

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
" КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ "

на правах рукопису

ХВАЛОВ Віктор Олександрович

УДК 681.325

РОЗРОБКА ЗАСОБІВ РОЗМІТКИ ТА КОНТРОЛЮ ЦИЛІНДРИЧНИХ
ОПТИЧНИХ НОСІЇВ ІНФОРМАЦІЇ

05.13.08 - обчислювальні комплекси, системи та мережі,
елементи та пристрої обчислювальної техніки
та систем управління

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ - 1996

АВ 33.762

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Інституті проблем реєстрації інформації
НАН України

Науковий керівник: - доктор технічних наук, професор,
ДОДОНОВ Олександр Георгійович

Офіційні опоненти: - доктор технічних наук,
СТАСЖ Олександр Іонович

- кандидат технічних наук,
Пеньков В'ячеслав Петрович

Провідна організація: - Інститут Кібернетики
НАН України, м.Київ

Захист відбудеться 19 лютого 1996р. о 14 годині
на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 01.02.06. при
Київському політехнічному інституті за адресою: 252056, Ки-
їв, проспект Перемоги, 37, в ауд. 306-18.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Київського
політехнічного інституту.

Автореферат розісланий 11 січня 1996р.

Вчений секретар
спеціалізованої ради,
доктор технічних наук,
професор

О. В. БУЗОВСЬКИЙ



АВ - 33. 762 I

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ.

Актуальність теми. Значний ріст об'ємів інформації, що обробляється за допомогою ЕОМ і вимоги довготермінового зберігання великих баз даних обумовлюють розробку систем надійної пам'яті.

Ця задача на сучасному рівні розвитку обчислювальної техніки вирішується головним чином за рахунок використання традиційних способів запису інформації на магнітних носіях. Останнім часом все ширше знаходять застосування і оптичні методи запису інформації. Їх перевагою над попередніми методами є більш висока щільність запису даних, що на два порядки перевищує щільність запису на магнітних носіях, а також найнижча собівартість довгострокового зберігання інформації.

Одним із перспективних напрямків розробки пристроїв пам'яті є створення оптичних носіїв інформації на основі малогабаритного оптико-механічного запам'ятовуючого пристрою, в якому використовується циліндричний оптичний носій інформації (ЦОІІ) (діаметр носія - 14.2 мм, довжина - 70 мм). На внутрішню поверхню циліндричної скляної підкладки наноситься тонкий шар (до 1000 Å) реєструючого середовища, який забезпечує одноразовий запис і багаторазове зчитування інформації при дії на середовище випромінювання напівпровідникового лазера.

Основними перевагами циліндричного носія інформації є - можливість його швидкої і багаторазової заміни, низька собівартість, велика щільність і об'єм (до 200 Мбайт) запису інформації, тривалий час зберігання (до 10 років), малі габарити і уніфікація із закордонними аналогами.

Розробка технології виготовлення та контролю експлуатаційних параметрів циліндричного оптичного носія інформації є однією із головних проблем при реалізації потенційних можливостей такого типу оптико-механічних запам'ятовуючих пристроїв. Ця проблема включає в себе комплекс задач по вибору методів створення надійних способів запису і відтворення інформації, розробки структури доріжок і форматів запису інформації, а також контролю оптичних і геометричних параметрів циліндричних оптичних носіїв інформації.

Таким чином, виходячи із вищенаведеного, ця дисертаційна робота присвячена створенню науково-обґрунтованого підходу до

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України

забезпечення технологічного процесу виготовлення оптичних носіїв інформації і спрямована на розв'язання актуальної науково-технічної проблеми - створення малогабаритних систем масової оптичної пам'яті великої ємності.

Мета дисертаційної роботи полягала у розробці способів поопераційного та вихідного контролю технологічного процесу створення циліндричного носія інформації для оптико-механічних запам'ятовувачих пристроїв, створення автоматизованих стендів контролю техніко-експлуатаційних характеристик носія, а також автоматизованих комплексів відлагодження вузлів і пристроїв накопичувача.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі основні завдання:

1. Аналіз конструкцій циліндричних оптичних носіїв інформації (ЦОНІ), їх характеристик і параметрів.

2. Аналіз взаємозв'язку конструктивних, техніко-експлуатаційних та технологічних характеристик і параметрів ЦОНІ.

3. Вирішення проблеми надійності запису-зчитування інформації в дефектних ділянок інформаційних доріжок.

4. Вивчення впливу структури доріжок і форматів запису на конструктивні, експлуатаційні, технологічні характеристики ЦОНІ.

5. Дослідження технічних параметрів основних вузлів накопичувача, проведення їх доробки і відлагодження, створення засобів для їх автоматизованого функціонування.

6. Контроль геометричних розмірів циліндричних підкладок з високою точністю, що визначається технічними можливостями електромеханічних вузлів накопичувача, а також вимогами до допуску на зміну хвильового фронту записуючого лазерного випромінювання.

7. Дослідження мікросорсткостей підкладки, величина яких суттєво впливає на відношення сигнал-шум зчитуючого лазерного випромінювання.

8. Вивчення профілограми підкладки: розподіл виступів і впадин, крутизни їх підйому і спаду з метою вироблення основних технічних вимог до систем стеження за інформаційною доріжкою і систем автофокусування лазерного випромінювання.

9. Автоматизований контроль з високою точністю коефіцієнта відбивання реєструючого покриття і його відхилення від номінального значення по поверхні підкладки носія на етапі технологічно-

го виготовлення ЦОНІ.

Об'єктами досліджень були: оптичні носії інформації, що реалізовані на циліндричних і плоских скляних підкладках.

Методи дослідження базуються на застосуванні теорії ймовірностей і математичної статистики, теорії надійності, теорії оптичних систем, теорії інформаційно-вимірювальних і обчислювальних систем.

Наукова новизна роботи:

- запропоновано спосіб запису інформації на ЦОНІ з перезаписом дефектних ділянок у дві стадії, розділених у просторі і/або в часі. При цьому, на першому етапі інформація записується у основні зони секторів і перевіряється правильність її запису, шляхом зчитування лазерним променем зниженої потужності. На другому етапі в додаткові зони запису, що розташовані у секторах перед основними зонами, заноситься інформація про дефектність ділянок основних зон. Інформація про стан основної зони використовується при зчитуванні, що значно підвищує надійність і достовірність збереження інформації, що реєструється.

- запропоновано спосіб і розроблено засоби безконтактного контролю геометрії поверхні підкладки ЦОНІ, у тому числі її різновитщинності, шляхом відстеження поверхні носія сфокусованим лазерним випромінюванням. Спосіб забезпечує високу точність і швидкість контролю;

- запропоновано спосіб і розроблено засоби автоматизованого контролю показника заломлення матеріалу підкладки ЦОНІ шляхом реєстрації витрат компонент двохкомпонентної імєрсійної рідини до максимуму співвідношення відбитого і того, що пройшов пучків світла. Запропонований спосіб дозволяє значно підвищити точність, розширити діапазон, а також понизити трудомісткість процесу вимірювання;

- запропоновано спосіб і розроблено засоби контролю оптичних дефектів реєструючих середовищ, а також коефіцієнта їх відбивання і однорідностей по всій поверхні циліндричної підкладки методом почергового вимірювання відбитих потоків лазерного випромінювання від еталонного і досліджуваного зразків;

- проведений контроль мікрогеометрії підкладки ЦОНІ, в результаті чого визначені швидкість і прискорення биття під-

кладки, встановлено частотний спектр биття. Контроль дозволив виробити основні вимоги до систем стеження за доріжкою і автофокусування;

Положення, що виносяться на захист.

1. Спосіб модифікованого завадостійкого кодування, з використанням перезапису інформації дефектних ділянок основних зон у додаткові зони, розташовані у секторах перед основними зонами. Спосіб забезпечує значне підвищення надійності запису даних при збереженні і навіть зменшенні надлишковості кодування.

2. Автоматизований комплекс для відлагодження та контролю працездатності окремих вузлів та елементів ЦОНІ, а також для розмітки носія у форматі близькому до стандарту фірми ІВМ для гнучких магнітних дисків.

3. Спосіб і автоматизовані засоби безконтактного контролю геометрії поверхні підкладки ЦОНІ, у тому числі її внутрішнього і зовнішнього діаметрів і різновтовщинності. Спосіб дозволяє підвищити точність і швидкість контролю. Його реалізація дозволила відібрати підкладки для ЦОНІ, на яких можна було здійснювати запис інформації із великою щільністю.

4. Спосіб і апаратна реалізація автоматичного контролю показника заломлення підкладки ЦОНІ. Реалізація даного способу дає можливість відібрати циліндричні підкладки для ЦОНІ з оптимальним показником заломлення, що значно зменшує вплив сферичних аберацій на величину діаметру лазерного випромінювання, що фокусується і, відповідно, проводити запис інформації оптичним методом з дифракційно-обмеженою щільністю (10^6 біт/мм²).

5. Спосіб неруйнівного контролю мікрогеометрії поверхні ЦОНІ. Запропонований спосіб дозволяє відтворювати рельєф досліджуваної поверхні і визначити величину мікросорсткостей. Це дає можливість відбирати підкладки для ЦОНІ, котрі виключають зниження відношення сигнал/шум за рахунок незадовільної якості поверхні носія при відтворенні записаної інформації.

Практична цінність роботи.

1. Розроблені автоматизовані засоби модифікованого завадостійкого кодування дозволяють реалізувати формати запису, які забезпечують збільшення інформаційної ємності ЦОНІ.

2. Розроблені програмно-апаратні стенди і пристрої контролю окремих вузлів і елементів ЦОНІ дозволяють проводити відлагод-

ження накопичувача інформації і завершити технологічний процес його виготовлення.

3. Розроблені автоматизовані засоби безконтактного контролю геометрії поверхнь підкладок ЦОНІ, у тому числі її різновіщинності, дозволяють організувати ефективний технологічний процес виготовлення підкладок і забезпечують мінімізацію радіального та осевого биття ЦОНІ.

4. Розроблені автоматизовані засоби автоматизованого контролю показника заломлення матеріалу підкладки ЦОНІ дозволяють організувати високопродуктивний технологічний процес виготовлення підкладок, який забезпечує високу щільність запису даних на ЦОНІ (до 10^6 біт·мм²).

5. Розроблені автоматизовані засоби високоточного контролю оптичних характеристик реєструючих середовищ дозволяють організувати технологічний процес виготовлення носія інформації таким чином, що він забезпечує високу надійність запису і тривалий строк зберігання даних на ЦОНІ.

6. Створено програмно-керований пристрій обертання для малогабаритного оптичного накопичувача із стабільною частотою обертання, який дозволяє зменшити величину радіального та осевого биття носія.

7. Розроблено пристрій шифрового вимірювання переміщень на основі лазерного інтерферометра, який дозволив з великою точністю і малою дискретністю фіксувати переміщення виконавчих механізмів систем стеження за доріжкою і автофокусування лазерного випромінювання.

Основні положення та висновки дисертаційної роботи, а також конкретно розроблені пристрої впроваджуються в ІПРІ НАН України при розробці оптико-механічного запам'ятовуючого пристрою.

Апробація роботи. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на:

- Всесоюзній першій школі-семінарі "Моделирование вычислительных систем и сетей", м. Бердянськ, 1986 р.
- Всесоюзній науково-технічній школі "Устройства и системы хранения информации", м. Алушта, 1991 р.
- Науково-технічних конференціях молодих дослідників Інституту проблем моделювання в енергетиці НАН України, м. Київ, 1986, 1987 рр.

Основні матеріали дисертації опубліковані в 16 роботах,

включаючи 9 авторських свідоцтв.

Особистий внесок автора:

- безпосередня участь спільно із науковим керівником у постановці задачі;
- проведення теоретичних розрахунків електронних схем, які надані були реалізовані в пристроях і стендах (роботи 8,9,14);
- участь у розробці методів і способів контролю технічних характеристик циліндричних носіїв інформації (роботи 1,3,4,7,11,13,16);
- проведення експериментальних досліджень геометричних параметрів, оптичних властивостей підкладки носія, спектральних компонент радіального та осевого биття носія (роботи 2,5,10);
- участь у розробці програмних засобів обробки наукових результатів (робота 15).

Побудова та об'єм роботи. Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків та списку літератури, який складається із 112 найменувань. Об'єм роботи 147 сторінок машинописного тексту, 33 сторінки ілюстрацій і 2 сторінки з таблицями.

Основний зміст роботи.

У вступі дається загальна характеристика роботи, обґрунтована актуальність вибраної теми, сформульована мета та задачі роботи, відтворені основні положення, що виносяться на захист, відображено новизну, наукове та практичне значення роботи.

Перший розділ присвячений аналізу технічних характеристик і параметрів оптичних носіїв інформації для оптико-механічних запам'ятовуючих пристроїв (ОМЗП). Показано, що вибір носія інформації циліндричної форми, в порівнянні з такими носіями, як оптичний диск та оптична карта має ряд переваг, а саме: а) малий момент інерції, що забезпечує зменшення часу доступу до інформації (збільшення швидкодії системи); б) нанесення реєструючого середовища на внутрішню поверхню носія дає можливість проводити загальну і локальну регенерацію середовища; в) завдяки герметизації в ЦОПІ забезпечується надійний захист реєструючого середовища від зовнішніх чинників, що значно збільшує достовірність запису інформації і збільшує термін її зберігання; г) ЦОПІ характеризується більш високою поверхневою щільністю записаної інформації, яка має рівномірний розподіл по всій робочій зоні, зокрема, це зумовлено тим, що радіуси всіх інформаційних доріжок однакові; д) технологічність виготовлення; е) малий час

автоматичної зміни; ж) значно більша механічна міцність, стійкість до зовнішнього чи внутрішнього надлишкового тиску.

Проведений аналіз конструкції ЦОНІ, зокрема таких, в яких використовується імерсійна оптика, що дає можливість збільшити щільність запису інформації на величину n^2 (де n - показник заломлення імерсійного середовища, яке знаходиться між фокусуючим об'єктивом і реєструючим шаром). Технологічний процес виготовлення ЦОНІ включає три основних етапи: виготовлення підкладки носія, вакуумне нанесення реєструючого середовища, контроль техніко-експлуатаційних параметрів ЦОНІ.

Проведений теоретичний аналіз допустимої зміни товщини скляної підкладки ЦОНІ, а також відхилення показника заломлення в залежності від величини числової апертури фокусуючого об'єктиву. При використанні високоапертурних фокусуючих об'єктивів для запису інформації хвильові аберації не будуть суттєво деформувати фронт лазерного випромінювання по всій поверхні циліндричного носія при таких геометричних розмірах підкладки: а) зовнішній діаметр $14.2^{+0.04}_{-0.02}$ мм; б) внутрішній діаметр $13^{+0.00}_{-0.01}$ мм; в) товщина стінки 0.45 мм. Встановлений критерій зміни показника заломлення по поверхні носія: при використанні імерсійної оптики з числовою апертурою $A=0.95$ і при $\lambda=0.83$ мкм Δn може відхилитися на величину не більшу, ніж 0.005.

Проведений аналіз показав, що матеріалами для одноразового запису інформації є композиційні матеріали, і в першу чергу метал-полімерні структури на основі сурьми, а також органічні барвники, халькогенідні напівпровідники і окисні плівки нестехіометричного складу. На циліндричних носіях інформації можлива реалізація і реверсивного способу запису і зчитування інформації. Найбільш перспективним напрямком розробки ЦОНІ а багаторазовим перезаписом інформації є використання середовищ з фазовим методом запису інформації.

У другому розділі розглянуті результати розробки способів контролю макро- і мікрогеометрії поверхні підкладки, визначення геометричних розмірів скляної підкладки, методи визначення оптичних характеристик підкладки і реєструючого середовища.

Рівень шумів у сигналі відтворення інформації з оптичних носіїв інформації суттєво залежить від мікронерівностей підкладки носія. У зв'язку з тим, що частина світла буде розсіюватись мікросорсткою поверхнею, то буде спостерігатися

інтерференція відбитого від інформаційного піта лазерного променя з розсіяним світлом, цей ефект значно послаблює корисний сигнал.

Запропонований безконтактний спосіб дослідження топографії поверхні носія інформації, який базується на визначенні центру відбитої лазерної плями з допомогою двохплощинного фотодіоду при скануванні досліджуваної поверхні. Величина мікронерівностей поверхні в площині фотоприймача буде визначатися співвідношенням:

$$\Delta_{x_0} = F \tan 2\alpha_{x_0}$$

де F - фокусна відстань об'єктиву, мм, а $\tan \alpha_{x_0} = \left. \frac{d(\rho(x))}{dx} \right|_{x=x_0}$, визначається похідною функції рельєфу $(\rho(x))$ по координаті сканування, що береться в точці x_0 . Відстань Δ_{x_0} , на яку зміщується фотоприймач при реєструванні розсіяного потоку, визначається за допомогою інтерферометра, зібраного за схемою Майкельсона, на рухомому дзеркалі якого закріплено фотоприймач. За встановленим профілем поверхні підкладки знаходиться максимальна висота нерівностей, середнє арифметичне значення профілю, середній крок виступів та інші параметри. На основі запропонованого способу реалізовано пристрій контролю мікрогеометрії поверхні, який управляється мікроЕОМ. Пристрій дає можливість безперервно контролювати мікропрофіль поверхні носія інформації з швидкістю до 100 мкм/хв, а його чутливість досягає 0.01 мкм, динамічний діапазон $a/b < 20$ (а - висота, b - крок мікронерівностей, мкм). За допомогою розробленого автоматизованого пристрою можливо здійснювати не тільки вимірювання мікрошорсткості поверхні носія інформації, він також дозволяє фіксувати рельєф підкладки: вимірювати глибину і ширину опорних доріжок. Аналіз підкладок перед нанесенням реєструючого середовища дозволяє відбракувати неякісні підкладки на ранній стадії технологічного процесу виготовлення ЦОНІ.

Для визначення діаметру підкладок був застосований побічний спосіб вимірювання часового інтервалу, прямо пропорційного діаметру підкладки, між моментами початкового та кінцевого торкання поверхні підкладки скануючим променем в площині, перпендикулярній осі підкладки. На основі запропонованого способу розроблена автоматизована установка. Для вимірювання підкладки діаметром 14 мм з встановленою точністю 5 мкм,

лічильник імпульсів повинен зафіксувати 2800 ± 1 імпульс. За час сканування променя по підкладці (0,5 с) частота імпульсів генератора еталонної частоти повинна дорівнювати $\tau = 5,6$ кГц. Проведений аналіз факторів, що впливають на точність контролю геометричних параметрів підкладки ЦОНІ і встановлені оптимальні фізичні параметри окремих вузлів установки. Автоматизована установка дала можливість відібрати підкладки для ЦОНІ з параметрами, які забезпечили надійну роботу систем автофокусування та стеження за доріжкою оптичного накопичувача інформації.

З метою високоточного контролю показника заломлення циліндричної підкладки ($\Delta n = 0,0001$) розроблено і реалізовано спосіб контролю показника заломлення, який базується на фіксуванні співпадіння показника заломлення імерсійної рідини з показником заломлення досліджуваної підкладки. Спосіб контролю полягає в наступному: у ковзеті, в якій знаходиться циліндрична підкладка, напускається дві компоненти імерсійної рідини. У випадку рівності показників заломлення циліндричної підкладки і імерсійної рідини буде спостерігатися максимум інтенсивності лазерного променя, що проходить і мінімум інтенсивності променя, що відбивається. Все це реєструється безпосередньо за допомогою фотоприймачів. Далі прийняті фотоприймачами сигнали подаються на синхродетектор, в якому відбувається знищення адитивних перешкод і тим самим забезпечується висока точність контролю. Збільшення швидкості контролю відбувається за рахунок безпосередніх обчислень результуючого показника заломлення імерсійної рідини шляхом фіксування абсолютних витрат її компонент. З дещо меншою точністю ($\Delta n = 5 \cdot 10^{-4}$) можна проводити вимірювання показника заломлення скляних трубок при фіксуванні кута Брюстера θ_B . При відбиванні від підкладки лазерного променя кругової поляризації у випадку наближення кута падіння до величини θ_B у відбитому лазерному промені буде зменшуватися інтенсивність р-компоненти поляризованого світла. Результати контролю оброблялися на основі аналізу великого масиву експериментальних даних за спеціально розробленою програмою на мікроЕОМ, що дозволило швидко і якісно відбирати підкладки необхідної кондиції із витягнутого складроту, виготовленого за різними технологіями.

У відповідності із міжнародними стандартами відхилення коефіцієнта відбивання від номінального значення на поверхні дискового носія інформації не може перевищувати 12%. У зв'язку

з тим, що доріжки стовнення на ЦОНІ формуються таким же чином як і інформаційні, то до однорідності коефіцієнта відбивання реєструючого середовища висуваються більш жорсткі вимоги. Для забезпечення стабільної і надійної роботи систем автофокусування і стовнення за інформаційною доріжкою у цьому випадку відхилення коефіцієнта відбивання від номінального значення не може перевищувати 5 %. У роботі наведений метод контролю коефіцієнта відбивання реєструючого середовища, який базується на вимірюванні світлових потоків відбитих від еталонного і досліджуваного зразків. Оптична схема стенда контролю коефіцієнта відбивання реєструючого шару є симетричною і складається із двох ідентичних каналів: досліджуваного та еталонного. Фотоприймачем, що реєструє відбитий лазерний промінь, як для досліджуваного так і для еталонного каналу є фотодіод ФД-263. Струм фотодіоду, що пропорційний відбитим світловим потокам, приходить на двохкаскадний швидкодіючий підсилювач. При довжині області реєструючого покриття циліндричного оптичного носія інформації 65 мм час контролю одного носія становив 15 с. У зв'язку з тим, що контроль відбувається фактично одночасно еталонного та досліджуваного носія, то абсолютна похибка контролю коефіцієнта відбивання реєструючого покриття на перевищує 1.5 % і визначається лише флуктуаціями потужності лазера та приймальної реєструючої системи.

У третьому розділі наведені результати експериментальних досліджень амплітуди і спектрального розподілу радіального та осевого биття ЦОНІ. Система автоматичного фокусування (САФ) компенсує осеві биття ЦОНІ, амплітуда яких не перевищує 60 мкм. Для носіїв на основі ЦОНІ спостерігаються биття не тільки поверхні реєструючого середовища на частоті обертання носія, а також биття, пов'язані із локальними виступами (чи впадинами) на поверхні підкладки, - їх висотою та крутизою. Для визначення амплітуди і спектрального складу биття підкладки було проведено гармонійний аналіз профілю поверхні циліндричної підкладки шляхом розкладання функції, що описує профіль поверхні, в ряд Фур'є

$$y(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} M_k \cdot \cos(2\pi k f_1 x + \phi_k)$$

де f_1 - частота першої гармоніки; k - номер гармоніки; x - координата профілограми; a_0 - постійна складова сигналу; M_k , ϕ_k -

амплітуда та фаза k -ї гармоніки, відповідно; $U_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2}$;
 $\phi_k = -\arctg\left(\frac{b_k}{a_k}\right)$.

Аналіз одержаних експериментальних даних свідчить, що найбільше значення має амплітуда першої гармоніки. Спостерігається також ще один максимум для значень амплітуд 6...10-ї гармонік. Величина амплітуди цих побічних максимумів у 2...5 разів менша за величину основної гармоніки. Слід відзначити той факт, що величина амплітуди биття підкладки більша за величину 1/10 глибини фокуса мікрооб'єктива спостерігається до 18...20-ї гармоніки. Для дискових носіїв інформації відхилення профілю поверхні підкладки для гармонік з номерами більшими п'яти, були приблизно на порядок меншими за значення амплітуди основної гармоніки в спектрі. Для циліндричних підкладок ці відхилення перевищують аналогічні вимоги для дискових підкладок.

Визначення значень швидкості і прискорення зміни профілю підкладки необхідні для визначення основних технічних параметрів САФ. Ці величини визначалися наступним чином. Спочатку числові дискретні значення функції, яка описує профіль підкладки, вводяться в персональну ЕОМ та інтерполюються за допомогою кубічних сплайн-функцій.

$$s(x) = a_1(x - x_j)^3 + b_1(x - x_j)^2 + c_1(x - x_j) + d_j$$

Значення швидкості і прискорення розраховувалися за допомогою похідних сплайн-функцій. Швидкість визначалася із співвідношення:

$$v(x) = \frac{1}{h}(y_{k+1} - y_k) - \frac{h}{6}(2s'(x_k) + s'(x_{k+1}))$$

де $s'(x_k)$ - похідна сплайн-функції в точці x_k , $h=T/M$ - крок вибірки значень x_k ; y_k і y_{k+1} - експериментальні значення на кінцях інтервалу $[x_k, x_{k+1}]$; T - $|x_k - x_{k+1}|$; M - кількість відліків функції $s(x)$ на інтервалі $[x_k, x_{k+1}]$. В свою чергу прискорення визначається співвідношенням:

$$A_k = s''(x_k) + \frac{1}{h}(s'(x_{k+1}) - s'(x_k))$$

де $s''(x_k)$ - друга похідна сплайн-функції, що інтерполюється.

Аналіз проведених вимірювань показав, що амплітуда профілю мікрорельєфу поверхні носія інформації не перевищує 10 мкм, а максимальне значення швидкості биття підкладки становить $v_{\max} = (6 \dots 10) \cdot 10^3$ м/с, а прискорення $A_{\max} = (100 \dots 260)$ м/с². Для компенсації биття внутрішньої поверхні циліндричної підкладки, величина прискорення, яке розвиває САФ, має бути не менше (15...30)g при використанні підкладок, які виготовлені фірмою Nippon Electric Glass і (30...50)g при використанні підкладок із скла марки НС-3.

У цьому розділі описана також структурна схема установки для вимірювання частотного спектру биття ЦОНІ та система прецизійного вимірювання переміщення фокусуємого об'єктива.

У четвертому розділі розглянуті структурні схеми реалізації процесів запису/зчитування інформації на ЦОНІ, наведені принципи та функціональні схеми окремих вузлів пристрою керування оптичним накопичувачем інформації, подана схема уніфікованого пристрою форматування носія інформації. З метою підвищення достовірності відтворення інформації використовується комплекс методів таких як контроль запису, перезапис дефектних ділянок і застосування кодів із виправленням помилок. Для вирішення цієї проблеми важливе значення має безпосереднє зчитування інформації в процесі її запису. Це дає можливість зменшити час запису і запобігти можливим втратам інформації у разі запису її в дефектні ділянки. Запис проводиться однією і тією ж оптичною голівкою (ОГ) по черзі за два оберти ЦОНІ. Можливий процес запису і контролю записаної інформації і за один оберт ЦОНІ при використанні двох ОГ. У цьому випадку дані, які підлягають запису, поступають на вхід ОГ не безперервно, а порціями, що дає змогу записувати інформацію тільки в основні зони запису даних секторів. Кожний із секторів має зони запису службової інформації, а також основні і допоміжні зони запису даних. З метою підвищення ефективності зчитування записаних у процесі перезапису дефектних ділянок даних, допоміжні зони запису розміщені у секторах перед основними зонами у напрямку руху носія інформації. Вони містять інформацію про стан основних зон (номер сектора, кількість дефектних байт).

Був розроблений уніфікований автоматизований стенд для розмітки ЦОНІ у форматі близькому до стандарту фірми IBM для гнучких магнітних дисків. На кожній доріжці розташовано 4

сектори, які містять 512 байт, або 2 сектори по 1024 байт для користувача. Сектор складається з поля ідентифікатора і поля даних. У свою чергу поле ідентифікатора складається із трьох полів. Перед полем ідентифікатора кожного сектора розташоване поле міток стану доріжок, а перед полем даних - поле міток стану запису. Поля даних секторів заповнюються користувачем у процесі експлуатації та по мірі формування файлів.

Основні висновки.

- запропоновано і реалізовано спосіб підвищення надійності і завадостійкості запису і/або зчитування інформації на ЦОНІ, який базується на перезаписі дефектних ділянок у додаткові зони запису, що розміщені перед основними зонами за напрямком руху носія інформації. Спосіб дозволяє робити запис або відтворення інформації використовуючи одну або дві оптичні головки, котрі здійснюють перевірку достовірності записаної інформації безпосередньо в процесі її запису і дозволяє уникнути помилок запису;

- розроблені способи розмітки та ініціалізації ЦОНІ у форматі, який є близьким до стандарту фірми ІВМ для гнучких магнітних дисків.

- розроблено спосіб стабілізації частоти обертання ЦОНІ з метою зменшення биття носія. Спосіб базується на застосуванні крокового двигуна без зворотнього зв'язку за положенням і використанні широтно-імпульсної модуляції процесу комутації суміжних обмоток двигуна;

- проведені дослідження амплітуди осевого і радіального биття внутрішньої поверхні циліндричної підкладки, які дозволили виробити основні вимоги до величини прискорення виконавчого механізму системи автофокусування;

- запропоновано способи контролю мікрогеометрії підкладки, її внутрішнього та зовнішнього діаметрів, а також різновтовщинності. Вони базуються на аналізі інтенсивності та напрямку поширення відбитого від поверхні циліндричної підкладки випромінювання і дозволяють робити відбір підкладок циліндричної форми, які одержують методом горизонтального витягування із розплаву, за геометричними параметрами. Це дало змогу вирішити окремі технологічні проблеми пов'язані із вибором підкладки на стадії створення дослідних зразків накопичувача інформації на основі ЦОНІ;

- розроблено способи визначення оптичних характеристик підкладки (показника заломлення та коефіцієнта поглинання). Вони базуються на вимірюванні інтенсивності відбитого та того, що пройшло, лазерного випромінювання через імерсійну рідину з відомими оптичними властивостями. Це дало можливість відібрати підкладки для ЦОПІ, які забезпечують мінімальні втрати записуючого лазерного випромінювання та мінімальні абераційні викривлення хвильового фронту, що дозволяє робити запис інформації з високою щільністю;

- запропоновано та реалізовано спосіб контролю коефіцієнта відбивання реєструючого середовища, якість якого суттєво впливає на роздільну здатність, величину відношення сигнал-шум та достовірність записаної і/або відтворюваної інформації, що дозволяє проводити статистичні вимірювання великої кількості носіїв і має дуже важливе значення для керування технологічними процесами створення ЦОПІ;

Основні результати опубліковані в роботах:

1. Гришко В. Г., Дудник Н. П., Федоров В. Н., Хвалов В. А. Устройство для бесконтактного измерения микрогеометрии с использованием однокристалльной ЭДМ. Технология и организация производства. 1990. - №1. - с. 25-27.
2. Гришко В. Г., Дудник Н. П., Федоров В. Н., Хвалов В. А. Стенд для исследования микрогеометрии оптических носителей информации. Сборник научных трудов Инст. проблем регистрации информации. Киев. Наукова думка, - 1991. - с. 37-42.
3. А. С. №1768977 А2 с. 01. В 21/30 Оптико-электронный профилометр. Гришко В. Г., Дудник Н. П., Федоров В. Н., Хвалов В. А., Под. 6. 06. 89 Оубл. 15. 10. 92.
4. А. С. 1747899 А1 с. 01. В 21/30 Способ контроля микрогеометрии поверхности. Гришко В. Г., Дудник Н. П., Федоров В. Н., Хвалов В. А., Под. 3. 04. 89 Оубл. 15. 07. 92.
5. А. С. №1578471 А1 с. 01. В 21/30 Оптико-электронный профилометр. Антонов А. А., Дудник Н. П., Хвалов В. А. и др., Под. 24. 05. 88 Оубл. 15. 07. 90.
6. В. Г. Гришко, Н. П. Дудник, В. Н. Федоров, В. А. Хвалов Устройство для бесконтактного измерения микрогеометрии поверхности изделий после механической обработки. Технология и организация машиностроения. -Респ. межв. научн.-техн. сборн. -1990, -вып. 46, -с. 35-39.

7. А. С. SU 1832918, G 01 N 21/41 Способ измерения показателя преломления прозрачного тела. А. А. Антонов, Н. П. Дудник, В. А. Хвалов и др. Под. 18.08.1989. Оpubл. 13.10.1992.

8. А. С. (19) SU (11) 1591623 A1 (51) B G 01 D 5/245, G11B7/00 Устройство для цифрового измерения перемещений. В. В. Петров, А. П. Токарь, В. А. Хвалов и др. Оpubл. 12.07.88 г.

9. А. С. (19) SU (11) 1778782 A1 (51) B G11B7/00 Оптико-механическое запоминающее устройство. В. В. Петров, И. П. Рябоконт, В. А. Хвалов и др. Оpubл. 03.05.90 г.

10. Токарь А. П., Хвалов В. А., Корниенко О. А. Управление двигателем вращения оптического запоминающего устройства. Сб. н. тр. Проблемы регистрации информации. Системы долговременного хранения больших массивов информации. Киев, Наукова думка. - 1991, с. 165-173.

11 А. С. (19) SU (11) 1654866 A1 (51) B G11B7/00. Способ записи данных на оптическом носителе. В. В. Петров, А. А. Антонов, В. А. Хвалов и др. Оpubл. (22) 31.05.1989.

12. А. С. (19) SU (11) 1647635 A1 (51) B G 11 B 7/00., Устройство записи-считывания информации на оптическом носителе. В. В. Петров, В. А. Хвалов и др. Оpubл. (2) 31.05.1989.

13. А. С. SU 1835961 A1, (51) B G11B7124. Оптический носитель информации. Петров В. В., Хвалов В. А., Антонов А. А. Оpubл. 13.10.1992.

14. Коряков И. В., Морозовский О. Ю., Хвалов В. А., Шалейко О. В. Аппаратно-программный комплекс на основе ПЭВМ для разработки и отладки блока управления ОМЗУ. Сб. н. т. ИПРИ АНУ "Проблемы регистрации информации. Вопросы оптической регистрации информации". Киев. Наукова думка. 1991. с. 141-146.

15. В. А. Хвалов, О. Ю. Морозовский, П. В. Лесков. Аппаратно-программный комплекс для отладки изделий на базе ОМЗВМ КМ1818BE48. Сб. н. т. ИПРИ АНУ "Проблемы регистрации информации. Вопросы создания систем хранения и обработки компьютерной информации". Киев. Наукова думка. 1991. с. 121-124.

16. Кузьмин Г. Н., Хвалов В. А., Фомин В. А. Программируемый автомат для форматирования цилиндрического носителя информации оптического ЗУ. Сб. н. т. ИПРИ АНУ "Проблемы регистрации информации. Вопросы оптической регистрации информации". Киев. Наукова думка. 1991. с. 70-73.

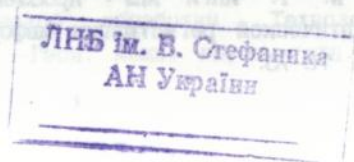
Hvalov V. A. Hardware development for control and sectoring of cylindrical optical carriers of information. Dissertation for a candidate's degree in technical sciences on speciality - 05.13.08 - computer complexes, systems and networks, elements and devices of computer and control systems, Kiev Politechnical Institute, Kiev, 1995. Seven scientific papers and nine inventor's certificates are presented.

The dissertation work includes the results of experimental and theoretical investigations, on the basis of which were introduced methods of measurements and control of geometrical, optical and physical performances of cylindrical optical information carrier for selection carrier substrates and recording media on physical parameters with the aim for creation of large capacity optical storage devices with long-duration storage time and multiple reliable reading.

Хвалов В. А. Разработка средств разметки и контроля цилиндрических оптических носителей информации. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.08 - вычислительные комплексы, системы и сети, элементы и устройства вычислительной техники и систем управления. Киевский политехн. ин-т. Киев. 1995. Рукопись.

Защищается 7 научных работ и 9 авторских свидетельств. Работа содержит результаты проведенных исследований, на основе которых предложены и реализованы способы измерения и контроля геометрических оптических и физико-технических характеристик цилиндрического оптического носителя информации, позволившие производить отбор подложек носителя и регистрирующих сред по физическим параметрам с целью создания оптического накопителя информации большой емкости, многократного надежного считывания ее и длительного времени хранения записанных данных.

Ключові слова: циліндричний оптичний носій інформації, спосіб запису/зчитування інформації, способи контролю і вимірювання технічних параметрів носія.



Підписано до друку: Формат 60x84:1/16.
05'сн 3,05 д.а. Зап.Н 1298 Тираж 100 прик.рижів.

Державне комунальне поліграфічне підприємство "Тираж"
м.Київ

453010

AB 33.762

AB 33.762