехмерными поверхностями тонких пленок меди. Такая размерность позволяет судить об изрезанности и неоднородности поверхности. Работа проводилась над цифровыми фотографиями тонких пленок. Была решена проблема трансформации двумерной фотографии в трехмерную поверхность путем интерпретации оттенков в высоту (Рис.1).

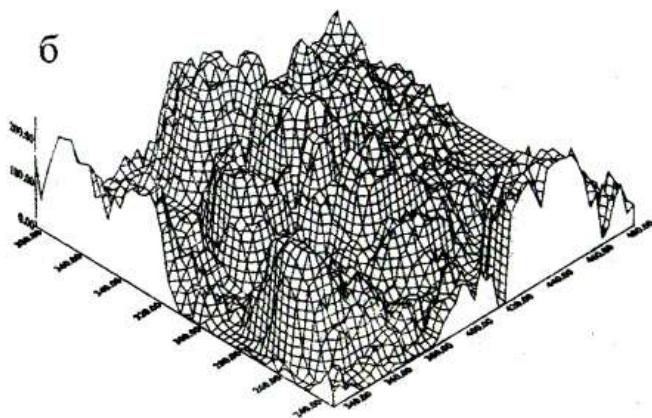
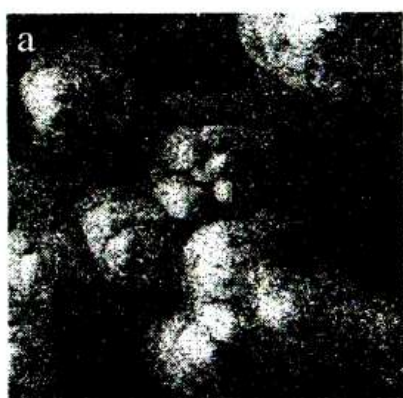


Рис.1 а – исходная фотография;
б – трехмерная интерпретация.

На основе корреляционного метода, найдены фрактальные размерности, характеризующие данные объекты.

Литература:

1. Олемской А.И., Кохан С.В., Ющенко О.В. Зависимость размерности аттрактора Лоренца от внешнего воздействия. - Вісник СумДУ, 2003. №8(54). С.5 – 16.

МУЛЬТИФРАКТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

проф. Олемской А.И., к. ф.-м. н. Кохан С.В.,
студ. Вайленко А. С.

Временной ряд представляет последовательность численных данных анализируемой величины, значения которой берутся в последовательные моменты времени, разделенные достаточно малым интервалом. Временные ряды представляют основной инструмент исследования эволюции сложных систем в физике, биологии, метеорологии, экономике, социологии и других научных направлениях и их приложениях. Наиболее популярный пример временного ряда дают обменные курсы различных валют (см. рис. 1).

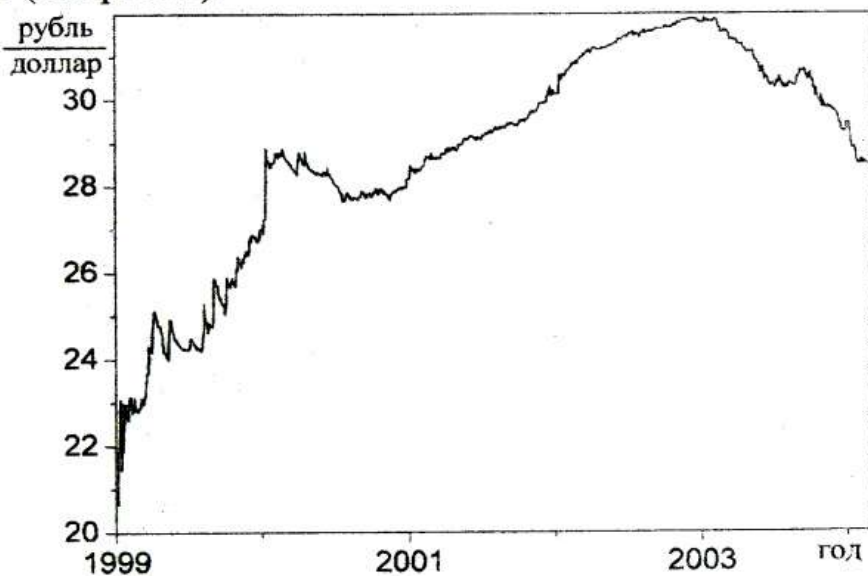


Рис. 1. Колебания обменного курса рубля к доллару

Из этого примера видно, что невозможно предсказать точное изменение исследуемой величины со временем. Поэтому можно говорить только о статистическом исследовании временных рядов, которое позволяет

предсказать вероятности различных сценариев их поведения. Такая задача существенно упрощается, если учесть, что большинство рядов имеют самоподобный характер: если взять какой-либо малый фрагмент и увеличить его до размеров всего ряда, то распределение случайной переменной не меняет своего характера.

Геометрическим образом самоподобного временного ряда является фрактальное множество, размерность которого меньше топологической размерности пространства, которое содержит это множество. Например, кривая Коха, показанная на рис. 2, имеет размерность $\ln 4 / \ln 3 = 1.263$, которая находится в интервале между значением 1, отвечающим обычной линии, и величиной 2, соответствующей плоскости. В том случае, если фрактальное множество имеет не одну размерность, а целый спектр, то такой объект называется мультифракталом.

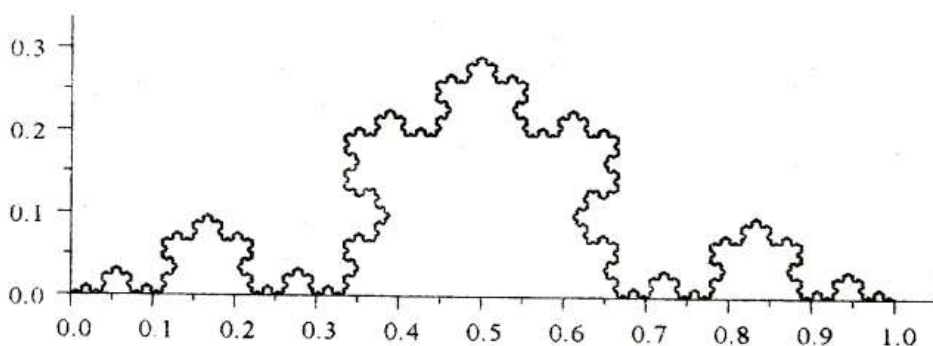


Рис. 2. Кривая Коха

Предлагаемая работа посвящена анализу нестационарных временных рядов, представленных как мультифрактальные объекты. Процедура обработки данного ряда сводится к следующим этапам:

- 1) вычитая из значений x_k среднюю величину, вводим суммарную флуктуацию для конечного отрезка временного ряда;

- 2) делим полный временной интервал на $N_s \equiv \text{int}(N/s)$ сегментов, каждый из которых содержит s значений $x_{(\nu-1)s+1}, \dots, x_{\nu s}$, где $\nu = 1, \dots, N_s$ - номер сегмента. В результате такого деления на конце интервала остается сегмент, содержащий количество точек, которое меньше N_s ;
- 3) подбирая полином $y_\nu(i)$, который наилучшим образом ложится на точки $x_{(\nu-1)s+1}, \dots, x_{\nu s}$ ν -го интервала (например, с помощью метода наименьших квадратов), находим дисперсию на интервале ν для прямого и обратного отсчета интервалов;
- 4) по интервалам, отсчитанным в обоих направлениях, проводим усреднение дисперсии, деформированной показателем q ;
- 5) используя логарифмические оси, находим показатель Херста $h(q)$, отвечающий скейлинговому соотношению $F_q \sim s^{h(q)}$;
- 6) через показатель Херста $h(q)$ находим выражения для спектральной функции $f(\alpha)$, показателя Гёльдера $\alpha(q)$ и мультифрактальной размерности $D(q)$:

$$f(\alpha) = 1 + q(\alpha) [\alpha - h(q(\alpha))],$$

$$\alpha(q) = h(q) + q \frac{dh}{dq},$$

$$D(q) = \frac{1}{q-1} [qh(q) - 1].$$

НОВЫЕ ВИДЫ РАСПЫЛИТЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭФФЕКТА ПОЛОГО КАТОДА

Маг. Шимборская Е.А., проф. Перекрестов В.И.

В настоящее время в связи с разработкой ионных и кластерных источников ведутся работы по исследованию физики газового разряда в системе с полым катодом.

При увеличении длины катода условия возникновения разряда должны изменяться все слабее, и в пределе при достаточно большой длине будут оставаться постоянными. Это следует из того, что поле проникает в катод на определенную глубину и может не достигать основания катода. При горении разряда некоторые другие факторы его поддержания тоже должны выходить на насыщение. Например, при достаточно большой длине катода все нерекombинировавшие ионы упадут на боковую поверхность, расположенную близко к входному отверстию. Значит, вторичная эмиссия возникнет только на указанной поверхности и не будет зависеть от длины катода. Когда длина катода настолько мала (диаметр выходной апертуры считаем равным диаметру катода), что электроны не успевают совершать колебания внутри полости и уходят на анод, эффект полого катода ослабевает и разряд протекает как в случае системы с плоскими электродами.

Явления массопереноса на границе раздела плазма—поверхность конструкционного материала часто определяют принципиальные аспекты работы газоразрядных установок, поскольку в последних всегда имеется контакт между плазмой и стенкой, плазмой и электродами. Основным объектом описания является приповерхностная область плазмы размером обычно несколько сот длин свободного пробега

атома и граничащий с плазмой слой твердого тела глубиной несколько тысяч атомных слоев. Несмотря на то, что процессы протекают в малой приповерхностной области плазмы, они активно влияют (через граничные условия) на весь объем.

Тщательный анализ вышеизложенных процессов позволил усовершенствовать старые и разработать новые виды распылителей.

Стабилизация плазмы в ионном распылителе стержней базируется на использовании магнитных полей и эффекте полого катода. При помощи предлагаемого устройства внутри трубы можно распылять стержни практически любых проводящих материалов, в том числе и стержни, состоящие из нескольких компонентов, что ставит эту технологию в ряд универсальных. При этом размещение водоохлаждаемой магнитной системы в аноде позволяет посредством ионной бомбардировки нагревать распыляемый стержень практически до любой температуры, что делает возможным нанесение покрытия без необходимого дополнительного нагрева ростовой поверхности и существенно повышает скорость распыления.

В работе рассмотрена работа принципиально нового распылителя основе полого катода. Стабилизация плазмы в нём, как и в распылителе стержней, базируется на эффекте полого катода и на использовании магнитных полей. Распылитель состоит из цилиндрического полого катода малой высоты с внутренними перегородками. Важной особенностью работы данного распылителя является интенсивное облучение распыленных атомов потоком электронов, что позволяет конденсировать вещество в ионизированном виде и вблизи фазового равновесия в системе плазма-конденсат.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ВЯЗКОСТИ НА ПЛАВЛЕНИЕ УЛЬТРАТОНКОЙ ПЛЕНКИ СМАЗКИ

Доц. Хоменко А.В., студ. Боровик Л.Н.

Исследуется плавление ультратонкой пленки смазки в процессе трения между атомарно-плоскими поверхностями при температурных зависимостях вязкости, описываемых соотношением Фогеля-Фулчера и степенным выражением. Показано, что в обоих случаях существует критическая температура, при превышении которой происходит плавление пленки смазки, и как следствие, устанавливается жидкостный режим трения. Определены значения характерных параметров смазки, необходимые для уменьшения трения. В системах, где выполняется зависимость Фогеля-Фулчера, представляется возможным подобрать такие параметры, при которых плавление смазки происходит даже при нулевой температуре поверхностей трения. Для описания фазового перехода первого рода проведен учет деформационного дефекта модуля сдвига.

При температурной зависимости вязкости в виде закона Фогеля-Фулчера, можно выделить три класса систем по состоянию смазки в зависимости от температуры сдвигаемых поверхностей: 1) смазка имеет твердоподобную структуру при любой температуре поверхностей трения; 2) существует критическое значение температуры, выше которого происходит плавление смазки, и она переходит из твердоподобного в жидкоподобное состояние; 3) смазка жидкоподобна, даже при нулевой температуре поверхностей трения.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ИСТОЧНИКА СВЧ-КОЛЕБАНИЙ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В БИМЕДИЦИНСКОЙ АППАРАТУРЕ

маг. Черненко Ю.В.

(руководитель проф. Воробьев Г.С.)

Электромагнитные поля СВЧ широко используются в современной радиолокации, многоканальной телефонной и телеграфной связи, телевидении, а также и в биомедицинской аппаратуре. [1]

Задача анализа существующих к настоящему времени источников СВЧ колебаний важна для биомедицины. Цель такого анализа – выбор наиболее оптимальных по выходным параметрам приборов, для применения в СВЧ терапии и диагностике.

К основным типам источников колебаний СВЧ, которые могут быть использованы в биомедицинской аппаратуре, относятся: электровакуумные источники (отражательный клистрон, генератор на лампе обратной волны (ЛОВ), магнетрон), полупроводниковые источники (СВЧ диод, лавинно-пролетные диоды и др.). Вместе с тем в последнее время перспективными являются новые источники: генератор дифракционного излучения (ГДИ) и отражательный генератор дифракционного излучения (ОГДИ).

Механизм работы ОГДИ основан на использовании физических свойств эффекта дифракционного излучения и принципа многократного взаимодействия электронов с высокочастотным полем открытого резонатора (ОР). Соединение в одном приборе методов фазировки электронного пучка, используемых в пролетном генераторе дифракционного излучения, ЛОВ с многократным взаимодействием и отражательном

клинстроне, указывает на перспективу эффективного применения ОГДИ в МСМ диапазоне волн. [2]

Полупроводниковые приборы [3], такие как генератор на диоде Ганна, туннельный диод являются малогабаритными и работают при сравнительно низком напряжении питания. Но, к сожалению, рабочие мощности подобных приборов невелики и они обладают достаточно высоким уровнем шумов.

Проведен сравнительный анализ основных выходных характеристик (мощности генерации, пусковых токов, КПД и т.д.) описанных выше генераторных устройств СВЧ диапазона и показано, что наиболее перспективным для использования в биомедицинской аппаратуре является ОГДИ, который обладает качественно новыми свойствами: безмощностным управлением выходными характеристиками путем изменения напряжения на отражателе, существенным уменьшением пускового тока и рядом других. Кроме того такие приборы могут быть использованы в качестве гетеродинных источников колебаний для аппаратуры миллиметрового и субмиллиметрового диапазона длин волн.

Литература:

1. Девятков Н.Д., Голант М.Б., Бецкий О.В. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности. – М.: Радио и связь, 1991.

2. Генераторы дифракционного излучения / Под ред. Шестопалова В.П.; АН УССР. Ин-т радиофизики и электрон. – Киев: Наук. Думка, 1991.

3. Конструирование экранов и СВЧ-устройств: Учебник для вузов / А.М.Чернушенко, Б.В.Петров, Л.Г.Малорацкий и др.; Под ред. А.М.Чернушенко. – М.: Радио и связь, 1990.

ПРИБЛИЖЕННЫЙ АНАЛИЗ КОЭФФИЦИЕНТА УСИЛЕНИЯ ВОЛНЫ В УСИЛИТЕЛЕ НА ЭФФЕКТЕ СМИТА-ПАРСЕЛЛА

доц. Кривец А.С., ст. преп. Ющенко О.В., асп. Журба В.О.,
асп. Крутько Ю.А.

В данной работе развита линейная самосогласованная теория усилителя на эффекте Смита-Парселла, при взаимодействии электронного потока (ЭП) с полями периодической металлической структуры и металло-диэлектрического слоя. Путем анализа дисперсионного уравнения установлена степень влияния металло-диэлектрического слоя на условия возбуждения электромагнитных волн в такой системе.

Исследуемая модель усилителя образована открытым волноводом (ОВ), состоящего из параллельно расположенных друг относительно друга металло-диэлектрического слоя и периодической структуры типа «гребенка». Между периодической структурой и металло-диэлектрическим слоем движется плоский нерелятивистский ЭП конечной толщины.

Решение самосогласованной электродинамической задачи, для описанной выше модели, проводилось методом частичных областей, описанным в [1-3]. Результатом решения является дисперсионное уравнение, позволяющее учитывать влияние металло-диэлектрического слоя на электронно-волновые процессы, протекающие в ОВ

Для случая малой плотности пространственного заряда, применяя разложение в ряд Тейлора по степеням малости волнового числа дифракционной гармоники и метод графической аппроксимации [1,3], рассматривая случай синхронизма электронов с медленной волной пространственного заряда, получено выражение для мнимой части инкремента нарастания. Пользуясь известной

методикой [4], приходим к выражению для коэффициента усиления на единицу длины по продольной оси системы.

Численный анализ показал, что увеличение длины системы приводит к неограниченному росту коэффициента усиления, обусловленного линейным приближением теоретической модели. При выборе параметров диэлектрического слоя и периодической структуры необходимо учитывать их взаимное влияние на волноводные и усилительные процессы в ОВ. Увеличение расстояния между зеркалами приводит к уменьшению коэффициента усиления дифракционной гармоники, что соответствует переходу к режиму поверхностных волн. Оценка электронного КПД показала, что его величина коррелирует со значениями КПД действующих ГДИ с периодической структурой типа "гребенка".

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воробьев Г.С., Рубан А.И., Шматько А.А. Линейная теория нерезонансного усилителя КВЧ с распределенным взаимодействием на эффекте Смита-Парселла // Изв.вузов. Радиоэлектроника.- 1999.- Т.42, №6.- С.67-70.
2. Лопухин В.М. Возбуждение электромагнитных колебаний и волн электронными потоками.- М.: Сов. радио, 1953.- 325 с.
3. Воробьев Г. С., Кривец А. С., Шматько А. А. Влияние металлодиэлектрического слоя на волновые процессы в электродинамической системе усилителя на эффекте Смита-Парселла / Радиоэлектроника.- 2005.- №6.- С. 44-52.
4. Шевчик В.Н., Трубецков Д.И. Аналитические методы расчета в электронике СВЧ.- М.: Сов. радио, 1970.- 564 с.

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОННО-ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ В УСИЛИТЕЛЕ НА ЭФФЕКТЕ СМИТА-ПАРСЕЛЛА С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Рыбалко А.А. — студент

Научный руководитель — доц. Кривец А.С.

В данной работе развита линейная самосогласованная теория усилителя на эффекте Смита-Парселла при взаимодействии электронного потока (ЭП) с полями периодической металлической структуры. Получено дисперсионное уравнение, позволяющее исследовать электронно-волновые процессы, протекающие в открытом волноводе при конечном значении фокусирующего магнитного поля.

Модель усилителя на эффекте Смита-Парселла образована параллельно расположенными периодической структурой типа "гребенка" и металлическим зеркалом. Ленточный нерелятивистский ЭП конечной толщины движется вдоль продольной оси над "гребенкой". Вся система в плоскости периодической структуры предполагается бесконечной [1].

Решение самосогласованной электродинамической задачи проводится методом частичных областей [1-3]. Поле в каждой области определяется из уравнений Максвелла, трехмерного уравнения движения ЭП и соответствующих граничных условий. Затем, в линейном приближении, определялось уравнение, связывающее переменную составляющую плотности конвекционного тока с полем в пучке, путем сведения его к однородному. Результатом совместного решения уравнения для электромагнитного поля во всем пространстве взаимодействия с электронным потоком, и в его отсутствии, было получено общее дисперсионное уравнение. Выделяя три слагаемых,

соответствующих нулевой гармонике, первой гармонике и сумме всех остальных гармоник, и используя приближение максимального взаимодействия ЭП с полем замедляющей структуры, было получено упрощенное трансцендентное дисперсионное уравнение, позволяющее учитывать влияние конечного значения величины напряженности магнитного поля на электронно-волновые процессы в объеме усилителя.

Для случая малой плотности пространственного заряда, применяя разложение в ряд Тейлора по степеням малости волнового числа дифракционной гармоники и метод графической аппроксимации, трансцендентное дисперсионное уравнение преобразуется в удобное для численного и физического анализа дисперсионное уравнение в виде полинома 7 степени. При стремлении величины магнитного поля к ∞ , данное уравнение переходит в кубическое дисперсионное уравнение системы усилителя, с одномерным характером движения электронов в пучке [1,3].

Сравнительный численный анализ показал, что в отличие от теоретической модели усилителя [1,3] в системе с неидеально сфокусированным электронным потоком наряду с быстрыми и медленными волнами пространственного заряда и волнами холодной структуры распространяются также и циклотронные волны, фазовые скорости которых близки к скорости электронного потока. При синхронизации волн пространственного заряда с волнами периодической структуры, распространяющимися в открытом волноводе, наблюдается их взаимодействие, которое проявляется в усилении электромагнитных волн. Инкремент нарастания волн существенно зависит от величины продольного магнитного поля.

Полученное дисперсионное уравнение седьмой степени позволяет более полно проанализировать физику электронно-волновых процессов в усилителе на эффекте

Смита-Парселла, учесть влияние продольного магнитного поля, а следовательно циклотронных волн пространственного заряда электронного потока на процессы электронно-волновых взаимодействий в открытом волноводе с распределенным источником излучения. Данная информация может быть полезна при практической реализации усилительных устройств этого типа [4].

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Воробьев Г.С., Рубан А.И., Шматько А.А. Линейная теория нерезонансного усилителя КВЧ с распределенным взаимодействием на эффекте Смита-Парселла // Изв. вузов. Радиоэлектроника.– 1999.–Т42, №6.– С.67–70.
2. Лопухин В.М. Возбуждение электромагнитных колебаний и волн электронными потоками.– М.: Сов. радио, 1953.– 325 с.
3. Підсилення електромагнітних хвиль на ефекті Смита-Парселла / Г. Воробйов, А. Рубан, О. Кривець, О. Шматько // Фізичний збірник НТШ.– 2001.– Т.4.– С.323–330.
4. Воробьев Г.С., Цвык А.И. Приборы дифракционной электроники с пространственно-развитыми структурами (обзор) // Вісник Сумського державного університету. – 2002. – №5(38) – 6(39). – С. 158 – 171.

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕКТОРНОЙ ТЕОРИИ СФЕРОИДАЛЬНЫХ ОТКРЫТЫХ РЕЗОНАТОРОВ ПРИ ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИХ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

ассист. Петровский М.В., асп. Журба В.О.,
вед. инж. Крутько Ю.А., студ. В.А. Зленко, студ. Ю.В. Шульга

В технике и электронике миллиметровых и субмиллиметровых (МСМ) волн широкое применение нашли сфероидальные и полусферические открытые резонаторы (ОР), которые являются базовыми элементами многих измерительных и функциональных устройств [1]. Общие свойства таких ОР достаточно изучены в работах [1,2]. Однако, при использовании ОР в качестве колебательных систем реальных технических устройств и электровакуумных приборов МСМ волн актуальной является задача идентификации, для заданного диапазона частот, экспериментальных данных с теоретическими оценками основных электродинамических характеристик таких систем (резонансных и спектральных характеристик, амплитудного распределения полей в объеме и на зеркалах ОР). Такие исследования являются базовыми при изучении волновых процессов в ОР с металлодиэлектрическими неоднородностями, введенными в их объем [3].

Целью данной работы является оценка возможности применения векторной теории ОР [4] при описании экспериментальных исследований резонансных и спектральных характеристик сфероидальных и полусферических ОР миллиметрового диапазона волн.

В работе, для конкретной геометрии зеркал и заданного диапазона частот (69 ÷ 79 ГГц) проведено

сравнение теоретических и экспериментальных результатов исследования сфероидальных и полусферических ОР. Показано, что векторная теория ОР может быть использована при анализе и оценке достоверности данных экспериментальных результатов исследований таких устройств.

На основании векторной теории ОР, и экспериментальных исследований изучены особенности электродинамических характеристик сфероидального и полусферического ОР, для конкретной геометрии зеркал. Сделаны выводы об адекватности используемой векторной теории ОР для эксперимента. Путем использования скалярной теории ОР, получены зависимости радиусов каустик полей основного типа колебания, при изменении расстояния между зеркалами, а также огибающих радиусов каустик полей между зеркалами ОР при фиксированном их положении, что позволило определить конкретные размеры апертур зеркал, которые могут быть использованы в эксперименте.

Литература

1. Техника субмиллиметровых волн / Р.А. Валитов, С.Ф. Дюбко, В.В. Камышан и др.; Под ред. Р.А. Валитова. – М.: Сов. радио, 1969. – 480 с.
2. Вайнштейн Л.А. Теория дифракции. Электроника СВЧ. – М.: Радио и связь, 1995. – 600 с.
3. О возможности применения квазиоптических открытых резонансных металлодиэлектрических структур в электронике КВЧ / Г.С. Воробьев, М.В. Петровский, А.С. Кривец // Изв. вузов. Радиоэлектроника. – 2006. – Т49, №7. – С. 56 – 61.
4. Cullen A.L. Millimeter-wave open-resonator techniques // International Journal of Infrared and Millimeter Waves. – 1983. – Vol.10. – P. 233–281.

ВЛИЯНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ НА ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОТКРЫТЫХ РЕЗОНАТОРОВ

ассист. Петровский М.В., асп. Журба В.О.

вед. инж. Крутько Ю.А., студ. В.А. Зленко, студ. Ю.В. Шульга.

Открытые резонаторы (ОР) находят широкое применение в приборах и устройствах миллиметрового и субмиллиметрового (МСМ) диапазонов длин волн. В частности, на базе сфероидальных и полусферических ОР создан ряд эффективных измерительных устройств МСМ волн: резонансные волномеры, эталоны частоты, резонансные системы для исследования свойств веществ [1]. Открытые резонаторы также используются при измерении диэлектрической проницаемости материалов и в электронике МСМ волн, при реализации режимов дифракционно-черепокского излучения на металлодиэлектрических структурах [2].

Основным из элементов, который присутствует в объеме ОР, для указанных выше систем, является диэлектрический слой, который может оказывать существенное влияние на резонансные и спектральные характеристики ОР.

Поэтому вопросы исследования электродинамических характеристик ОР, при включении в их объем распределенных диэлектрических объектов, являются актуальными.

В данной работе, в МСМ диапазоне волн, на основании векторной теории ОР [3] и экспериментальных исследований, проведен анализ влияния величины диэлектрической проницаемости и толщины диэлектрического слоя на резонансные и спектральные характеристики сфероидального

и полусферического ОР, при внесении в их объем диэлектрических призм (ДП).

На основании сопоставления теоретических и экспериментальных исследований определены особенности ОР с неоднородностью в виде ДП, помещенной в объем резонатора. Экспериментально и теоретически установлена закономерность влияния параметров ДП (толщины и значений диэлектрической проницаемости), на величину сдвига резонансной частоты основного типа колебания. Численно проанализированы распределения полей между зеркалами ОР при наличии ДП различной толщины. Спектры колебаний и резонансные кривые ОР с ДП, полученные экспериментально, позволили определить влияние диэлектрических неоднородностей на спектр и добротность колебаний. Сравнение теоретических расчетов с экспериментальными исследованиями ОР с ДП показали перспективность использования векторной и скалярной теорий ОР для описания волновых процессов в открытых резонансных системах с диэлектрическими неоднородностями.

Литература

1. Шестопалов В.П. Физические основы миллиметровой и субмиллиметровой техники: В 2 т. / Наукова думка. – К., 1985. – Т.1.: Открытые структуры. – 216 с.
2. Моделирование черенковского и дифракционного излучений на периодических металлodieлектрических структурах (обзор) / Г.С. Воробьев, А.С. Кривец, М.В. Петровский, А.И. Рубан, А.И. Цвык // Вісник Сумського державного університету. – 2003. – №10(56). – С. 110 – 130.
3. Cullen A.L. Millimeter-wave open-resonator techniques // International Journal of Infrared and Millimeter Waves. – 1983. – Vol.10. – P. 233–281.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННО-ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ 3D STUDIO MAX

Асп. Дрозденко А.А., студ. Барсук И.В.

Электронные пучки являются основой широкого класса электровакуумных приборов. От точности расчета, выбора конструкции и режимов работы системы формирования электронного пучка во многом зависят основные показатели работы прибора в целом: КПД, мощность, долговечность и т.д. Поэтому методы расчета и конструирования электронных пушек, формирующих электронные пучки различных типов, представляют интерес для широкого круга специалистов, работающих с электронными пучками.

Объектом исследования в данной работе является двухэлектродная диодная пушка (рисунок 1), формирующая ленточный электронный пучок. Если задача вычисления структуры поля в аксиально-симметричных электронно-оптических системах может быть существенно упрощена сведением к плоской задаче благодаря использованию свойств аксиальной симметрии и эллиптических интегралов, то в случае произвольной трёхмерной конфигурации необходимо рассматривать все три координатные плоскости. Для создания трёхмерных моделей используется программа 3D Studio Max. Подход при численном расчёте диодной пушки подобен методике расчета аксиально-симметричной системы [1], однако отсутствие симметрии значительно усложняет теоретическую модель и обязывает к работе в трёхмерной декартовой системе координат.

После создания трёхмерной конструкции электродов их поверхности разбиваются на множество треугольников, образуя сетку, как показано на рисунке 1.

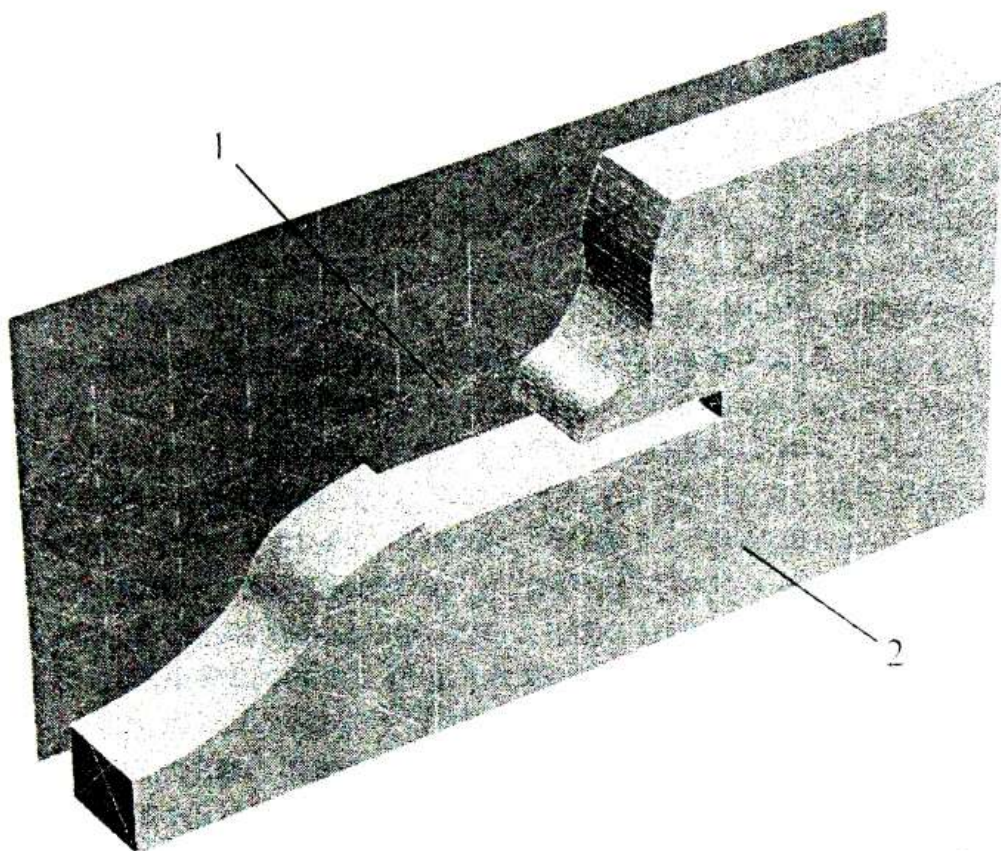


Рисунок 1 – Конфигурация электродов исследуемой диодной электронной пушки: 1 – термокато́д, 2 – ано́д (волнистый срез сделан для улучшения визуализации термокатода)

Сетка имеет различную плотность. В приосевой области и на границах электродов сетка наносится гуще для более точного учета влияния краевых эффектов на движение электронов. Там же, где электрическое поле более однородно, треугольники имеют более крупные размеры. Такой подход позволяет значительно снизить как время расчётов и затраты памяти вычислительной машины, так и погрешность при расчёте реальной структуры электрического поля. Модель созданной трёхмерной диодной пушки из 3D Studio Max, экспортируется в

текстовый файл, содержащий координаты вершин каждого треугольника сетки.

Далее необходимо определить плотность поверхностных зарядов на электродах, например методом зарядовых плотностей, который предполагает отыскание такого решения задачи, которое удовлетворяет граничным условиям не во всей области, а лишь в конечном наборе точек. В нашем случае – в вершинах треугольников. Для этого используется специальная программа, проводящая выборку координат вершин треугольников из текстового файла. После чего проводится расчет компонент поля на оси системы и дальнейшая аппроксимация напряженности в приосевом пространстве. Полученные напряженности электростатического поля дают возможность смоделировать траектории движения электронов с требуемой точностью.

С помощью программы 3D Studio Max и приведенной методики, варьируя рядом параметров: напряжениями на электродах, распределением плотности тока эмиссии, средней начальной энергией и начальным направлением эмиссии электронов, возможно моделировать электронный пучок в электронно-оптической системе произвольной пространственной конфигурации, подобрать оптимальные режимы работы электронной пушки.

Литература

1. Воробьев Г.С., Пономарев А.Г., Дрозденко А.А., Коплык И.В. Численное моделирование движения электронов в электрическом поле аксиально-симметричных электронно-оптических систем // Вестник СумГУ. — 2003.— №10(56).— С.135 —144.

2. Силадьи М. Электронная и ионная оптика: Пер. с англ.— М.: Мир, 1990.— 639с.

ПРИНЦИП РАБОТЫ УЛЬТРАЗВУКОВОГО АГРЕГАТА SIGMA IRIS 400.

ст. преподаватель Косминская Ю.А., студ.
Балабанова Н.В.

Ультразвуковые приборы все чаще используются для диагностики внутренних органов и структур. Это связано с тем, что ультра звуковая диагностика является достаточно информативной и безвредной для человека.

Ультра звуковая диагностика построена на принципе проникновения ультразвуковых волн в организм и их отражении от внутренних органов. Такие отраженные волны принимает пьезоэлектрический преобразователь. Этот датчик преобразует ультразвуковой сигнал в электрический и наоборот. Преобразованная датчиком информация поступает на экран, с помощью которого мы и оцениваем состояние исследуемого объекта.

SIGMA iris 400 является прибором нового поколения. Это проявляется в том, что изучение объекта можно дополнить доплеро эхографией. Данный метод позволяет оценить движение крови по сосудам и активность движения органов. Также данный агрегат использует вторую гармонику ультразвуковой волны, это улучшает качество изображения. Чем больше ультразвуковых гармоник используется для построения изображения, тем точнее структура изучаемого объекте на экране.

В общем SIGMA iris 400 представляет собой установку, состоящую из монитора, функциональной клавиатуры, набора датчиков и других элементов.

С помощью функциональных клавиш мы подбираем режим работы прибора, можем зафиксировать картинку в необходимом для нас положении, выбрать цветной или черно – белый режим и т.д.

В данном агрегате используются следующие эхо-локационные принципы действия:

1) А – эхограмма – осуществляется зондирование при неизменном направлении акустического луча. На экране имеем одномерные зависимости амплитуды от времени t или от глубины L .

2) М – эхограмма – используется для регистрации пространственного положения подвижных структур во времени.

3) В – эхограмма – двухмерное сканирование. Позволяет получить информацию об интенсивности отраженных сигналов в виде яркости свечения отдельных точек, составляющих эту линию.

На основании имеющихся режимов работы можно получать различные виды изображений, что позволяет более точно определить патологию или норму.

SIGMA iris 400 является прибором быстрого сканирования, или прибором позволяющим работать в масштабе реального времени. По другому такое исследование называют сложно составной ультразвуковой компьютерной томографией в реальном времени. Она достигается компьютерным сложением серии множества изображений, полученных при сканировании под разными углами зрения в одной и той же плоскости без смещения датчика.

Данный тип исследования является инновацией. Развитие данного направления позволит использовать ультразвуковую диагностику более обширно и позволит уменьшить влияние вредных факторов на человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Применение ультразвука в медицине: Физические основы: Пер. с англ./ Под ред. К. Хилла. Москва: Мир, 1989.- 527 с.

3. Дамаркас В.И., Плещас Э.Л. Ультразвуковая эхоскопия. – Л.: Машиностроение, 1988.- 385с.
4. Абдуллаев Р.Я. Клиническая эхокардиография при ишемической болезни сердца: Монография. – Х.: Факт, 2001.- 240 с.
5. Осипов Л.В. Ультразвуковые диагностические приборы: Практическое руководство для пользователей. -М.: Видар, 1999. – 256с.
6. Осипов Л.В. Физика и техника ультразвуковых диагностических систем //Медицинская визуализация. 1997. № 1. с. 6-14
7. Осипов Л.В. Физика и техника ультразвуковых диагностических систем //Медицинская визуализация. 1997. № 2. с. 18-37
8. Гуч А.А., Дынник О.Б., Сухарев И.И., Вовченко А.Я., Кориченский А.Н. Этюды современной ультразвуковой диагностики. Выпуск 1. Исследование брюшной аорты и нижних конечностей. Новые технологии в ультразвуке. –К.: Укрмед, 2000. – 192с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ ГОЛОВНОГО МОЗГА

студ. Саенко М.Н., ст. препод. Косминская Ю.А.

Одним из главных моментов при исследовании биологических объектов (БО) является огромное количество физико-биологических показателей, которые характеризуют биообъекты.

Организм - это очень сложная система, в которой все элементы взаимосвязаны и действуют друг на друга, а состояние любого органа характеризуется множеством физико-химических показателей, которые необходимо учитывать и сопоставлять.

Успешное лечение различных заболеваний головного мозга и повреждений возможно лишь при точном распознавании характера и локализации патологического очага, а это требует применение комплекса дополняющих друг друга диагностических методов, в частности интроскопии.

Под интроскопией подразумевают совокупность методов, позволяющих исследовать внутреннюю структуру объектов, не нарушая их целостности: рентгенотехники, ультразвуковой локации, компьютерной технологии, математической реконструкции изображений, радионуклидной и инфракрасной визуализации, ядерно-магнитно-резонансного анализа.

Осуществляется исследование физическими средствами: рентгеновскими или гамма-лучами, ультразвуковыми колебаниями, потоком заряженных частиц, электромагнитными колебаниями радиочастотного диапазона и др.

Основная задача при исследовании головы - определение структурных изменений в исследуемом органе при невозможности их установить неинвазивными

методами, в частности, исключить или определить объёмное поражение головного мозга.

При заболеваниях головного мозга первоначально предпочтение должно отдаваться КТ как более экономичному и быстрому методу (время исследования пациента при КТ обычно в 2-2,5 раза меньше, чем при МРТ). МРТ применяется для уточнения результатов КТ, если в этом есть необходимость.

Усложнение и как следствие, удорожание машин приводит к увеличению затрат на ремонт и эксплуатацию. Наиболее эффективное решение этой проблемы это применение систем технической диагностики, которые обеспечивают возможность без разборного поиска неисправностей.

Использование в медицинской диагностике методов распознавания и создание на их основе автоматизированных систем коренным образом изменяет эффективность диагностики с точки зрения широты охвата медицинских симптомов, ее оперативности, полноты, достоверности.

Изучение современных тенденций развития рентгеновской и ультразвуковой диагностической техники имеет смысл и актуально как в Украине, так и за ее пределами.

Использованная литература

- 1.Зенков Л.Р., Ронкин М.А.Функциональная диагностика нервных болезней:(Руководство для врачей).-2-е изд., перераб. и доп.-Москва:Медицина.-1991,-640с.
- 2.Медицинская электронная аппаратура для здравоохранения: Пер. с англ. Кролевелл Л., Ардитти М., Вейбелл А. и др.: Пер. под редакцией Утямышева Р.И.-Москва: Радио и связь,1981,- 344с.

ФОРМИРОВАНИЕ ВЫСОКОПОРИСТЫХ СЛОЕВ Al ПРИ ПОМОЩИ САМООРГАНИЗОВАННЫХ ИОННЫХ РАСПЫЛИТЕЛЕЙ

Перекрестов В.И., Корнющенко А.С.,
Косминская Ю.А.

Так как на базе высокопористых слоев можно создать различные наноструктуры, элементы сенсорной техники, ультратонкие фильтры, катализаторы и т.д., интерес к технологиям их получения существенно возрос. Обычно высокопористые структуры формируют в несколько этапов, но как показали результаты исследований, используя механизм пространственно распределенного зарождения и роста конденсата высокопористый слой можно сформировать за один технологический цикл. Для реализации пространственно распределенного зарождения и роста конденсата необходимо использовать сниженные коэффициенты конденсации (близость к фазовому равновесию системы пар-конденсат), что определяет селективное осаждение только тех адатомов, которые установили с ростовой поверхностью химические связи с энергией, превышающей некоторое критическое значение E_c .

Условия близости к фазовому равновесию были достигнуты при помощи самоорганизованных ионных распылителей. В настоящей работе предлагается вариант самоорганизации, реализованной на базе планарного магнетрона на постоянном токе, с помощью которого удалось осуществить поэтапную сборку слоев алюминия в виде различных архитектурных форм (высокопористых столбчатых и трехмерных лабиринтных структур) и даже синтезировать слои алюминия, близкие к монокристаллическому состоянию.

ГИСТЕРЕЗИСНЫЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИ ПЛАВЛЕНИИ УЛЬТРАТОНКОЙ ПЛЕНКИ СМАЗКИ В СЛУЧАЕ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА ПЕРВОГО РОДА

доц. Хоменко А.В., студ. Цыбаченко В.В.

В рамках модели Лоренца для описания вязкоупругой среды исследуется влияние деформационного дефекта модуля сдвига на плавление ультратонкой пленки смазки, зажатой между атомарно-плоскими твердыми поверхностями. Установлена возможность реализации скачкообразного и непрерывного плавления. Обнаружены три режима поведения смазки, которые отвечают нулевому сдвиговому напряжению, гуковскому участку диаграммы нагружения и участку пластического течения. Переход между этими режимами может происходить по механизму фазового превращения первого и второго рода. Описан гистерезис зависимостей стационарных напряжений от деформации и температуры поверхностей трения. Исследована фазовая кинетика системы. Показано, что соотношение времен релаксации исследуемых величин качественным образом влияет на характер установления стационарного режима. Исследована фазовая кинетика, и в зависимости от начальных условий предсказаны различные типы прерывистого движения. Определены упругие и тепловые параметры смазки, при которых в результате данного движения устанавливается жидкостное, либо сухое трение. Найдены условия для уменьшения трения.

ГИСТЕРЕЗИСНЫЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИ ПЛАВЛЕНИИ УЛЬТРАТОНКОЙ ПЛЕНКИ СМАЗКИ В СЛУЧАЕ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА ВТОРОГО РОДА

доц. Хоменко А.В., студ. Чергинев В.Б.

В последние годы проблемы трения скольжения гладких твердых поверхностей при наличии тонкой пленки смазки между ними привлекают повышенное внимание. Экспериментальное исследование атомарно - плоских поверхностей слюды, разделенных ультратонким слоем смазки, показало, что она при определенных условиях проявляет свойства твердого тела. В частности, наблюдалось присущее сухому трению прерывистое движение (stick-slip). Такой граничный режим реализуется, если пленка смазочного материала имеет менее четырех молекулярных слоев и объясняется как затвердевание, обусловленное сжатием стенок. Последующее скачкообразное плавление происходит когда сдвиговое напряжение превышает критическое значение за счет эффекта "плавления, вызванного сдвигом".

В данной работе в рамках модели Лоренца для описания вязкоупругой среды исследуется влияние деформационного демодуля сдвига на плавление ультратонкой пленки смазки, зажатой между атомарно-плоскими твердыми поверхностями. Установлена возможность реализации скачкообразного и непрерывного плавления. Обнаружены три режима поведения смазки, которые отвечают нулевым сдвиговым напряжениям, гуковскому участку диаграммы нагружения и участку пластического течения. Описан гистерезис зависимостей стационарных напряжений от деформации и температуры поверхностей трения. Исследована фазовая кинетика системы в различных координатах. Показано, что соотношение времен релаксации исследуемых величин качественно влияет на характер установления стационарного режима. Определены параметры смазки, при которых наблюдается автоколебательный режим прерывистого движения, не приводящий систему в стационарное состояние.

СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОЛИРОВАННЫХ ГОЛОСОВЫХ КОМАНД

доц. Зубань Ю.А., студ. Скияров И.В.

Развитие информационных компьютерных технологий и программного обеспечения все чаще приводит к созданию новых подходов к "общению" с ЭВМ, в том числе, основанных на речевом диалоге.

Нашей задачей является разработка системы автоматического распознавания речи с целью создания аппаратного комплекса управления техническими объектами при помощи голоса. Такая система может быть успешно проинтегрирована в повседневные технические средства для облегчения взаимодействия человека и машины посредством голоса.

Процедура распознавания голосовой команды состоит из двух основных этапов: этапа предварительной обработки (низкочастотной фильтрации и спектрального выравнивания), выделения ключевых параметров речи (спектральных коэффициентов) и этапа сравнения распознаваемой команды с множеством предварительно созданных эталонов (шаблонов). Результатом распознавания будет эталон с минимальным расхождением между распознаваемой и эталонными траекториями. Каждому шаблону ставится в соответствие управляющее воздействие, с помощью которого и происходит управление техническим объектом.

Разрабатываемая система должна иметь высокую вероятность правильного распознавания (не ниже 95%), высокий уровень производительности и надежности, обеспечивать работу в реальном времени, иметь достаточный набор команд и возможность работы с любым диктором.

ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОЧАСТОТНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В ТЕХНИКЕ НЕЛИНЕЙНОЙ РАДИОЛОКАЦИИ

Доц. Онанченко Е. Л., ст. Гевко С. Ф.

В настоящее время радиолокация (РЛ), акустолокация, радиосвязь и другие смежные направления техники немыслимы без применения широкополосных сигналов (ШПС). В локации использование ШПС во многом определяет разрешающую способность, точность, помехозащищенность и ряд других характеристик. Дальнейшим шагом на этом пути развития является применение сверхширокополосных сигналов (СШП). С другой стороны всё большее распространение получают устройства, в основе которых лежит теория нелинейной радиолокации. Суть её заключается в свойствах ряда структур (полупроводники, металлические контакты и др.) переизлучать зондируемый сигнал обратно в эфир не только на основной частоте, но и на кратных гармониках.

Объединение теории СШП с технологией нелинейной локации даёт удвоенный эффект, поскольку нелинейные радиолокационные станции (НРЛС) находят всё более широкое применение в таких областях деятельности человека как:

- «чистка» помещений от устройств коммерческой разведки конкурентов;
- предотвращение террористических актов;
- дистанционное обнаружение обломков в труднодоступных местах (тайга, горы и т.д.);
- дистанционное обнаружение террористических групп с воздушных носителей;
- дистанционное маркирование подземных объектов, «черных ящиков» самолетов, участков местности и спасателей с земли и воздуха.

Известно, что именно ширина полосы частот определяет информативность радиотехнических систем. Для повышения информационных возможностей системы необходимо расширять ее полосу частот, но так, чтобы иметь возможность не создавать помех другим передающим и принимающим устройствам в этом диапазоне. Для этого используют сверхкороткие импульсные сигналы, которые соответственно имеют сверхширокий спектр. Длительность таких импульсов составляет порядка 0,5 нс, при этом ширина спектрального диапазона, которая всегда обратно пропорциональна длительности импульса, составляет приблизительно 2 ГГц.

Применение СШП сигналов даёт следующие преимущества:

- увеличение дальности обнаружения нелинейных объектов: в 2...2,5 раза в свободном пространстве и в 1,6...1,8 раза вблизи поверхности грунта;
- увеличение дальности обнаружения объектов с электронными устройствами, имеющих экранирующие металлические корпуса;
- увеличение дальности обнаружения металлических объектов (на 50...80%), содержащих точечные прижимные контакты в своей конструкции;
- уменьшение требований к уровню собственных гармоник СШП-передатчика;
- уменьшение помехового воздействия корпуса носителя (на 30...60 дБ).

В отличие от обычного (линейного) радиолокатора дальность действия многочастотной НРЛС быстрее растет с повышением мощности передатчика, чем с увеличением чувствительности приемника. На практике то потребует использовать мощные зондирующие импульсы с большой скважностью.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ИЗМЕРЕНИЯ СО СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТЬЮ ШУМОВ

доц. Новгородцев А.И., инж. Гопич В.М.,
студ. Доценко С.В.

Под идентификацией следует понимать процесс определения математической модели объекта измерений с целью оценки его статических и динамических характеристик, а так же неизвестных фазовых координат, вектора состояния с учетом влияния статистических параметров шумов и параметров изменения.

В работе рассматривается класс объекта измерений, которые являются стационарными и эргодическими. В связи с этим корреляционная функция и спектральная плотность измерения оказываются связанными через преобразования Фурье и, следовательно, имеют одинаковую информационную ценность. Тогда, представим спектральную плотность измерений как произведение квадрата модуля амплитудно-фазовой характеристики системы, на вход которой поступает воздействие со спектральной плотностью белого шума, можно найти передаточную функцию, а следовательно, построит математическую модель идентифицировав тем самым модель измерения.

Однако, на практике проще определить корреляционную функцию измерений.

Алгоритм идентификации объектов измерения на основе реализации корреляционного метода включает в себя следующие операции:

- 1) исходной информацией служит массив измеренных значений физической величины, на основании которого вычисляется математическое ожидание,

дисперсия и формируется массив центрированных измерений;

2) рассчитываются экспериментальные значения неизвестной корреляционной функции по значениям центрированных измерений;

3) устанавливается шаг корреляции, равный единице;

4) рассчитывается оценка коэффициента как отношение значения корреляционной функции, вычисленной на предыдущем шаге, к её текущему значению;

5) определяется выражение для оценки корреляционной функции и рассчитывается среднеквадратическая погрешность дисперсии.

6) находится погрешность оценки идентификации по модулю разности между оценкой и экспериментальным значением корреляционной функции. Если погрешность оценки идентификации меньше среднеквадратической погрешности дисперсии, то оценка коэффициента принимается за действительное значение и алгоритм заканчивает работу. В противном случае шаг корреляции увеличивается на единицу и осуществляется переход к операции 4.

В качестве примера был рассмотрен такой объект, как измерение скорости звука в жидких средах. Решая задачу идентификации изложенным выше методом, получено выражение для корреляционной функции.

$$R(\tau) = [\exp(-\tau)] \cdot 10^{-5}, \quad (1)$$

где τ – интервал корреляции.

Выражению (1) соответствует спектральная плотность

$$S(\omega) = [5 \cdot 10^4 \cdot \pi \cdot (1 + \omega^2)]^{-1} \quad (2)$$

где ω – круговая частота.

Раскладывая выражение (2) на реализуемые и нереализуемые комплексные сомножители находится передаточная функция

$$W(p) = [1 + p]^{-1}, \quad (3)$$

где p – оператор Лапласа.

Выражению (3) соответствует дифференциальное выражение вида

$$\frac{dy(t)}{dt} + y(t) = x(t), \quad (4)$$

где $y(t)$ – измеряемая скорость звука;

$x(t)$ – задающее воздействие со спектральной плотностью

$$S_x(\omega) = 5 \cdot 10^4 \cdot \pi \quad (5)$$

Уравнение (4) представляет собой математическую модель объекта измерений, идентифицированной по методу корреляционной функции.

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования предложенного алгоритма идентификации на компьютере подтвердили его эффективность и возможность использования при синтезе математического обеспечения и информационно– измерительных систем.

ОЦЕНКА ФАЗОВОГО СОСТОЯНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

доц. Новгородцев А.И., студ. Шевченко А.С.,
ст. науч. сотр. Покотило В.Н.

Проблемы оценивания фазового состояния динамических систем в условиях неполной априорной информации о статических параметрах случайных процессов возникает при решении целого ряда задач синтеза математического обеспечения систем автоматизации производственных процессов. В этом случае наличие неполной информации приводит к образованию дополнительной динамической погрешности, снижающей точность оценивания и приводящей к расходимости алгоритмов.

В настоящей работе рассмотрены вопросы синтеза устойчивых процедур оценивания фазового состояния, учитывающих влияние неполной априорной информации о статических параметрах случайных процессов на точность и устойчивость алгоритмов.

В основу предлагаемого метода синтеза устойчивых алгоритмов положено нахождение в текущий момент времени дисперсии ошибки наблюдений путем коррекции оптимальной дисперсии априорной ошибки оценки фазового состояния по результатам прошлых наблюдений. В результате дисперсия априорной ошибки оценки фазового состояния будет определяться с учетом коэффициента пропорциональности, умноженного на величину дисперсии апостериорной ошибки оценки фазового состояния с известными начальными условиями.

Учитывая, что в установившемся состоянии дисперсии априорной и апостериорной ошибок оценки фазового состояния будут равны, следовательно, с учетом

неизвестного коэффициента пропорциональности возникает ошибка, приводящая к неустойчивости алгоритма.

Для предотвращения неустойчивости алгоритма необходимо найти оптимальное значение оценки коэффициента пропорциональности. Оптимум значения коэффициента пропорциональности ищется в смысле минимума квадратурного функционала качества, связанного с дисперсией апостериорной ошибки оценки фазового состояния. Тогда, взяв частную производную от минимизируемого функционала по оцениваемому параметру, находится система разностных уравнений, которая определяет структуру алгоритма устойчивого оценивания фазового состояния динамических систем.

Изложенный метод оценки фазового состояния был исследован на основе проведения ряда численных экспериментов.

Целью данного исследования является изучение влияния на точность и скорость сходимости оценок различных факторов – шума измерений входных и выходных сигналов, априорных данных, начального состояния, количества измеряемых выходных переменных и т.д. В качестве модели использовалась подпрограмма численного интегрирования системы дифференциальных уравнений, которой описывается поведение объекта управления.

В качестве метода численного интегрирования системы дифференциальных уравнений был использован метод Рунге-Кутты.

Проведенные экспериментальные исследования полученного алгоритма подтверждают его эффективность и возможность реализации при решении задач синтеза систем автоматизации производственных процессов.

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ПЕРВИЧНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЯМР ИЗМЕРИТЕЛЯ

Научн. сотр. Дудник А.Б., доц. Ононченко Е.Л.,
студ. Мокренко А.А.*

**Институт прикладной физики НАН Украины
Сумский государственный университет*

ЯМР измеритель, применяемый в Институте прикладной физики НАНУ для измерения постоянного магнитного поля в зазоре анализирующего магнита, обеспечивает точность измерений порядка $4.5 \cdot 10^{-4}$.

Выполнен анализ неоднородности магнитного поля в зазоре анализирующего магнита и определена область, в которой неоднородность поля не превышает 0,02%/см. Оптимизированы размеры датчика, которые были уменьшены по направлению максимального градиента поля в данной области, тогда как в других направлениях, где градиент поля мал, эти размеры увеличены. Определено местоположение датчика в зазоре анализирующего магнита. Рассчитаны шумовые свойства датчика.

Точность измерения магнитного поля разработанным датчиком для диапазона магнитной индукции в зазоре анализирующего магнита 0.18 – 0.72 Тл составляет $2 \cdot 10^{-6}$ – $3.6 \cdot 10^{-7}$.

Отмечено, что с увеличением индукции измеряемого магнитного поля, точность измерений повышается.

Применение микроконтроллера, связанного с центральной ЭВМ, и цифрового синтезатора частоты для управления ЯМР измерителем, позволяет выполнять автоматизированный сбор, обработку и хранение данных при исследованиях.

Разработанный ЯМР-измеритель предполагается использовать для измерения и стабилизации постоянного магнитного поля анализирующего магнита ускорительного аналитического комплекса в Институте прикладной физики НАН Украины.

ОЦЕНКА ДОСТОВЕРНОСТИ РАБОТЫ БИНОМИАЛЬНЫХ ДЕШИФРАТОРОВ

ассист. Гриненко В.В., студ. Половинка Е.А.

При построении дешифраторов биномиального кода используется подход, основанный на предварительном подсчете единиц в кодовой комбинации. Применение данного метода позволяет существенно снизить аппаратные затраты на построение дешифратора. Кроме этого, появляется возможность контролировать появление ошибок в работе устройства. Поэтому возникает необходимость в разработке метода для оценки достоверности работы биномиальных дешифраторов.

Оценка достоверности проводилась по вероятности необнаружения ошибок. Основными узлами дешифратора являются сумматор подсчета единиц во входной комбинации и дешифратор сочетаний, на входы элементов «И» которого поступают сигналы с выходов сумматора и прямое или инверсное значения входных переменных в зависимости от соотношения нулей и единиц в дешифрируемых кодовых комбинациях. Метод контроля основан на анализе принадлежности выходных сигналов дешифратора к группе с количеством единиц во входной комбинации. Было предложено определить вероятность пропуска ошибки в работе дешифратора при безошибочной работе сумматора, и вероятность пропуска ошибки в работе сумматора при безошибочной работе дешифратора. В качестве модели ошибки была выбрана модель возникновения ошибочных переходов $0 \rightarrow 1$ и $1 \rightarrow 0$ на выходах логических элементов. На основании структурных характеристик биномиального кода были получены соотношения, позволяющие определять вероятность появления необнаруживаемой ошибки в работе биномиального дешифратора.

ПРОБЛЕМИ РОЗРОБКИ ТА ПОБУДОВИ ІМПУЛЬСНИХ ПІДСИЛЮВАЧІВ ЗВУКОВОЇ ЧАСТОТИ

доц. Новгородцев А.І. студ. Крючко Є.В.
студ. Тимохін В.А.

Дана робота присвячена деяким аспектам проектування широтно-імпульсного (клас D) підсилювача потужності звукової частоти (ППЗЧ).

В останній час у сучасній інженерній науці, що займається проектуванням ППЗЧ, намітився перехід від класичних схем (безтрансформаторний каскад класу АВ) до більш сучасних розробок – вихідних каскадів імпульсно-аналогового (клас Н) та імпульсного (клас D) типів.

В основі ППЗЧ класу D лежить принцип широтно-імпульсної модуляції (ШІМ) (Рис. 1), при якій аналоговим вхідним сигналом модулюється імпульсу прямокутної форми постійної амплітуди і частоти.



Рис. 1

При використанні ШІМ вихідний каскад підсилювача працює не у активному, а в ключовому режимі, що дозволяє використовувати в ньому польові транзистори К-МОН структури (напр. STB19N520 – 150 V, 50 A). Враховуючи досить великий коефіцієнт корисної дії (ККД), пов'язаний з тим, що коли транзистор відкритий на ньому майже не падає напруга ($U_{ce} < 0.01$ В при $U_{ce} = 85$ В) а коли закритий, опір

каналу дуже високий (перевищує 100 кОм). Такий режим значно зменшує нагрів вихідних транзисторів та дозволяє будувати на одній комплементарній парі каскад потужністю до 250 Вт.

Для роботи ШІМ необхідно перетворити неперервний аналоговий сигнал до дискретного, який тим чи іншим методом (напр. за допомогою компаратора) буде модулювати ширину прямокутних імпульсів. У якості частоти імпульсного сигналу вибирається величина, що мінімум в два рази перевищує верхню границю діапазону підсилення

Структурна схема підсилювача зображена на рисунку 2



Рис. 2

Побудова ШІМ значно спрощується з використанням у її конструкції досягнень сучасної мікросхемотехніки, наприклад мікросхеми-драйвера імпульсних ключів ТА0102А, що представляє собою здвоєний 24 бітний АЦП, генератор прямокутних імпульсів та драйвер потужних польових транзисторів в одному корпусі

Крім того перевагою класу D є можливість використання імпульсних джерел живлення, які при використанні класичних схем вихідних каскадів схильні викликати самозбудження кінцевих ступенів та потребують складної системи фільтрації, що значно зменшує ККД та зводить на нівець усі переваги ІДЖ.

Але ППЗЧ класу D мають і суттєві недоліки, основний з яких це невисокий ступінь лінійності (особливо на високих частотах), відносно високі гармонічні та нелінійні спотворення (0,1-1,5%), високий рівень завад, які викликає працюючий у ключовому режимі вихідний каскад.

Корекція роботи останнього у була основною метою даної роботи. До складу мікросхеми драйвера входить спеціальний зовнішній ланцюг (RC контур) мета якого регулювати крутизну фронтів імпульсів, що поступають на вихідний каскад. Так як підсилювач працює не на лінійне активне навантаження, а на складний індуктивно-активний елемент (динамічна головка) з нелінійною амплітудно-частотною та динамічною характеристиками то форма імпульсів вихідного каскаду для отримання максимальної лінійності повинна дещо відрізнятись від прямокутної. По перше необхідно враховувати затримку розповсюдження сигналу (зміщення фронту струмів стоку та заслону) та так звані сквізні струми – струми у колі заслону що виникають в момент комутації потужних транзисторів та здатні значно змінювати режим роботи вихідного каскаду. Збільшення крутизни імпульсів призводить до зростання рівня завад, а зменшення – до різкого зменшення ККД та нагріву вихідних транзисторів.

У схемі використовується імпульсний блок живлення з оптоелектронним зворотнім зв'язком та двохтактним імпульсним генератором. Випрямляч побудований по мостовій схемі на діодах Шоттки з LC фільтром на виході.

Для досліду було створено експериментальний підсилювач, який випробовувався як на ідеальному (синусоїда 1 КГц), так і на реальному музичному сигналі. Навантаженням підсилювача була однополюсна динамічна головка потужністю 150 Вт. Робота підсилювача порівнювалась з еталонним підсилювачем АВ класу, побудованим по класичній схемі.

Спектри вихідного експериментального сигналу для імпульсного та лінійного підсилювачів зображені відповідно на рисунках 3 та 4. (Для імпульсного підсилювача експериментально підбиралася крутизна імпульсів при якій досягалася максимальна лінійність вихідного каскаду та ККД)

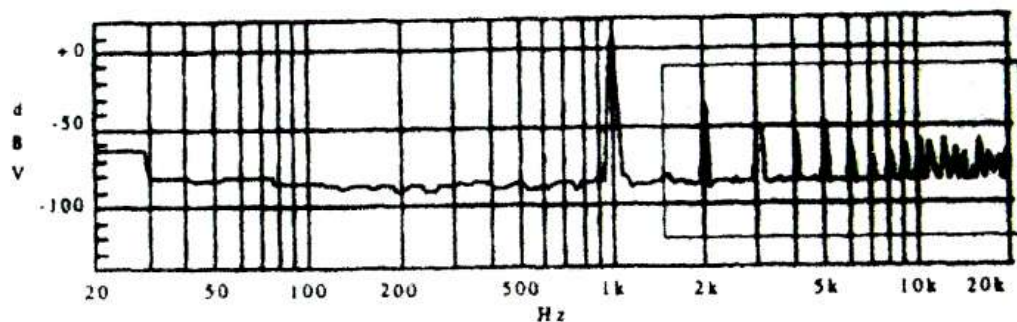


Рис. 3

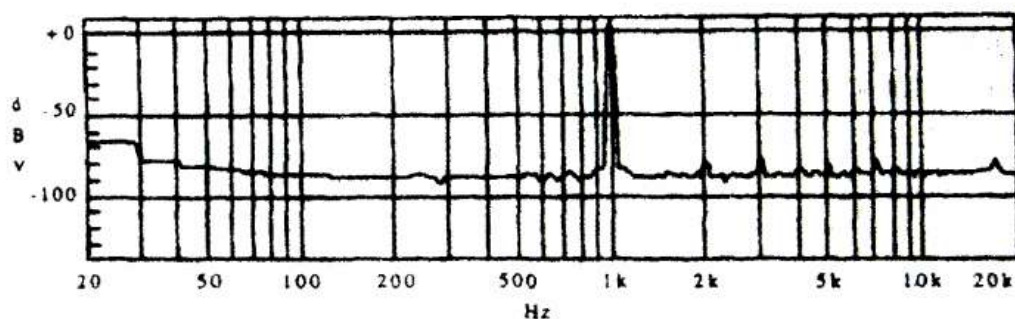


Рис. 4

Згідно з результатами проведеної роботи можна зробити висновок, що клас D може використовуватись у підсилювачах потужності, але його використання ефективне лише на великих потужностях, коли більш важливим є високий ККД ППЗЧ ніж висока вірність передачі сигналу. Для підсилювачів низької та середньої потужності використання режиму D не доцільне через необхідність побудови складних протизавадних фільтрів, та відносно високий коефіцієнт спотворень.

АЛГЕБРОГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ КОДЫ В СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Доц. Онанченко Е.Л., студ. Лысенко А.В.

Выбор избыточных кодов для повышения достоверности передаваемых данных требует учета различных факторов, в частности, распределения ошибок в канале связи, допустимую вероятность ошибок, обеспечения заданной скорости передачи, сложности алгоритмов кодирования.

Одним из основных факторов, влияющих на выбор кода, является характер распределения ошибок в канале связи. Исследования показывают, что ошибки часто являются зависимыми и обладают тенденцией к группированию. Вероятность искажения кодовой комбинации m ошибками можно определить по формуле:

$$P(\geq m, n) \approx \left(\frac{n}{m} \right)^{1-m} P_0^m$$

где n - разрядность кодового слова, m - число ошибок в кодовом слове, P_0 - вероятность ошибки разряда в кодовом слове.

Эффективным средством повышения достоверности передаваемой информации могут быть только коды, которые могут обнаруживать и исправлять помимо независимых ошибок также сложные пакеты ошибок.

Одним из перспективных направлений в развитии теории помехоустойчивого кодирования являются методы алгеброгеометрического кодирования, основное достоинство которого состоит в построении длинных недвоичных блоковых кодов, обладающие хорошими асимптотическими свойствами.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИНОМИАЛЬНЫХ КОДОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ КРИПТОГРАФИИ

д.т.н., проф. Борисенко А. А., Коломиец М. И.

Предлагаемый алгоритм основан на методе защиты информации при помощи сжатия [1,2]. Блок входных данных представляется в виде комбинации равномерного биномиального кода с параметрами n – разрядность блока и k – количество единиц в блоке. Шифрование заключается в получении двоичного номера для этого блока. Алгоритм шифрования с позиции криптографии представляет собой управляемую операцию, зависящую от преобразуемых данных [3]. Математически алгоритм представляет собой функцию с секретом. Секретом является количество единиц во входном блоке k .

В ходе шифрования формируется криптограмма, состоящая из информационной части и ключа, то есть образуется криптосистема с неравномерным ключом. Длина информационной части и ключа зависит от максимального диапазона чисел представляемых при помощи биномиальных кодов с параметрами n и k , количества единиц во входном блоке и рассчитывается по формулам (1)

$$m = \left\lfloor \log_2(C_{n+1}^{n/2}) \right\rfloor, \quad s = \lceil \log_2 n \rceil \quad (1)$$

где m – длина информационной части, s – длина ключа.

Стойкость зависит от длины блока n . При известной информационной части и неизвестном ключе, стойкость отдельно взятого блока определяется выражением (2)

$$P = p(n)^{-1} \cdot n = \frac{n^2 \cdot C_{n+1}^{n/2}}{2} \left(\sum_{k=1}^{n/2} \frac{C_{n+1}^k - C_{n+1}^{k-1}}{n - 2k + 2} \right)^{-1}, \quad (2)$$

где $p(n)$ – вероятность выбора алгоритма преобразования методом простого перебора значений k .

Стойкость системы в целом определяется длиной шифруемого пакета. Для случая шифрования пакета состоящего из N статистически независимых блоков разрядности n , стойкость системы при неизвестных ключах для метода простого перебора будет иметь вид (3)

$$P(N) = P^N. \quad (3)$$

Практическая стойкость системы определяется стойкостью алгоритма шифрования или передачи ключевой информации.

Можно выделить несколько методов использования описанного алгоритма в задачах криптографии.

Первый метод служит для повышения эффективности существующих криптосистем. При этом биномиальная криптосистема на первом этапе в процессе сжатия данных производит первичное шифрование, а на втором этапе шифруются только ключи. Эффективность системы повышается за счет уменьшения количества информации шифруемой на втором этапе.

Второй метод основан на маскировании ключей среди информационной части криптограммы. Например, при помощи гаммирования.

Основными достоинствами предложенного криптографического метода является: возможность сквозного контроля аутентичности информации и простота как программной, так и аппаратной реализации.

Литература:

1. Хаффман Л. Дж. Современные методы защиты информации. Пер. с англ. – М.: Советское радио, 1980. – 262 с.
2. Борисенко А. А. Защита информации на основе сжатия // Вісник СумДУ. – 2006. – № 4. – С. 53-55.
3. Борисенко А. А. Введение в теорию биномиального счета. Монография. – Сумы: Университетская книга, 2004. – 88 с.

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ РАВНОМЕРНЫХ КОДОВ В БИНАРНЫЕ ЧИСЛА

Доц. Бережная О.В., студ. Демьяник Д.С.

Когда возникает необходимость передачи двоичных данных по любой линии связи, практически всегда возникает необходимость помехоустойчивого кодирования. При небольшой избыточности равновесные коды обладают неплохой помехоустойчивостью, поэтому их можно использовать для кодирования и передачи двоичных данных в малощумящих каналах. При приёме данных, закодированных при помощи равновесных кодов, требуется их преобразование в исходный вид – декодирование. Известно множество способов построения декодеров, некоторые из которых являются универсальными, а другие подходят только для определённых кодов. Далее приведён ряд принципов, которые могут быть использованы для решения данной задачи:

– построение декодера на комбинаторных логических элементах. Данный способ требует расчёта ряда не полностью определённых логических функций для и синтеза схемы декодера при помощи нескольких микросхем, количество которых зависит от длины преобразуемой равновесной комбинации. Достоинства данного метода – быстрдействие и невысокая стоимость (при короткой длине равновесных комбинаций). К недостаткам можно отнести незащищённость от ошибок, которые могут возникнуть в микросхемах (из-за неисправности или по другим причинам), а также увеличение габаритов и стоимости устройства при наращивании длины преобразуемой комбинации;

– использование микросхемы ПЗУ. Суть метода заключается, в том, что в ячейки ПЗУ, адреса которых являю-

тся преобразуемыми равновесными комбинациями, заносятся двоичные числа, которые соответствуют этим комбинациям. При поступлении на адресные входы ПЗУ равновесных комбинации на выходах данных появляются соответствующие двоичные числа. Быстродействие и простота являются достоинствами этого метода. Недостатками являются неэкономичное использование ПЗУ, а также необходимость использования большого числа микросхем, для декодирования длинных комбинаций;

– применение микропроцессора. Равновесная комбинация, поступающая на вход микропроцессорной системы преобразуется программой, которая записана в ПЗУ системы, и на выходе появляется двоичное число. Данный метод может эффективно использоваться при декодировании последовательностей, длина которых не позволяет применение других приведённых методов. Недостаток этого метода – дороговизна и низкое быстродействие;

– использование декодера на счётчиках. преобразователь представляет собой систему, основой которой являются два счётчика. Один из них – обратный – работает в системе счисления, которой принадлежат числа поступающие на вход системы (равновесные), другой – прямой – считает в системе счисления, в которую переводятся приёмные данные. При поступлении на вход декодера равновесной комбинации начинается процесс счёта, когда первый счётчик обнулится, на втором будет преобразованная комбинация. Вместо равновесного счётчика можно использовать биномиальный счётчик, который будет иметь меньшую разрядность. При этом нужно будет перед поместить простое устройство, преобразующее равновесную комбинацию в биномиальную. Достоинство этого метода - повышенная надёжность (за счёт использования биномиального счётчика с самоконтролем), недостаток – невысокое быстродействие этой системы.

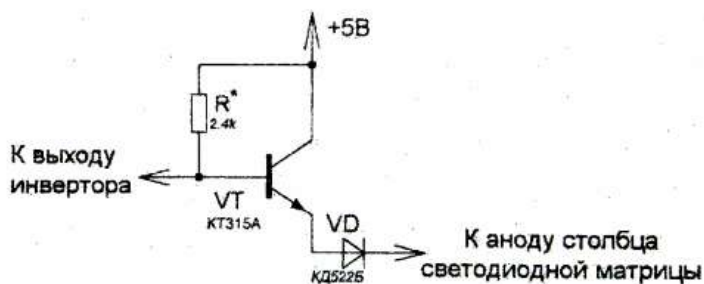
МОДЕРНИЗАЦИЯ ЗНАКОСИНТЕЗИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА УМ-11

Зав.лаб. Любимый А.А., студ. Мокренко А.А.

При использовании знаковосинтезирующего устройства лабораторного стенда УМ-11 яркость свечения светодиодной матрицы в динамическом режиме индикации не позволяла наблюдать изображение символа.

Выполнен анализ электрической принципиальной схемы знаковосинтезирующего устройства. Выяснено, что требуемая яркость свечения элементов светодиодной матрицы АЛС340А1 не достигается из-за низкого значения прямого тока анода элементов матрицы. Определено, что нагрузочная способность выходов инверторов микросхемы К155ЛН1 в состоянии лог. „1” недостаточна для обеспечения выходного значения тока 10мА и составляет лишь 4.3 мА.

Было принято решение увеличить нагрузочную способность инверторов за счет введения дополнительного каскада, который представляет собой источник тока, выполненный на дискретном транзисторе серии КТ315. Схема электрическая принципиальная усилительного каскада приведена на рисунке.



Номинал резистора R^* лежит в пределах 2.0-2.7кОм, им устанавливается ток анода элементов столбца матрицы (яркость свечения элемента матрицы). В режиме ознакомления с принципом работы светодиодной матрицы диод VD служит для защиты транзистора VT от перегрузки по обратному току и напряжению.

ПОСТРОЕНИЕ ЭКОНОМИЧНЫХ ДЕШИФРАТОРОВ

доц. Лопатченко Б. К., ст. Кремезный В. В.

В ряде случаев путем введения предварительного преобразования декодируемой информации можно значительно уменьшить аппаратные затраты дешифраторов.

Наиболее удобной для этой цели является операция подсчета числа единиц в дешифрируемой кодовой комбинации.

Предположим, что для любой из дешифрируемых кодовых комбинаций известно число содержащихся в ней единиц $S_0, S_1, S_2, \dots, S_k$. Это позволяет производить дешифрацию каждой группы комбинаций в отдельности.

В общем случае предлагаемый дешифратор содержит сумматор числа единиц во входных кодовых комбинациях и дешифраторы сочетаний, реализующие функции выхода $F_0, F_1, F_2, \dots, F_{n-1}$. В качестве сумматора можно использовать матричный сумматор.

Дополнительная минимизация аппаратных затрат дешифраторов сочетаний достигается за счет использования прямых или инверсных значений входных переменных в зависимости от соотношения нулей и единиц в дешифрируемых кодовых комбинациях. Если в комбинации меньше число единиц, используются прямые значения входных переменных, если меньше число нулей, - инверсные.

Анализируя группировку кодовых комбинаций при увеличении числа входных переменных, можно сделать вывод, что число комбинаций в группе определяется числом сочетаний единиц и нулей в кодовых комбинациях

$$C_i = \frac{n!}{i!(n-i)!},$$

где n – число входных переменных;

i – число единиц или нулей в кодовых комбинациях.

Количество дешифраторов сочетаний определяется числом групп, за исключением первой и последней, и равно $n-1$. Количество элементов схем дешифраторов сочетаний определяется количеством кодовых комбинаций в группе, а количество входов логического элемента минимальным числом i нулей или единиц в комбинации и двоичной функцией S_i , соответствующей количеству единиц в кодовых комбинациях данной группы, и равно $i+1$.

Использование описанного способа построения дешифратора позволяет также и обнаруживать сбои в дешифраторах сочетаний. Способ контроля основан на анализе принадлежности выходной комбинации к группе, состоящей из определенного числа единиц. Для этого используются схемы «ИЛИ» которые производят суммирование логических сигналов F_i с определенным количеством единиц, и схемы неравнозначности « \neq ».

Предлагаемый способ построения матричных дешифраторов позволяет более чем вдвое уменьшить аппаратные затраты, а применение сумматоров в предлагаемых дешифраторах расширяет их функциональные возможности и, следовательно, повышает эффективность использования. Кроме того, использование средств самоконтроля позволяет обнаруживать сбои в работе схемы.

Литература

1. Борисенко А. А. Биномиальные автоматы: Учебное пособие. – Сумы: Изд-во СумГУ, 2005. – 121 с.
2. А. с. 1077054 СССР МКИЗОЗК 23/00. Счетчик импульсов / А. А. Борисенко, И. Д. Пузько, Л. А. Стеценко (СССР). - № 3479062 / 18 – 21; Заявлено 27.07.82 // Открытия. Изобретения. 1984, № 8, с. 197.

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ГАЗОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ДОМЕННОМУ ВИРОБНИЦТВІ В АСПЕКТІ ЗАДАЧ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

студ. Крупник О.О., доц. Черв'яков В.Д.

В сфері раціонального управління протіканням процесу виготовлення чавуну існує досить велика кількість проблем, що в більшості випадків відносяться до завдань енергозбереження.

Доменне виробництво пред'являє великі вимоги до енергетичних ресурсів, серед яких можна зазначити такі як електроенергія та природній газ.

Регулювання подачі та складу дуття є основним способом управління доменною піччю «знизу». Проаналізувавши складники дуття на предмет витрат енергоносіїв, що необхідні для його утворення, а саме затрати на очищення повітря (основного складнику), збагачення його киснем, підігрів, стискування, змішування, можемо відзначити наступне:

- велика кількість електроенергії, яка витрачається в доменному виробництві, йде на отримання кисню;
- частина природного газу використовується для нагрівання кауперів, частина додається до дуття перед подачею його в піч;
- стиснення дуття досягається за рахунок роботи потужного компресору, який приводиться в дію електроприводом або турбіною, що споживають значну частину енергоресурсів.

Спрощена технологічна схема підготовки дуття та використання енергоносіїв наведена на рис.1.

Як правило, в машинах для стиснення і перекачування газів виникають ситуації помпажу, які зазвичай усуваються при виявленні предпомпажних станів

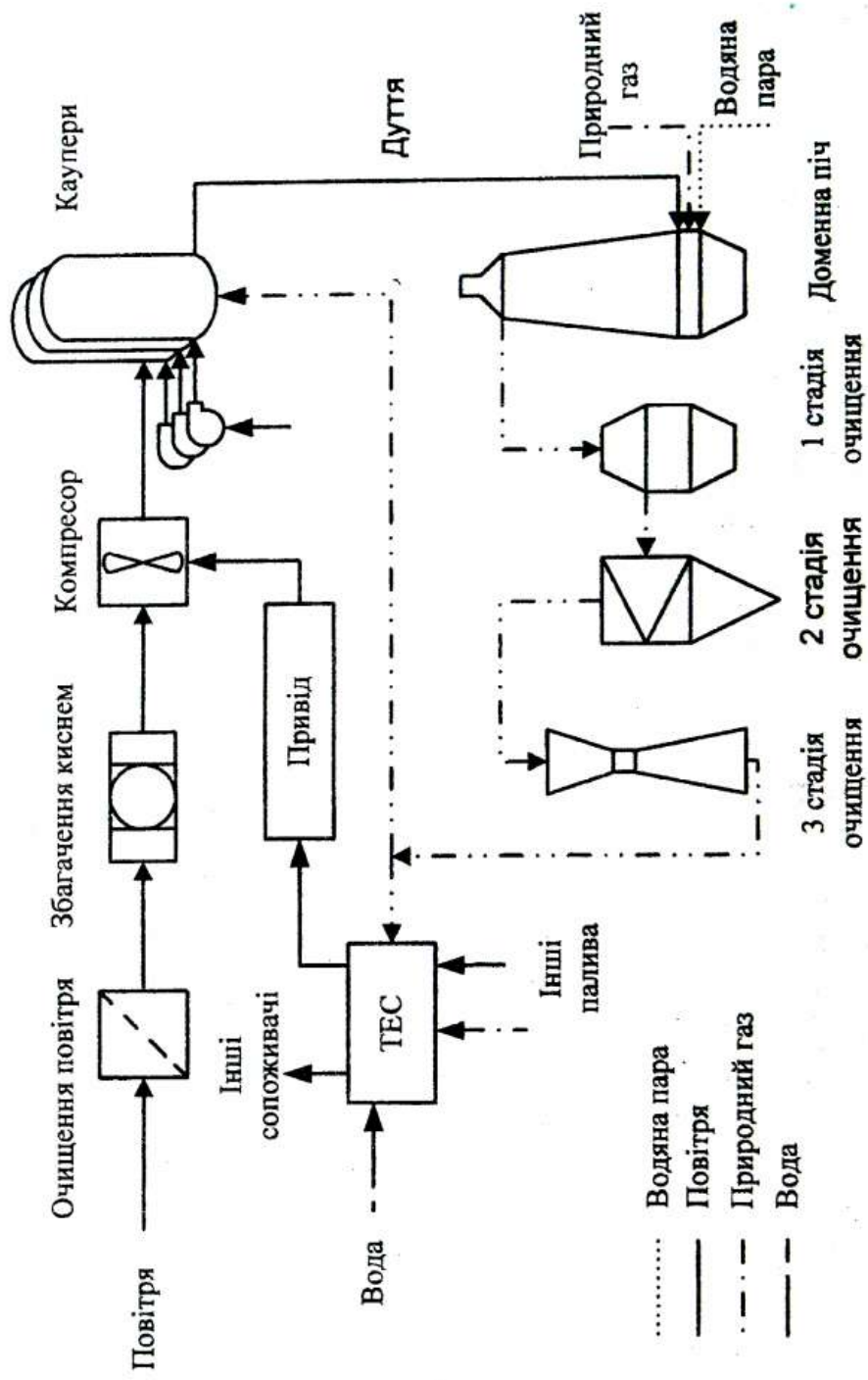


Рис.1. Спрощена технологічна схема підготовки дуття та використання енергоносіїв

газоперекачуючих агрегатів, шляхом відкриття клапанів для зменшення тиску на випускному патрубці. При цьому, на підготування стисненої газової суміші затрачається велика кількість матеріально-енергетичних ресурсів, дуття просто випускається назовні або на вхід агрегату.

Враховуючи сучасну вартість енергоносіїв, слід відзначити, що даний вихід для усунення помпажних ситуацій в газоперекачуючому агрегаті небажаний. Тому необхідно забезпечити раціональне управління приводами ГПА з точки зору енергозбереження. Для зменшення ресурсозатрат на підігрівання дуття треба розробити режими перемикання кауперів, щоб нагрівання дуття відбувалося з максимальною віддачею та мінімальними простоями вже нагрітих кауперів.

Резервом енергозбереження є також використання побічних газоподібних продуктів доменного та інших виробництв для економії природного газу. Одним з таких є колошниковий газ, перевагою якого, в порівнянні з природним газом, є те, що при його спаленні виділяється енергія, яка може бути використана на опалення повітрянагрівачів. Колошниковий газ може служити також паливом на ТЕЦ, продуктом якої є водяної пара, необхідна для парових турбін, механічно зв'язані з воздуходувками (компресором).

ЛИТЕРАТУРА

1. Металлургия черных металлов. Линчевский Б.В., Со-
болевский А.Л., Кальменев А.А.: Учебник для техни-
кумов - 2-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия, 1986,
360 с
2. Остапчук М.В., Рибак А.І. Система технологій (за ви-
дами діяльності): Навчальний посібник. – К.: ЦУЛ,
2003. – 888 с

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ КЛАСУ "ГАЗОПЕРЕКАЧУЮЧИЙ АГРЕГАТ"

студ. Гримайло С.В., студ. Сніжко А.А.,
доц. Черв'яков В.Д.

Паливно-енергетичний комплекс є одним з провідних комплексів народного господарства країни. Перед ним поставлене завдання надійного і безперебійного забезпечення енергоресурсами промисловості, транспорту і об'єктів побутового призначення. Другим за значимістю для України, після електроенергії, є природний газ. Для його транспортування споживачам використовують газоперекачуючі агрегати. Найбільш поширені установки з газотурбінним приводом і відцентровим нагнітачем. Газоперекачуючі агрегати (ГПА) є енергоємними технологічними системами, що обумовлює актуальність науково-технічної проблеми підвищення їх технічного рівня, зокрема вдосконалення систем управління цих агрегатів в аспекті задач ресурсо- і енергозбереження.

Сучасна методологія синтезу систем управління передбачає застосування системного, зокрема об'єктно-орієнтованого підходу. Системні уявлення про складні технологічні системи дають їх об'єктні моделі. Корисність об'єктних моделей полягає у тому, що на їх підставі зручно розробляти системи управління конкретними агрегатами, забезпечуючи сучасні вимоги щодо модульності та обмеження доступу структурних підсистем інтегрованої системи управління.

На підставі структурно-функціонального аналізу відомих варіантів побудови ГПА запропонована об'єктна модель суперкласу «Газоперекачуючий агрегат» (рис.1). На підставі цієї моделі можуть складатися об'єктні моделі

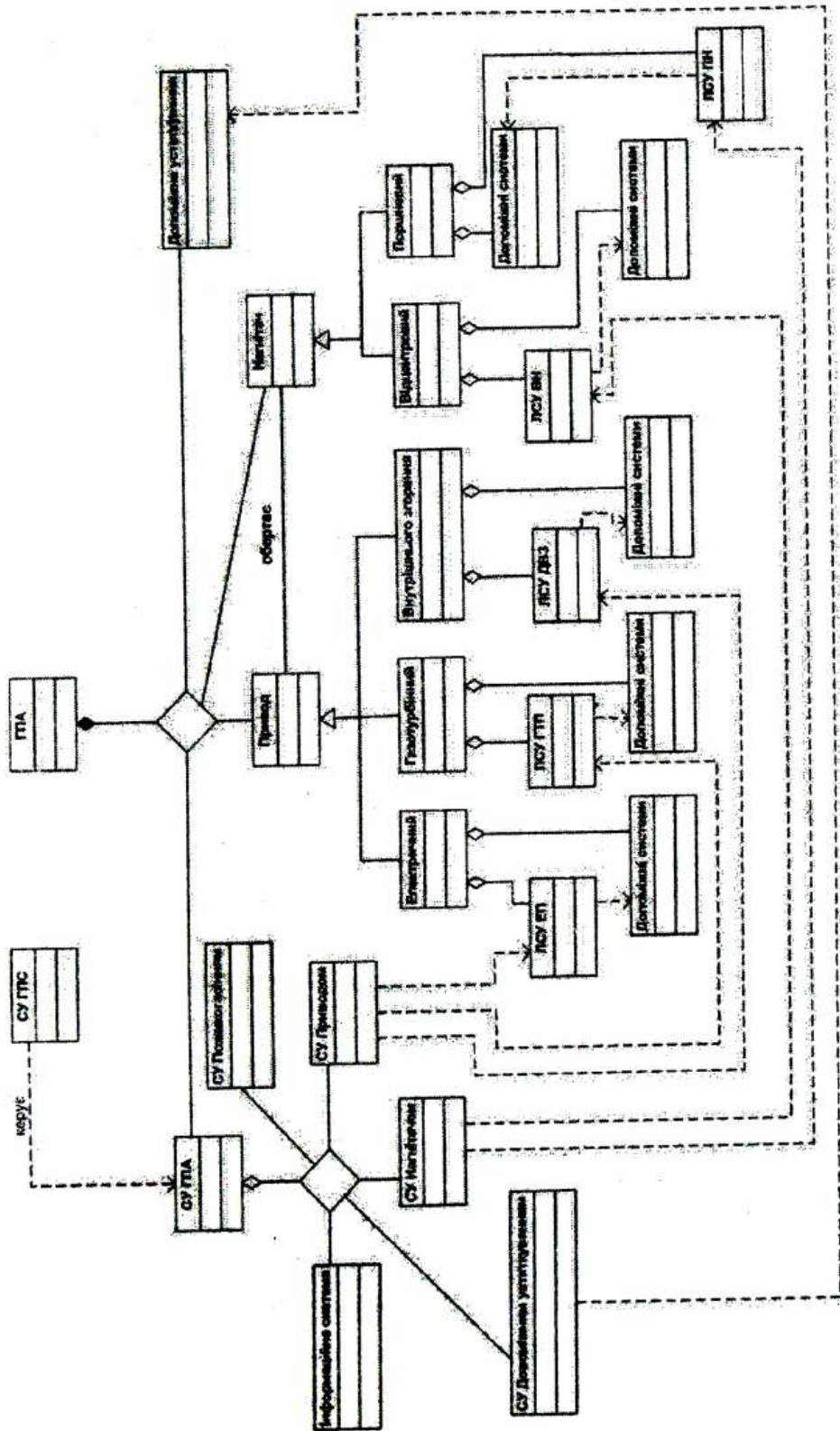


Рис. 1. Об'єктна модель суперкластеру «Газоперекачуючий агрегат»

конкретних модифікацій ГПА, що розрізняються типами нагнітачів та їх приводів.

У доповіді детальніше розглянемо ГПА з газотурбінним приводом і відцентровим нагнітачем як на найбільш поширеному типі даних агрегатів (рис.2). Проведено структурно-функціональний аналіз таких ГПА порівняно з агрегатами на основі приводів та нагнітачів інших типів.

Найбільш складним і відповідальним завданням автоматизації в газовій промисловості є побудова СУ ГПА. Системи автоматики виконують повний набір функцій контролю і автоматичного керування агрегатом при всіх режимах роботи, включаючи регулювання подання палива з дотриманням необхідних технологічних обмежень і антипомпажне регулювання. Системи відрізняються високою експлуатаційною надійністю і швидкодією. Побудова СУ ГПА неможлива без глибоких знань технологічного процесу і динаміки агрегату. СУ ГПА вирішує завдання збору і обробки інформації, енергозбереження, управління основними і допоміжними підсистемами ГПА.

Структурно будь-який ГПА складається з двох функціональних елементів – нагнітача та його привода. Будь-який осевий чи центробіжний нагнітач характеризується мінімальним масовим розходом, нижче якого відбувається помпаж. Отже, нагнітачу, який працює в режимі динамічної рівноваги, необхідний антипомпажний регулятор. В даний час існує декілька способів визначення моментів настання помпажних явищ, у тому числі статичний і динамічний. Після визначення виникнення передпомпажного стану нагнітача настає завдання запобігання помпажу. Найпоширенішим методом є перепуск газу зі сторони нагнітання нагнітача на сторону всмоктування (байпасування). Також використовується зміна частоти обертання привода нагнітача для запобігання виникнення помпажних явищ. З точки зору енергоефективності роботи ГПА, пере-

вага на боці другого з цих методів, однак його застосування обмежується можливостями регулювання газотурбінних приводів.

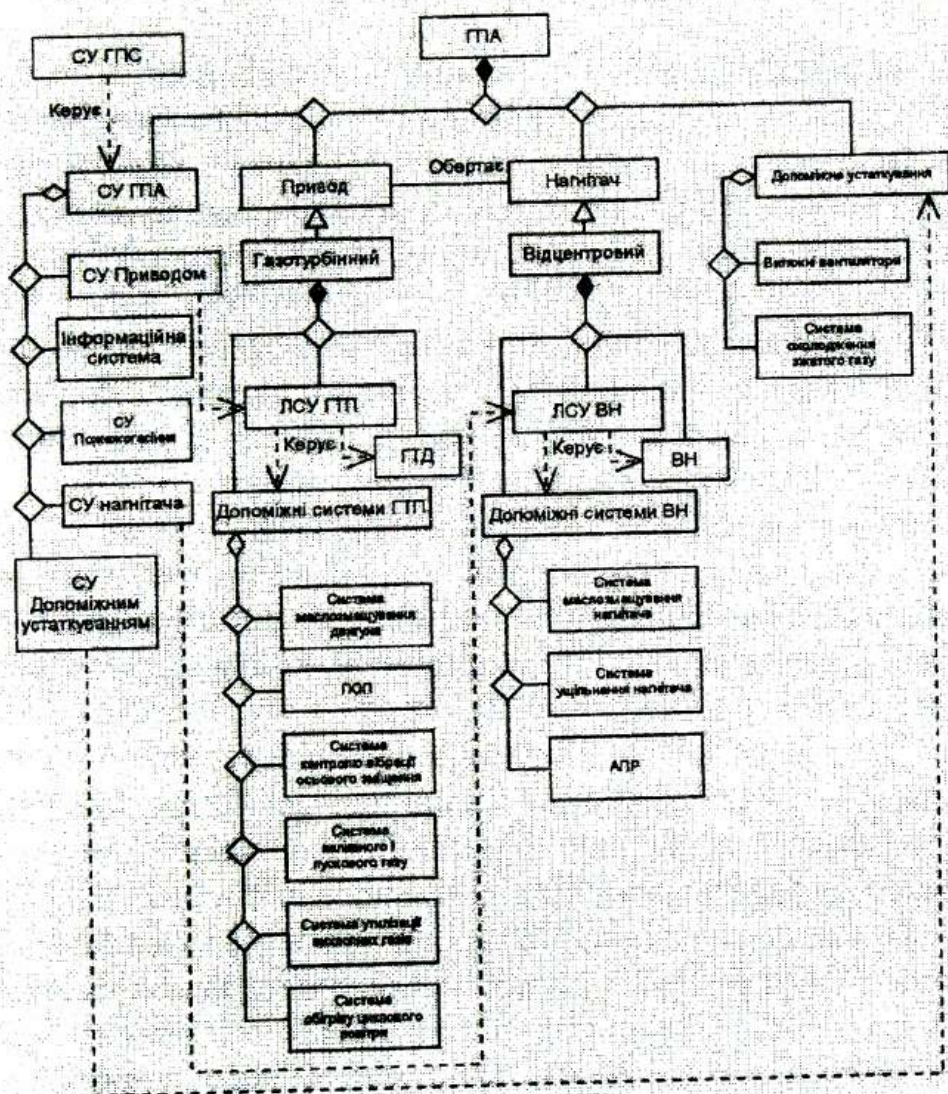


Рис.2. Об'єктна модель класу «ГПА з газотурбінним приводом і відцентровим нагнітачем»

МОДЕРНИЗАЦИЯ АСУ ОДНОСТОЕЧНОГО ТОКАРНО-КАРУСЕЛЬНОГО СТАНКА

студ. Турдыев Р.М., ст. преп. Павлов А.В.

Одностоечный токарно-карусельный станок предназначен для обработки деталей вращения с цилиндрической поверхностью больших диаметров. На базе комплекса подготовки, обработки и ввода данных WL компании West Labs построена АСУ станком в замену устаревшей системе ЧПУ, что позволило более полно реализовать высокие требования к динамике и точности.

Система управления станком почти полностью интегрирована в подвесной пульт станка (за исключением управления питанием комплекса и станка).

При переходе от старой системы на новую улучшен пользовательский интерфейс (в замену светодиодному табло из семисегментных индикаторов установлен цветной жидкокристаллический дисплей большого разрешения, интегрированный в пульт).

Комплекс WL имеет ОЗУ и ПЗУ достаточно большого размера, что позволяет хранить до десятков тысяч программ в ПЗУ и выполнять функции с большим быстродействием в режиме реального времени.

Применение импульсных датчиков дало возможность более полно реализовать все возможности новой системы.

Число одновременно управляемых координат станка равно двум, а комплекс подготовки, обработки и ввода данных WL на базе Pentium II позволяет управлять 4-мя координатами, что привело к запасу по программной управляющей мощности АСУ с ЧПУ, к общей надежности и быстродействию.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПЕЧЬЮ ВАНЮКОВА

студ. Видибор К.П., асс. Темченко С.А.

Металлургическая печь Ванюкова предназначена для переработки окисленных никелевых руд и получения ферроникеля.

Ввод в действие печи Ванюкова позволяет предприятию существенно сократить выброс вредных веществ в атмосферу. Экономия на экологических штрафах и совмещение двух процессов – окисления и восстановления в одном агрегате позволяют получить значительный экономический эффект.

Создание автоматизированной системы управления обеспечивает централизованный контроль состояния агрегата, раннюю диагностику отклонений технологического процесса от регламента, рациональное использование сил и времени персонала. Реализованные в АСУ функции расчета часовых и сменных показателей позволяют точно и оперативно формировать производственные отчеты. Ведение глубокого хронологического архива обеспечивает возможность подробного анализа технологического процесса с целью его дальнейшего совершенствования.

Централизованный контроль состояния оборудования и технологических параметров осуществляется со станций операторов, которые установлены в специально отведенном помещении. Оператор имеет возможность управлять исполнительными механизмами со своего рабочего места. Очень важной функцией при управлении печью является мониторинг температуры охлаждающих элементов корпуса. Их общее количество – более 500. С помощью графических возможностей программы SIMPLICITY реализовать это удалось в удобной форме.

ПРИНЦИПЫ НАСТРОЙКИ РЕГУЛЯТОРОВ

студ. Гудыменко В.В., доц. Самедов Ю.Ф.

Основной задачей синтеза систем автоматического регулирования (САР) является выбор закона регулирования и расчет параметров настройки регулятора. Эта задача является неоднозначной в зависимости от характера работы технологического объекта управления: получить лучшие переходные процессы при пуске и приложении нагрузки одними и теми настройками регулятора не удастся.

Слабые настройки регулятора обуславливают малую скорость переходных процессов без перерегуливания, а большие значения настроек – их колебательный характер. В обоих случаях длительность переходного процесса оказывается недопустимо большой. Лучшие, оптимальные настройки при пуске (МО) дают затянутый переходный процесс по нагрузке, а лучшие настройки во втором случае (СО) – сильно колебательный процесс при пуске.

Рекомендации о средних, компромиссных настройках регуляторов, одинаково ухудшающих показатели качества в обоих типах переходных процессов, нужно считать устаревшими. Гораздо лучшим является применение настроек на СО в САР, в которой задающий сигнал подается на регулятор через сглаживающий фильтр или задатчик интенсивности. При этом переходные процессы при пуске приближаются к МО, а показатели процессов СО сохраняются. Такие настройки САР в настоящее время являются стандартными и именно с ними следует сравнивать показатели при применении различных нелинейных корректирующих устройств.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЧПУ ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ PC-BASED СИСТЕМЫ ЧИСЛОВОГО УПРАВЛЕНИЯ WL4M

студ. Кочура М.Н., ст. преп. Павлов А.В.

Устройства ЧПУ выполняются на базе какой-либо микроЭВМ или микропроцессоров (одного или нескольких), позволяющих значительно увеличить степень автоматизации станка, т.е. обеспечить: индикацию большого числа параметров на экране дисплея, быстрое диагностирование неисправностей и удобное редактирование программ, запоминание большого объема управляющих программ и т.д.

Устройство ЧПУ снабжено фиксированным программным обеспечением. Основные функции ПО: ввод, вывод, редактирование управляющих программ; реализация режимов работы УЧПУ; реализация функций электроавтоматики станков; выдача последовательности управляющих команд; индикация оперативной информации; контроль и диагностика станка.

Источником информации для УЧПУ могут быть: внешнее устройство; USB устройство; сеть – FTP протокол; флоппи дисковод.

Устройство ЧПУ содержит постоянное программируемое запоминающее устройство (внутренний носитель) емкостью от 10Мб до 128Мб для долговременного хранения управляющих программ. Управляющие программы могут вводиться оператором вручную с использованием текстового редактора, или из дополнительных источников информации.

Система ЧПУ позволяет провести визуальный контроль траектории движения инструмента без

обработки программы на станке. Системный визуализатор использует для отображения траектории тот же программный модуль, который используется интерполятором системы ЧПУ при обработке траектории. Это позволяет показать оператору реальную траекторию движения инструмента, описанную в УП и интерпретированную системным интерполятором.

Данная система ЧПУ позволяет создавать управляющие программы на станке, удалять УП с внутреннего носителя, создавать каталоги УП, копировать и редактировать УП, осуществлять выбор УП для выполнения.

Возможно использование восьми координат. Система позволяет программным путем задать систему координат с началом в любой точке. Таким образом можно выполнить привязку инструмента в точке, отличной от начала координат.

Также существует возможность использования режима покадровой отработки, при котором производится выполнение команд одного кадра УП с последующим остановом автоматической работы.

Индикатор системы ЧПУ содержит информацию о положении инструмента, программных координатах, остатке пути в кадре, скорости подачи, имени текущей программы, текущем и нескольких следующих кадрах.

Осуществляется автоматическое ускорение и замедление. Программируемое значение ускорения от 1200 мм/мин за сек. до 32000 мм/мин за сек. Автоматический разгон и торможение с учетом кривизны и изломов траектории, коррекция ошибок программирования, приводящих к нарушению законов разгона и торможения. Также осуществляется постоянный контроль состояния оборудования и СЧПУ с защитой от повреждения станка и детали при отказе управляющих и следящих систем.

ТЕНДЕНЦИЯ ВЫТЕСНЕНИЯ КОНЦЕНТРАТОРОВ И МАРШРУТИЗАТОРОВ КОММУТАТОРАМИ

студ. Кушнир А.Г., ст. преп. Павлов А.В.

Коммутатор – сложное вычислительное многофункциональное многопортовое устройство, относится к классу активного сетевого оборудования и служит для трансляции кадров в сети, осуществления фильтрации, изоляции трафика, построению виртуальных сегментов сети.

Транспортная система локальных сетей масштаба здания или кампуса уже достаточно давно стала включать разнообразные типы активного коммуникационного оборудования - повторители, концентраторы, коммутаторы и маршрутизаторы, соединенные в сложные иерархические структуры. Активное оборудование управляет циркулирующими в сети битами, кадрами и пакетами, стараясь организовать их передачу так, чтобы данные терялись как можно реже, а попадали к адресатам как можно быстрее, в соответствии с потребностями трафика работающих в сети приложений.

Коммутаторы потеснили маршрутизаторы потому, что их показатель "цена/производительность", рассчитанный для одного порта, оказался гораздо ниже при приближающихся к маршрутизаторам функциональным возможностям по активному воздействию на передаваемый трафик, а именно транслировать кадры разных технологий локальных сетей, осуществлять фильтрацию трафика по различным условиям, в том числе и задаваемым пользователем, изолировать трафик одного сегмента от другого и т.п.

Коммутаторы получили широкое распространение в сетях рабочих групп, где до этого в течение последних пяти лет всегда использовались многопортовые повторители

(концентраторы) для витой пары, заменившие пассивные коаксиальные сегменты. Появились коммутаторы, специально предназначенные для этой цели – простые, часто неуправляемые устройства, способные только быстро передавать кадры с порта на порт по адресу назначения, но не поддерживающие всей многофункциональности корпоративных коммутаторов. Стоимость таких коммутаторов в расчете на один порт быстро снижается и, хотя порт концентратора по-прежнему стоит меньше порта коммутатора рабочей группы, тенденция к сближению их цен налицо. В то же время производительность сети, построенной на коммутаторе, обычно в несколько раз превышает производительность аналогичной сети, построенной с использованием концентратора. С распространением работающих в реальном времени приложений ущерб от транспортных задержек становится все ощутимее, а нагрузка на транспортную систему возрастает, что еще больше стимулирует приближение таких высокопроизводительных устройств, как коммутаторы, к пользовательским компьютерам. На данный момент большинство высокопроизводительных локальных сетей построено непосредственно на коммутаторах, что является очень эффективным, удобным и, что немаловажно, дешевым решением организации локальных сетей и управления ими.

Естественно, тенденция повышения роли коммутаторов в локальных сетях не имеет абсолютного характера. И у маршрутизаторов, и у концентраторов по-прежнему имеются свои области применения, где их использование более рационально, но все же в локальных сетях появляется все больше коммутаторов, и эта ситуация вряд ли коренным образом изменится в ближайшем будущем.

МОДЕЛЮВАННЯ БАГАТОДВИГУНОВИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ З ОДНИМ ДЖЕРЕЛОМ ЖИВЛЕННЯ

студ. Безуська А.Ю., ст. викл. Павлов А.В.

Ця робота присвячена розробці узагальненої математичної моделі багатодвигунового електроприводу (БЕП) з двигунами постійного струму (ДПС). Оскільки електродвигуни (ЕД) поєднані між собою електрично і механічно, а навантаження може відбуватися неодноразово, це призводить до того, що закони зміни частот обертання валів цих ЕД в часі (тахограми) не однакові і відрізняються від тих, що передбачаються системою управління. Отже, мета даної роботи: знайти шляхи для підвищення точності реалізації заданих законів руху електродвигунів.

Математична модель БЕП представляється рівняннями електромагнітних і електромеханічних процесів, де змінні величини представляються у вигляді матриць-стовбців, а постійні величини – у вигляді квадратичних діагональних матриць розмірністю $n \times n$, де n – кількість ЕД. На базі системи рівнянь будується структурна схема БЕП.

На даному етапі дослідження побудована модель ЕП для трьох двигунів, які вважаємо ідентичними по електричним параметрам. Виявлені такі закономірності: при навантаженні одного з двигунів, швидкість його обертання падає і на відповідному рівні стабілізується. Це призводить до незначного зменшення швидкостей обертання двох інших двигунів. При подачі статичного моменту на два двигуна, спостерігається взаємний вплив ЕД через загальне джерело живлення.

Дане представлення моделі дає можливість моделювання процесів, що протікають у БЕП, при різних параметрах ЕД з метою оцінки впливу технічних параметрів останніх при неодноразовому навантаженні.

САР С ЭФФЕКТИВНОЙ КОРРЕКЦИЕЙ ПО ПЕРВОЙ ПРОИЗВОДНОЙ

студ. Михайлов К.Л., доц. Самедов Ю.Ф.

Рассматривается система с ПИД регулятором. Анализируя изменение производной ошибки рассогласования в ходе переходных процессов пуска и наброса нагрузки установили, что Д оставляющая управляющего воздействия эффективна только при отклонении выходной величины от заданного значения. Гораздо лучше формировать управляющее воздействие на основе суммы ошибки рассогласования и ее первой производной. Такая сумма позволила разбить переходный процесс на две ситуации: в первой выходная величина отклоняется от заданного значения или приближается к нему при еще большом значении ошибки – здесь сумма положительна; во второй ситуации выходная величина возвращается к заданию при малой ошибке – при этом сумма отрицательна. В первой ситуации на основе суммы формируется форсирующее воздействие, во второй – тормозящее.

Предлагаемый алгоритм коррекции был проверен в ходе моделирования типовой САР с среде Matlab. Для составления схемы моделирования использовались логические устройства: однопороговые компараторы, преобразующие аналоговые сигналы в логические «1» и «0», сумматор по модулю два для определения ситуации в САР, инвертор и ключевые элементы.

Несмотря на некоторые трудности при моделировании получили результаты по качеству переходных процессов лучшие чем при настройке САР на ОМ и СО в соответствующих режимах.

СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИМИ АГРЕГАТАМИ

студ. Опара Т.В., доц. Самедов Ю.Ф.

Развитие газовой промышленности неразрывно связано с необходимостью создания нового оборудования для транспортировки газа по магистральным газопроводам. Автоматизация технологических процессов в этой отрасли является одним из решающих факторов повышения производительности и улучшению условий труда, способствует конкурентоспособности. Разнообразное географическое расположение объектов транспорта природного газа выдвигает повышенные требования как к объектам управления, так и системам автоматизированного управления и регулирования.

В докладе рассматривается САУР, построенную на базе программно-технических средств Series 5 фирмы "Compressor Controls Corporation" (CCC). Базируясь на опыте и отработанных решениях в части алгоритмов управления, защиты и регулирования, приобретенных при создании систем предыдущих поколений, САУР Series 5 по сравнению с ними выгодно отличается использованием самой современной и надежной элементной базы, оригинальными передовыми решениями в части компоновки САУР, повышенной скоростью обработки информации и выдачи решений, усовершенствованным интерфейсом оператора. Программное обеспечение САУР Series 5 полностью отвечает нормам и требованиям стандарта IEC 1131-3 – признанного мирового стандарта по созданию программ управления и регулирования технологическими процессами.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ НА ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ КОМПРЕССОРНЫХ УСТАНОВОК

студ. Сырицына Т.М., асс. Темченко С.А.

Одними из основных потребителей электрической энергии в различных отраслях промышленности являются компрессорные установки, предназначенные для выработки сжатого газа. При отсутствии теплообмена с окружающей средой процесс сжатия газа сопровождается повышением температуры сжимаемого газа. Повышение температуры газа является следствием первого закона термодинамики, в соответствии с которым при адиабатном сжатии вся работа переходит в приращение энтальпии газа, которая пропорциональна приращению температуры. Согласно уравнению адиабатного процесса рост температуры будет тем значительнее, чем больше отношение давлений p_k/p_n и выше начальная температура газа T_n .

Из термодинамики следует, что энергетические затраты на сжатие уменьшаются при наличии охлаждения. Охлаждая газ, можно уменьшить рост энтальпии, при этом работа, затрачиваемая на сжатие газа, тоже будет уменьшаться, что сказывается на экономичности производства сжатого газа. Однако организация процесса охлаждения сжатого газа требует собственных затрат. Поэтому задачу охлаждения компрессорных установок следует решать с учетом соотношения энергетического выигрыша от охлаждения и затрат энергии на охлаждение газа.

На современном этапе развития управляющих систем решение задачи снижения энергопотребления компрессорных установок невозможно представить без применения микропроцессорных устройств и разработки новых алгоритмов управления.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИСТРОЇВ ПЛАВНОГО ПУСКУ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ

студ. Шкабура П.О., ас. Темченко С.О.

Асинхронні двигуни змінного струму, завдяки їх надійній та простій конструкції, невибагливості до умов експлуатації та обслуговування, широко використовуються в багатьох галузях промисловості та у сільському господарстві.

Однак при пуску асинхронний двигун в багатьох випадках має несприятливі, занадто великі пускові моменти і струм, що може вивести двигун з ладу. Щоб компенсувати дані недоліки в промисловості все частіше використовують пристрої плавного пуску, такі як, наприклад, SIKOSTART.

Пристрої плавного пуску, по-перше, зменшують пусковий момент приводу та, по-друге, захищають мережу від великих пускових струмів. Недопущення великих пускових моментів та піків струму досягається зниженням напруги на клеммах двигуна. Прилад SIKOSTART виконує цю операцію за допомогою мікропроцесорного управління кутами відкриття фаз мережної напруги трифазного тиристорного перетворювача. Пристрій плавного пуску якісно вирішує задачі плавного пуску та плавної зупинки двигуна, гальмування двигуна постійним струмом. Оптимальне вирішення цих задач досягається правильним налаштуванням параметрів пристрою для кожної конкретної задачі. Таким чином, зменшення моменту прискорення зменшує навантаження на привод, зменшує спрацювання механічної частини, що збільшує період між ремонтами, а також збільшує надійність роботи і скорочує час простою обладнання.

Для дослідження пускових режимів створена лабораторна установка, основними її складовими є власне пристрій плавного пуску SIKOSTART 3RW22, асинхронний двигун АИР63А4 та пристрій навантаження, який дозволяє змінювати момент навантаження на валу двигуна.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ «УМНЫЙ ДОМ» УПРАВЛЕНИЯ СВЕТОМ

студ. Демиденко А.Г., доц. Баравой В.Т.

В ходе создания интеллектуальной системы управления светом на базе шины EIB для 3-х комнатной квартиры были рассмотрены основные вопросы проектирования систем «Умный дом». В данном проекте было использовано нижеследующее оборудование: устройства коммутации (включения/выключения) светильников, датчики наружной освещенности (с их помощью возможно поддержание на постоянном уровне освещенности в помещении), датчики движения, датчики присутствия, сенсорные и кнопочные выключатели, диммер, вентилятор. Все эти устройства связаны между собой с помощью шины EIB. Использование данной шины уменьшает затраты на силовую проводку (~220В) и способствует децентрализации всей системы «Умный дом».

Действие системы заключается в следующем. Информация с датчиков поступает на устройство сбора и обработки информации, которым может быть персональный компьютер (PC) или устройство отображения информации. Программы, загруженные в PC, управление процессом обработки данных и выдадут контрольные сведения по параметрам освещенности в квартире.

В последнее время технология «Умный дом», на фоне всеобщей экономии энергоресурсов, приобретает все большую популярность. Основными достоинствами данной системы является высокая экономичность, комфортность, повышение функциональности помещений, удобство использования.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ВИМІРУ ВІДСТАНІ ДО ОБ'ЄКТУ З ВИКОРИСТАННЯМ УЛЬТРАЗВУКУ ЗА ДОПОМОГОЮ МІКРОКОНТРОЛЛЕРА MSP430

студ. Мошний Д.С., доц. Баравой В.Т.

Ультразвук – не чутні людським вухом пружні хвилі, частоти яких перевищують 20 кГц. Застосовується в практиці фізичних, фізико-хімічних і біологічних досліджень, а також у техніці для цілей дефектоскопії, навігації, підводного зв'язку, для прискорення деяких хіміко-технологічних процесів, для чищення та прання деяких речей (новітні пральні машини) і т.д.

Мікроконтролери сімейства MSP430 містять 16-розрядне RISC CPU, периферійні модулі й гнучку систему тактування, з'єднані через фон-нейманівську загальну адресну шину (MAB) пам'яті й шину пам'яті даних (MDB).

У схемі системного скидання джерелами скидання можуть бути сигнали скидання при включенні (POR) і очищення при включенні (PUC). Різні події й вихідні умови визнають, який саме із цих сигналів буде сгенерований.

В ультразвуковому далекомірі на базі мікро споживаючого МК MSP430F413 використовуються керамічні ультразвукові випромінювачі на частоту 40 кГц прямокутної форми стабілізованої за допомогою кварцового резонатора й приймає «луну» за допомогою УЗ-приймача.

Прилад заснований на ефекті відбиття звукових хвиль. Ці хвилі можна представити як повздовжні коливання тиску в середовищі їхнього поширення. Предмети, розміри яких перевищують довжину падаючої звукової хвилі, відбивають її; відбита хвиля називається луною.

СТАТИСТИЧНА МОДЕЛЬ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ПРИ НЕШТАТНИХ СИТУАЦІЯХ

ас. Толбатов А.В., ас. Щербак Т.Л.

На сьогодні науково-технічна проблема аналізу зміни динаміки природних явищ, фізичних процесів, роботи технічних систем є актуальною і важливою [1]. Особливо така проблема є актуальною у напрямку енергоспоживання при нештатних ситуаціях, тому що вона є найбільш вагомою компонентою життєдіяльності населення у різних регіонах країни. Різкі зміни метеорологічних умов, стихійні явища, катастрофи та аварії, вихід з ладу енергомереж, постачання газу та палива є основними факторами створення нештатних ситуацій, які суттєво змінюють характер і властивості енергоспоживання.

Особливо гострою є проблема прогнозу динаміки енергоспоживання в умовах дії нештатних ситуацій, яку можна досліджувати при наявності математичної моделі енергоспоживання. Відповідна модель у зв'язку з дією вказаних факторів є стохастичною.

У даній доповіді обґрунтовується стохастична модель енергоспоживання при нештатних ситуаціях на основі використання векторного випадкового процесу типу «розладки» [1]. З метою конкретизації такого загального процесу в якості сукупності компонент векторного процесу розладки використаний лінійний випадковий процес.

Відомо [2], що лінійні випадкові процеси знайшли широке використання як математичні моделі різних видів інформаційних сигналів, а також завод в задачах функціонування технічних систем у енергетиці, транспорті, телекомунікаційних та інформаційних систем.

Вагомість обґрунтування використання моделей для енергоспоживання також базується на результатах комп'ютерного моделювання реалізацій таких моделей.

Таким чином, у доповіді наводяться обґрунтування математичної моделі енергоспоживання при нештатних ситуаціях у виді випадкового процесу розладки, компонентом якого є лінійні випадкові процеси.

Джерела посилань

1. Обнаружение изменения свойств сигналов и динамических систем // Под ред. М. Бассвиль, А. Банвениста. Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 278 с.
2. Марченко Б.Г. Метод стохастических интегральных представлений и его приложения в радиотехнике. – Киев, Наукова думка, 1973. – 192 с.

ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ МОДУЛЬ FM 458 В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ СТЕНДА ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИВОДІВ ЛЕТУЧИХ МЕХАНІЗМІВ

студ. Овсієнко О.О., ст. викл. Панич А.О.

На кафедрі Комп'ютеризованих систем управління створюється лабораторний стенд для дослідження алгоритмів керування несучим органом летучих механізмів. Летучі механізми являють собою себе широкий клас робочих машин, призначених для обробки виробів, що рухаються, без їхньої зупинки.

Центральним елементом системи управління стенда є PLC серії S7-400 фірми SIEMENS, що управляє всіма механізмами, реалізує різні режими роботи стенда й збирає необхідну інформацію для відображення. Для керування приводами лабораторного стенда до складу PLC включений функціональний модуль FM 458, що може вільно конфігуруватися графічно й може бути використаний для реалізації складних, динамічних, високопродуктивних функцій керування. Для швидкого з'єднання з процесом FM 458 доповнюється модулем розширення введення/виведення EXM 438.

Для об'єднання всіх елементів стенда користувач конфігурує апаратуру в розділі програми STEP-7, де необхідно вказати використовувані модулі. Відповідно до апаратного забезпечення модуль FM 458 розміщується в HWConfig у стійці станції S7-400. Для написання управляючої програми використовується графічний редактор CFC, що доданий до пакета STEP-7. SIMATIC Менеджер використовується як централізована база даних всіх PLC, а також для запуску CFC редактора. Інженер-проектувальник має наступні три можливості для встановлення зв'язку між

FM 458 і CPU SIMATIC S7 відповідно до потреб свого застосування: через інтерфейс даних мережі, через набір даних, за допомогою переривань від процесу.

Графічний редактор складається з вікна з панеллю інструментів, меню й рядка стану. Схема – це основний робочий елемент, що створюється або через SIMATIC Менеджер, або безпосередньо в CFC редакторі. У редакторі CFC робота ведеться з графічними об'єктами – блоками. Об'єкти розміщуються в робочій області аркуша. Під з'єднанням розуміють зв'язок виходу блоку з одним або декількома входами іншого або того ж блоку. Блок, що з'єднується, може знаходитися на тому самому аркуші, на іншому аркуші тої ж схеми або в різних схемах того самого CPU. Крім того, логічний вихід блоку може бути приєднаний до run-time групи, щоб активувати й деактивувати її. Визначені блоки вибираються зі списку можливих, за допомогою миші переміщуються на схему й, також за допомогою миші, з'єднуються. Параметри кожного блоку можна змінювати. Після того, як всі функції написані, можна згенерувати машинний код, що виконується, завантажити його в програмований контролер і перевірити його на наявність помилок за допомогою тестових функцій.

У редактора CFC існує два режими роботи: режим створення й режим налагодження, який іноді ще називають тестовим режимом. Режим створення є стандартним режимом редактора (у ньому починається його робота). У цьому режимі можна створювати й відкривати схеми, вставляти, з'єднувати й встановлювати параметри блоків, копіювати схеми або їхні частини. Для процесів перевірки у редактор CFC включені функції, за допомогою яких можна спостерігати різні значення в блоках PLC у прямому підключенні й змінювати найбільш важливі режими роботи.

ДВОХРЕЖИМНЕ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ НЕСУЧОГО ОРГАНУ ЛЕТУЧОЇ ПИЛИ

студ. Петренко М.О., ст. викл. Панич А.О.

Летучі пили являють собою досить складний технологічний об'єкт як за своїм складом, так і за алгоритмами роботи. Важливим виконавчим механізмом летучої пили є несучий орган, від якого суттєво залежить якість виконання технологічних операцій всією установкою та її енерговитратність. Для управління електроприводом несучого органу на основі результатів попередніх досліджень запропонований двоохрежимний спосіб, який передбачає управління швидкістю руху на трьох з п'яти етапах робочого циклу летучої пили, а на етапах очікування та обробки виробу необхідне регулювання електромагнітного моменту двигуна. З метою покращення енергоефективності приводу необхідне формування законів руху несучого органу з заданими прискоренням, а для підвищення керованості та точності прогнозування процесів руху треба обмежити величину другої похідної швидкості обертання вала двигуна привода несучого органу.

Запропоновані та розглянуті три основних способи обмеження другої похідної швидкості та формування тахограм із заданими прискореннями. При цьому розроблені математичні моделі в підсистемі Simulink пакета Matlab, за допомогою яких досліджені перехідні процеси в системі. На основі аналізу структурних особливостей вказаних способів обмеження другої похідної швидкості, зроблені допущення щодо їх переваг і недоліків, які підтверджені результатами моделювання. З них обраний найбільш прийнятний для подальшого застосування спосіб обмеження ривка та формування тахограм із заданим прискоренням.

ЗАСТОСУВАННЯ КОНТРОЛЕРІВ SIMATIC S7-400 В СКЛАДНИХ ЗАДАЧАХ УПРАВЛІННЯ

студ. Захарчук О.В., ст. викл. Панич А.О.

SIMATIC S7-400 – це модульний програмований контролер, призначений для побудови систем автоматизації великого ступеню складності. Модулі S7-400 мають блокову конструкцію для шарнірного монтажу в стійці. Для доповнення системи є стійки розширення.

Програмований контролер S7-400, порівняно з іншими моделями, має нове програмне забезпечення та покращені характеристики. До них можна віднести:

- розбита на ранги платформа CPU;
- зручна термінальна система для сигнальних модулів;
- компактні модулі з високою щільністю компонентів;
- оптимальні можливості комунікації й об'єднання в мережу;
- зручне включення систем інтерфейсу з оператором;
- призначення параметрів для всіх модулів за допомогою програмного забезпечення.

В апаратному забезпеченні CPU і в операційній системі є контрольні функції, які забезпечують належне функціонування й певну реакцію на несправності й помилки.

Нами використовується CPU 412-1 як ядро системи управління стенда дослідження приводів летучих механізмів. Він має робочу пам'ять: вбудована 48 Кбайт для програми й 48 Кбайт для даних; завантажувальну пам'ять: вбудована 256 Кбайт RAM розширювана до 64 Мбайт. Мови програмування: LAD, FBD, STL, SCL.

ЗАСТОСУВАННЯ СЕНСОРНОЇ ПАНЕЛІ TP 270 В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦІЇ

студ. Іванко М.В., ст. викл. Панич А.О.

TP 270 – це кольорова операторська сенсорна панель. Пристрій дає можливість графічно відображати робочі стани, дані процесу й несправності підключеного ПЛК, зручно управляти й спостерігати за контрольованим верстатом або установкою. Сенсорна панель TP 270 може застосовуватися у машинобудуванні й приладобудуванні, у поліграфічній і пакувальній промисловості, в автомобілебудуванні й електротехнічній промисловості, у хімічній і фармацевтичній промисловості.

Панель TP 270 може бути використана:

- для спостереження й керування процесом за допомогою системи меню;
- для відображення процесів, машин і установок у вигляді повністю графічних, динамічних зображень;
- для відображення й редагування повідомлень і змінних процесу, наприклад, у вигляді полів висновку, гістограм, кривих або індикаторів стану;
- для безпосереднього втручання в хід процесу через введення.

Графіка, тексти, функції, створюються на використуваному для проектування комп'ютері (ПК або програматорі) за допомогою програмного забезпечення для проектування WinCC flexible. WinCC flexible надає можливість визначати вид розташування вікон і панелей інструментів на екрані й виконувати налаштування їхнього функціонування.

Нами панель TP 270 використовується для побудови інтерфейсу оператора системи управління стенда дослідження приводів летучих механізмів.

ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ SIMOVERT MASTERDRIVES У ВИСОКОТОЧНИХ ПРИВОДАХ

студ. Лісовенко В.С, Гудим О.М., ст. викл. Панич А.О.

SIMOVERT MASTERDRIVES – це перетворювачі частоти з ланкою постійної напруги з повністю цифровим керуванням і вихідним каскадом на IGBT. Завдяки модульній конструкції й гнучкій системі керування перетворювачі SIMOVERT MASTERDRIVES підходять для найрізноманітніших областей застосування, але найбільшою мірою їхні можливості проявляються в точних і високопродуктивних електроприводах із жорсткими вимогами до динамічних характеристик, машинах зі різкозмінюваним навантаженням; великих автоматизованих установках.

Будь-який перетворювач – від 2,2 до 5000 кВт, для синхронних і асинхронних двигунів складається з однакових апаратних модулів з єдиною системою підключень і стандартним інтерфейсом, однаковим програмним забезпеченням. Отже, не викликає труднощів інтеграція приводів у систему керування верхнього рівня, заміна модулів і модернізація устаткування.

Процес побудови системи керування можна зрівняти з розробкою електричної схеми. Блоки, що здійснюють функції оперативного керування, перетворення сигналів, зв'язку й діагностики, з'єднуються в довільному порядку за допомогою так званих конекторів і бінекторів. При цьому з'являється можливість використати як стандартні структури, так і будувати власні, найбільш придатні для конкретного застосування.

Нами перетворювачі SIMOVERT MASTERDRIVES використовуються для побудови стенда дослідження приводів летучих механізмів.

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ МЕТОДОВ СИНТЕЗА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ НА БАЗЕ ПЛК SIMATIC S7-200

студ. Алтынников С.В., Котельников М.Е.,
ст. преп. Павлов А.В.

Для изучения возможности современных ПЛК на кафедре Компьютеризованных систем управления создан лабораторный стенд. В состав стенда входит ПЛК SIMATIC S7-200 производства фирмы SIEMENS. Благодаря компактной конструкции, гибкой конфигурации и мощному набору команд S7-200 пригоден для решения широкого спектра прикладных задач управления.

Микроконтроллеры SIMATIC S7-200 предназначены для решения задач управления и регулирования в небольших системах автоматизации. При этом, SIMATIC S7-200 позволяют создавать как автономные системы управления, так и системы управления, работающие в общей информационной сети. Область применения контроллеров SIMATIC S7-200 широка и простирается от простейших задач автоматизации, для решения которых в прошлом использовались простые реле и контакторы, до задач комплексной автоматизации. SIMATIC S7-200 все более интенсивно используется при создании таких систем управления, для которых в прошлом из соображений экономии необходимо было разрабатывать специальные электронные модули.

Программирование ПЛК семейства SIMATIC S7-200 производится в среде STEP-7/MicroWin на стандартных языках LAD, FBD, STL. Удобный графический интерфейс STEP-7/MicroWin позволяет создавать программы в кратчайшие сроки. Для связи ПЛК с компьютером

применяется интерфейс RS-485, для организации которого используется стандартный преобразователь.

Целью разработки является создание лабораторного стенда для изучения методов синтеза систем управления технологическими процессами на базе контроллера семейства SIMATIC S7-200. Данный стенд предназначен для проведения лабораторных работ, способствующих лучшему усвоению учебного материала, а также необходимых для закрепления ранее изученных курсов.

Лабораторный стенд состоит из двух основных частей: непосредственно сам лабораторный стенд, включающий контроллер семейства SIMATIC S7-200, а также мнемосхемы, имитирующие реальные технологические процессы. В свою очередь каждая часть стенда состоит из блоков.

Часть стенда, включающая контроллер, состоит из следующих блоков:

- блок контроллера S7-200;
- блок ввода;
- блок индикации;
- блок обмена данными;
- блок питания.

Мнемосхема, имитирующая работу промышленного освещения состоит из блоков:

- блок индикации;
- фотореле;
- счетчик с семисегментным индикатором;
- формирователь импульсов от механических контактов;
- блок обмена данными.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Студ. Ильяшенко А. И., доц. Баравой В. Т.

За весь период своего развития человечество всегда стремилось к чему-то новому, лучшему, более комфортному и надёжному. Но наряду с этим в сознании каждого человека также остаются некоторые неизменные принципы и убеждения. К таким убеждениям, безусловно, можно отнести высказывание: «Мой дом - моя крепость». Но, как известно, мировой прогресс оказывает значительное влияние на требования, предъявляемые человеком, к различным средствам и устройствам его повседневной деятельности. Поэтому справедливо будет отметить, что требования к собственной безопасности возрастали, возрастают и будут стремительно возрастать на каждом этапе развития человеческой мысли. Поэтому на смену массивным каменным стенам должны прийти новые концепции обеспечения безопасности, ведь сегодня каждый человек стремится не только обеспечить личную безопасность во время присутствия в своей обители, но и контролировать положение дел в доме, офисе, либо же другом месте деятельности каждую секунду: знать всё о происходящем в каждом уголке своего жилища и иметь возможность влиять на ситуации не отрываясь от личных дел, как будучи рядом с «домашним очагом», так и находясь на больших расстояниях от своего дома.

Огромную помощь в решении вышеизложенных вопросов дают современные интеллектуальные системы управления жилыми объектами, такими как: частные дома, квартиры, офисы, производственные помещения малых предприятий производств и т. д. К таким системам, в первую очередь, можно отнести интеллектуальные системы управления как «Интеллектуальное здание» или «Умный дом», которые получили широкую известность во всем мире на протяжении более чем двадцати лет. Однако,

несмотря на то, что словосочетание "интеллектуальное здание" достаточно прочно утвердилось в лексиконе специалистов, но, в отличие от многих других концептуальных понятий, его еще рано считать устоявшимся термином.

Одной из причин такой ситуации можно считать то, что само понятие интеллекта зависит от человека, вкладывающего определённый смысл в это представление. Начать следует с определения интеллектуального здания, как такового. Несмотря на то, что для всех более-менее осведомленных в данном вопросе людей термин этот имеет вполне определенный смысл - представление у каждого свое. Второй, не менее важной, на мой взгляд, причиной можно считать то, что в нашей стране словосочетание "интеллектуальное здание" применяется по большей части в качестве маркетингового лозунга. Отсюда появление на рынке всевозможных устройств типа «Умный дом», «Послушный дом», которые зачастую являются лишь узкопрофильными решениями для какой-то конкретной задачи. В связи с этим, появляется необходимость построения вышеуказанных систем на основе единых открытых стандартов, которые были доступными для понимания широкому кругу потенциальных покупателей.

К сожалению, технологии интеллектуализации пока мало представлены на отечественном рынке. В основном это устройства управления различными бытовыми приборами с помощью единого ИК пульта, системы видеонаблюдения, охраны и безопасности. Сегодня рынок услуг в области интеграции наконец-то созрел для того, чтобы интеллектуальное здание можно было предлагать заказчику не в качестве перспективного решения дня завтрашнего, а в виде реального продукта дня сегодняшнего, и аргументировано рекомендовать внедрение.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕРМОЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ КОГЕНЕРАЦИИ

К.ф.-м.н., ст. преп. Ильяшенко М.В., асс. Червякова Л.П.,
студ. Сазонова Т.А., Шмаргун М.Н., Фомин К.С.

Преобразование тепловой энергии в электрическую с помощью термоэлементов известно (по меркам НТР) давным-давно. Однако, кроме применения в различных датчиках, широкого применения в энергетике термоэлементы не нашли. Это связано с их небольшим к.п.д. (~10 % в лучших образцах). По сравнению с 35-43 % в КЭС и 55 % при преобразовании в паро-газовом цикле такой к.п.д. слишком мал.

Тем не менее, и для термоэлементов существует своя «экологическая» ниша. Речь идёт о когенерации в локальных отопительных системах. К.п.д. в таких системах очень возрастает ввиду использования большей части тепловой энергии для нужд отопления, а электричество получается «в нагрузку». В таких системах важна не глубина преобразования тепловой энергии в электрическую, а стоимость оборудования, его надёжность и долговечность.

К основным преимуществам термоэлементов следует отнести:

- их простоту и дешевизну (разумеется при соответствующей конструктивной проработке);
- лёгкую регулируемость генерируемой мощности в широких пределах;
- отсутствие движущихся частей, и, как следствие, надёжность и долговечность.

Очень важно, что насосы, перекачивающие воду, в подобных отопительных установках не зависят от внешних источников электроэнергии и поэтому «замораживание» труб при отключениях электроэнергии не происходит.

ГЕНЕРИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ С ПОМОЩЬЮ МАЛОМОЩНЫХ ТЕРМОЯДЕРНЫХ ВЗРЫВОВ

К.ф.-м.н., ст. преп. Ильяшенко М.В.,
студ. Закорко Е.В., Лазаренко А.Л.

Освоение термоядерной энергии – одно из самых перспективных направлений преодоления энергетического голода. В 60-е цель казалась близкой. В научной среде возник ажиотаж. В итоге и спустя десятилетия перспективы остаются туманными. Управляемый термоядерный синтез ведёт себя как линия горизонта – удаляется по мере приближения.

В итоге на настоящий момент: реакторы типа ТОКАМАК не доработаны (плановое время доводки ≈ 15 лет) и чрезмерно материалоемки, лазерный термоядерный синтез требует параметров лазеров, в ближайшей перспективе недостижимых, другие направления (Z-пинчи, плазменный фокус, магнитные ловушки и др.) тоже не могут ничем похвастаться.

Однако человечество уже давно научилось получать термоядерную энергию в виде взрывов водородных бомб. Конечно разовое экстремально быстрое выделение больших количеств энергии затрудняет её преобразование, т. к. при взрыве может разрушиться сама установка. Но проблема технически решаема.

По существующим на сегодня проектам термоядерные заряды мощностью 10 кТ предлагается взрывать в цилиндре из железобетонных конструкций с высотой в 300 м и радиусом в 80м. Частота следования взрывов—2 раза в час. Для ослабления ударной волны в момент падения заряда организуется фонтанный выброс жидкого натрия. В дальнейшем натрий, играющий роль теплоносителя, отдаёт

тепловую энергию в теплообменнике, а её преобразование в электричество осуществляется в стандартном паровом цикле.

Конструкция полностью изолирована от окружающей среды и в нормальном режиме применяемые меры безопасности исключают выброс радиоактивных веществ. При отсутствии аварий конструкция способна выдерживать воздействие ударных волн и работать более десяти лет. Образование радиоактивных веществ обещает быть значительно более низким, чем на АЭС.

Сама взрывная термоядерная станция должна располагаться под Землёй. При взрыве термоядерных боеприпасов не в рабочей зоне (в центре камеры), а у дна или стенки, по расчётам, разрушение конструкции не произойдёт, хотя дальнейшая эксплуатация станет невозможной.

Конечно, существует много рисков. Натрий химически очень активен, следует поэтому исключить всякую возможность контакта с атмосферой. Остаются вопросы о длительной работоспособности такой оригинальной электростанции. Ведь опыта эксплуатации каких-либо конструкций в условиях *одновременного* воздействия высоких температур, ударных волн, агрессивных химических сред и сильнейших радиоактивных полей у человечества нет.

Очень важен вопрос надёжности подрыва боеприпасов в *расчётной точке*. По расчётам, вероятность несанкционированного срабатывания должна быть меньше 10^{-6} . Это не просто обеспечить в условиях огромных помех для электроники со стороны радиационных полей.

И всё же главный риск – политический. 2 взрыва в час, это 48 в сутки и 17520 в год. За время эксплуатации – более 200 000 термоядерных взрывов! Суперконвейер для производства водородных бомб. Как в таких условиях обеспечить режим нераспространения ядерного оружия? И как быть с развивающимися странами?

СТРУКТУРА СЛУЖБЫ ГРОЗОЗАЩИТЫ И ИЗОЛЯЦИИ ОАО «СУМЫОБЛЭНЕРГО»

к.т.н., доц. Лебединский И.Л., студ. Борзенков И.И.

Служба грозозащиты и изоляции (СГИ) предназначена для испытания высоковольтных электроустановок входящих в состав подстанций 110/35 кВ, измерение сопротивления изоляции; например сопротивление изоляции обмоток измерительных трансформаторов тока (ТТ), измерительных трансформаторов напряжения (ТН), трансформаторов собственных нужд (ТСН) и т.д., а также нахождения мест повреждений кабельных линий, измерение тангенса диэлектрических потерь; например высоковольтных вводов масляных выключателей, высоковольтных вводов силовых трансформаторов и т.д. Структура СГИ приведена на рисунке 1.

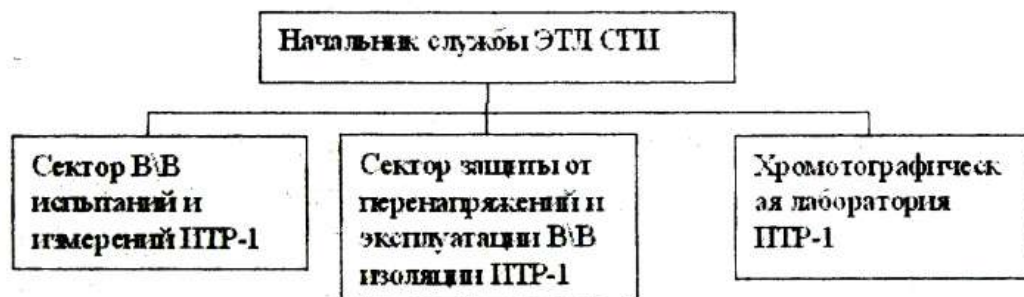


Рисунок 1 Структура службы

Испытательное электрооборудование ЭТЛ СГИ состоит из двух стационарных лабораторных установок №1, №2 для испытания защитных средств, находящихся непосредственно на предприятии и перевозной электролаборатории ЭТЛ-35К для проведения испытаний на подстанциях.

Лабораторная установка №1 предназначена для испытания индивидуальных защитных средств до 1000 В. Все полученные значения после проведения испытаний сравниваются с нормированными значениями и после этого даются заключения о состоянии защитных средств.

Для выполнения вышеуказанных испытаний установка укомплектована стационарно смонтированным оборудованием:

1. Аппаратом ВКЗ-2, в котором используется только испытательная установка, состоящая из двух однофазных сухих трансформаторов 10кВ – Т1.
2. Ёмкостью с водой для испытания защитных средств из диэлектрической резины, инструмента с изолирующими рукоятками и указателей напряжения до 1000В и передвижной траверсой из оргстекла с набором стержневых электродов.
3. Специальным отсеком для испытания электродрелей.
4. Шкафом-калорифером для сушки защитных средств.
5. Приспособлением для подачи воды в ёмкость и слива её.
6. Комплектом пусковой аппаратуры до 1000В и измерительных приборов, установленных на щите управления.

Высоковольтная испытательная установка №2 предназначена для испытания защитных средств (изолирующих штанг и клещей, изолирующих накладок, указателей напряжения и указателей для фазировки), а также устройств и приспособлений для работы на ВЛ под напряжением). Испытания повышенным напряжением переменного тока электрооборудования. Измерения тангенса угла диэлектрических потерь и ёмкости маслонаполненного оборудования (трансформаторов тока 35кВ и выше, вводов 110кВ, конденсаторов в/ч связи и др.), а также вводов 35кВ и выше с твердой изоляцией. Измерения тока проводимости

вентильных разрядников и ограничителей перенапряжения.

Для выполнения вышеуказанных испытаний установка укомплектована стационарно смонтированным оборудованием:

1. Испытательным трансформатором ИОМ-100/25 с первичным напряжением 200 В и вторичным – 100 кВ.
2. Трансформатором напряжения НОМ-10, используемым при измерении тангенса угла диэлектрических потерь.
3. Регулятором напряжения РНО-250-10.
4. Приставкой к испытательному трансформатору с сухими выпрямителями ВП-60 и микроамперметром с изоляционной тягой для переключения его пределов со щита управления.
5. Высоковольтным мостом Р5026 с образцовым конденсатором.
6. Переключателя рода работ с механическим приводом и изоляционной тягой, с встроенным на одном валу ключом управления КР, установленным в схеме подачи напряжения на катушки магнитных пускателей ПМ-1, ПМ-2 и сигнальные лампы рода работ.
7. Силовой сборкой 0.4кВ, от которой 4-х жильным .
8. Рубильником с видимым разрывом, смонтированным на щите управления.
9. Изоляционной колонкой с заземляющим ножом и со стеклоэмалевым гасящим резистором.
10. Двумя поддерживающими гирляндами изоляторов с подвешенной к ним металлической штангой из пруткового металла для крепления на ней при испытании защитных средств.
11. Поддерживающей гирляндой изоляторов для крепления провода от испытательного трансформатора ИОМ-100 к металлической штанге (см. пункт 10).

12. Подвижной конструкцией из изоляционных штанг для установки на ней при испытании средств защиты.
13. Двумя магнитными пускателями, тремя автоматами АП-50.

Передвижная испытательная установка типа ЭТЛ-35К предназначена для проведения пусконаладочных и профилактических испытаний электрооборудования в электрических сетях.

Передвижная испытательная установка обеспечивает проведение следующих видов работ:

1. Испытание электрооборудования повышенным напряжением переменного тока промышленной частоты до 100кВ.
2. Испытание повышенным напряжением выпрямленного тока кабелей напряжением 6-10кВ.
3. Измерение на высоком напряжении тангенса угла диэлектрических потерь($\text{tg } \Delta$) и ёмкости высоковольтного оборудования.
4. Измерение коэффициента трансформации силовых и измерительных трансформаторов.
5. Измерение сопротивления изоляции обмоток электрических машин, трансформаторов и другого электрооборудования.
6. Измерение тока и потерь холостого тока трансформаторов на малом напряжении.
7. Определение группы соединения трансформаторов и полярности обмоток электрических машин.
8. Измерение сопротивлений заземляющих устройств, удельного сопротивления грунта и сопротивления металлической связи оборудования с заземляющим устройством.
9. Прожиг силовых кабелей на высоком напряжении и дожиг на низком напряжении.
10. Определение места повреждения в кабелях.

АВАРИЙНЫЕ ОДНОФАЗНЫЕ ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ В ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЯХ 10 кВ

асс. Лебедка С.Н., студ. Воропай В.В.

Аварийные однофазных замыканиях на землю в электрических сетях с изолированной нейтралью составляют до 70 % всех повреждений. Они приводят к появлению внутренних перенапряжений, опасных для изоляции сетей, и вызывают повреждения электротехнического оборудования.

Аварийные однофазные замыкания на землю исследованы с помощью разработанной и программно реализованной модели электрической сети на основе уравнений в фазных координатах и неявных методов численного интегрирования. Разработанная в среде DELPHI программа позволяет производить расчеты для выяснения основных влияющих факторов и оценки степени их влияния на характер протекания и параметры аварийных однофазных замыканиях на землю.

Проведен вычислительный эксперимент с применением реализованной на ЭВМ математической модели электрической сети. Исследованы однофазные замыкания на землю, возникающие в воздушных сетях 10 кВ Сумского района электрических сетей.

Определены основные параметры протекающих процессов: кратности перенапряжений и бросков ударного тока в начальный момент однофазного замыкания на землю. Были выяснены другие факторы, влияющие на величины токов и напряжений в аварийном режиме, – величина переходного сопротивления в месте замыкания на землю, протяженность электрической сети, удаленность места замыкания на землю от источника питания, длительность протекания аварийного режима.

СОВРЕМЕННЫЕ ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

асс. Лебедка С.Н., студ. Коваленко А.Д.

Современный проект осветительной установки должен соответствовать следующим требованиям: энергосбережение, обеспечение светового комфорта, удобство монтажа и обслуживания, снижение светового загрязнения, длительный срок службы.

Современные светодиодные светильники имеют множество неоспоримых преимуществ по сравнению с менее технологичными, но все еще широко используемыми лампами накаливания: срок службы (10-20 лет), очень низкое энергопотребление (в 100 раз меньше), низкое выделение тепла, возможность изменения цвета.

Благодаря низкому энергопотреблению и высокой яркости светодиодов стало возможным создание абсолютно автономных систем освещения с применением солнечных батарей, что позволяет избежать расходов, связанных с монтажом электромагистралей, и использовать светильники в совершенно разнообразных местах: для подсветки дорожного покрытия, освещения улиц, в декоративном освещении ландшафтов и водоемов.

Фотоэлектрические энергосистемы имеют надежные и долговечные солнечные компоненты, которые легко устанавливаются в зданиях любой конструкции, просты в эксплуатации, безопасны, бесшумны, абсолютно экологичны. В своей основе они содержат пластины из монокристаллического кремния. Фотоэлектрические модули в них преобразуют энергию солнечных лучей в электричество. Они эффективно применяются в системах энергоснабжения и системах освещения в совокупности со светодиодными светильниками.

СПОСІБ ВИПРОБУВАННЯ АСИНХРОННИХ ДВГУНІВ

к.т.н., доц. Муріков Д.В., к.т.н., доц. Василега П.О.

Усі двигуни після кожного ремонту повинні проходити випробування на надійність при роботі під навантаженням. Такі випробування потребують використання спеціального обладнання та пов'язані зі значними фінансовими затратами, але якість та достовірність даних таких випробувань не завжди задовольняють споживача.

Відомим є спосіб випробування асинхронних електродвигунів в режимі короткого замикання, коли ротор знаходиться в загальмованому стані. Згідно цього способу до обмоток підводиться понижена напруга такої величини, щоб по обмотках ротора и статора протікав струм не більше 120% від номінального значення.

При такому випробуванні асинхронних двигунів немає можливості робити висновки про правильність схем з'єднання обмоток статора, оскільки ротор двигуна знаходиться в загальмованому стані. Крім того, в зв'язку з погіршенням вентиляції нерухомого двигуна, важно судити про температурний режим, стан ізоляції обмоток і надійність двигуна в цілому.

Відомим є також спосіб випробування асинхронних двигунів після проведення ремонту шляхом використання режиму холостого ходу. При цьому випробування на обмотках статора незагальмованого двигуна (без навантаження на валу) подають напругу від регульовального джерела живлення, вимірюють потужність холостого ходу P_0 і струм холостого ходу I_0 , змінюючи напругу стандартної частоти, яка підводиться до обмоток статора від нуля до номінального значення. При цьому вимірюють частоту обертання валу і по результатах вимірювання роблять ви-

сновки про правильність схеми з'єднання обмоток статора і надійність роботи двигуна на холостому ході.

Однак струм в режимі холостого ходу у серійних асинхронних двигунів при номінальній напрузі на обмотках статора складає лише 25-50% від номінального значення, що не дозволяє робити висновки про температурний режим двигуна, який досліджується, і як слідство, про стан ізоляції обмоток статора, виявити її місцеві дефекти, уникнути таким чином виникнення аварійних ситуацій в процесі подальшої експлуатації. Таким чином і цей спосіб, при його використанні для випробування асинхронних двигунів, також не дозволяє робити висновки про надійність роботи електродвигуна після ремонту.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення методу випробування асинхронних двигунів, ротор яких незагальмований шляхом підведення підвищеної напруги промислової частоти до обмоток, створюючи сприятливі умови роботи для двигуна, які дозволяють урахувати перевищення температури οποї частоти (наприклад обмотки статора) виявити таким чином як місцеві дефекти ізоляції, так і правильність схем з'єднання обмоток статора, усе це дозволяє регулювати нормальне охолодження двигуна і робити висновки про його надійність.

На рис. 1 показана електрична схема пристрою для використання даного способу випробування.

На рис. 2 – графік зміни струму в обмотках статора в залежності від величини напруги при відсутності навантаження на валу асинхронного двигуна.

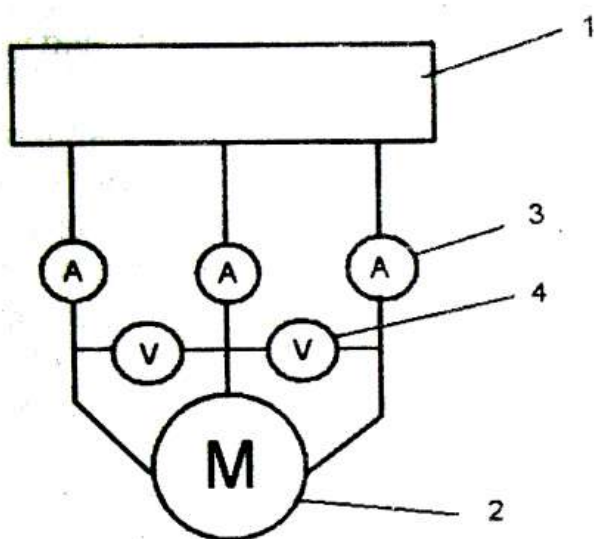


Рисунок 1

- 1 – регульоване джерело живлення;
 2 – асинхронний двигун;
 3 – амперметр; 4 – вольтметр;

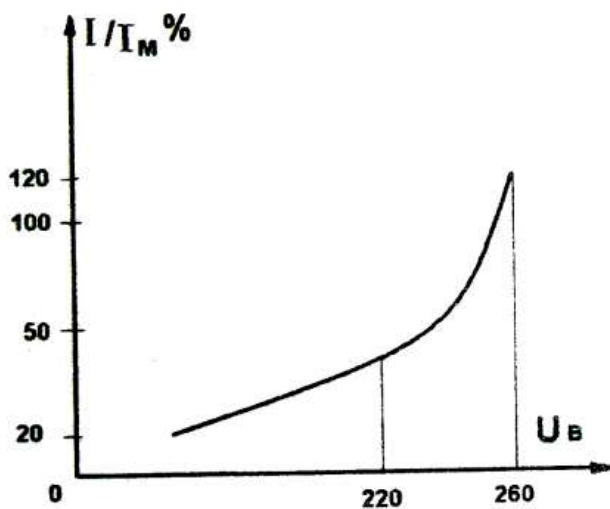


Рисунок 2

Спосіб випробування асинхронних двигунів, що пропонується, здійснюють належним чином.

На обмотку статора двигуна 2, що випробують і ротор якого знаходиться в незагальмованому стані, від джерела живлення 1 спочатку на обмотки статора подають номінальне значення напруги. В цьому випадку по обмотках статора двигуна протікає струм I_0 (струм намагнічування) величина якого може складати $I_0 = (0,25 \div 0,5) I_n$.

Робота в такому режимі (режим холостого ходу) дозволяє упевнитися в правильності схеми з'єднання обмоток статора і експериментально визначити величину струму намагнічення I_0 .

Таким чином, перша стадія випробування відбувається в режимі холостого ходу.

Потім, в залежності від ізоляції обмотки статора асинхронного двигуна 2, з допомогою регульованого джерела живлення 1 підвищують до такого значення, щоб струм в обмотках статора дорівнював номінальному значенню ($I_0 = I_{ном}$), або ж був більше номінального значення ($I_0 > I_{ном}$). Величину напруги вимірюють за допомогою вольтметра 4, а величину струму – за допомогою амперметра 3.

Одночасно відбувається і дослідження температурного режиму роботи ізоляції обмоток статора. Оскільки двигун працює при швидкості, що близька до номінальної, умови його охолодження відповідають нормальним, тому по результату перевірки його температурного режиму (можливе використання температурних датчиків) і аналізу отриманих даних роблять висновки про його надійність після капітального або іншого виду ремонту.

Простота проведення операцій дозволяє вважати спосіб не трудомістким.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ НА ЕГО СТОИМОСТЬ

Ст. преп. Ноздренков В.С., студ. Гончаров А.И.

Выключатели высокого напряжения предназначены для оперативной и аварийной коммутаций в энергосистемах, для выполнения операций включения и отключения отдельных цепей при ручном или автоматическом управлении. Во включенном положении должен длительно пропускать токи нагрузки и кратковременно-аварийные.

Характер режима работы ВК несколько необычен: нормальным для них считается как включенное положение, когда по ним проходит ток нагрузки, так и отключенное, при котором они обеспечивают необходимую электрическую изоляцию между разомкнутыми участками цепи.

Коммутация цепи, осуществляемая при переключении ВК из одного положения в другое, производится не регулярно, время от времени, а выполнение специфических требований по включению цепи при имеющемся в ней коротком замыкании (КЗ) либо по отключению КЗ вообще крайне редко.

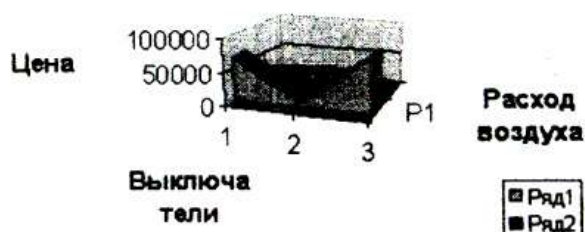
Выключатели должны надёжно выполнять свои функции, находясь в любом из указанных положений, и одновременно быть всегда готовыми к мгновенному выполнению любых коммутационных операций, часто после длительного пребывания в неподвижном состоянии. Наиболее тяжёлым режимом для ВК является режим отключения тока КЗ.

Общие требования к конструкциям и характеристикам выключателей устанавливаются стандартами: ГОСТ 687-78 «Выключатели переменного

тока нагрузки на напряжение свыше 1000 В. Общие технические условия»; ГОСТ 12450-82 «Выключатели переменного тока высокого напряжения. Отключение ненагруженных линий». ГОСТ 8024-84 «Допустимые температуры нагрева токоведущих элементов, контактных соединений и контактов аппаратов и электротехнических устройств переменного тока на напряжение свыше 1000 В; ГОСТ 1516.1-75 «Нормы испытательных напряжений внешней и внутренней изоляции электрических аппаратов».

В России интенсивные разработки воздушных выключателей начались с 1945 г., когда приступили к проведению научно-исследовательских и конструкторских работ по созданию серии подстанционных ВВ на напряжения 35-220 кВ.

В настоящее время ВВ получили исключительно широкое применение и во многих случаях вытеснили масляные. ВВ позволили перейти к классам напряжения 750 и 1150 кВ; возможен переход и к более высоким классам напряжения, а также к токам отключения 63-80 кА при напряжениях 110-750 кВ и 160-240 кА при напряжениях 20-30 кВ.



Широкое применение ВВ обусловлено их способностью удовлетворять любому предъявляемому требованию, в отношении как технических параметров, так и эксплуатационных характеристик, за исключением, быть может, характеристик экономических.

МОДУЛЬНА АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТА ОБЛІКУ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ

Ст. викл. Романовський В.І., студ. Борзенков І.І.

В даний час актуальними є питання енергозбереження в умовах промислового виробництва. Поряд з витратами енергоресурсів безпосередньо на виконання технологічних операцій, істотну частку в загальних витратах займають енерговитрати на освітлення, опалення, побутові потреби. Частка таких витрат досягає 30%.

Зменшення таких витрат неможливе без попереднього аналізу і подальшого обліку їх у реальному масштабі часу. В даний час існують ефективні засоби контролю й обліку електроенергії й енергоресурсів, управління і збір інформації з яких виконується з застосуванням апаратно-програмних комплексів АСКОВЕ.

Існуючі комплекси АСКОВЕ орієнтовані, в першу чергу, на роботу з визначеними типами датчиків, що накладає істотні обмеження на їхню функціональність.

У роботі пропонується уніфікувати системи АСКОВЕ, для чого проводиться чіткий поділ на систему збору і систему обробки інформації, що сполучаються між собою за модульним принципом. Даний принцип реалізований програмно.

Централізована система обробки й аналізу інформації виконує операції: обробка даних, що надходять; архівація даних; формування звітних документів; передача даних; аналіз обробки інформації.

Система збору інформації виконує операції: періодичний збір даних з лічильників; функцію планування, що у задані інтервали часу автоматично запускає процедури обслуговування лічильників і різні командні файли.

Особливістю системи збору інформації є те, що кожному типові лічильника відповідає свій спеціалізований модуль, який дозволяє врахувати всі особливості в роботі конкретних моделей лічильників і легко додавати в систему нові облікові параметри без зміни центрального ядра системи, саме це і реалізовано в модульному принципі.

Види звітних документів, які можна створити: графіки навантаження; гістограми; звіти, задані користувачем; звіти за визначений інтеграційний період; таблиці експорту в інші комп'ютерні програми; журнал подій.

Особливістю передбачуваної системи є те, що крім даних, що знімаються з лічильників у реальному часі, модульний принцип побудови дозволяє здійснювати введення і коректування даних вручну. Схема взаємодії функціональних частин системи показана на рисунку 1.

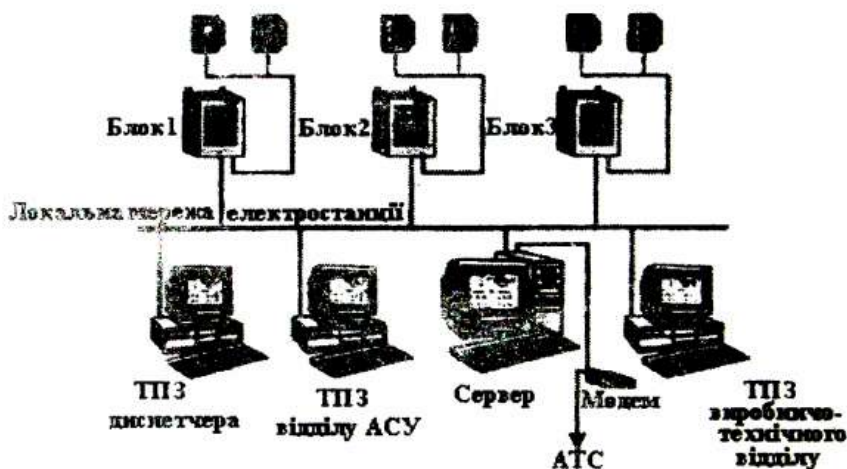


Рисунок 1 – Схема взаємодії функціональних частин АСКОЕ

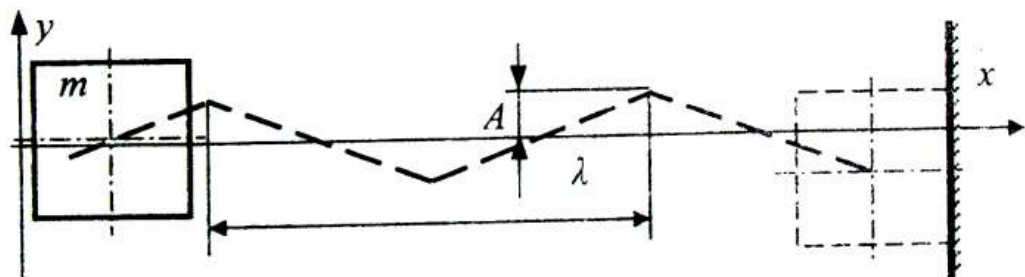
Висновки: пропонується система АСКОЕ, побудована за модульним принципом, що дозволяє розширити діапазон вимірюваних значень і параметрів, додавати і модернізувати систему для обліку нових факторів і лічильників.

ЭВРИСТИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА ПО ФИЗИКЕ ЛОМАНАЯ ТРАЕКТОРИЯ

доц. Брацыхин В.М., учитель Гончаренко В.Н.,
учитель Северин В.Н.

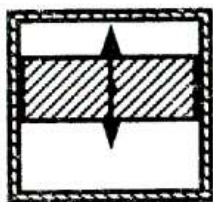
Наиболее сложными для решения являются эвристические задачи, в условиях которых не заданы в явном виде все необходимые данные. Такие задачи с «двойной защитой от решения» требуют иногда достаточно сложного предварительного анализа. Как правило, в таких задачах самым важным является ответ на вопрос «как это может быть?».

Условие задачи: Тело в форме куба при своем свободном поступательном полете описывает траекторию в виде симметричной «пилы» с постоянной амплитудой A . Масса тела, измеренная в состоянии покоя, равна m . Траектория имеет временной T и пространственный λ периоды. Определить тепловую энергию Q , полученную в процессе столкновения тела с шероховатой стенкой, перпендикулярной оси x , если в процессе соударения с такой же, но абсолютно гладкой стенкой, выделилось бы тепловой энергии в $n = 2$ раза меньше. Найти импульсы, полученные гладкой и шероховатой стенками. Удары тела о стенки считать абсолютно неупругими. Учтеь, что данных для однозначного решения задачи достаточно (выяснить, при каких ограничениях это возможно).



Проведем предварительный анализ условия задачи.

Отсутствие внешних сил свидетельствует о том, что причиной изменения направления полета тела может быть только внутренние динамические процессы. Наличие прямолинейных участков траектории и резкое изменение направления скорости в отдельных точках траектории можно объяснить только ударными процессами. Из этого следует, что внутри тела есть полость, в которой находится второе тело, т.е. видимое тело является коробкой. Симметричность траектории и постоянство ее амплитуды свидетельствуют о том, что внутреннее тело относительно коробки движется всегда перпендикулярно оси x , вдоль оси y , периодически сталкивается с верхней и нижней внутренними поверхностями коробки, причем эти удары абсолютно упругие.



Очевидно, что при соударении с шероховатой стенкой в тепловую энергию перейдет вся кинетическая энергия движения коробки; не очевидно, но предположим, что при соударении с гладкой стенкой в тепло перейдет кинетическая энергия движения коробки только вдоль оси x . Еще сложнее выяснить судьбу кинетической энергии внутреннего тела. Так как о внутреннем теле ничего не известно, то надо рассмотреть три случая – а) вся кинетическая энергия внутреннего тела в процессе ударов переходит в тепловую; б) в процессе удара в тепловую энергию переходит кинетическая энергия внутреннего тела, связанная только с движением вдоль оси x ; в) в процессе удара в тепловую энергию переходит вся кинетическая энергия внутреннего тела, связанная с движением вдоль оси x и часть кинетической энергии, связанной с движением внутреннего тела вдоль оси y .

В случае а) не было бы различия для гладкой и шероховатой стенок. Остановка внутреннего тела означает, как следствие закона сохранения импульса системы обоих тел, и остановку коробки даже для гладкой стенки.

Таким образом, случай а) невозможен.

Случай б) соответствует абсолютно гладкой и неупругой внутренней передней поверхности коробки. Этот случай реализуется для гладкой стенки и может быть реализован для шероховатой стенки с достаточно большим коэффициентом трения скольжения, если от начала столкновения со стенкой до остановки коробки не успевает произойти ее столкновения с внутренним телом. В противном случае возникает неопределенность в количестве энергии, переданной коробке внутренним телом.

Случай в) вообще не дает однозначного результата по условию задачи.

Таким образом, для решения задачи необходимо рассмотреть лишь случай б).

Скорость центра масс и кинетическая энергия центра масс тел определяются по соотношениям $V_c = \lambda T$ и $E_c = mV_c^2/2 = m\lambda^2/(2T^2)$. Пусть E_k - кинетическая энергия коробки за счет движения, перпендикулярного оси x , а Q_1 - количество теплоты, которое выделится при соударении тела с абсолютно гладкой стенкой.

Тогда по условию задачи имеем

$$n = Q/Q_1 = (E_c + E_k)/E_c = 1 + E_k/E_c \Rightarrow E_k = (n-1)E_c \Rightarrow$$
$$\Rightarrow Q = E_c + E_k = (nm\lambda^2)/2T^2.$$

Импульс, полученный гладкой стенкой, равен импульсу центра масс $p_1 = mV_c = m\lambda^2/T^2$.

Импульс p , полученный шероховатой стенкой, можно определить как векторную сумму импульса центра масс p_1 и импульса коробки p_2 вдоль оси y . Если $U = 4A/T$ - скорость коробки вдоль оси y , то $E_k = Up_2/2 \Rightarrow$

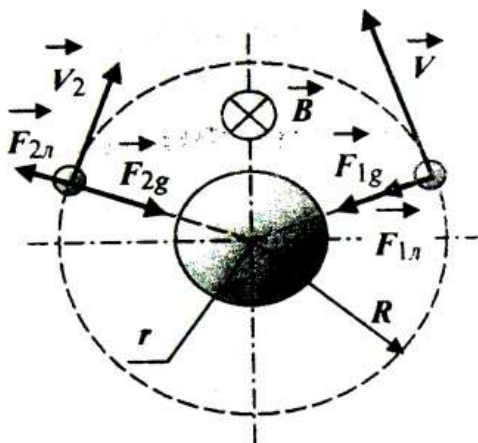
$$\Rightarrow p_2 = m(n-1)\lambda^2/4AT. \text{ В итоге получаем}$$
$$p = \sqrt{p_1^2 + p_2^2} = \left((m\lambda^2)/T^2 \right) \sqrt{1 + (n-1)^2 T^2 / 16A^2}.$$

ЭВРИСТИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА ПО ФИЗИКЕ СТОЛКНОВЕНИЕ СПУТНИКОВ

доц. Брацыхин В.М., учитель Северин В.Н

Условие задачи: Два абсолютно одинаковых спутника Земли летят навстречу друг другу в плоскости экватора по участку одной и той же стационарной круговой орбиты с радиусом R . Линейная скорость одного из них равна V и больше скорости другого спутника. Считая известными ускорение свободного падения на поверхности Земли g_0 и радиус Земли r , определить, при каких условиях спутники упадут на Землю после их абсолютно неупругого столкновения. Влиянием Солнца, планет, Луны и сопротивлением воздуха движению спутников пренебречь.

Проведем анализ условия задачи. Спутники Земли на стационарной орбите совершают свой полет без работающих двигателей. Но движение по одной и той же круговой орбите с разными скоростями означает разные центростремительные ускорения спутников, что может быть, только если на спутники действуют разные по величине равнодействующие силы. Для круговой орбиты равнодействующая таких сил обязательно должна быть направлена к центру Земли. Из этого следует, что на спутники действует, кроме сил гравитационного притяжения, еще какая-то сила, которая для одинаковых спутников обязательно должна быть одинаковой по величине, т.е. может быть только противоположно направленной. Такой силой может быть только сила Лоренца. Действительно, если спутники имеют одинаковые электрические заряды, то в экваториальной плоскости магнитное поле Земли перпендикулярно ей и для одного спутника сила Лоренца будет направлена к центру Земли, а для другого – от центра Земли.



Проведем соответствующие расчеты. В результате столкновения имеем

$$m(V - V_2) = 2mU \Rightarrow$$

$$\Rightarrow U = (V - V_2) / 2$$

Спроектируем выражения второго закона Ньютона для первого и второго спутников на направления к центру Земли

$$\begin{cases} F_{1g} + F_{1л} = mV^2 / R \\ F_{2g} - F_{2л} = mV_2^2 / R \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} mg_0 r^2 / R^2 + qVB = mV^2 / R \\ mg_0 r^2 / R^2 - qV_2 B = mV_2^2 / R \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow qB(V + V_2) = m(V^2 - V_2^2) / R$$

откуда $U = qBR / 2m$. Подставим qB из первого уравнения системы и получим $U = (RV^2 - g_0 r^2) / 2RV$.

Найдем, при каких условиях спутники после соударения смогут упасть на Землю. После соударения масса и электрический заряд удвоятся, а магнитное поле Земли остается неизменным. Сила Лоренца работы не совершает, и по закону сохранения механической энергии имеем для объединенного спутника в момент касания поверхности Земли

$$2mU^2 / 2 - GM2m / R = 2mU_1^2 / 2 - GM2m / r \Rightarrow U_1^2 - U^2 = g_0 r (1 - r / R)$$

По закону сохранения момента импульса спутника на орбите, с учетом $m \ll M$, имеем

$$2mU_1 r = 2mUR \Rightarrow U_1 = UR / r$$

Совместное решение этих двух уравнений относительно U дает $U^2(R + r) = g_0 r^3 / R$.

После подстановки найденного выражения U получаем квадратное уравнение $V^2 - 2V \sqrt{g_0 r^3 / R(R + r)} - g_0 r^2 / R = 0$.

С учетом $V > 0$ окончательно имеем условие падения спутников на Землю: $V \leq (1 + \sqrt{2 + R / r}) \cdot \sqrt{g_0 r^3 / R(R + r)}$.

ЭВРИСТИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА ПО ФИЗИКЕ СВОБОДНОЕ ПАДЕНИЕ ШАРА

доц. Брацыхин В.М., учитель Северин В.Н.

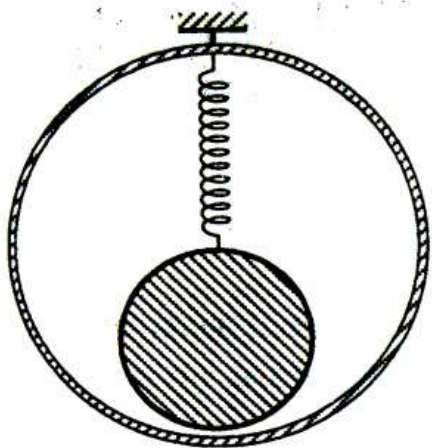
Условие задачи: Шар неподвижно висит на нити. После перерезания нити он начинает свободно падать, но через время τ на мгновение неподвижно замирает, после чего продолжает свое падение. Определить скорость шара U через время $5\tau/3$ после начала падения. На шар действует только сила тяжести, ускорение свободного падения g считать известным. Учтеть, что задача имеет однозначное решение.

Проведем анализ условия задачи. Так как на шар действует только сила тяжести, то необычное поведение шара связано с какими-то процессами внутри шара. Из этого следует наличие внутренней структуры шара, т.е. вместо простого шара имеем некую систему.

Центр тяжести этой системы падает со скоростью $V_c = gt$. Очевидно, остановка в падении связана не с остановкой центра тяжести системы, а с движением части системы. Таким образом, шар есть видимая внешняя сферическая оболочка системы. В момент зависания оболочка относительно центра тяжести системы должна иметь направленную вверх скорость $V = g\tau$.

Ясно, что необходимая для этого энергия была запасена в системе еще перед началом падения. Требование однозначности решения задачи и особенности падения системы свидетельствуют о том, что источником энергии может быть только деформированная пружина. На рисунке приведено устройство системы.

В исходном состоянии пружина растянута под действием силы тяжести внутреннего шара. После перерезания нити начнутся колебания оболочки и внутреннего шара вокруг центра масс системы C .



На протяжении первой половины периода пружина будет сжиматься и оболочка относительно C будет двигаться вниз. После этого начнется второй процесс - пружина начнет возвращаться в недеформированное состояние, оболочка относительно C станет двигаться вверх и скорость этого движе-

ния через четверть периода станет максимальной.

Предположим, что скорость оболочки относительно C станет равной по величине скорости центра тяжести раньше, чем через четверть периода второго процесса. В таком случае после зависания оболочка способна еще двигаться вверх, что приведет к противоречию условиям задачи.

Если зависание произойдет после четверти периода второго процесса, то перед этим оболочка обязательно двигалась вверх, что также противоречит условиям задачи.

Остается единственный вариант - зависание происходит при максимальной скорости колебательного движения оболочки, т.е. через $3/4T = \tau$ после перерезания нити, откуда $T = 4/3\tau$.

За время $5/3\tau - \tau = 2/3\tau = T/2$ после зависания скорость оболочки относительно центра тяжести системы опять станет максимальной, равной $V = g\tau$, но направленной уже вниз. Поэтому через $5/3\tau$ скорость оболочки, видимая внешним наблюдателем, т.е. искомая скорость шара U , будет равна сумме скоростей центра тяжести и скорости оболочки относительно центра тяжести

$$U = g\tau + g5/3\tau = 8/3g\tau.$$

КОМПЬЮТЕРНАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОЭЛЕКТРОННОЙ ЭМИССИИ»

доц. Брацыхин В.М., студ. Силка А.А.

Предлагаемая лабораторная работа является дальнейшим развитием компьютерной лабораторной работы по определению удельного заряда электрона.

В работе предусмотрена возможность исследования ВАХ вакуумного диода в режиме объемного заряда и в режиме насыщения, определения удельного заряда электрона методом магнетрона и из характеристик термоэлектронной эмиссии. Температура накала нити диода определяется методом пирометра по цвету излучения нити. Для устранения влияния краевых эффектов поля анода и неравномерности температуры накала вдоль нити катода предусмотрено использование защитных колец.

Алгоритмы расчетов построены на соотношениях:

– зависимость тока диода от напряжения анода в режи-

ме объемного заряда
$$I_a = \frac{8\sqrt{2}\pi\epsilon_0 l}{9r_a\beta^2} \sqrt{\frac{e}{m}} U_a^{\frac{3}{2}},$$

где: ϵ_0 – диэлектрическая постоянная вакуума, l – длина нити катода между защитными кольцами, r_a – радиус цилиндрического анода, β – поправочный коэффициент Богуславского, зависящий от отношения радиусов анода и катода r_a/r_k , e – заряд электрона, m – масса покоя электрона, U_a – напряжение на аноде;

– соответственно для определения удельного заряда электрона по ВАХ диода
$$\frac{e}{m} = \frac{81r_a^2 \beta^4}{128\pi^2 \varepsilon_0^2 l^2} \cdot \frac{I_a^2}{U_a^3};$$

– зависимость плотности тока насыщения от температуры
$$j_s = \frac{emk^2}{2\pi^2 \hbar^3} T^2 e^{-\frac{A}{kT}},$$

где: j_s – плотность эмиссионного тока насыщения, S – площадь катода, k – постоянная Больцмана, T – абсолютная температура катода, $\hbar = h/2\pi$ – постоянная Дирака, h – постоянная Планка;

– для построения кривых ВАХ во всем интервале напряжений анода используется склейка вышеприведенных зависимостей путем подбора оптимальных коэффициентов операции склейки;

– определение удельного заряда электрона методом магнетрона
$$\frac{e}{m} = \frac{8(4R^2 + L^2)b^2}{(\mu_0 N(b^2 - a^2))^2} \cdot \frac{U_a}{I_{Ckp}^2},$$

где: R, L – среднее значение радиуса соленоида и его длина, b – внутренний радиус анода, μ_0 – магнитная проницаемость вакуума, N – число витков соленоида; a – радиус нити катода, I_{Ckp} – критическое значение тока соленоида, при котором исчезает ток анода.

При выводе этого соотношения учтена зависимость скорости электрона от расстояния до нити анода.

Предусмотрено построение сбросовых кривых тока анода в ручном режиме – под управлением пользователя и в автоматическом режиме. Для сбросового участка предусмотрена возможность изменения масштаба осей.

Для работы с программой организован удобный для пользователя интерфейс.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ИССЛЕДОВАНИЕ ДИФРАКЦИОННЫХ РЕШЕТОК»

доц. Брацыгин В.М., инж.-прог. Татаринцева Е.Н.

Разработанный программный продукт позволяет с помощью моделирования процессов дифракции световых волн на плоских дифракционных решетках провести комплексный многофакторный эксперимент.

В лабораторной работе предусмотрено исследование дифракции на одной щели, на решетке с произвольным числом параллельных щелей и на решетке с произвольным числом взаимно перпендикулярных щелей.

Для всех видов решеток предусмотрен расчет интенсивности дифракционных максимумов, угловой дисперсии и разрешающей способности. Кроме того, можно изменять длину волны исходного монохроматического света, период дифракционной решетки, количество щелей.

Для дифракционной картины предусмотрена операция изменения масштаба измерительной шкалы «увеличение-уменьшение»

Алгоритмы расчетов дифракционных картин разработаны на основе следующих соотношений:

– направление дифракционного максимума для одной щели $d \sin \varphi = k\lambda$, интенсивность максимумов $I = I_0 \sin^2 u/u^2$,

где: d – ширина щели, φ – угол направления дифракционного максимума, $k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$ – порядок дифракционного максимума, λ – длина волны света, I интенсивность дифракционного максимума,

I_0 — интенсивность исходного светового луча,
 $u = (\pi d \sin \varphi) / \lambda$;

— направление главных дифракционных максимумов для дифракционной решетки с произвольным количеством параллельных щелей $b \sin \varphi = k \lambda$, интенсивность дифракционных лучей $I = I_0 (\sin^2 u / u^2) \cdot (\sin^2 N u_1) / (\sin^2 u_1)$,

где: a — ширина непрозрачного штриха дифракционной решетки, $b = (d + a)$ — период дифракционной решетки, φ — угол направления главных дифракционных максимумов, $k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$ — порядок дифракционного максимума, λ — длина волны света, I — интенсивность дифракционного максимума, I_0 — интенсивность исходного светового луча,
 $u_1 = (\pi b \sin \varphi) / \lambda$;

— угловая дисперсия дифракционной решетки

$$D_\varphi = k / b \cos \varphi;$$

— разрешающая способность дифракционной решетки
 $R = kN$;

— для решетки с перпендикулярными щелями для каждой системы параллельных щелей используются приведенные выше соотношения для интенсивности и направления дифракционных лучей независимо друг от друга.

Программа обеспечивает цветной дизайн компьютерных экспериментов, цветное сопровождение процесса дифракции световых лучей.

Для управления программой разработан удобный для пользователя интерфейс с учетом методической целесообразности и полноты охвата физики процессов.

Предусмотрено аудио сопровождение основных операций, выполняемых в лабораторной работе.

Программный код разработан в системе программирования Flash.

БОЛОНСКИЙ ПРОЦЕСС ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ШКОЛЫ И ВУЗА

начальник отдела ОН СДА Пшеничная Л.В.
учитель Гончаренко В.Н., доц. Брацыхин В.М.

Кардинальная модернизация высшего образования на Украине автоматически предъявит и уже начинает предъявлять новые требования к системе среднего образования. И не только по содержанию и организации среднего образования вообще. В самостоятельную проблему превращается преемственность учебного процесса школы и ВУЗа в эмоциональном, психологическом аспектах и методическом обеспечении. Ведь не секрет, что шероховатости внедрения Болонской системы высшего образования вызывают значительные сложности и стрессовые ситуации даже у успевающих студентов. Сегодня первокурсник в ВУЗе без большого преувеличения дезориентирован и деморализован.

Нужны конкретные шаги для устранения появившейся границы между школами и высшими учебными заведениями.

Естественно, резко изменять принципы организации учебного процесса в школе неразумно и непозволительно. Необходима эволюционная корректировка учебной работы, потребуется определенное время для выполнения большой предварительной работы.

Четкого министерского алгоритма для назревшей корректировки учебной работы в школах на сегодняшний день не существует. Поэтому надо организовать ее самостоятельно.

Нам представляется целесообразными две системы мер, с обязательным объединением их в единую стратегию модернизации среднего образования. Хотя бы в масштабах учебного комплекса СумГУ.

Первая система мер должна обеспечить эффективную профильную подготовку учащихся.

Школа закладывает фундамент образования, определяет успешность поступления в ВУЗ и освоения вузовской учебной программы. Как минимум, выпускник должен быть готов:

- к осознанному выбору направления своей учебы;
- к пониманию, что этот выбор его и для него, равно как и то, что ответственен за этот выбор он сам;
- к мысли о том, что в современном мире для реализации своих жизненных планов необходимо учиться всегда – идея LLL (Life Long Learning) – образования длительностью в жизнь.

Приведенные тезисы хорошо вписываются в правильно организованную предпрофильную и профильную подготовку. Однако, качественное ее выполнение вряд ли возможно в условиях сегодняшней регламентации работы школы. С одной стороны, учебные планы перегружены большим количеством предметов, вплоть до 15, с другой стороны, постоянно уменьшается недельная нагрузка на ученика, которая сейчас составляет в среднем 30-32 часа, а в 12 классе предполагается до 34.

Излишняя предметная нагрузка и дефицит времени, отведенного ученику для усвоения учебной программы, вызывает большие сомнения в способности современной школы подготовить ученика к взрослой жизни в наше время, в том числе, к учебе в ВУЗе. В наше время выпускник должен быть готовым к ежедневной напряженной самостоятельной работе, к необходимости искать и находить нужную информацию. Все этому выпускника должна научить школа. Но как это сделать, если большинство учителей имеют, в лучшем случае, два часа работы с классом в неделю?

Для справки – в Великобритании недельная аудиторная нагрузка ученика старших классов до 40 часов при изучении максимум 6-7 предметов. Кроме этого, предусмотрено еще 5-8 часов индивидуальной работы.

Мы не склонны идеализировать западные учебные программы, однако эффективность их в профильном образовании несомненна. В школьном образовании Европы, в частности, используются варианты двух моделей – английской, в которой ученики выбирают отдельные предметы, и французской, в которой ученики выбирают готовые наборы дисциплин, другими словами, выбирают профиль, содержание которого формируют ведущие профессионалы страны.

Мы считаем, что имеет смысл провести серьезный педагогический эксперимент, предметом исследования которого являлось бы отработка модели предпрофильного и профильного обучения. Модели, в которой нашли бы место богатый опыт отечественной школы и идеи Болонского процесса.

Вторая система мер должна облегчить адаптацию выпускников к условиям сегодняшнего вузовского учебного процесса.

Для этого желательно хотя бы в старших классах реализовать систему образования, в какой-то мере аналогичную вузовской кредитно-рейтинговой системе.

Начинать эту работу нам представляется оптимальным по нескольким приоритетным направлениям:

- разработка системы оценок трудоемкости отдельных частей каждой дисциплины – фактически разработка системы кредитов для дисциплин школьной программы;

- проведение анализа качества учебных и методических материалов, имеющихся в школе, в том числе официальных учебников и учебных пособий с целью выявления разделов, изложенных недостаточно полно или ошибочно;

- разработка перспективного плана выпуска учебно-методических материалов, учитывающих специфику классической гимназии и выполнение его в короткие сроки.

Внедрение Болонского процесса в ВУЗы обусловлено государственной политикой Украины, направленной на интеграцию в Евросоюз и, безусловно, будет продолжено и завершено. Наша общая задача – уменьшить возможные издержки.

РОБОТА З ОБДАРОВАНОЮ МОЛОДДЮ

учитель Северин В.М., доц. Брацихін В.М.

Творчість людини - це спосіб її самовираження, це вміння реалізувати свої знання і практичний досвід при розв'язуванні конкретної проблеми, причому новим, оригінальним методом. Здатність до творчості і загальний розвиток особистості щільно пов'язані між собою, вони і залежать одна від одної і є фундаментом для подальшого суцільного розвитку. Природно, що у школі цьому приділяється велика увага.

Доведено, що інтенсивний розвиток особистості відбувається лише в тому разі, коли навчання випереджає інтелектуальний рівень розвитку дитини.

У наш час набуває особливо великого значення дослідницький підхід у навчальній діяльності учнів, застосування різних форм навчально-виховної роботи творчого характеру.

Систематична цілеспрямована робота з учнями складається з трьох етапів: "розуміння", "засвоєння", "творчий розвиток".

На першому етапі важливо добитися від учнів чіткого розуміння понять, законів, явищ фізики. Це всі учні повинні отримати на уроці.

"Засвоєння" навчального матеріалу носить характер використання отриманих основних знань на попередньому етапі та розв'язку якісних, розрахункових та експериментальних завдань. Розв'язуючи так звані "ключові" завдання, які є одним з елементів розв'язку більш складних завдань, учні переходять до завдань творчого характеру.

Останній, найскладніший етап - "розвиток творчих здібностей".

Найбільш активно проходить формування навичок творчого стилю мислення учнів у період підготовки і участі школярів в олімпіадах. Підготовка до олімпіад здійснюється як на уроках, так і в позаурочний час індивідуально, і колективно, навіть у різновікових групах школярів.

Важливу роль у підготовці учнів до олімпіад займає розв'язок задач евристичного типу, задач з частковим наданням вихідних умов, або задач з неоднозначними відповідями. Приклади евристичних задач наведені у наших доповідях у цьому збірнику тез.

Прикладом задачі з кількома відповідями є наступна.

В деякій оптичній системі точкове джерело світлових променів співпадає зі своїм зображенням. Наведіть можливі оптичні схеми такої системи.

Прикладом задачі з багато рівневою складністю є творча лабораторна робота: *визначити густину тіла, яке плаває у воді. Можна застосовувати будь які дії, крім прямого або непрямого зважування тіла.*

Якщо при цьому буде застосовано визначення періоду малих коливань тіла у воді, то можливі такі варіанти підходу до задачі – застосування тільки сили Архімеда, потім урахування можливого впливу сил поверхневого натягу та сил тертя, потім урахування «приєднаної маси».

Ефективним засобом формування творчих рис особистості є підготовка учнів до турнірів юних фізиків і участь у них. Вплив турнірів на розвиток обдарованої дитини важко переоцінити. Процес підготовки розвиває в учнях наполегливість, ініціативність, впевненість у собі, формує вміння захищати власні ідеї та думки.

Для переможного виступу в турнірі юних фізиків від кожного члена команди очікується глибоке різностороннє знання фізики та математики, уміння чітко і лаконічно викладати свої думки, швидко приймати рішення, мати невичерпну жагу перемоги і все це необхідно доповнити бажанням кожного члена команди допомогти іншим.

Така сукупність якостей є характерною рисою реального лідера. З цим пов'язана і певна небезпека для обдарованої дитини. На жаль, лідерами не народжуються, лідерами стають, але стають тільки тоді, коли їм створюють відповідні умови. Складності формування сильної особистості значно збільшуються по відношенню до обдарованої талановитої дитини. Такі діти звикають до навчання без зусиль, перестають працювати над собою і непримітно для себе деградують до рівня середнього учня. А потім у таких учнів може навіть виникнути комплекс «невизнаного генія» з тяжкими наслідками для майбутнього.

Для запобігання цього завжди треба приділяти увагу і час для відповідної психологічної допомоги обдарованим дітям. Тому окрім підготовки з фізики важлива роль належить формуванню у учня деяких якостей активної творчої особистості. До таких якостей можна віднести:

- глобальне включення у свою діяльність (укріплення віри учнів у свої сили і здатності);
- опора на власні сили (розуміння ролі викладача як корисної, але другорядної порівняно з роллю власної праці);
- внутрішня мотивація діяльності (пробудженню усвідомленого відношення до фізики, як основній цілі життя);
- духовне розкріпачення особистості (розвиток асоціативного і евристичного мислення);
- укріплення психо-емоційної стійкості (спроможність самостійно захистити себе від психологічної травми при невдачі, вміння критично оцінювати себе і свої дії).

Дрімаюча у кожній дитині потреба до самоутвердження часто не реалізується через гнітючу для його волі всебічну регламентацію поведінки в родині і школі. До 9-10 класу у дітей виробляється стійкі поведінкові звички, які змінити вже практично неможливо.

Тому пошуки, відбір і початок індивідуальної роботи з обдарованою молоддю потрібно починати якомога раніше, навіть з 4-5 класу.

ЧОРНІ ДІРИ – ВІД МІТЧЕЛА ДО ХОКІНГА

Доц. Ігнатенко В.М., студ. Ратушний О.В.

Джон Мітчел у 1783 р. на основі Ньютонівського уявлення про світло, як потік частинок, висунув гіпотезу, що достатньо масивна і компактна зірка повинна мати настільки потужне гравітаційне поле, що світло не зможе вийти за його межі. Мітчел вважав, що таких зірок має бути дуже багато. Ці об'єкти через 200 років Джон Уїллер назвав чорними дірами, оскільки цей термін відбиває їх сутність: темні безодні у космічному просторі.

З перемогою теорії хвильової природи світла (теорії Максвелла) про об'єкти, описані Мітчелом забули і згадали тільки після створення Ейнштейном загальної теорії відносності, згідно з якою чотирьохвимірний простір – час в околі значних мас викривляється.

Як же виникає чорна діра? В 1928 р. Чандрасекар розраховав, що коли маса холодної зірки більш ніж у півтора рази перевищує масу Сонця, то така зірка не зможе протидіяти власній гравітації. (Дане значення тепер називають границею Чандрасекара). Приблизно в той самий час таке саме відкриття зробив радянський фізик Ландау.

Розв'язати задачу про те, що має статися з зіркою, яка колапсувала в точку вперше зміг в 1939 р. Оппенгеймер, але за допомогою існуючих на той час телескопів не можна було спостерігати жоден з передбачених ефектів.

В 1965 – 70 р. Хокінг та Пенроуз показали, що згідно з загальною теорією відносності в чорній дірці має бути сингулярність, в якій густина та кривина простору – часу – нескінченні.

Коли під час гравітаційного колапсу утворюється чорна діра, всі рухи зірки значно прискорюються, тому втрати енергії на гравітаційні хвилі будуть значними і має настати деякий стаціонарний стан.

В 1963 р. Рой Керр знайшов сімейство розв'язків рівнянь загальної теорії відносності, які описували чорні діри, що обер-

таються. Керрівські чорні діри обертаються із сталою швидкістю, а їх форма і розмір залежать тільки від маси і швидкості обертання.

Чорні діри – один з нечисленних прикладів в історії науки, коли теорія розвивалась як математична модель, без жодних експериментальних підтверджень. Логічно, що цей факт був основним запереченням супротивників чорних дір. Але в 1963 р. Мартен Шмідт, астроном з Каліфорнії, визначив надзвичайно велике червоне зміщення тусклого схожого на зірку об'єкта у напрямку джерела радіохвиль 3C273. Так був відкритий перший квазар. Віддалений на дуже значну відстань квазар мав величезну яскравість. Єдиний механізм, завдяки якому можна пояснити випромінювання такої величезної енергії є колапс, але не зірки, а усієї центральної частини галактики.

В 1967 р. Джон Белл виявив на небі об'єкти, які випромінювали регулярні радіоімпульси. Це були пульсари. Пульсари виявилися нейтронними зірками з радіусом приблизно 15 км. існування нейтронних зірок було непрямим підтвердженням існування чорних дір. Дійсно, коли зірка може сколапсувати до таких розмірів, які тільки в кілька разів більші за критичний радіус, то інші зірки більшої маси можуть сколапсувати в чорну діру.

Спостерігати чорну діру можна у випадку коли вона поглинає речовину з інших об'єктів. Ця речовина (заряджені частинки) рухаються навколо чорної діри за орбітою, радіус якої весь час зменшується. Прискорений рух частинок супроводжується потужним рентгенівським випромінюванням. Крім того, потужне магнітне поле діри фокусує ці заряджені частинки, внаслідок чого утворюються струмені частинок, які вилітають назовні вздовж осі обертання чорної діри.

Потрібно відзначити, що можливим є існування чорних дір з масами меншими за масу Сонця. Такі карликові діри могли виникнути на ранній стадії утворення Всесвіту за умови, що ранній Всесвіт не був ідеально однорідним і ізотропним.

Виявляється, що внаслідок квантово - механічного принципу невизначеностей чорні діри мають із сталою інтенсивністю випромінювати як тіло, нагріте до певної температури. Чим більшою є маса чорної діри, тим меншою є її температура. Як же чорна діра випромінює частинки, коли ми знаємо, що ніщо не виходить за горизонт подій? Квантова механіка стверджує, що частинки виходять не з самої діри, а з «пустого» простору перед горизонтом подій. Це призводить до «випаровування» чорної діри. Згадаємо, що чим меншою є маса чорної діри, тим більшою є її температура, тим швидше вона втрачає масу на випромінювання. Коли маса чорної діри стане достатньо малою, то вона зникає в гігантському спалаху випромінювання.

Розвиток астрофізики дозволив виявити у Всесвіті величезну кількість об'єктів, які можна трактувати як чорні діри. Так, рентгенівська обсерваторія «Chandra» в 2001 р. зареєструвала руйнування зірки, яка проходила повз гігантську чорну діру, в травні 2005 р. вченим NASA вдалося сфотографувати народження чорної діри на відстані 2,2 млрд. св.р.

На рентгенівському знімку, отриманому «Chandra», видно дуже яскраве точкове джерело в спіральному рукаві галактики М 81. Чорні діри не можна побачити і їх реєструють за світними джерелами, що перетікають в гравітаційний колапс. Компаньйон, обертаючись навколо чорної діри, втрачає речовину й інтенсивно випромінює в рентгені. Інтенсивність рентгенівського випромінювання прямо залежить від маси чорної діри. Маса виявленої чорної діри знаходиться в межах від 30 і до 1000 мас Сонця.

Andrew Wilson (University of Maryland) та його колеги заявили, що існування галактичних чорних дір є звичайною справою. Вони дослідили 100 найближчих галактик с за допомогою радіотелескопа Very Large Array (New Mexico). Не менше, ніж у 30% усіх галактик був виявлений в центральній області компактне радіоджерело.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОСТОРОВИХ ТУРБУЛЕНТНИХ ТЕЧІЙ У ПРИСТРОЯХ СКЛАДНОЇ ФОРМИ

Доц. Ігнатенко В.М., студ. Щербаков О.М.

Теплові машини, такі як турбіни, насоси, компресори, настільки широко поширені в промисловості, що сучасне суспільство не зможе існувати без них. Сучасне проектування високоекономічних теплових машин ґрунтується на виконанні обчислювального експерименту, що враховує особливості в'язкої тривимірної течії рідини або газу. Це дозволяє вже на початкових етапах проектування здійснювати пошук раціональної форми елементів проточної частини без залучення фізичного експерименту.

Система рівнянь, що дозволяє виконати розрахунки параметрів потоку, складається:

з рівняння збереження імпульсу K

$$\frac{\partial K}{\partial \tau} + \int_f \rho \cdot c_n \cdot \vec{c} \cdot df = \int_V \rho \cdot \vec{F} \cdot dV + \int_f \vec{p}_n \cdot df,$$

рівняння збереження моменту імпульсу M

$$\frac{\partial M}{\partial \tau} + \int_f [\vec{r} \times \vec{c}] \cdot \rho \cdot c_n \cdot df = \int_V [\vec{r} \times \vec{F}] \cdot \rho \cdot dV + \int_f [\vec{r} \times \vec{p}_n] \cdot df,$$

рівняння збереження енергії

$$\frac{d}{d\tau} \int_V \rho \cdot \left(U + \frac{c^2}{2} \right) \cdot dV = \int_f [\vec{p}_n \cdot \vec{c}] \cdot df + \int_V [\vec{F} \cdot \vec{c}] \cdot \rho \cdot dV + \int_V \rho \cdot q \cdot dV,$$

де U - внутрішня енергія об'єму dV .
рівняння нерозривності

$$\frac{\partial \rho}{\partial \tau} + \operatorname{div}(\rho \cdot \vec{c}) = 0,$$

рівняння стану

$$\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p \cdot \left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_v \cdot \left(\frac{\partial p}{\partial v}\right)_T = -1,$$

рівняння процесу

$$\frac{dp}{p} + n \cdot \frac{dv}{v} = 0.$$

В наведених рівняннях ρ - густина рідини або газу, p - тиск, T - температура, v - питомий об'єм, c - швидкість потоку, n - показник політропи.

У загальному випадку така система диференціальних рівнянь не може бути вирішена навіть чисельно. Це призводить до необхідності спрощення системи рівнянь за рахунок певних допущень.

При моделюванні потоку виникає низка труднощів, які пов'язані як із складністю фізичних процесів, що відбуваються у досліджуваних апаратах, так і з проблемами адекватності математичних моделей. Розрахунки виконуються з використанням прикладних програм, призначених для моделювання просторових турбулентних течій у пристроях складної форми, наприклад, ANSYS/Flotran, Fluent, CFX-TASCflow, FlowER та ін.

У цих програмах вирішується чисельно рівняння Нав'є-Стокса:

$$\frac{du_i}{d\tau} = \rho \cdot F_i - \frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\mu \cdot \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} - \frac{2}{3} \frac{\partial u_k}{\partial x_k} \delta_{ij} \right) \right],$$

$$\text{де } \delta_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{і } \delta_{ij} \text{ і } j \\ 0 & \text{і } \delta_{ij} \text{ і } j \end{cases}$$

Часто вирішується усереднене за Рейнольдсом рівняння руху Нав'є - Стокса:

$$\frac{\partial \bar{c}_i}{\partial \tau} + \bar{c}_j \cdot \frac{\partial \bar{c}_i}{\partial x_j} = \bar{F}_i - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial \bar{p}}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\nu \cdot \frac{\partial \bar{c}_i}{\partial x_j} - \bar{c}'_i c'_j \right).$$

Як правило, програмні одиниці таких комплексів, пов'язані загальним ядром, можна умовно поділити на 4 групи:

- 1) програми підготовки геометричних і газодинамічних вихідних даних, що працюють у діалоговому режимі з візуалізацією геометрії проточної частини;
- 2) програми побудови розрахункової області: розрахунок координат вузлів і метрики сітки з візуалізацією сіткових поверхонь;
- 3) газодинамічні програми: початкове наближення й обтікання;
- 4) програми візуалізації результатів газодинамічних розрахунків: побудова графіків, ізоліній і векторів напрямків потоку.

В даній доповіді надано деякі результати розрахунків в'язкої просторової течії в турбомашині.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ РЕШЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

доц. Кшнякина С.И., студ. Хижняк Т.А.

Целью данной работы является исследование воздуха различных районов города Сумы, а именно наличие наиболее часто встречающихся химических элементов в атмосфере нашего города.

Для решения поставленной задачи были привлечены методы спектрального анализа. Под термином «спектральный анализ» мы понимаем физический метод анализа химического состава вещества, основанный на исследовании спектров испускания и поглощения атомов или молекул. Эти спектры определяются свойствами электронных оболочек атомов и молекул, колебаниями атомных ядер в молекулах и вращением молекул, а также воздействием массы и структуры атомных ядер на положение энергетических уровней; кроме того, они зависят от взаимодействия атомов и молекул с окружающей средой. В работе рассмотрены различные типы спектрального анализа, а для исследования наших образцов применяли методы атомно-абсорбционного анализа и инфракрасной спектроскопии.

Непосредственно мы не могли исследовать атмосферу, так как она непрерывно меняется и необходимо очень длительное время для того, чтобы набрать статистику и проследить непосредственно за изменением её состава. Известно, что растения имеют свойства накапливать химические элементы в своих листьях. Поэтому в качестве объекта исследования для спектрального анализа исполь-

зовались образцы, приготовленные из листьев березы и тополя (наиболее часто встречающихся деревьев в исследуемых районах). Подготовка образцов для исследования проходила следующим образом. Вначале были собраны и высушены листья деревьев, которые сжигали длительное время. При этом зола приобретала кирпичный оттенок.

При проведении атомно-абсорбционного анализа проба бралась в жидком состоянии, то есть 1 г золы растворяли в 100 мл воды и помещали между источником сплошного спектра и спектральным прибором. Спектр поглощения регистрировался при помощи спектрографа С-600. Для получения спектров инфракрасного поглощения в ДИК области образцы заплavляли в полиэтилен. Потому что методика снятия спектров в вазелиновом масле не подходила для данных образцов, так как рассеяние было очень значительным.

В эксперименте нас, прежде всего, интересовало наличие свинца и стронция, а также других тяжелых металлов в листьях растений. Наличие данных химических элементов в листьях дает возможность предположить, что эти элементы присутствуют в атмосфере. Методами инфракрасной спектроскопии было обнаружено наличие следов свинца, а также магния, железа и цинка. К сожалению, был произведен только качественный анализ.

Методами атомно-абсорбционного анализа тяжелых металлов типа свинца обнаружено не было вследствие очень малой его концентрации в образцах, зато количественно удалось определить содержание цинка, железа, никеля и магния в золе листьев. Наличие этих элементов (в мг/кг) отличаются незначительно во всех исследуемых образцах.

Поставленная задача, кажется, нам очень интересной и актуальной и мы собираемся продолжить, а также расширить исследования в данном направлении.

УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РІДИН

Проф. Черняк Л.М., доц. Зимак Ю.А.,
вед. інж. Хмаренко А.М., інж. Калашник І.Г.,
студ. Вінниченко Л.М., студ. Усенко О.М.

В останні роки проводиться активне вивчення електричних, магнітних та багатьох інших властивостей рідин, що пов'язано з підняттям ролі збереження енергії для виготовлення рідин, експресвизначенням і продовженням термінів їх зберігання. В першу чергу це стосується рідин, які призначені для споживання людиною. Саме тому вивчення залежностей фізичних властивостей рідин в залежності від різних зовнішніх впливів є актуальною задачею.

Нами розроблені методики і прилади для вивчення електричних характеристик для рідин, які мають іонну електропровідність.

Вимірювання електропровідності та діелектричної проникності іонних рідин є складною експериментальною проблемою. Це пов'язане з тим, що вимірювання цих характеристик вуалюється рядом процесів, які суттєво впливають на вимірювання цих величин. Розроблені нами методики і відповідні їм прилади спрямовані на відсів негативних впливів на характеристики, які вимірюються.

До складу вимірювальної системи входять легкозмінювана посудина, яка наповнюється досліджуваною рідиною, мішалка, елементи якої не реагують хімічно з досліджуваною рідиною, термостат з регульованим рівнем температури, малогабаритний датчик температур, контрольні термометри високої чутливості, вимірювальні мости, цифрові ампервольтметри, частотоміри та інше обладнання.

ТЕОРЕМА ПРО ДОБУТОК ЧАСТИННИХ ПОХІДНИХ

проф. Черняк Л.М., доц. Зимак Ю.А.,
вед. інж. Хмаренко А.М.

Будь-яка термодинамічна замкнута система характеризується певною кількістю параметрів – характеристик системи. Одні з них легко виміряти на досліді, а інші майже недоступні безпосереднім вимірюванням. Пропоноване узагальнення теореми про добуток частинних похідних дозволяє знаходити взаємозв'язок між будь-якою кількістю параметрів, які характеризують вибрану систему. А це дає можливість за відомими залежностями між вимірюваними на досліді параметрами знаходити інші параметри.

ТЕОРЕМА: Якщо рівняння $f(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0$, зв'язує n змінних, то виконується рівність:

$$\frac{\partial x_1}{\partial x_2} \cdot \frac{\partial x_2}{\partial x_3} \cdot \frac{\partial x_3}{\partial x_4} \cdot \dots \cdot \frac{\partial x_n}{\partial x_1} = (-1)^n.$$

Доведення приводиться в статті, яка здана до друку.

Теорема має широке застосування. Наприклад, у курсі фізики для виведенні термодинамічних функцій стану.

Для прикладу одержимо одне з рівнянь стану газу.

Відповідно до об'єднаного закону термодинаміки

$$dQ = TdS = PdV + dU,$$

де Q – кількість теплоти; T – абсолютна температура; S – ентропія; P – тиск; V – об'єм газу; U – внутрішня енергія.

Звідки внутрішня енергія

$$dU = TdS - PdV \quad (1)$$

Рівність (1) можна розглядати, як повний диференціал функції U .

Тоді величини T й P повинні бути частинними похідними: перша при сталому V , а друга при сталому S тобто

$$T = \left(\frac{\partial U}{\partial S} \right)_V; \quad -P = \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_S.$$

Продиференціюємо останні дві рівності ще раз по тим змінним, які вважали до цього сталими:

$$\left(\frac{\partial T}{\partial V} \right)_S = \frac{\partial^2 U}{\partial S \partial V}; \quad \left(\frac{\partial P}{\partial S} \right)_V = - \frac{\partial^2 U}{\partial S \partial V}.$$

Праві частини рівні за модулями, тому:

$$\left(\frac{\partial T}{\partial V} \right)_S = - \left(\frac{\partial P}{\partial S} \right)_V. \quad (2)$$

Щоб одержати різні рівняння стану газу, ми будемо розглядати рівняння (2), як функцію від трьох змінних, уважаючи четверте змінне фіксованим (ізопроееси!). Наприклад: $f_1(T, V, S) = 0$ або $f_2(T, V, P) = 0$

Застосуємо до функції $f_1(T, V, S) = 0$ теорему про добуток частинних похідних.

Маємо:

$$\left(\frac{\partial T}{\partial V} \right)_S \left(\frac{\partial V}{\partial S} \right)_T \left(\frac{\partial S}{\partial T} \right)_V = -1^3. \quad (3)$$

З рівняння (2) підставимо значення $\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_S$ в добуток частинних похідних (3):

$$-\left(\frac{\partial P}{\partial S}\right)_V \left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_T \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_V = -1.$$

Перегрупуємо похідні

$$\left(\frac{\partial P}{\partial S} \frac{\partial S}{\partial T}\right)_V \left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_T = 1 \text{ або } \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V \left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_T = 1.$$

Звідки остаточно одержуємо:

$$\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V = \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T. \quad (4)$$

Рівність (4) являє собою одне з основних рівнянь термодинаміки.

З теореми про частинні похідні легко знаходяться і інші термодинамічні залежності, що дозволяє обчислити термодинамічні параметри V, P, T, S, J, Φ та інші за відомими співвідношеннями між вимірюваними на досліді термодинамічними величинами. Останнє має широке застосування не тільки в термодинаміці, але в теорії газового і рідинного станів.

1. Смирнов В.И. Курс высшей математики. — Т.1-4. — М.-Л.: ОГИЗ, 1948 и последующие годы изданий.
2. Млодзеевський. Курс теоретичної фізики. Термодинаміка. — К: Радянська школа, 1954. — 204с.
3. Левич В.Г. Курс теоретической физики. — Т.1. — М.: Физматгиз, 1962. — 696с.

ЗАЛЕЖНІСТЬ СТРУКТУРНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛІВОК ZnTe ВІД УМОВ ЇХ КОНДЕНСАЦІЇ

Асп. Колесник М.М., доц. Опанасюк А.С.

Широкозонний напівпровідник ZnTe сьогодні знаходить широке застосування для виготовлення цілої низки високоефективних приладів опто- і мікроелектроніки. Плівки телуриду цинку, наприклад, використовуються в якості матеріалу вікон і тильних омичних контактів гетероперехідних сонячних елементів та буферних шарів інфрачервоних датчиків на основі твердих розчинів $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ [1].

Одним з основних методів отримання плівок ZnTe є метод гарячої стінки. Цей метод, завдяки конструктивним особливостям випарника, дозволяє одержати хімічно однорідні напівпровідникові шари при добре контрольованому технологічному процесі [2].

В роботі досліджені структурні властивості плівок телуриду цинку, отриманих методом термічного випаровування у квазізамкненому об'ємі (КЗО), який конструктивно є близьким до методу гарячої стінки.

Тонкі плівки телуриду цинку були нанесені на скляні підкладки у діапазоні температур конденсації $T_n = 50 \div 500^\circ\text{C}$. Структурний аналіз конденсатів був проведений на рентгенодифрактометрі ДРОН 4-07 у Ni-фільтрованому K_α випромінюванні мідного анода. Зйомка проводилась в діапазоні кутів 2θ від 20° до 80° , де 2θ – брегівський кут. Фазовий аналіз проводився шляхом співставлення міжплощинних відстаней і відносних інтенсивностей від досліджених зразків та еталона за даними ASTM.

Стала ґратки халькогеніду розраховувалася за допомогою екстраполяційних методів Бредлі - Джея та Нельсона - Рілі [3].

Морфологія поверхні плівок, досліджувалася методами оптичної (МІМ-6) та растрової мікроскопії (РЕММА-102). Елементний склад визначався методом рентгеноспектрального аналізу з використанням енергодисперсійного аналізатора рентгенівського випромінювання (ЕДАР).

Встановлено, що плівки ZnTe в інтервалі температур осадження $T_n > 100^\circ\text{C}$ були полікристалічними, однорідними по площі і мали добру адгезію до підкладки. Виявлено, що при низьких температурах осадження утворюються плівки з рівноосними кристалітами, а при $T_n > 300^\circ\text{C}$ ростуть шари зі стовпчастою структурою. Рентгендифрактометричні дослідження показали, що отримані плівки мали кубічну структуру з аксіальною текстурою росту [111], досконалість якої збільшувалась при збільшенні товщини конденсату та залежала від фізико-технологічних умов конденсації.

Прецизійне визначення періоду ґратки матеріалу a свідчить про її складну залежність від температури конденсації T_n (рис.1), що може бути обумовлено зміною складу плівок.

Це підтверджується результатами рентгеноспектрального аналізу шарів, наведених на рис.2. При цьому, як видно з рис.1, 2 спостерігається очевидна кореляція між ходом залежностей $a - T_n$ та $\Delta - T_n$, де Δ - відхилення складу плівки від стехіометрії.

В результаті досліджень визначена область температур конденсації плівок ZnTe із практично стехіометричним складом ($T_n = 300 \div 350^\circ\text{C}$) (рис.2 а).

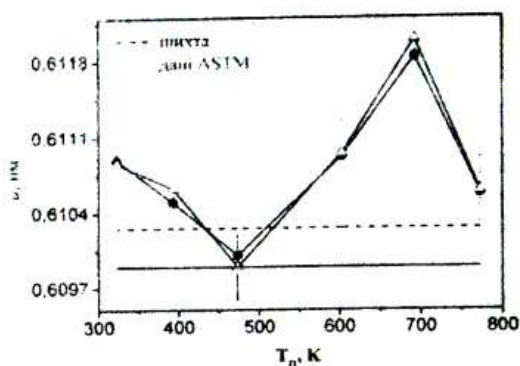


Рис. 1 – Залежність сталої ґратки матеріалу плівок a від температури конденсації T_n : ● - за методом Бредлі - Джея; Δ - Нельсона – Рілі.

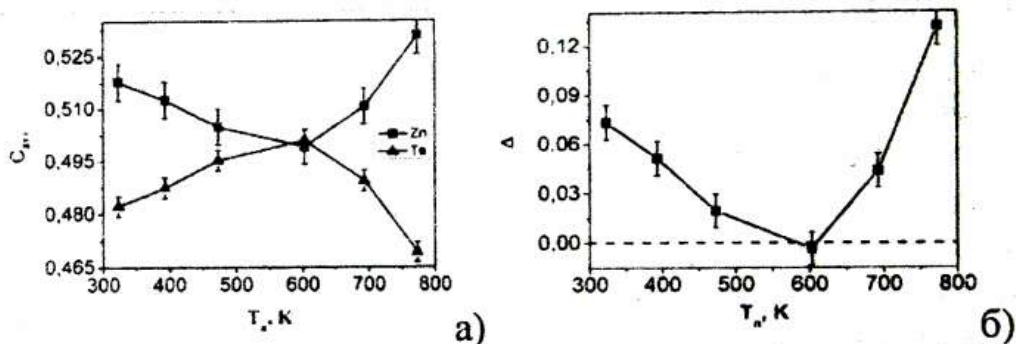


Рис. 2 – Результати рентгеноспектрального аналізу: залежність концентрацій атомів Zn і атомів Te (а) та стехіометрії плівок (б) від температури підкладки.

1. Structural and surface analysis of thin-film ZnTe formed with pulsed-laser deposition / Erlacher A., Lukaszew A.R., Jaeger et al // Surf. Sci.- 2006.- V.600 - P.3762-3765.

2. Lopez-Otero A. Hot wall epitaxy. Invited Review// Thin Solid Films.-1978.-V.49.-P.3-57.

3. Уманский Я.С., Скаков Ю.А., Иванов А.Н., Расторгуев Л.Н. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. - М.:Металургия, 1982.- 632 с.

НЕЙТРАЛЬНІ ТА ІОНІЗОВАНІ ДЕФЕКТИ В МОНОКРИСТАЛАХ ТА ПЛІВКАХ CdTe

асп. Косяк В.В., доц. Опанасюк А.С.

Для виготовлення детекторів рентгенівського та гама випромінювання, електронно-оптичних модуляторів, сонячних елементів та інших приладів електроніки необхідно одержувати монокристали і плівки CdTe з програмованим ансамблем точкових дефектів. Це, як правило, роблять змінюючи умови вирощування та термообробки матеріалу.

Нажаль, сьогодні не існує єдиної думки відносно типу і електричної активності атомних дефектів у CdTe. Це приводить до того, що різні автори для опису стану дефектів в матеріалі використовують різні моделі.

В роботі використана модель, яка враховує найбільш повний спектр дефектів у халькогеніді. Вона включає дефекти як за підградкою кадмію (V_{Cd}^0 - вакансія кадмію, Cd_i^0 - міжвузловий кадмій), так і за підградкою телуру (V_{Te}^0 - вакансія телуру, Te_i^0 - міжвузловий телур), а також враховує існування антиструктурного дефекту Te_{Cd}^0 .

В цьому випадку процес утворення нейтральних точкових дефектів в напівпровіднику, згідно закону діючих мас, можна описати наступними реакціями:

$$[V_{Cd}^0] = n_0 \cdot \exp\left[-\frac{F(V_{Cd}^0) + \mu_{Cd}}{kT_s}\right], \quad (1)$$

$$[Cd_i^0] = n_0 \cdot \exp\left[-\frac{F(Cd_i^0) + \mu_{Cd}}{kT_s}\right], \quad (2)$$

$$[Te_i^0] = n_0 \cdot \exp\left[-\frac{F(Te_i^0) + \mu_{Cd}}{kT_s}\right], \quad (3)$$

$$[V_{Te}^0] = n_0 \cdot \exp\left[-\frac{F(V_{Te}^0) + \mu_{Cd}}{kT_s}\right], \quad (4)$$

$$[Te_{Cd}^0] = n_0 \cdot \exp\left[-\frac{F(Te_{Cd}^0) + \mu_{Cd} - \mu_{Te}}{kT_s}\right], \quad (5)$$

де F – вільна енергія утворення твердої фази з відповідними точковими дефектами; μ_{Cd} , μ_{Te} – хімічні потенціали кадмію та телуру відповідно; n_0 – концентрація атомів в вузлах кристалічної ґратки; k – стала Больцмана; T_s – температура отримання або відпалу матеріалу.

Концентрацію акцепторних та донорних заряджених дефектів можна розрахувати знаючи енергію їх залягання в забороненій зоні напівпровідника та положення рівня Фермі в матеріалі за допомогою рівнянь (6)-(7):

$$[X^{z-}] = \frac{g_{X^0}}{g_{X^-}} \exp\left(\frac{z\mu_F - E_a}{kT_s}\right) \quad (6)$$

$$[X^{z+}] = \frac{g_{X^0}}{g_{X^+}} \exp\left(\frac{E_d - z\mu_F}{kT_s}\right) \quad (7)$$

де g_{X^0} , g_{X^-} , g_{X^+} – фактори виродження нейтральних та іонізованих дефектів; μ_F – енергія Фермі; E_a , E_d – енергії залягання акцепторних та донорних центрів відповідно.

Результати моделювання процесів дефектоутворення в монокристалах та плівках $CdTe$, для випадків повної рівноваги дефектів та їх закалювання наведені на рис. 1.

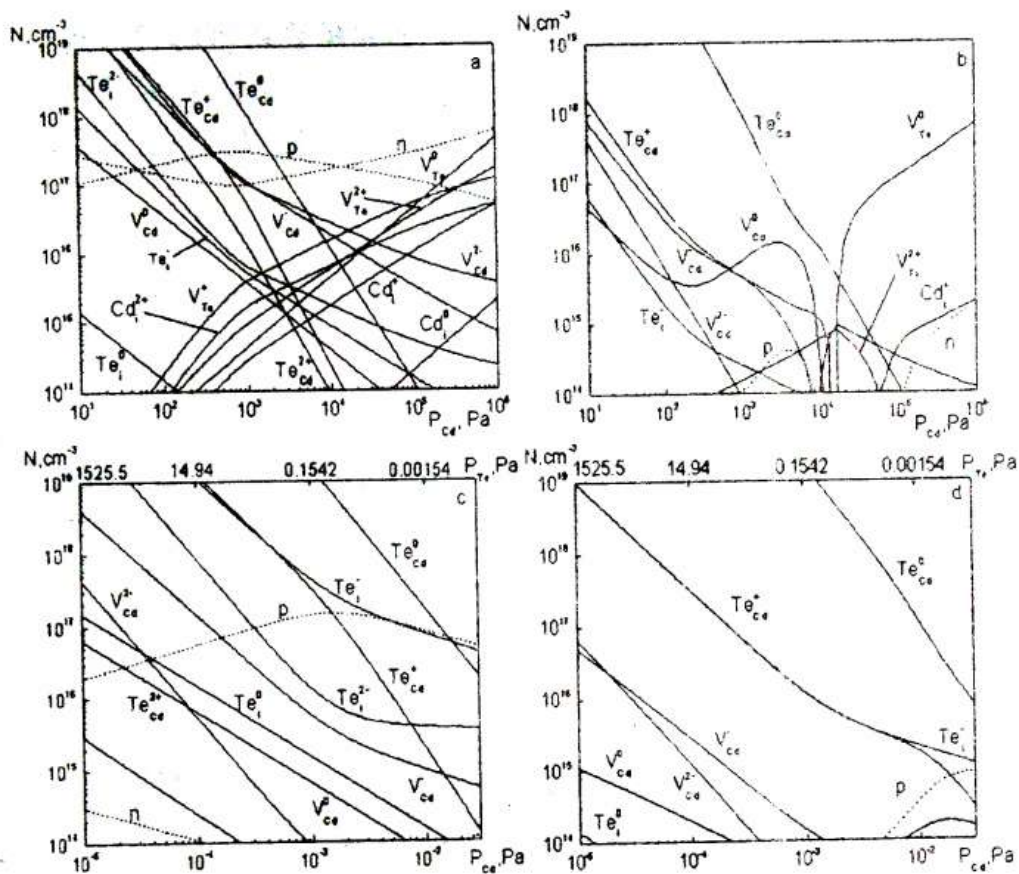


Рисунок 1. Залежність концентрації точкових дефектів від парціального тиску кадмію: a,b - відпалювання монокристалу ($T_s = 900^\circ\text{C}$), відповідно повна рівновага та закалювання; c,d - конденсація тонкої плівки, відповідно повна рівновага ($T_s = 550^\circ\text{C}$, $T_e = (600-1000)^\circ\text{C}$) та закалювання ($T_s = 20^\circ\text{C}$, $T_e = 600-1000^\circ\text{C}$)

Проведені розрахунки дозволяють обирати технологічні умови одержання халькогеніду кадмію з програмованою структурою точкових дефектів.

Запропонована модель є найбільш загальною з можливих і з врахуванням відповідних констант матеріалів може бути використана для розрахунку ансамблю точкових дефектів у будь-якому з'єднанні A_2B_6 .

ВИКОРИСТАННЯ ЕФЕКТУ ХОЛЛА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ З'ЄДНАНЬ A_2B_6

доц. Опанасюк А.С., асп. Курбатов Д.І.,
студ. Гордієнко С.О.

Сутність ефекту Холла, відкритого ще наприкінці минулого століття, полягає в виникненні поперечного електричного поля (різниці потенціалів U_H) в металічній, або напівпровідниковій пластині, розміщеній в перпендикулярному магнітному полі, при проходженні вздовж неї електричного струму (рис.1).

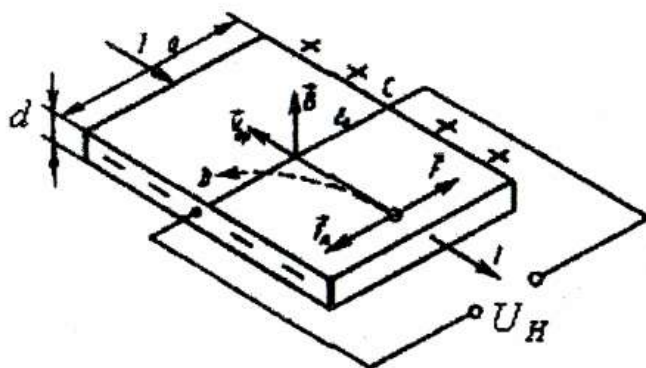


Рисунок 1 - Виникнення холлівської різниці потенціалів U_H в пластині розміщеній магнітному полі.

Кількісно U_H можна визначити так

$$U_H = \frac{R_H BI}{d}, \quad (1)$$

де R_H – коефіцієнт Холла; B – магнітна індукція; I – сила струму, що проходить через зразок; d – товщина пластини.

У фізиці напівпровідників ефект Холла використовується надзвичайно широко, оскільки він є одним з основних методів дослідження параметрів різноманітних матеріалів. Експериментально вимірявши величини U_H , I , B , d , що входять у формулу (1), та знайшовши коефіцієнт Холла, можна визначити концентрацією та рухливість носіїв заряду в напівпровіднику, а за знаком U_H - встановити їх тип.

Для випадку коли електропровідність зразка здійснюється носіями двох різних типів, а це є характерним для напівпровідників, стала Холла дорівнює

$$R_H = \frac{A}{e} \frac{p\mu_p^2 - n\mu_n^2}{(p\mu_p + n\mu_n)^2} = \frac{A}{e} \frac{p - nb_n^2}{(p + nb)^2}, \quad (2)$$

де A - холл-фактор, який залежить від механізму розсіювання носіїв заряду у матеріалі ($A < 2$), e - заряд електрона; n і p - концентрації електронів та дірок; μ_n і μ_p - відповідні рухливості; $b = \mu_n / \mu_p$.

Холлівська рухливість визначається співвідношенням

$$\mu_H = R_H \sigma = \frac{l}{bB} \frac{U_H}{U}, \quad (3)$$

де σ - провідність зразка; l та b - його довжина та ширина відповідно; U - напруга, що прикладається до зразку.

Вивчаючи залежність R_H від температури можна знайти енергію іонізації домішки E_i , а в області власної провідності - ширину забороненої зони матеріалу E_g .

Холлівські дослідження напівпровідникових з'єднань A_2B_6 ускладнюються внаслідок специфіки їх енергетичної

зонної структури. Необхідність врахування трьох типів носіїв заряду приводить до суттєвого ускладнення виразів для визначення провідності та коефіцієнта Холла матеріалу

$$\sigma = (n\mu_p + p\mu_\Gamma + p_L\mu_L),$$

$$R_H = \frac{A}{e} \frac{n\mu_p^2 - p\mu_\Gamma^2 - p_L\mu_L^2}{(n\mu_p + p\mu_\Gamma + p_L\mu_L)^2}, \quad (4)$$

де n_Γ , n_L , p , μ_Γ , μ_L , μ_p — концентрації та рухливості Γ , L дірок та електронів

Але це рівняння у більшості випадків можна спростити врахувавши, що $n_L \gg n_\Gamma$, p або $p \gg n_L$, n_Γ , тоді отримаємо вираз придатний для аналізу $R_H \sim \mu_\Gamma^2 n_\Gamma / \sigma^2$.

Для дослідження електрофізичних властивостей плівок з'єднань A_2B_6 нами створена установка, яка дозволяє проводити вимірювання U_H в вакуумі в інтервалі температур $T = 100-700$ °К та магнітних полів $B = 0-0,2$ Тл.

Використана схема вимірювань холлівської напруги у постійному магнітному полі при постійних струмах, що проходять через зразок. Для запобігання впливу супутніх ефектів вимірювальна схема передбачає можливість зміни напрямку струму через зразок та полярності магнітного поля.

Передбачена можливість вимірювань параметрів халькогенідів при освітленні зразків світлом визначеної довжини хвилі, що дозволяє проводити дослідження в високоомних та напівізолюючих плівкових конденсатах.

ЭФФЕКТ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ МАГНИТНОГО МОМЕНТА ВО ВРАЩАЮЩЕМСЯ МАГНИТНОМ ПОЛЕ

проф. Денисов С.И., ст. преп. Лютый Т.В.

Определяющим свойством ферромагнитной наночастицы есть ее магнитный момент m , а вопрос о стабильности его ориентации вдоль равновесных направлений является значимой и интересной задачей. Во-первых, она затрагивает такие важные с фундаментальной точки зрения темы как макроскопическое туннелирование магнитного момента, его стохастическая и нелинейная динамика. Во-вторых, данный вопрос имеет очевидный прикладной интерес, поскольку имеет прямое отношение к обоснованию принципов работы перспективных магнитных накопителей с перпендикулярной записью [1].

Предметом исследования настоящей работы является влияние циркулярно поляризованного магнитного поля стабильность прецессии магнитного момента наночастицы. Мотивацией этого исследования есть тот факт, что вследствие естественной прецессии, которая всегда происходит против часовой стрелки (если смотреть в конец вектора магнитного момента), внешнее поле данного вида снимает вырождение между равновесными направлениями магнитного момента, обусловленными одноосной анизотропией. Это утверждение является достаточно нетривиальным, поскольку по условию задачи вращающееся поле не имеет как постоянной компоненты, так и отличной от нуля проекции вдоль оси легкого намагничивания [2].

Исходя из детерминистического уравнения Ландау-Лифшица, и переходя в систему координат, связанную с вращающимся магнитным моментом, было получено алгебраическое уравнение, описывающее зависимость

проекции приведенного магнитного момента $u_z = (\mathbf{m} \mathbf{e}_z)/m$ на ось z , направленную вдоль легкой оси частицы, от приведенной амплитуды вращающегося поля

$$\tilde{h} = \frac{\sqrt{1-u_z^2}}{u_z} \sqrt{(u_z - \rho\kappa)^2 + (\lambda\kappa u_z)^2}. \quad (1)$$

Здесь $\tilde{h} = h/H_a$, H_a – эффективное поле анизотропии $\kappa = \tilde{\omega}/(1+\lambda^2)$; $\rho = \pm 1$ в зависимости от поляризации (направления вращения) поля; $\tilde{\omega} = \omega/\gamma H_a$, ω – циклическая частота поля; λ – параметр затухания, γ – гиромагнитное отношение. Вследствие неоднозначности указанной зависимости (см. рис.1.), возникает необходимость поиска критерия устойчивости прецессии магнитного момента, с помощью которого можно определить два решения уравнения (1), отвечающих реальной ситуации.

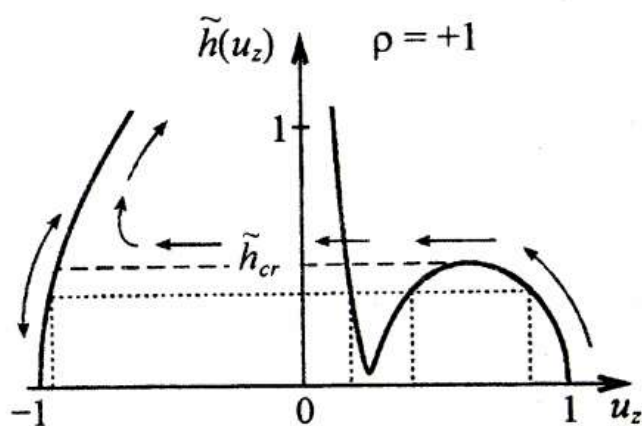


Рис.1. Неоднозначная зависимость намагниченности частицы от амплитуды вращающегося поля.

Поиск данного критерия базируется на решении линеаризованного уравнения Ландау-Лифшица для малого отклонения магнитного момента от равновесного положения. Введение

еще одной вращающейся системе координат позволило свести последнее к системе 2-х линейных дифференциальных уравнений. Устойчивость их решений связывается в таких ситуациях, как правило, с существованием тривиального (нулевого) решения. Далее по известной процедуре составляется характеристическое уравнение, анализ корней которого и позволяет определить области решений (1), для которых прецессия магнитного момента будет асимптотически устойчива.

Зависимость, приведенная на рис. 1 показывает, что для магнитного момента находящегося около одного из равновесных направлений, прецессия будет устойчивой не для всех значений амплитуды вращающегося поля. Из вышесказанного следует существование **эффекта переключения** магнитного момента из одного состояния в другое под действием внешнего поля такого типа. Данный вывод есть неординарным, поскольку вращающееся поле не имеет постоянной компоненты, и из общих соображений не должно намагничивать наночастицу вдоль ее легкой оси. При этом скачкообразное изменение состояния может быть спровоцировано незначительным изменением амплитуды внешнего поля. В качестве возможных практических применений описанного эффекта следует выделить создание экспериментальных методов исследования ансамблей наночастиц, позволяющих точно определять топологию магнитостатических полей, а также новых способов записи информации, основанных на селективном воздействии на магнитные моменты наночастиц в зависимости от их направлений.

Работа выполнена в рамках проекта "NANOSPIN", контракт № NMP4-CT-2004-013545.

- [1] Moser A. // J. Phys. D: Appl. Phys. –2002. –Vol.35. –R157.
[2] Denisov S.I., Lyutyu T.V., Hänggi P., Trohidou K.N. // Phys. Rev. B. – 2006. – Vol. 74, 104406.

ГИСТЕРЕЗИСНЫЕ СВОЙСТВА КОМПЛЕКСНОЙ МАГНИТНОЙ НАНОЧАСТИЦЫ.

ст. преп. Лютый Т.В., студ. Поляков А.Ю., студ. Рот-Серов А.В.

Исследование свойств нанообъектов является одной из приоритетных задач современной физики. Прежде всего, это связано с бурным развитием нанотехнологий, внедрение которых способно произвести революцию во многих отраслях общественного производства. Одним из наиболее интересных для изучения нанообъектом является однодоменная ферромагнитная частица. С практической точки зрения данный интерес объясняется перспективами создания компактных и емких магнитных накопителей на базе композитных материалов состоящих из однодоменных частиц, внедренных в немагнитную непроводящую матрицу. Основным информационным признаком, формирующим бит информации в указанных устройствах, является направление магнитного момента наночастицы. В связи с этим вопрос о тепловой стабильности магнитного момента имеет непосредственное отношение к надежности хранения информации.

Одним из наиболее эффективных способов противодействия тепловым флуктуациям есть покрытие ферромагнитной наночастицы антиферромагнитной оболочкой с большим полем анизотропии [1]. Взаимодействие пограничных спинов частицы и покрытия будет обуславливать стабилизацию направлений спинов ферромагнетика вдоль определенного направления. Данное явление принято называть обменной анизотропией и характеризовать величиной эффективного поля, называемого обменным полем смещения.

Естественно, такое эффективное поле будет определяться внутренним строением наночастицы, а его теоретическое описание является сложной задачей. В таких случаях актуальным становится численное моделирование, которое целесообразно на начальных этапах проводить на низкоразмерных системах с целью экономии компьютерного времени.

В настоящей работе представлены результаты численного изучения явления гистерезиса в двумерной решетке спиновых магнитных моментов, лежащих в плоскости распределения и ограниченных круговой областью заданного размера. Гамильтониан H такой системы записывается в виде

$$H = -J_{FM} \sum_{\langle i, j \in FM \rangle} \mathbf{S}_i \cdot \mathbf{S}_j - \sum_{i \in FM} K_{iFM} (\mathbf{S}_i \cdot \mathbf{e}_i)^2 - J_{AM} \sum_{\langle i, j \in AM \rangle} \mathbf{S}_i \cdot \mathbf{S}_j - \sum_{i \in AM} K_{iAM} (\mathbf{S}_i \cdot \mathbf{e}_i)^2 - J_{IF} \sum_{\langle i \in FM, j \in AM \rangle} \mathbf{S}_i \cdot \mathbf{S}_j - \mathbf{h} \cdot \sum_i \mathbf{S}_i, \quad (1)$$

здесь J_{FM} – константа обменного взаимодействия для ферромагнитного ядра, J_{AM} – константа обменного взаимодействия для антиферромагнитной оболочки, J_{IF} – константа обменного взаимодействия для спиновых моментов пограничного слоя, \mathbf{S}_i – вектор спинового магнитного момента, K_{iFM} – константа анизотропии ферромагнитного ядра, K_{iAM} – константа анизотропии антиферромагнитной оболочки, \mathbf{e}_i – орт, указывающий направления осей анизотропии, \mathbf{h} – внешнее поле.

С помощью разработанного алгоритма, ядром которого является метод Метрополиса [2] было создано универсальное приложение с помощью интегрированной инструментальной среды C++ Builder 6.0, позволяющее всесторонне изучать явление однонаправленной анизотропии. На базе данных программных средств были изучены зависимости величины обменного поля смещения

от температуры, размеров наночастицы, а также константы обменного взаимодействия J_{IF} в пограничном слое.

В частности было продемонстрировано, что однонаправленная анизотропия есть результатом комплекса поверхностных эффектов, поскольку эффективное поле обменного смещения

$$H_{EB} = (H_{cl} + H_{cr})/2 \quad (2)$$

существенно зависит от геометрических параметров наночастицы, в частности ее размеров. Здесь H_{cr} H_{cl} – соответственно положение правого и левого фронтов петли гистерезиса. При этом роль играет не только изменение удельного вклада поверхностного слоя в суммарную энергию взаимодействия с ростом размера наночастицы. Изменение радиуса наночастицы на один период решетки может приводить к существенному переформатированию поверхностного слоя, что является причиной немонотонной зависимости поля смещения от размеров наночастицы.

Также было показано, что зависимости величин коэрцитивной силы

$$H_C = (H_{cr} - H_{cl})/2 \quad (3)$$

и обменного поля смещения H_{EB} от константы обменного взаимодействия имеют нелинейный характер. Установлено, что коэрцитивность H_C частицы есть очень чувствительной к взаимодействию спинов ее ферромагнитного ядра со спинами оболочки. В связи с этим наночастица с покрытием перемагничивается меньшим внешним полем.

[1] V. Skumryev, Nature, **423**, 850 (2003).

[2] Х. Гулд, Я. Тобочник Компьютерное моделирование в физике: в 2-х частях. – М.: Мир, 1990.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОФОРМЛЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В ТЕКСТОВОМ РЕДАКТОРЕ MS-WORD

ст. преп. Лютый Т.В.

Широкое распространение персональных компьютеров в научных учреждениях и ВУЗах обуславливает тот факт, что практически весь пакет документов, сопровождающий исследовательскую и конструкторскую деятельность, оформляется с помощью компьютерных текстовых редакторов. Поскольку в подавляющем большинстве случаев операционной системой ПК является MS-Windows различных версий, самым распространенным текстовым редактором есть Word, входящий в состав MS-Office.

Однако стандартные настройки данного редактора не позволяют эффективно использовать его для оформления больших документов, таких как отчеты и диссертации, содержащих много формул, рисунков и таблиц. Кроме того, возможности работы с нумерованными объектами не соответствуют требованиям национальных стандартов в сфере оформления подобной документации.

В то же время, важным достоинством MS-Word есть возможность изменить его функциональность под конкретные задачи. Для этой цели в MS-Office входит интегрированная инструментальная среда Visual Basic for Applications (VBA).

В настоящей работе на рассмотрение выносятся написанный с помощью средств VBA пакет подпрограмм (т.н. макросов), предназначенный для автоматизации оформления научной, методической и технической документации в текстовом редакторе MS Word 7.0 и выше, согласно норм и правил, утвержденных государственным стандартом ДСТУ 3008-95.

В основу работы макросов положены стандартные объекты редактора MS Word: поля (fields) и закладки (bookmarks). В первую очередь настоящие макросы направлены на удобную и надежную работу с нумерованными объектами (формулы, рисунки, таблицы, библиографические списки) и последующими ссылками на них. В стандартном режиме ручного набора изменение порядкового номера одного такого объекта автоматически приводит к необходимости изменения нумерации всех последующих, а также ссылок на них. Это влечет за собой не только большую долю механической работы, но и резко повышает вероятность ошибок. В то же время, макросы выполняют эту работу автоматически, безошибочно и в течение очень короткого времени. Кроме того, для вставки перекрестных ссылок содержится удобная система навигации по документу, позволяющая выбрать нужный объект ссылки, не отрываясь от текущего местоположения курсора.

Пакет макросов предназначен для комплексного использования и практически не требует корректировки результатов своей работы. Однако, при знании принципов функционирования каждого макроса, допускается частичное их использование, а также комбинирование их работы с обычным ручным набором. Гибкость работы с пакетом позволяет легко преобразовывать несколько документов в один, а также вставлять части одного документа в другой. Данное достоинство позволяет существенно повысить производительность при работе над документами различными пользователями.

Эффективность созданных программных средств подтверждается успешным их применением. С использованием данных макросов в течение последних нескольких лет написано три кандидатские диссертации, два заключительных и три промежуточных отчета по госбюджетным научным тематикам.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УСОВЕРШЕНСТВОВАНИИ МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

ст. преп. Лютый Т.В., ст. преп. Денисова Е.С.

Новые технологии образования предусматривают совершенствование и расширение материально-технической базы, обеспечивающей учебный процесс. И, в первую очередь, должны подвергнуться модернизации печатные издания методического характера, такие как указания к выполнению лабораторных работ, курсовых проектов и т.д. Процесс совершенствования необходимо основывать на комплексной, системной переработке как смысловой и идеологической нагрузки, так и эстетизации формы представления материала.

Широкие возможности в сфере обеспечения методической литературой предоставляют web-технологии. Достоинства использования средств сети internet состоит не только в возможностях широкого доступа к информации, но и в удобном пользовательском интерфейсе. Последний предусматривает удобную систему навигации и использование визуальных средств, повышающих эффективность усвоения знаний.

В настоящей работе проведены демонстрация и анализ описанных возможностей на примере создания электронного методического пособия к лабораторным работам из раздела «Электричество». Большое внимание уделено качеству графической информации, которая играет важную роль как в подготовке студента к осознанному выполнению задач, поставленных в рамках лабораторной работы, так и на этапе оформления результатов. В свою очередь, качество иллюстраций обеспечивается использованием цифровых фотографий, а также программных средств работы с векторными и растровыми изображениями.

ПЛОТНОСТЬ ФУНКЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТИЦ ДВИЖУЩИХСЯ В СРЕДАХ С ДИХОТОМИЧЕСКИМ БЕСПОРЯДКОМ

ст. преп. Денисова Е.С., студ. Овчаренко М.С.

Замороженный беспорядок (т.е. не зависящий от времени беспорядок) существует во многих средах и может сильно влиять на свойства систем, взаимодействующих с этими средами. В качестве примеров таких систем можно назвать доменные границы в случайных ферромагнетиках, дислокации в твердых телах и вихри в сверхпроводниках второго рода. Динамика указанных объектов эффективно описывается уравнением Ланжевена для частицы в случайном одномерном потенциале. Поскольку эффекты, индуцируемые замороженным беспорядком зачастую оказываются неожиданными и непредсказуемыми, важное значение имеют точные статистические характеристики решения этого уравнения. В настоящее время найдены лишь некоторые численные характеристики плотности функции распределения ряда модельных систем. Сама же плотность распределения, дающая наиболее полную информацию о системе, не известна ни для одной системы.

В настоящей работе проблема нахождения плотности функции распределения решена для сверхзатухающих частиц, которые движутся под воздействием постоянной силы в кусочно-линейном случайном потенциале, моделирующем дихотомический беспорядок. Установлено, что плотность распределения состоит из сингулярной части, которая играет основную роль при малых временах, и регулярной части, играющей основную роль на больших временах. Рассчитаны также асимптотики плотности распределения, ее моменты, эффективный коэффициент диффузии частиц.

ПРИНЦИП ГАМИЛЬТОНА – ОСТРОГРАДСКОГО КАК КРИТЕРИЙ ОПТИМАЛЬНОСТИ

проф. каф. ТММ СевНТУ Бохонский А.И.,
доц. каф. физики СВМИ Мозолевская Т.В.

Принцип действия Гамильтона-Остроградского используется как критерий оптимальности при решении задач синтеза оптимального управления движением деформируемых объектов. Движение в Природе оптимально в смысле существования некоторого критерия оптимальности и принцип действия может рассматриваться как такой критерий.

Для обоснования существования оптимального управления переносным движением упругого объекта привлекается принцип Гамильтона-Остроградского, т.е. для управляемой системы действие

$$J = \int_0^{t_1} (T - \Pi + A^e) dt \quad (1)$$

в истинном движении принимает стационарное значение.

Пример. Для упругой системы с одной степенью свободы кинетическая энергия в переносном движении $T = mV_e^2/2$, где m – масса объекта; V_e – скорость. Потенциальная энергия, накапливаемая в результате оптимального (быстрого) движения $\Pi = cS_e^2/2n^2$, где c – коэффициент жесткости; S_e – общее перемещение объекта в произвольный момент времени; $n = t_1/t_c$, где t_1 – общее время движения; t_c – период свободных колебаний объекта. Параметр n учитывает долю деформирования объекта за счет энергии переносного движения.

Работа управляющего воздействия $A^e = U_e^* S_e$, где $U_e^* = m S_e^* p^2$, а $S_e^* = V_{cp} t = Lt/t_1$; L — общее перемещение объекта за время движения t_1 ; $V_{cp} = L/t_1$ — средняя скорость движения.

Функционал (1) принимает вид:

$$J = \int_0^{t_1} \left(\frac{mV_e^2}{2} - \frac{cS_e^2}{2n^2} + \frac{mLp^3}{2\pi} t S_e \right) dt. \quad (2)$$

Уравнение Эйлера $F_{S_e} - \frac{d}{dt} F_{\dot{S}_e} = 0$, т.е.:

$$\frac{d^2 S_e}{dt^2} + p^2 S_e = \frac{Lp^3}{2\pi} t. \quad (3)$$

Решение уравнения (3) с учетом $S_e(0) = 0$ и $\dot{S}_e(0) = V_e(0) = 0$ (движение из состояния абсолютного покоя):

$$S_e(t) = L(pt - \sin pt)/2\pi,$$

и

$$\begin{aligned} V_e(t) &= \dot{S}_e(t) = Lp(1 - \cos pt)/2\pi; \\ U_e(t) &= \dot{V}_e(t) = Lp^2 \sin pt/2\pi. \end{aligned} \quad (4)$$

Функции $S_e(t)$, $V_e(t)$ и $U_e(t)$ удовлетворяют краевым условиям переносного движения: $U_e(0) = 0$, $U_e(t_1) = 0$, $V_e(0) = 0$, $S_e(0) = 0$ и дополнительным краевым условиям в виде моментных соотношений:

$$\int_0^{t_1} U_e(t) dt = 0; \quad \int_0^{t_1} V_e(t) dt = L.$$

В относительном движении уравнение $\ddot{x}_r(t) + \omega^2 x_r(t) = -Lp^2 \sin pt/2\pi$ и его решение ($x_r(0)=0, \dot{x}_r(0)=0$):

$$x_r(t) = \frac{Lp^2}{2\pi(\omega^2 - p^2)} \left(\frac{p}{\omega} \sin \omega t - \sin pt \right).$$

Моментные соотношения в относительном движении при $t = t_1$:

$$\int_0^{t_1} U_e(t) \cos \omega t dt = 0; \quad \int_0^{t_1} U_e(t) \sin \omega t dt = 0. \quad (5)$$

Соотношения (5) с учетом (4) и $p = \omega / n, t_1 = 2\pi / p$ преобразуются в систему трансцендентных уравнений:

$$\cos 2n\pi - 1 = 0, \quad \sin 2n\pi = 0. \quad (6)$$

Система (6) имеет соответствующие смыслу задачи решения: $n = 2, 3, 4$. Следует отметить, что для управлений,

при которых $\int_0^{t_1} U_e(t) dt = 0, U_e(0) = 0$ и $U_e(t_1) = 0$, существуют такие n , что за минимальное время T происходит перемещение упругого объекта из исходного в конечное состояние абсолютного покоя.

Всякому кососимметричному оптимальному управлению переносным движением упругого объекта с одной степенью свободы соответствует такое минимальное время движения, за которое осуществимо перемещение объекта из начального в конечное состояние абсолютного покоя (с допущением колебаний только во время движения).

Принцип действия как критерий оптимальности распространяется на управления переносным движением упругодеформируемых объектов с конечным числом степеней свободы.

НЕЗВИЧАЙНІСТЬ ПРОСТОЇ ВОДИ

Доц. Кшнякіна С.І., студ. Карабаза А.А.

В наш час інноваційних технологій, яким здавалося б, підвладне все: закони, життєві процеси, навколишнє середовище, людство нічим не здивуєш. Суспільство прагне розвиватися і для досягнення поставлених цілей не зупиняється ні перед чим. Це порушує глобальну проблему раціонального відношення до природи і використання її ресурсів. Від того, як оперативно і вірно вона буде вирішена, залежить здоров'я, життя і подальша діяльність нинішніх і майбутніх поколінь.

Тому в даній роботі ми вирішили привернути увагу громадськості до такого звичайного, і водночас, необхідного ресурсу як вода, визначення її особливостей і проблем. Основною задачею роботи було систематизувати наявну інформацію про воду та донести її до загалу.

Тут ми розглянули можливість існування «тяжкої» (в її молекулах, замість водню присутній його тяжкий ізотоп – дейтерій) та «легкої» (протієві вода, без будь-яких домішок ізотопів).

Представили будову молекули води, всі її більш тонкі та складні механізми внутрішні організації. Окрім льодоподібної структури, рідкої води і мономерних молекул, відкрито четвертий елемент структури – нететраєдричний. Окрема частина молекул води асоційовані не в трьох вимірні каркаси, а в лінійні кільцеві об'єднання. Розвиток таких поглядів допомагає нам зрозуміти більшість аномальних властивостей води і особливості її взаємодії з іншими речовинами, як розчинника.

Розглянули аномалії фізичних і хімічних властивостей: здатність змочувати предмети, капілярність, широкий

температурний інтервал існування, можливість перебувати в усіх фазових станах в умовах нашої планети, наявність нетипових температурних змін граничної теплоємності (знижується при збільшенні температури в інтервалі 0-37⁰С, а при подальшому збільшенні t – зростає) Виявилось, що при t=36,79⁰С, здійснюються мікрофазові перетворення в системі «рідина-кристал».

А також, представили особливості твердого стану води. При її замерзанні густина зменшується, а об'єм збільшується на 10%. При t=3,98⁰С тепловий вплив на утворення асоціатів зменшується, що спричиняє структурну перебудову води в гексагональну. Цей процес перехідний, а при t=0⁰С вода стає кристалічним твердим тілом. Виділяють існування великої кількості різновидностей і форм льоду: морського і прісноводного, атмосферного і ґрунтового; від колосальних плаваючих айсбергів до найменшого пилу, що знаходиться в морозному повітрі. Цікавим є процес утворення в айсбергах систем наскрізних вимивів, що надає їм здатності генерувати звуки.

Багаторічні товщі материкових льодовиків є ідеальними «зберігачами пам'яті» нашої планети. У результаті циркуляції повітряних мас частинки зважених домішок відкладаються на всій земній поверхні, але доступні для подальшого спостереження у районах льодових масивів, тут надійно законсервовані земний та космічний пил, вулканічний попел, мікроорганізми і повітря минулих століть. Все це дозволяє дослідити хід природних процесів, відкрити минуле планети.

Геометричною досконалістю відрізняється форма атмосферного льоду, що має складний процес утворення. Структура снігового кристалу залежить від температури, кількості водяної пари, за рахунок якої вона збільшується, та інтенсивності її надходження. Спеціалісти нараховують

тисячі різновидів форм сніжинок: дендрити, пластинки, кристали, атмосферний пил, град.

В ході роботи дізналися, що гексагональна структура не є єдиною для льодових кристалів, існує більш рихла, яка має кубічну структуру, за рахунок чого можливе утворення льоду при плюсовій температурі. Дана снігоподібна маса льоду складається із утворень – газогідратів, де в кристалічній структурі молекули води зв'язані з гомеополярними молекулами гранітних вуглеводів.

В умовах підвищеного тиску якості льоду змінюються. Він набуває підвищеної густини. При тиску 900мПа лід отримує модифікацію VII, останню із відомих кристалічних модифікацій, він плавиться при $t=190^{\circ}\text{C}$. Цілком імовірно, що дана форма зустрічається в наземних умовах і глибинних шарах земної кори.

В даній роботі ми з'ясували значення «аеропланктону» верхніх шарів атмосфери. Вчені довели, що спори, грибки, пилок рослин, які містяться в шарах, є життєздатними. Розвиток таких дослідів відкриває перспективу отримання атмосферних опадів за допомогою мікроорганізмів, можливість впливати на швидкість та інтенсивність їх розмноження, дозволить в майбутньому керувати станом атмосфери.

Дізналися про особливості термальних вод з $t=0-80^{\circ}\text{C}$ у багатьох країнах з відкриттям великих запасів гарячих вод зросла увага до геотермальної енергетики. На території країн СНД знайдено понад 60 підземних басейнів, що дозволяє будувати електростанції, які працюють на підземному «паливі». Також виділили властивості «магнітної води», в ній збільшується швидкість хімічних процесів і кристалізації розчинених речовин, покращується коагуляція домі шків і впадання їх в осад. Здатність такої води покращувати зволоження твердих поверхонь при

видобуванні цінних металів із руд під час їх флотаційному збагаченні.

Досить цікавим явищем є ефект активування, суть якого полягає в наступному. Обезсолена вода чи водні розчини в результаті нагрівання їх до високих температур під тиском змінюють свої якості. Після повернення до звичайних умов така вода знаходиться деякий час в особливому, метастабільному стані, який проявляється в підвищеній розчинній здатності, карбонатів, сульфатів і т.п., здатності довго утримувати в своєму складі аномальну кількість розчиненої речовини, і значно підвищувати кислотність. Відкриття ефекту активування може допомогти у дослідженні процесів, що протікають в товщі нашої планети, при високій температурі і тиску, відбувається повільне надходження гарячих водних розчинів через пори порід і мінералів.

Також вченими встановлено існування «слизької» води, яка утворюється при додаванні невеликої кількості полімерних сполук, відносна молекулярна маса яких досягає декількох мільйонів. Після чого, особливості взаємодії полімерних домішок і молекул води змінюються: між ними легко виникають водневі зв'язки; утворені асоціати з довгими лінійними ланцюгами макромолекул ,орієнтовані по осі потоку рідини ,впливають на її структуру. В результаті, зменшуються звичайні турбулентні завихрення в потоці і тертя, за рахунок більш плавного руху рідини відчутно зростає її швидкість.

Серед різновидів води з особливими властивостями виділяють ще «суху» воду, в яку перетворюється звичайна вода при додаванні до неї малих доз кремнієвмісних сполук.

БОЛОНСЬКИЙ ПРОЦЕС І РОЗВИТОК ТВОРЧИХ ЗДІБНОСТЕЙ УЧНІВ В МАН

директор СОЦПО Тихенко Л.В., доц. Брацихін В.М.

Національна доктрина розвитку освіти в Україні передбачає розкриття інтелектуального потенціалу нації, що можна забезпечити тільки в системі безперервної освіти [1, с. 2-4], у тому числі і через гармонізацію навчальних процесів СШ та ВУЗах.

У зв'язку з цим особливого значення набувають освітньо-технологічні ідеї та вимоги Болонської декларації, рекомендації вітчизняних учених щодо детермінації інноваційних освітніх процесів [2, с. 14-15]. Це зумовлює необхідність кардинального оновлення змісту освіти і виховання, розробки та практичного впровадження новітніх освітніх технологій, спрямованих на реалізацію ідей Болонської декларації: переорієнтацію на компетентнісний підхід, нові інформаційні технології, розвиток уміння співпрацювати, неперервність самоосвіти, а також, перехід на профільне навчання, введення нових стандартів освіти, незалежної оцінки результатів навчання.

Однією з ключових вимог Болонської декларації є підвищення якості освіти. В умовах конкуренції знань в освітньому просторі України актуальною є проблема якості шкільної та позашкільної освіти і, як наслідок - розробка об'єктивних критеріїв їх оцінки: інформаційно-діагностичних, мотиваційних та виховних, що вказують на успішність оволодіння знаннями, вміннями та навичками, на причини недоліків, мотивацію навчальної діяльності, інструменти самооцінки та самопізнання [3, с. 163].

Дієвим способом підвищення якості освіти та забезпечення її конкурентоспроможності є організація дослідницької роботи учнівської молоді. Відповідно до цього, особ-

ливого значення набуває проблема розвитку технологій пошуково-дослідницької роботи старшокласників.

Свого часу історики, філософи, педагоги, мистецтвознавці такі як Дж. Брунер, П. Булонський, А. Гердт, Дж. Дьюї, П. Каптерев, Т. Кудрявцева, А. Музиченко, Ж. Руссо, Я. Чепіга та інші доводили пріоритети дослідницьких методів у навчанні. В наш час більшість з них трансформувались у новітні технології розвивального навчання й широко застосовуються як у загальноосвітніх, позашкільних, так і у вищих навчальних закладах, що сприяє не лише поступовому розвитку розумових здібностей молоді, але й підвищенню рівня її соціальної адаптації.

Робота з формування творчих здібностей старшокласників у процесі пошуково-дослідницької діяльності передбачає наявність відповідної соціально-педагогічної системи. Чільне місце в цій системі займає Мала академія наук України (МАН України), діяльність якої спрямована на виявлення здібностей, обдарувань особистості, сприяння її самовизначенню й самореалізації шляхом залучення до пошукової, конструкторської, експериментально-дослідної роботи в різних галузях науки, техніки і культури, а також забезпечення творчого, інтелектуального й духовного розвитку особистості, її підготовку до майбутньої професійної й громадської діяльності. Вагомий внесок у розвиток МАН України як ключового напрямку позашкільної освіти зробили В. Вербицький, С. Довгий, В. Касаткін, Л. Ковбасенко, В. Мадзігон, В. Назаренко, В. Погорелов, Г. Пустовіт, К. Ситник, В. Скопенко.

Ураховуючи позитивні здобутки МАН України, маємо акцентувати увагу на недосконалісті її нормативної, наукової та інформаційно-методичної бази, що призводить як до дисбалансу в цій освітній системі, так і до невідповідності мети змісту діяльності її територіальних відділень та закладів.

У зв'язку з цим актуальними є питання щодо:

- розробки концепції розвитку Малої академії наук України як цілісної багаторівневої освітньої системи, чіткого визначення ролі та функцій її державних та регіональних відділень і закладів;
- запровадження нового підходу до формування соціально-педагогічної моделі МАН України як до багаторівневого функціонального комплексу соціально-економічних та психолого-педагогічних умов для розвитку творчих здібностей старшокласників;
- введення психологічного супроводу всіх форм освітньо-розвиваючої та організаційно-масової роботи;
- розробки стратегії наукового, програмно-методичного, інструктивно-інформаційного забезпечення діяльності МАН України, системи обміну досвідом, підвищення професійної компетентності та психолого-педагогічної підготовки педагогічних та науково-педагогічних кадрів;
- створення єдиного електронного інформаційного поля МАН України.

Досвід роботи Сумського територіального відділення МАН України засвідчує, що факт приєднання України до Болонського процесу визначає подальшу діяльність МАН України як цілісної освітньої системи, спрямованої на максимальне застосування прогресивних європейських методик та технологій.

1. Національна доктрина розвитку освіти // Освіта. - 2002. - № 26.
2. Корсак К. К. Світ нанонаук як засіб концептуальних змін засад шкільної та позашкільної освіти // Теоретико-методологічні основи виховання творчої особистості в у мовах позашкільного навчального закладу. Ч. 2. – К.: Грамота. – 2006. 144 с.
3. Сбруєва А.А. Порівняльна педагогіка: Навчальний посібник. - 2-ге вид. – Суми: ВТД „Університетська книга”, 2004. – 320 с.
4. Закон України про позашкільну освіту / Позашкільна освіта в Україні. – К.: НЕНЦ. – 2002.

ТУРНІРИ ЯК ПІДГОТОВКА ДО НАВЧАННЯ В УМОВАХ БОЛОНСЬКОГО ПРОЦЕСУ

директор СОЦПО Тихенко Л.В.,
доц. Брацихін В.М., доц. Зимак Ю.А.

Болонская конвенция высшего образования представляет собой коллективную договоренность европейских стран о принципах организации подготовки специалистов высшей квалификации, способных решать сложнейшие проблемы научного и технического прогресса в современных условиях. Украина присоединилась к Болонскому процессу и тем самым не потеряла возможность быть среди наиболее мощных по научному потенциалу стран.

Конвенция требует от молодого специалиста не только глубоких знаний в выбранном направлении, но и творческой и интеллектуальной предприимчивости в своей работе, активности и воли в достижении поставленных целей. Такой комплекс высоких духовных качеств может сформироваться у ученика или студента только при длительной, напряженной и многообразной работе и педагогического коллектива, и постоянным самосовершенствованием молодежи. В этом смысле дают уникальную возможность подготовка к участию и участие школьников и студентов в разнообразных турнирах

В качестве примера рассмотрим некоторые особенности подготовки к турниру юных изобретателей и рационализаторов (ТЮИР).

В процессе подготовки к ТЮИР условно можно выделить два основных этапа: ее базовая и психологическая подготовка.

Под базовой подготовкой понимается проведение занятий с членами команды по математике, физике, отдельным разделам сопромата, деталей машин, материаловедению, теплотехники и другим техническим дисциплинам, а также

патентоведению и основным приемам решения эвристических задач. При поиске решений задач используется «мозговой штурм», инверсию понятий и проблем, затронутых в задаче, вариацию масштабов, геометрии и ориентации объектов задачи, прием «представь себя в условиях задачи объектом задачи». При этом любое, казалось бы, самое нереальное решение серьезно обсуждается и анализируется. Коллективно одобренный вариант решения поручается для доработки одному или двум членам команды для более детально обдумывания, решения затем снова выносятся на рассмотрение команды. Полученные навыки коллективного поиска решения совершенно необходимы для решения задач финального тура.

Необходимость углубленной подготовки участников команды по физике связана хотя бы с тем, что физика является базовым предметом ТЮИР, и возникающие в ходе боев дискуссии между командами чаще всего связаны с физическим обоснованием принципов работы рассматриваемых устройств. Кроме этого членам команды необходимы знания основных принципов конструирования технических устройств, а так же элементарные навыки построения чертежей и схем. Участие в подготовке к турниру вызывает возрастание интереса к физике не только у членов команды, но и существенно изменяет отношение к предмету у всего класса. Учениками осознается важное прикладное значение физики и ее непосредственное влияние на развитие техники.

Важной частью подготовки задачи и, возможно, наиболее ее трудоемкой частью, является ознакомление с уже имеющимися решениями таких или близких вопросов, поиск аналогов и прототипов, формулирование формулы изобретения. Это тем более сложно потому, что учащиеся не имеют опыта поиска в технической и научной литературе, а тем более, патентного поиска. В этой части под-

готовки важна роль руководителя команды, помогающего уточнить направление поиска, и просто объясняющего правила работы с библиотечными каталогами, особенностями патентного поиска и т.п.

При подготовке решений задач и их оформления необходима достаточная компьютерная грамотность всех участников команды. Большой объем необходимой и свежей информации может быть почерпнут из Internet, и для этого необходимы пояснения основных принципов работы с поисковыми программами и проведение экономичного по времени соответствующего поиска. Кроме того, компьютер необходим для выполнения расчетов и моделирования, для работы с графическими пакетами при изготовлении чертежей, схем и слайдов и иного иллюстративного материала к докладам, и для оперативного обмена информацией по электронной почте.

Как известно, успех в турнирных состязаниях зависит не только от знания предмета, но и от умения четко и доходчиво изложить собственное решение, найти слабые места в решении соперника, в умения вести наступательную, но корректную дискуссию. Поэтому участники турнира должны быть психологически готовы отстаивать свое мнение и перед соперниками, и, если необходимо, перед членами жюри, должны быть готовы к возможному непониманию, и, как им часто кажется, к необъективной оценке.

Достаточно жесткая и напряженная конкурентная борьба на турнире оказывает на участников интенсивное психологическое давление и постоянно создает для них стрессовые ситуации, причем на протяжении нескольких дней. В связи с этим важно научить членов команды сбрасывать нервное напряжение, расслабляться и отдыхать даже в течение одного «боя», не допускать срывов и потери самообладания. В этом большую помощь руководителю может оказать школьный психолог.

ИНДУЦИРОВАННЫЕ ШУМОМ ПЕРЕХОДЫ В НЕЛИНЕЙНОМ ОСЦИЛЛЯТОРЕ С СИЛЬНЫМ ЗАТУХАНИЕМ

Асист. Витренко А.Н., студ. Овчаренко М.С.

Как известно, в *нелинейной* системе *флуктуации* окружающей среды (внешний шум) могут приводить к появлению новых состояний, невозможных при детерминированных внешних условиях. Эти глубокие изменения затрагивают всю систему и происходят при определенных значениях управляющих параметров, что характерно для *фазовых* переходов, понимаемых в широком смысле. Данное явление получило название "индуцированные шумом неравновесные переходы" [1] и служит примером конструктивной роли флуктуирующей среды в макроскопических системах. Специфика его возникновения состоит в том, что внешние флуктуации, в отличие от внутренних, не ведут себя как обратные степени характерных размеров системы и потому не исчезают на макроскопическом уровне.

В последние годы, благодаря развитию технических средств, интенсивно исследуются системы микро- и наномасштаба. Среди данного широкого направления можно выделить наномеханические системы, а именно сжатую с двух сторон *нанобалку*, служащую детектором малых сил. Поперечные смещения ее центра масс (точки) могут быть описаны классическим осциллятором с одной динамической переменной [2]. Понятно, что при таких размерах значительны не только внешние флуктуации, но и внутренние, обусловленные тепловым движением атомов системы. Их совместное влияние на движение центра масс учтем с помощью двух источников внешнего шума с известными статистическими характеристиками.

Рассматривается случай сильного затухания осциллятора, что позволяет пренебречь его инерционными свойствами. Это приближение применимо, если коэффициент затухания намного больше частоты собственных колебаний, и соответствует движению в вязкой среде. Для описания временной эволюции динамической переменной используется уравнение Ланжевена с двумя взаимно коррелированными гауссовскими белыми шумами. Это позволяет перейти к ансамблю систем и записать соответствующее уравнение Фоккера-Планка для плотности вероятности состояний. Указанный метод предполагает, что время корреляции реальных шумов намного меньше времени релаксации системы.

Исследуется значительные смещения системы, соответствующее уравнение движения – нелинейное. Записывается равновесная плотность вероятности и изучается влияние статистических характеристик шумов (взаимной корреляции, интенсивностей) на наиболее вероятные состояния системы. Установлено, что для взаимно коррелированных шумов существуют критические значения их интенсивностей, при которых фаза с одним наиболее вероятным состоянием, соответствующим точке устойчивого равновесия в детерминированной динамике, сменяется фазой с двумя наиболее вероятными состояниями, уже не соответствующими этой точке. Т.е. в рассматриваемой физической системе может происходить индуцированный взаимно коррелированными шумами неравновесный переход. Впервые это было обнаружено для модельных стохастических систем [3].

1. Хорстхемке В. Лефевр Р. Индуцированные шумом переходы. – М: Мир, 1987.
2. J.S.Aldridge, A.N.Cleland, Phys. Rev. Lett. 94, 156403 (2005).
3. S.I.Denisov, A.N.Vitrenko, W.Horsthemke, Phys. Rev. E 68, 046132 (2003).

ГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ

Студ. гр. ПМ-61 Бондарь Н.В.,
доц. Нефедченко В.Ф., доц. Юнда А.Н.

В последнее время многие предлагаемые на различных физических олимпиадах и конкурсах задания содержат задачи, решение которых связано с построением графика или чтением графика.

Графический метод в физических задачах часто дает наглядное и наиболее рациональное решение. Основное требование к применению графического метода – это твердое знание графиков элементарных функций и умение их анализировать. Чаще всего в элементарной физике применяются графики линейной и квадратичной функций.

Графики, отображающие зависимость физических величин, чаще всего имеют названия. Так, в кинематике название графика совпадает с названием оси, выполняющей роль функции. Например, график скорости отображает зависимость скорости V от времени t : $V(t)$. График координаты отображает зависимость координаты X или Y от времени t : $X(t)$ или $Y(t)$. График ускорения отображает зависимость ускорения a от времени t : $a(t)$.

Чтобы построить график, необходимо прежде всего иметь уравнение, соответствующее этому графику.

Прочитать график означает проанализировать зависимость величин, отображенную графиком.

Задача. По заданному графику координаты определить вид движения на каждом из участков (рис. 1)

Решение

На участке изображено равноускоренное движение, так как угол, образованный касательной к любой точке кривой и осью времени увеличивается по мере увеличения

промежутка времени t .

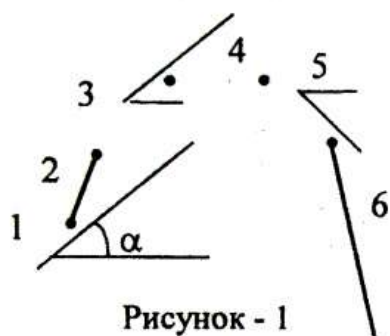


Рисунок - 1

На участке 2 скорость тела не меняется (угол, образованный прямой и осью времени на этом участке постоянен. Значит, движение равномерное.

На участке 3 движение с уменьшающейся до 0 скоростью (угол, образованный касательной к кривой и осью

времени уменьшается по мере увеличения t .

Участок 4 отображает движение без изменения координаты - то есть тело не движется.

На участке 5 угол, образованный касательной к кривой и осью времени t , растет, но в отрицательном направлении. Значит, движение ускоренное в обратном направлении.

На участке 6 отображено равномерное движение в направлении к точке отсчета. В момент времени, где линия пересекает ось времени, тело проходит точку отсчета и продолжает двигаться дальше.

Плавный и непрерывный характер кривой. Это значит, что скачков скорости при движении тела не происходило.

С помощью графика можно выполнить умножения. Ведь если мы находим изменение скорости по графику ускорения, мы фактически перемножаем a и Δt , затем эти произведения складывали по всему интервалу времени, получая всю площадь под графиком ускорения.

То же самое происходит и с графиком скорости. Перемножая V на Δt и складывая все эти элементарные произведения на всем заданном промежутке времени, мы считаем площадь образовавшейся под графиком фигуры, которая численно была равна пройденному пути.

А это значит, что если нам нужно найти, например, работу переменной силы, которая равна $A = \sum (F \Delta X)_i$, то

достаточно на графике зависимости силы F от расстояния X подсчитать площадь фигуры под графиком, мы получим искомое значение работы (рис. 2)

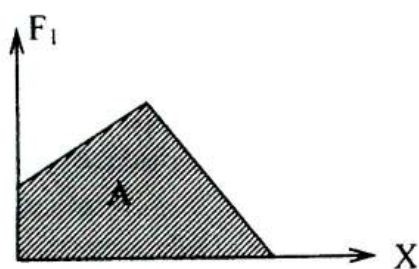


Рисунок - 2

При расчете механической мощности, равной $N = \Sigma (F V)_i$, по графику зависимости силы от скорости можно найти мощность, рассчитав площадь под линией графика.

Особенно удобно пользоваться графическим расчетом мощности при решении задач с учетом силы сопротивления среды, которая чаще всего бывает пропорциональна скорости. Тогда мощность потерь составит (рис. 3) $N = 1/2 kV^2$ (площадь под линией графика).

В задачах на расчет работы расширения идеального газа $A = P \Delta V$ удобно использовать график в координатах P и V .

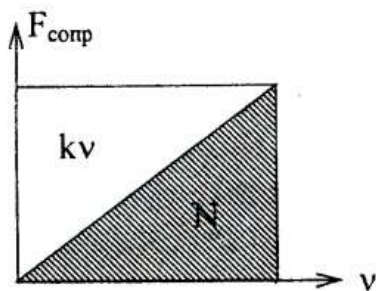


Рисунок - 3

В задачах на расчет электрической мощности $P = I U$ удобно использовать график с координатами I и U . И множество других расчетов можно упростить, используя графическую зависимость.

С помощью графика можно не только перемножать величины.

Деление тоже возможно с помощью графика. Так, чтобы A разделить на B , достаточно умножить A на $1/B$. То есть если взять в качестве координатных осей ось A и ось $1/B$, изобразить графически зависимость $1/B$ от A и подсчитать площадь под линией графика, то мы фактически и выполним операцию деления.

НЕЛИНЕЙНЫЕ СИСТЕМЫ В ТЕОРИИ САМООРГАНИЗАЦИИ

Доцент Нефедченко В.Ф., доцент Юнда А.Н.

Исследование многих проблем физики, химии, биологии и т.д. инициировало детальное изучение нелинейных уравнений. Одной из важных особенностей поведения нелинейных систем оказалось существование явлений самоорганизации, пространственно-временного упорядочения. С формальной точки зрения самоорганизация отвечает наличию в фазовом пространстве изучаемых систем аттракторов - притягивающих (асимптотически устойчивых) множеств. По характеру выполняемых работ исследования явлений самоорганизации можно условно разбить на два больших класса: 1) формальные исследования отдельных нелинейных задач и их обобщение; 2) изучение динамики процессов в конкретных системах. При этом методы и результаты формальных исследований используются при анализе конкретных систем. В свою очередь, специфические подходы, разрабатываемые применительно к конкретным системам, интерпретация содержания уравнений и возможность экспериментального моделирования оказываются полезным при изучении ряда нелинейных краевых задач.

Как уже отмечалось, для нелинейных систем характерны явления самоорганизации, с математической точки зрения определяемые аттракторами в фазовом пространстве. Однако существует иной тип самоорганизации, возникающий на промежуточной стадии эволюции системы. Оказывается, для многих систем характерно наличие неустойчивых структур, которые, тем не менее, обладают достаточно широкой областью

притяжения (по начальным условиям) и большим временем жизни.

Все системы содержат подсистемы, которые непрерывно флуктуируют. Иногда отдельная флуктуация или комбинация флуктуаций может стать настолько сильной, что существовавшая прежде организация не выдерживает и разрушается. В этот переломный момент (который называют особой точкой или точкой бифуркации) принципиально невозможно предсказать, в каком направлении будет происходить дальнейшее развитие. Станет ли состояние хаотическим или система перейдет на новый, более дифференцированный и более высокий уровень упорядоченности или организации, который называют диссипативной структурой. Есть возможность спонтанного возникновения порядка и организации из беспорядка и хаоса в результате процесса самоорганизации.

В завершение приведем несколько хорошо известных примеров самоорганизации. Давно известно, что при определенной скорости ламинарное течение может смениться турбулентным. Переход от ламинарного течения к турбулентности является процессом самоорганизации. Часть энергии системы, которая в ламинарном течении находилась в тепловом движении молекул, переходит в макроскопическое организованное движение.

Еще одним поразительным примером неустойчивости стационарного состояния, приводящей к явлению спонтанной самоорганизации, может служить так называемая неустойчивость Бенара. Она возникает в горизонтальном слое жидкости с вертикальным градиентом температуры. Нижняя поверхность слоя жидкости нагревается до заданной температуры, более высокой, чем температура верхней поверхности. При таких

граничных условиях в слое жидкости устанавливается стационарный поток тепла, идущий снизу вверх. Когда приложенный градиент температуры достигает некоторого порогового значения, состояние покоя жидкости (стационарное состояние, в котором перенос тепла осуществляется только с помощью теплопроводности, без конвекции) становится неустойчивым. Возникает конвекция, соответствующая когерентному, т.е. согласованному, движению ансамблей молекул; при этом перенос тепла увеличивается. Миллионы молекул движутся согласованно, образуя конвективные ячейки в форме правильных шестиугольников некоторого характерного размера.

ТИПИ МУЛЬТИГАРМОНІЧНИХ РЕЗОНАНСНИХ ВЗАЄМОДІЙ ПУЧКОВИХ ХВИЛЬ В ДВОПОТОКОВОЙ РЕЛЯТИВІСТСЬКІЙ СИСТЕМІ

Проф. Куліш В.В., доц. Лисенко О.В., ас. Ромбовський М.Ю.

Як відомо, в релятивістських двопотокових електронних системах існує чотири типи повздовжніх хвиль просторового заряду (ХПЗ). Між цими хвилями може відбуватися параметрична резонансна взаємодія, яка суттєвим чином впливає на розвиток процесів у системах, які використовують двопотокові релятивістські пучки (наприклад, двопотокові супергетеродинні лазери на вільних електронах (ЛВЕ), електронно-хвильові ЛВЕ). Слід зауважити, що такі взаємодії характерні для двопотокових систем і принципово неможливі для однопотокових.

Для дослідження використовуємо релятивістське рівняння руху, рівняння неперервності та рівняння Максвелла. До вище вказаних рівнянь застосовуємо ієрархічний асимптотичний підхід теорії коливань та хвиль.

В результаті проведеного аналізу було встановлено, що в досліджуваній системі можлива реалізація п'яти типів резонансних параметричних взаємодій. Знайдені параметри системи, за яких такі взаємодії можливі. Використовуючи ідеї співвідношень Менлі-Роу проведена класифікація типів взаємодій. Показано, що в даній системі можливі процеси типу вибухової нестійкості і розпаду з підвищенням частоти. Отримано, що в плазмі двошвидкісного пучка існують такі режими роботи, коли стає можливим мультигармонічний режим роботи. А саме, в досліджуваній системі реалізується резонансна взаємодія зразу на багатьох гармоніках різних типів хвиль, причому частоти гармонік різних хвиль кратні одній і тій же частоті.

МАГНІТНІ ПОЛЯ В ОБЛАСТІ ВЗАЄМОДІЇ ЦИРКУЛЯРНО ПОЛЯРИЗОВАНИХ ПРИСКОРЮВАЛЬНИХ ЕН-СИСТЕМ. ЧИСЕЛЬНИЙ АНАЛІЗ

Проф. Куліш В.В., ас. Орлова О.О.

У представленій роботі проведено числовий аналіз магнітних полів для циркулярно поляризованих ЕН-систем на базі створених раніше програм числового моделювання полів у лінійно поляризованих ЕН-системах. Як з'ясовано, алгоритм обчислення поля слід обирати виходячи з конкретної конструкції прискорювача.

Оскільки на динаміку процесів, які відбуваються в ЕН-системах, суттєво впливають особливості магнітних та електричних полів, які формуються у прискорювальному каналі, то розрахунок полів має проводитись якомога точніше, причому, з використанням моделей, що максимально наближені до реальних конструкцій. В цих випадках доводиться звертатися до різних наближених методів розрахунків: чисельним, аналоговим, графічним. У зв'язку з розвитком обчислювальної техніки найбільш широкі застосування набули чисельні методи: метод кінцевих різниць, метод інтегральних рівнянь для теорії потенціалу, метод функцій Гріна, метод аналітичного продовження тощо, які детально викладені в [1]. Вибір того чи іншого методу залежить від постановки задачі. Оскільки при чисельному моделюванні процесу руху заряджених частинок в електромагнітному полі необхідно обчислювати значення поля з високим ступенем точності в довільній точці області руху пучка, то одним з найбільш ефективних методів, із цього погляду, є чисельний метод інтегральних рівнянь для теорії потенціалу. Даний метод розроблено для моделювання полів в „двовимірних” (плоских) моделях, в яких рух частинки відбувався лише в

одній площині. Коли ж постає питання моделювання полів в тривимірних (об'ємних) ЕН-системах, в яких частинка рухається по еліпсоподібній траєкторії, то зі застосуванням даного методу виникають ускладнення принципового характеру. Застосування інших методів не є доцільним для подібних задач, оскільки вони або не є універсальними, або складні з точки зору програмування і не дозволяють проводити обчислення з високим ступенем точності. Тому виникає необхідність у модернізації методу, що використовувався для двомірних моделей.

Для спрощення розрахунків структури поля в області взаємодії циркулярно поляризованих ЕН-систем було запропоновано наступне: обчислювати поля в повітряному зазорі одного електромагніту за методом інтегральних рівнянь для теорії потенціалу, а потім за принципом суперпозиції провести накладання таких полів, зміщуючи (в поздовжньому напрямку) цей магніт на деяку величину ($1/n$ періоду системи), і якщо потрібно, одночасно повертаючи його (за азимутом) на деякий заданий кут. Як було показано, цей підхід дає можливість „будувати” ЕН-системи довільної геометрії, що безумовно є головною перевагою даного підходу. Єдиним обмеженням що до застосування даного методу для практичних розрахунків є наступна умова: відстань між полюсами магнітів повинна бути набагато менша ніж відстань між різнойменними сусідніми магнітами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сушков А.Д. Вакуумная электроника. // СПб.: Издательство «Лань», 2004.-464с.

КУБІЧНА МУЛЬТИГАРМОНІЧНА ТЕОРІЯ ПАРАМЕТРИЧНОГО РЕЗОНАНСНУ ПОВЗДОВЖНІХ ХВИЛЬ У ДВОПОТОКОВІЙ РЕЛЯТИВІСТСЬКІЙ СИСТЕМІ. ЧАСТОТА ХВИЛЬ МЕНША ЗА КРИТИЧНУ ЧАСТОТУ

Проф. Куліш В.В., доц. Лисенко О.В., ас. Ромбовський М.Ю.

В роботі побудована кубічна теорія трихвильової резонансної взаємодії повздовжніх хвиль в двопотоковій релятивістській електронній системі. Розглянуто випадок, коли частота усіх трьох пучкових хвиль менша за критичну частоту. За цієї умови одна з хвиль на початковому етапі розвитку процесів експоненціально зростає завдяки двопотоковій нестійкості. Інші дві хвилі мають різний знак енергій. Тому в системі може бути реалізований режим роботи, коли усі хвилі в двошвидкісній релятивістській системі будуть зростати. Дослідженню поведінки хвиль на нелінійній стадії розвитку процесів і присвячена ця робота.

Для побудови кубічно-нелінійної теорії використали квазігідродинамічне рівняння руху, рівняння неперервності та рівняння Максвела, а також ієрархічні асимптотичні методи теорії коливань та хвиль. Аналіз отриманої системи вкорочених рівнянь проводили чисельно.

Знайдено рівні насичення в нелінійних процесах. З'ясовано вплив електронної хвилі накачки на процеси, що тут відбуваються. Показано, що існує деяке критичне значення амплітуди електронної хвилі накачки, після перевищення якого, має місце суттєвий вплив на динаміку двопотокової нестійкості. А саме, підсилення хвилі просторового заряду за рахунок двопотокової нестійкості різко зменшується. Проведено дослідження процесу нелінійної генерації вищих гармонік в системі.

РОЗВИТОК ПЛАЗМА-ПУЧКОВОЇ НЕСТІЙКОСТІ В ПЛАНАРНОМУ ХВИЛЕВОДІ, ЯКІЙ РОЗМІЩЕНО В ПЕРІОДИЧНОМУ Н-УБІТРОННОМУ ПОЛІ

Доц. Лисенко О.В., асп. Коваль В.В.

В роботі проведено дослідження розвитку плазма-пучкової нестійкості в планарному хвилеводі, якій розміщено в періодичному Н-убітронному полі. Дана модель є більш близькою до реальних у порівнянні з поперечно необмеженою. Завдяки наявності границь виникає додаткова дисперсія хвиль, з'являються нові типи хвиль, резонанс з якими є важливим і більш цікавим для експериментальної реалізації приладу з перетворення енергії пучка в електромагнітну хвилю. Такі задачі є досить актуальними для плазмової електроніки.

Розглядалась наступна модель. Планарний хвилевід має однорідне плазма-пучкове заповнення. Вся система знаходиться в однорідному зовнішньому подовжньому магнітному полі, вздовж якого направлена вісь симетрії хвилеводу, та поперечному періодично реверсивному Н-убітронному полі. Вздовж осі симетрії розповсюджується слабкий лінійно-поляризований електромагнітний сигнал. Вважаємо, що в системі реалізується параметричний резонанс між поперечною електромагнітною хвилею, поперечним Н-убітронним полем та повздовжньою пучковою хвилею.

Для аналізу фізичних процесів застосовуємо релятивістське рівняння руху, рівняння неперервності та рівняння Максвелла. В результаті виконаних обчислень отримана система рівнянь, що описує динаміку процесів у досліджуваній системі, дисперсійні рівняння. Отримано інкремент зростання хвиль. З'ясовані умови, за яких підсилення електромагнітних хвиль буде оптимальним.

ІНКРЕМЕНТИ ЗРОСТАННЯ ПРИ МУЛЬТИГАРМОНІЧНОМУ ПАРАМЕТРИЧНОМУ РЕЗОНАНСІ ПОВЗДОВЖНІХ ХВИЛЬ У ДВОПОТОКОВІЙ РЕЛЯТИВІСТСЬКІЙ СИСТЕМІ

доц. Лисенко О.В., ас. Ромбовський М.Ю., ст. Неєлов Р.О.

Відомо, що в двопотокових системах існує чотири типи повздовжніх хвиль просторового заряду (ХПЗ) [1]. Як виявилось тут можливо реалізувати трихвильовий параметричний резонанс між цими чотирма типами хвиль. Було з'ясовано, що в досліджуваній системі існує п'ять типів резонансних параметричних взаємодій. Дослідженню інкрементів зростання цих параметрично-резонансних взаємодій і присвячено цю роботу.

Для отримання інкрементів зростання для різних типів резонансно-хвильової взаємодій використовували релятивістське рівняння руху, рівняння неперервності та рівняння Максвела. Систему отриманих рівнянь аналізували за допомогою асимптотичних методів ієрархічної теорії коливань та хвиль [2]. В результаті була побудована квадратична мультигармонічна теорія трихвильової резонансної взаємодії повздовжніх хвиль в двопотоковій релятивістській електронній системі.

Аналізуючи досліджувану систему отримали залежності інкременту зростання від частоти робочої хвилі для різних типів параметрично резонансної взаємодії. Встановлено, що в даній системі фактично реалізується три типи різних залежностей інкременту зростання хвиль у двопотоковій електронній релятивістській системі від частоти робочої хвилі.

Один тип залежності пов'язаний з вибуховою нестійкістю [3], що може бути реалізованою у досліджуваній системі. Вибухова нестійкість має місце,

коли у параметричній резонансній взаємодії приймають участь хвилі з різним знаком енергій. В цьому випадку маємо зростаючу ділянку залежності інкременту від частоти. Це дає можливість створювати мультигармонічну хвилю просторового заряду (ХПЗ), в якій вищі гармоніки мають більшу амплітуду, чим гармоніки з низькою частотою. Завдяки цьому з'являється можливість перетворити таку ХПЗ в електромагнітний сигнал з приблизно однаковими амплітудами гармонік. Тобто створити вузький хвильовий пакет електромагнітної хвилі.

Другий тип залежності пов'язаний з розпадом хвилі з підвищенням частоти. Нажаль, в цьому випадку інкремент зростання з підвищенням частоти зменшується.

Третій тип залежності пов'язаний з двопотоковою нестійкістю. Тут спостерігаємо як зростаючу ділянку залежності інкременту від частоти, так і ділянку коли інкремент зменшується з зростанням частоти. Цей тип залежності уже було використано для створення вузьких хвильових пакетів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Kulish V.V. Hierarchical methods: Vol. I. Hierarchy and Hierarchic Asymptotic Methods in Electrodynamics, Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, 2002.
2. Kulish V.V. Hierarchical methods. Vol. II. Undulative electrodynamic systems, Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, 2002.
3. Вильхельмссон Х., Вейланд Я. Когерентное нелинейное взаимодействие волн в плазме: Пер. с англ. — М.: Энергоиздат, 1981. — 224 с.

РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ПРОСТОРОВО-ЛОКАЛІЗОВАНОГО ЗБУРЕННЯ В ПЛАЗМО-ПУЧКОВІЙ СИСТЕМІ

Доц. Лисенко О.В., ст. Єськов І.Є.

Дана робота присвячена дослідженню розповсюдження просторово-локалізованого збурення в плазмо-пучковій системі з застосуванням теорії вейвлетів [1]. Для аналізу таких процесів раніш використовувались представлення збурення у вигляді розкладу його за гармонічними хвилями. Однак гармонічний підхід має ряд недоліків. Наприклад, локалізоване збурення має скінченну енергію, тоді його гармонічні складові, кожна окремо, є нескінчені. Саме тому в даній роботі використовується вейвлет-аналіз.

З іншого боку аналіз розповсюдження просторово-локалізованого збурення в плазмо-пучковій системі є цікавим для практики, з точки зору плазмової електроніки.

В якості базових застосували рівняння руху, неперервності та рівняння Максвелла для повздовжньої складової електричного поля у плазмо-пучковій системі. Розв'язок цих рівнянь шукаємо у вигляді гармонічних функцій, амплітуди яких модульовані функцією Гауса (таку функцію називають функцією Габора) [1].

Після негроміздких обчислень отримали дисперсійне рівняння, яке на відмінність від звичайного рівняння залежить не тільки від частоти та хвильового числа, а також і від координати та часу. Проведено дослідження отриманого дисперсійного рівняння. Показано, що збурення, яке рухається в плазмі релятивістського двошвидкісного електронного пучка, в цілому гальмується та змінює свою форму.

ЛІТЕРАТУРА

1. Астафьева Н.М. // УФН. 1996. Т.166. №11, С.1145.

АПРОКСИМАЦІЯ МАГНІТНИХ ПОЛІВ В ОБЛАСТІ ВЗАЄМОДІЇ ЦИРКУЛЯРНО ПОЛЯРИЗОВАНИХ ПРИСКОРЮВАЛЬНИХ ЕН-СИСТЕМ

Проф. Куліш В.В., ас. Орлова О.О., ст. Чернов С. В.

У даній роботі проведено аналітичну апроксимацію магнітних полів у циркулярно поляризованих ЕН-системах. Це дозволяє розробити алгоритми аналітичного обчислення процесу прискорення електронів в таких системах.

На першому етапі проводився числовий аналіз магнітних полів у циркулярно поляризованих ЕН-системах [1]. За отриманими результатами проводилась апроксимація цих полів у вигляді

$$\vec{B} = B_0 \sum_{m=1}^{\infty} \hat{b}_m \left\{ (\vec{e}_y \text{ch}(mky') + \vec{e}_z \text{sh}(mkx')) \cos(mp_2) - \right. \quad (1) \\ \left. - (\vec{e}_x \text{ch}(mkx') + \vec{e}_z \text{sh}(mky')) \sin(mp_2) \right\} + \vec{e}_z B_z,$$

де $p_2 = kz + p_{20}$, \vec{e}_x , \vec{e}_y , \vec{e}_z - одиничні орт-вектори, m - номер гармоніки, B_0 - амплітуда першої гармоніки магнітного поля; $k = 2\pi/\Lambda$ - квазіхвильове число, \hat{b}_m амплітуди нормованих на першу Фур'є-гармонік магнітного поля, p_{20} - початкова фаза поля.

Порівняльний аналіз модельного поля (1) і поля розрахованого за допомогою спеціальних програм показав, що у більшості практично цікавих випадків (у тому числі, при полюсу прямокутної форми у поперечному перерізі) модельні поля (1) задовільно описують магнітну компоненту реального ЕН-поля. Це, у свою чергу, дозволило значну частину розрахунку фізичних процесів у ЕН-системах проводити в аналітичній формі, що значно спростило проведення детального аналізу прискорення електронах в таких полях.

На рисунку 1 показані залежності нормованої індукції реального магнітного поля від нормованої поздовжньої координати для восьми магнітів (крива 2) та обчисленого за допомогою співвідношення (1) (крива 1). Як бачимо, за винятком вхідної та вихідної областей має місце співпадання реального поля (крива 2) та того, що обчислено за допомогою співвідношення (1) (крива 1).

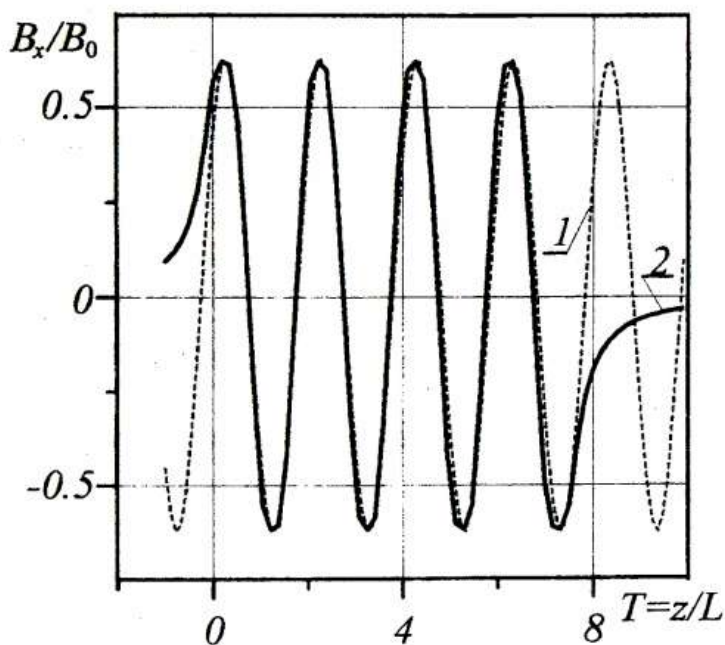


Рисунок 1

ЛІТЕРАТУРА

1. Куліш В.В., Губанов І.В., Орлова О.О. До теорії коаксіальних стаціонарних ЕН-прискорювачів. // Український фізичний журнал. - т.49, №1. - 2004.- С.66-73.

КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ФІЗИКИ

628

СЕКЦІЯ 1. “ЕЛЕКТРОННЕ ПРИЛАДОБУДУВАННЯ”

- Кондрахова Д.М. Функціональні пристрої на основі вуглецевих наночастинок та нанотрубок. 3
- Демиденко М.Г., Проценко С.І. Розробка тунельного мікроскопа для навчальних і наукових лабораторій. 4
- Шпетний І.О., Рекун М.Ю., Кошатко М.С. Отримання зносостійких покриттів методом іонно-плазмового осадження в установці УВНД 80-005. 5
- Селіфонова К.В., Кульментьєва О.П. Види та напрями сучасної мікроскопії. 7
- Кульментьєва О.П., Єлізаренко Д.К. Вакуумні процеси та обладнання для технології ХХІ століття. 9
- Рагуліна О.П., Одноворець Л.В. Застосування плівкових матеріалів як чутливих елементів тензоелектронних приладів. 11
- Ляпа М.М., Ворона Б.В. Пристрій селекції рухомих об'єктів для радіолокаційних станцій. 13
- Ляпа М.М., Бічевий А.О. Підсистема аналого-цифрових перетворювань звукових сигналів. 15
- Ляпа М.М., Кривошеєв Р.А. Блок відображення інформації в системі керування та відліку. 17

Гончаренко О.В., Логоша С.М. Проектування універсального контролера та дослідження його роботи. 19

Бондаренко Д.О., Опанасюк Н.М. Дослідження фізико-технічних та аналітичних параметрів спектрометра СЕВ-30. 20

Каверін М.В., Проценко С.І. Сучасні системи контролю деформації та температури в фізичному експерименті. 22

СЕКЦІЯ 2: "ФІЗИЧНІ ПРОЦЕСИ В МАТЕРІАЛАХ МІКРО-І НАНОЕЛЕКТРОНІКИ"

53

Синашенко О.В. Вплив різних механізмів розсіювання електронів на величину провідності мультишарів. 24

Пазуха І.М. Дослідження структури багатошарової плівкової системи на основі Сu та Сг методом рентгенівської рефлектометрії. 27

Алфімова О.О., Ахмед М. Махмуд., Чешко І.В. Фазоутворення в двошарових плівках Co/Ag та Co/Au. 28

Кульментьева О.П., Денисенко Р. Структурно-фазові перетворення в залізі, модифікованому імпульсною плазмою. 31

Кульментьева О.П., Селіфонова К. Структура та властивості покриттів на основі Ti та Cr. 32

- Ванюхіна К.С., Степаненко А.О. Методика отримання плівкових сплавів на основі Ті та АІ магнетронним методом. 34
- Воробйов С.І., Шабельник Ю.М., Степаненко А.О. Вплив ізотермічного відпалювання на фазовий склад і електрофізичні властивості тонкоплівкових систем на основі АІ та Ті. 35
- Горлач Б.О., Соломаха В.А. Процеси фазоутворення в плівкових системах на основі Ті та Сг при відпалюванні. 36
- Киях Е.М., Шумакова Н.І. Методика синтезу плівок карбїду вольфраму. 38
- Дудецький Д.П., Кучма О.І., Однодворець Л.В. Тензорезистивний ефект у феромагнітних плівкових матеріалах. 39
- Міцай Ю.П., Бурик І.П., Однодворець Л.В. Деякі особливості тензорезистивного ефекту в плівкових зразках Мо. 40
- Лобода В.Б., Шкурдода Ю.О. Вплив товщини магнітного шару на величину ГМО в тришарових плівках Со/Сu/Со/. 42
- Бібїк В.О. Явище гігантського магнітного опору в багатошарових плівкових системах. 44
- Говорун Т.П., Димїцький Р.В. Дослідження дифузійних процесів плівок Со з тонким покриттям із Ні. 46

Городнича О.О., Косяк В.В., Опанасюк Н.М. Моделювання процесів дисоціації та перенесення при одержанні плівок CdTe, ZnTe в квазізамкненому об'ємі.	48
Кондрахова Д.М. Модифікація світловипромінюючих наноконкомпозитних плівок Si/SiO _x .	51
Соломаха В.А. Використання та створення новітніх тонкопліткових матеріалів мікроелектроніки.	53
Великодній Д.В. Особливості тензоризестивних властивостей нанорозмірних плівок Cu/Cr при великій кількості деформаційних циклів.	55

КАФЕДРА ФІЗИЧНОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ

СЕКЦІЯ “ФІЗИЧНА ЕЛЕКТРОНІКА” 532

Борисюк В.Н., Аль Исес Х.А. Мультифрактальный спектр временных рядов.	57
Дрозденко М.А. Определение размерностей фрактальных поверхностей.	58
Олемской А.И., Кохан С.В., Вайленко А.С. Мультифрактальный анализ временных рядов.	59
Шимборская Е.А., Перекрестов В.И. Новые виды распылителей с использованием эффекта полого катода.	62

- Хоменко А.В., Боровик Л.Н. Влияние температурной зависимости вязкости на плавление ультра тонкой пленки смазки. 64
- Черененко Ю.В. Воробьев Г.С. Выбор оптимального источника СВЧ-колебаний для использования в биомедицинской аппаратуре. 65
- Кривец А.С., Ющенко О.В., Журба В.О., Крутько Ю.А. Приближенный анализ коэффициента усиления волны в усилителе на эффекте Смита-Парселла. 67
- Рыбалко А.А., Кривец А.С. Анализ электронно-волновых процессов в усилителе на эффекте Смита-Парселла с учетом влияния магнитного поля. 69
- Петровский М.В., Журба В.О., Крутько Ю.А., Зленко В.А., Шульга Ю.В. Применение векторной теории сфероидальных открытых резонаторов при оценке результатов экспериментальных исследований их электродинамических характеристик. 72
- Петровский М.В., Журба В.О., Крутько Ю.А., Зленко В.А., Шульга Ю.В. Влияние диэлектрических неоднородностей на электродинамические характеристики открытых резонаторов. 74
- Дрозденко А.А., Барсук И.В. Моделирование электронно-оптических систем с использованием 3D Studio Max. 76
- Косминская Ю.А., Балабанова Н.В. Принцип работы ультразвукового агрегата SIGMA iris 400. 79

Саенко М.Н., Косминская Ю.А. Сравнительный анализ методов диагностики головного мозга. 82

Перекрыстов В.И., Корнющенко А.С., Косминская Ю.А. Формирование высокопористых слоев Al при помощи самоорганизованных ионных распылителей. 84

Хоменко А.В., Цыбченко В.В. Гистерезисные явления при плавлении ультратонкой пленки смазки в случае фазового перехода первого рода. 85

Хоменко А.В., Чергинец В.Б. Гистерезисные явления при плавлении ультратонкой пленки смазки в случае фазового перехода второго рода. 86

КАФЕДРА ЕЛЕКТРОНІКИ І КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ

СЕКЦІЯ "ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ І ЗАСОБИ КО- ДУВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ"

004

Зубань Ю.А., Склярів І.В. Система розпізнавання ізолюваних голосових команд. 87

Онанченко Е.Л., Гевко С.Ф. Применение многочастотного зондирования в технике нелинейной радиолокации. 88

Новгородцев А.И., Гапич В.М., Доценко С.В. Идентификация объектов измерения со спектральной плотностью шумов. 90

Новгородцев А.И., Шевченко А.С., Покотило В.Н. Оценка фазового состояния динамических систем.	93
Дудник А.Б., Онанченко Е.Л., Мокренко А.А. Оптимизация конструкции первичного преобразователя ЯМР измерителя.	95
Гриненко В.В., Половинка Е.А. Оценка достоверности работы биномиальных дешифраторов.	96
Новгородцев А.І., Крючко Є.В., Тимохін В.А. Проблеми розробки та побудови імпульсних підсилювачів звукової частоти.	97
Онанченко Е.Л., Лысенко А.В. Алгеброгеометрические коды в системах передачи данных.	101
Борисенко А.А., Коломиец М.И. Использование биномиальных кодов для решения некоторых задач криптографии.	102
Бережная О.В., Демьяник Д.С. Преобразование равномерных кодов в бинарные числа.	104
Любивый А.А., Мокренко А.А. Модернизация знакосинтезирующего устройства лабораторного стенда УМ-11.	106
Лопатченко Б.К., Кремезный В.В. Построение экономических дешифраторов.	107

КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

СЕКЦІЯ "АВТОМАТИКА, ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА І СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ"

004

- Крупник О.О., Черв'яков В.Д. Системний аналіз газодинамічних процесів в доменному виробництві в аспекті задач енергозбереження. 109
- Гримайло С.В., Сніжко А.А., Черв'яков В.Д. Системний аналіз класу "Газоперекачуючий агрегат". 112
- Турдієв Р.М., Павлов А.В. Модернизация АСУ одностоечного токарно-карусельного станка. 116
- Відібор К.П., Темченко С.О. Автоматизированное управление металлургической печью Ванюкова. 117
- Гудименко В.В., Самедов Ю.Ф. Принципы настройки регуляторов. 118
- Кочура М.М., Павлов А.В. Модернизация системы ЧПУ фрезерного станка путем внедрения pc-based системы числового управления WL4M. 119
- Кушнір А.Г., Павлов А.В. Тенденция вытеснения концентраторов и маршрутизаторов коммутаторами. 121
- Безуська А.Ю., Павлов А.В. Моделювання багатодвигунових електроприводів з одним джерелом живлення. 123
- Михайлов К.Л., Самедов Ю.Ф. САРС эффективной

коррекцией по первой производной.	124
Опара Т.В., Самедов Ю.Ф. Современная система управления газоперекачивающими агрегатами.	125
Сиріцина Т.М., Темченко С.О. Анализ влияния систем охлаждения на энергопотребление компрессорных установок.	126
Шкабура П.О., Темченко С.О. Дослідження пристроїв плавного пуску асинхронних двигунів.	127
Демиденко А.Г., Боровий В.Т. Интеллектуальные системы «Умный дом» управления светом.	128
Мошний Д.С., Боровий В.Т. Автоматизация процессу виміру відстані до об'єкту з використанням ультразвуку за допомогою мікроконтроллера MSP430.	129
Толбатов А.В., Щербак Т.Л. Статистична модель енергоспоживання при нештатних ситуаціях.	130
Овсієнко О.О., Панич А.О. Функціональний модуль FM 458 в системі управління станда дослідження приводів летучих механізмів.	132
Петренко М.О., Панич А.О. Двохрежимне управління електроприводом несучого органу летучої пили.	134
Захарчук О.В., Панич А.О. Застосування контролерів SIMATIC S7-400 в складних задачах управління.	135
Іванко М.В., Панич А.О. Застосування сенсорної панелі TP 270 в системах автоматизації.	136

Лісовенко В.С., Гудим О.М., Панич А.О. Застосування перетворювачів SIMOVERT MASTERDRIVES у високоточних приводах. 137

Алтынников С.В., Котельников М.Е., Павлов А.В. Лабораторный стенд для изучения методов синтеза систем управления технологическими процессами на базе ПЛК SIMATIC S7-200. 138

Ильяшенко А.И., Боровий В.Т. Интеллектуальные системы управления. 140

КАФЕДРА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ

СЕКЦІЯ “ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ЕНЕРГЕТИЦІ”

6209

Ильяшенко М.В., Червякова Л.П., Сазонова Т.А., Шмаргун М.Н., Фомин К.С. Перспективы применения термоэлементов для ко-генерации. 142

Ильяшенко М.В., Лазаренко А.Л., Закорко Е.В. Генерирование электроэнергии с помощью маломощных взрывов. 143

Лебединский И.Л., Борзенков И.И. Структура службы грозозащиты и изоляции ОАО «Сумыоблэнерго». 145

Лебедка С.Н., Воропай В.В. Аварийные однофазные замыкания на землю в воздушных линиях 10 кВ. 149

Лебедка С.Н., Коваленко А.Д. Современные осветительные технологии.	150
Муриков Д.В., Василега П.О. Спосіб випробування асинхронних двигунів.	151
Ноздренков В.С., Гончаров А.И. Анализ влияния параметров выключателя на его стоимость.	155
Романовський В.І., Борзенков І.І. Модульна автоматизована система контролю та обліку енергоресурсів.	157

КАФЕДРА ЗАГАЛЬНОЇ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ФІЗИКИ 53

СЕКЦІЯ “ЗАГАЛЬНА І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ФІЗИКА”

Брацыхин В.М., Гончаренко В.Н., Северин В.Н. Эвристическая задача по физике “Ломаная траектория”.	159
Брацыхин В.М., Северин В.Н. Эвристическая задача по физике “Столкновение спутников”.	162
Брацыхин В.М., Северин В.Н. Эвристическая задача по физике “Свободное падение шара”.	164
Брацыхин В.М., Силка А.А. Компьютерная лабораторная работа “Исследование термоэлектронной эмиссии”.	166

Брацьохин В.М., Татаринцева Е.Н. Комп'ютерна лабораторна робота "Исследование дифракционных решеток".	168
Пшеничная Л.В., Гончаренко В.Н., Брацьохин В.М. Болонский процесс. Взаимодействие школы и ВУЗА.	170
Северин В.М., Брацьохин В.М. Робота з обдарованою молоддю.	173
Ігнатенко В.М., Ратушний О.В. Чорні діри – від Мітчела до Хокінга.	176
Ігнатенко В.М., Щербаков О.М. Моделювання просторових турбулентних течій у пристроях складної форми.	179
Кшлякіна С.И., Хижняк Т.А. Применение методов спектрального анализа для решения некоторых экологических задач.	182
Черняк Л.М., Зимак Ю.А., Хмаренко А.М., Калашник І.Г., Вінниченко Л.М., Усенко О.М. Установка для дослідження електричних властивостей рідин.	184
Черняк Л.М., Зимак Ю.А., Хмаренко А.М. Теорема про добуток частинних похідних.	185
Колесник М.М., Опанасюк А.С. Залежність структурних характеристик плівок ZnTe від умов їх конденсації.	188
Косяк В.В., Опанасюк А.С. Нейтральні та іонізовані дефекти в монокристалах та плівках CdTe.	191

- Опанасюк А.С., Курбатов Д.І., Гордієнко С.О. Використання ефекту Холла для вивчення електрофізичних властивостей напівпровідникових з'єднань A_2B_6 . 194
- Денисов С.И., Лютый Т.В. Эффект переключения направления магнитного момента во вращающемся магнитном поле. 197
- Лютый Т.В., Поляков А.Ю., Рот-Серов А.В. Гистерезисные свойства комплексной магнитной наночастицы. 200
- Лютый Т.В. Автоматизация оформления научно-технической документации в текстовом редакторе MS-Word. 203
- Лютый Т.В., Денисова Е.С. Информационные технологии в усовершенствовании методического обеспечения учебного процесса. 205
- Денисова Е.С., Овчаренко М.С. Плотность функции распределения частиц движущихся в средах с дихотомическим беспорядком. 206
- Бохонский А.И., Мозолевская Т.В. Принцип Гамильтона – Остроградского как критерий оптимальности. 207
- Кшнякіна С.І., Карабаза А.А. Незвичайність простої води. 210
- Тихенко Л.В., Брацихін В.М. Болонський процес і розвиток творчих здібностей учнів в МАН. 214

Тихенко Л.В., Брацихін В.М., Зимак Ю.А. Турніри як підготовка до навчання в умовах болонського процесу. 217

Витренко А.Н., Овчаренко М.С. Индуцированные шумом переходы в нелинейном осцилляторе с сильным затуханием. 220

Бондарь Н.В., Нефедченко В.Ф., Юнда А.Н. Графический метод в решении задач по физике. 222

Нефедченко В.Ф., Юнда А.Н. Нелинейные системы в теории самоорганизации. 225

КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧНОЇ ФІЗИКИ

СЕКЦІЯ “ТЕОРЕТИЧНА ФІЗИКА”

53

Куліш В.В., Лисенко О.В., Ромбовський М.Ю. Типи мультигармонічних резонансних взаємодій пучкових хвиль у двопотоковій релятивістській системі 228

Куліш В.В., Орлова О.А. Магнітні поля в області взаємодії циркулярно поляризованих прискорювальних ЕН-систем. Чисельний аналіз. 229

Куліш В.В., Лисенко О.В., Ромбовський М.Ю. Кубічна мультигармонічна теорія параметричного резонансу повздовжніх хвиль у двопотоковій релятивістській системі. Частота хвиль менша за критичну частоту. 231

Лисенко О.В., Коваль В.В. Розвиток плазма-пучкової нестійкості в планарному хвилеводі, якій розміщено в періодичному Н-убітронному полі. 232

Лисенко О.В., Ромбовський М.Ю., Неєлов Р.О. Інкременти зростання при мультигармонічному параметричному резонансі повздовжніх хвиль у дво-потоковій релятивістській системі. 233

Лисенко О.В., Єськов І.Є. Розповсюдження просторово-локалізованого збурення в плазмо-пучковій системі. 235

Куліш В.В., Орлова О.А., Чернов С. В. Апроксимація магнітних полів в області взаємодії циркулярно поляризованих прискорювальних ЕН-систем 236



Наукове видання

Тези доповідей

науково-технічної конференції
викладачів, співробітників, аспірантів і
студентів фізико-технічного факультету

Редакційна колегія:

Г.С. Воробйов (відп. редактор),

С.І. Проценко,

Н.І. Шумакова

Відповідальний за випуск Г.С. Воробйов

Комп'ютерне верстання С.І. Проценка

Стиль та орфографія авторів збережені.

Підписано до друку 10.04.2007р.

Формат 60x84/16. Папір офс. Гарнітура Times New Roman Cyr. Друк офс.

Ум. друк. арк. 14,88. Обл.-вид. арк. 12,04.

Тираж 60 пр.

Замовл. № 333.

Вид-во СумДУ при Сумському державному університеті

40007, м. Суми, вул. Р.-Корсакова,2.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного
реєстру

ДК № 2365 від 08.12.2005

Надруковано у друкарні СумДУ

40007, м. Суми, вул. Р.-Корсакова,2.