

УДК 004.056.5(045)

**Никоненко О. В.***Національний авіаційний університет, Київ***ОСОБЛИВОСТІ ГОЛОГРАФІЧНОЇ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ**

*Стаття присвячена питанням зберігання та захисту інформації, в тому числі і інформації з обмеженим доступом, за допомогою використання інноваційних технологій запису інформації – голографічної 3D пам'яті. Використання цієї технології дозволить зберігати інформацію тривалий час та підвищити її захист, при необхідності, від несанкціонованого доступу.*

Обсяги інформації збільшується в двічі приблизно за кожні півтора роки. Тому проблема зберігання, а точніше місця для зберігання інформації з кожним роком стає все гострішою. За підрахунками аналітиків компанії IDC (провідного постачальника інформації про тенденції та розвиток електронного бізнесу[3]) до 2012 року сумарний об'єм контенту Всесвітньої мережі збільшиться до 2500 Екзобайт (1 Екзб = 1млрд Гб), при тому що в 2006 році ця цифра складала 161 млрд Гб даних [4]. Отже постає досить важливе питання про місце для зберігання цієї інформації. Також збільшується об'єм інформації з обмеженим доступом, яка потребує не тільки місця для зберігання, а ще й відповідного захисту.

Нині ведуться інноваційні розробки носіїв інформації, на які можна записувати в 100 разів більше інформації ніж на звичайні жорсткі диски, та сучасні DVD та ін.. Однією з таких розробок, над якими зараз працюють більшість спеціалістів, є оптичні носії інформації на базі голографічної 3D пам'яті, в якій за експериментальними дослідженнями на один піт записаної, на носій, інформації можна помістити до 60 000 біт, на відміну від звичайного співвідношення 1 піт – 1 біт, яке використовується зараз. Слід зауважити, що разом з колосальним збільшенням об'єму також збільшується і швидкість запису та передачі в 10-ки разів, тому що інформація записується створенням інтерференційної картини на носії за допомогою лазера, що не потребує багато часу, та характеризується великою швидкістю обміну даними.

Принцип запису інформації на носій є досить простим. Випромінювання, розділяється на два промені. Один промінь є не змінним і спрямову-

ється до самого носія без змін. Цей промінь називається опорним. Інший промінь – інформаційний. Він вбирає в себе інформацію, за рахунок проходження випромінювання через оптичний блок передачі інформації, потім також спрямовується на носій. Обидва промені – інформаційний та опорний, перетинаються на носії та створюють оригінальну інтерференційну картину, що містить в собі блок записаної інформації, яка була закладена в інформаційний промінь.

Якщо на місце перетину опорного та інформаційного випромінювання помістити прозорий світлочутливий носій, то інтерференційна картина залишиться на ньому. Відтворення записаної інформації відбувається просвітлюванням носія опорним променем та проведенням його через оптичний блок передачі інформації. Процес запису та зчитування інформації на носій показано на рис. 1.

Ще постає не менш актуальне питання про матеріал носія. Дослідження та пошук відповідних матеріалів активно ведуться з 2006 року і по цей день. Так що про будь-які стандарти говорити рано.

Голографія вкрай вимоглива до роздільної здатності фотоматеріалів. Відстань між двома максимумами інтерференційної картини того ж порядку, що й довжина хвилі лазера, а остання найчастіше становить 632,8 нм для гелій-неонового лазера, 532 нм для неодимового лазера на другій гармоніці, 514 нм і 488 нм для аргонного лазера. Таким чином, це величина порядку 0.0005 мм. Щоб отримати чітке зображення картини інтерференції, потрібні реєструючі середовища з роздільною здатністю до 6000 ліній на міліметр (при записі за схемою на зустрічних пучках з кутом сходження променів 180 °) [2].

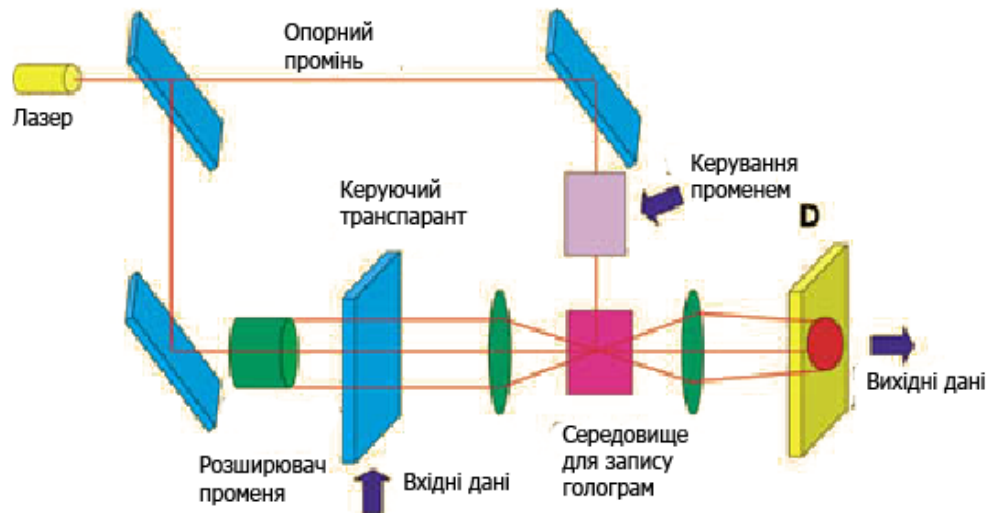


Рис. 1. Схема голографічного запису та зчитування інформації записаної на носій методом об'ємної голографії

На цей час існує великий асортимент світлочутливих голографічних матеріалів, в тому числі на основі галогенідів срібла (ГС), біхромованої желатини, фотополімеризуючих композицій (ФПК). В останні роки проводились порівняльні дослідження властивостей ГС. Не так давно був розроблений новий ГС фотоматеріал DESA, який отримується з використанням ультра мілких нанокристалів ГС (діаметр 15 нм) методом послідовного осадження компонентів. Але цей носій більше підходить для художньої голограми.

Використання голографії в області інформаційних технологій передбачає розробку ємкісних оптичних носіїв. На даний момент використовуються фотополімеризуючі речовини середовища.

Серед ФПК найбільшу увагу приділяють розробці середовищ на основі полівінілового спирту та акриломідних мономерів. Показано, що використання біс-акриліміда покращує стабільність голограм внаслідок утворення мікросіток.

Також для архівної голографічної пам'яті пропонується використовувати плівки склоподібних халькогенідів [5].

ІВМ пропонує як неорганічні хімічні сполуки, такі як ніобат літію, так і різні полімери. Однак у випадку з полімерами виникають проблеми щодо збереження даних протягом відносно тривалого часу, пов'язано це з проходженням деяких хімічних реакцій у таких носіях, внаслідок чого втрачається записана інформація. Також є пропозиція від компанії Aprilis використовувати силі-

кон з додаванням епоксидних смол. Цей метод дозволяє як робити запис, так і зберігати дані більш тривалий час за рахунок більшої стійкості матеріалу – приблизно 50 років. Ще один варіант - це використання матеріалу, в якому речовини, що відповідають за міцність і світлочутливість, відокремлені один від одного. Такий метод пропонує нам InPhase Technologies. Аналогічні розробки ведуть ще кілька компаній [6].

На даний момент вченим з компанії ІВМ вдалося досягти щільності розміщення даних на носії в 390 біт/мкм<sup>2</sup>. Аналогічний параметр для DVD-дисків не перевищує 5 біт/мкм<sup>2</sup>. [6].

Вже існують розробки оптичних приводів які записують інформацію використовуючи голографічну 3D пам'ять. Наприклад розробником такого приладу є компанія Info-MICA. Але, на відміну від досліджень більшості виробників, вони використовують тонко плівкову голографію, записуючи інформацію у двовірному вигляді окремо на шари багат шарового носія (рис. 5) [1]. Таке рішення є вигідне для легкості доступу до записаної інформації, та це рішення не має властивостей які можна було б використати у плані підвищення захисту записаної інформації від несанкціонованого доступу. Для вирішення питання захисту інформації більше підійдуть схеми приладів компаній Optware та InPhase, що для запису інформації використовують об'ємну голографію (схеми приладів цих компаній вказані відповідно на рис. 2 та рис. 3) [7].

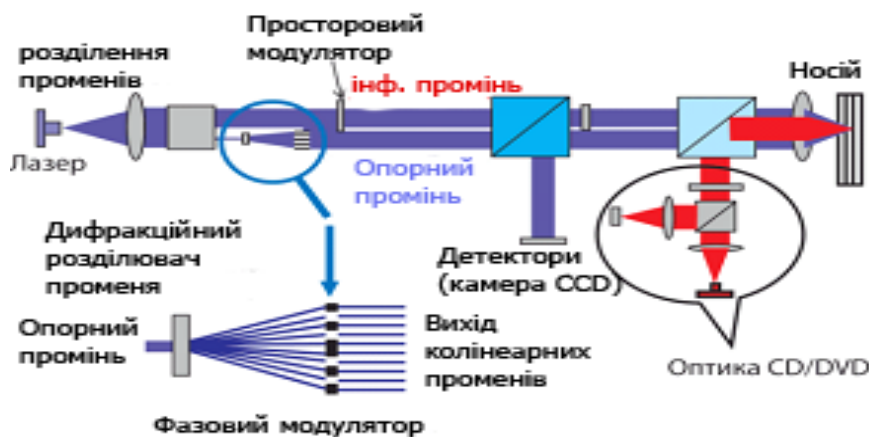


Рис. 2. Схема приладу запису інформації використовуючи об'ємну голографію компанії Optware

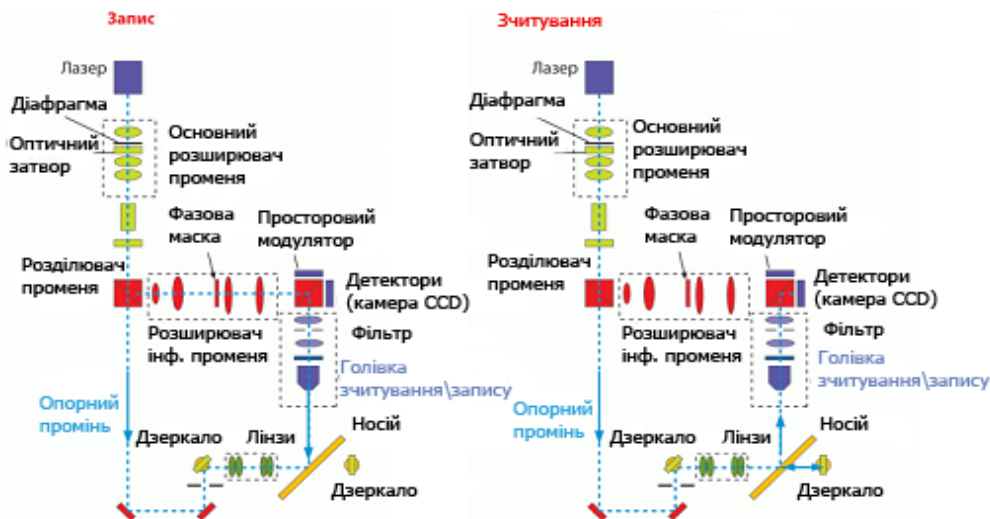


Рис. 3. Схема приладу запису інформації використовуючи об'ємну голографію компанії InPhase

У приладі компанії InPhase застосована класична схема з двома не колінеарними променями.

Цією компанією було розроблено перший дисковод типу Tapestry HDS-300R обладнаний вбудованою системою радіоідентифікації (RFID) і використовує диски 300 GB з однократним записом, призначені для професійного архівування. Він має SCSI-інтерфейс зі швидкістю передачі 20 MBps, середній час доступу 250 мс. Довжина хвилі лазера - 407 нм, обсяг сторінки - 1,4 Мб, ймовірність помилки не перевищує 10-15. Середній час безвідмовної роботи - 100 000 г. Носієм служить диск 130 мм, розміщений у картриджі розміром 5,25 × 6 × 0,25 ", термін зберігання запису - до трьох років, архівного зберігання - більше 50 років.

Компанія Optware на відміну від InPhase використовує колінеарні промені, що значно спро-

щує конструкцію системи читання\запису, підвищує її надійність, а також знижує вартість.

Ця так звана колінеарна система може використовувати попередньо форматovanі диски з адресними мітками на поверхні гальванічного покриття, подібно технологіям CD і DVD. У той час як зелено-блакитний лазер читає і записує дані, лазер, що генерує в червоній області спектра, гарантує прецизійне позиціонування. Система позиціонування сервоприводу настільки подібна стандартному DVD, що дисководи Optware здатні працювати з дисками обох типів.

Але слід помітити те що розробки в основному ведуться тільки над збільшенням об'єму інформації що зберігається і швидкістю її запису, але цього, звісно, не достатньо для зберігання інформації з обмеженим доступом так як її треба ще й надійно захищати. Для чого також можна використовувати важливі властивості голографі-

чної 3D пам'яті, за допомогою яких можна обмежувати або закривати доступ до інформації шляхом приховання параметрів запису вищевказаної інформації.

Однією з важливих властивостей голографічної 3D пам'яті є те, що записану на носій інформацію можна зчитати тільки з такими параметрами, з якими її записали. Відповідно існують певні вимоги до приладів запису та зчитування інформації – точність механічної системи та стабільність світлового потоку (лазера). Важливими параметрами запису інформації на носій також є - кут перетину опорного та інформаційного променя лазера та частота світла, адже тільки з цими вихідними параметрами можна буде зчитати інформацію з носія.

Якщо в оптичній системі запису та зчитування зробити можливим в реальному часі, змінювати кут спрямування лазера та частоту світлового потоку, то ми отримаємо прилад, який буде записувати інформацію з оригінальними, можна сказати кодovими, характеристиками, тримаючи які в таємниці унеможливиться або дуже утрудниться доступ до інформації стороннім особам, так як кількість варіантів характеристики частоти світлового потоку в поєднанні з кутом його спрямування дає велику кількість варіантів. А при тому що параметри запису будуть змінюватись в реальному часі для запису одних і тих самих даних, також унеможливиться за рахунок підбору характеристик зчитати всі дані цілком.

Для створення такого приладу ми можемо взяти за основу схему компанії InPhase та модифікувати її у напрямку збільшення захищеності інформації. У якості лазера приводу буде доцільним використовувати перестроюваний лазер - лазер, довжина хвилі випромінювання якого може змінюватись в спектральному діапазоні. Одним із таких лазерів є титан-сапфіровий лазер, що має широку полосу генерації, а саме 690 – 1100 нм та малі розміри, що є важливим для створення оптичного приладу запису та зчитування інформації. Також для можливості зміни кута між опорним та інформаційним променем потрібно використовувати механічну систему дзеркал, що, правда, потребуватиме великої точності і відзначиться на ціні системи. Використовуючи таку механіку для обох променів ми змо-

жемо отримати діапазон кутів від  $10^\circ$  до  $171^\circ$ , тобто  $170^\circ$ . Не буде зайвим використовувати, для підвищення захищеності, систему фокусування лазерних променів, що дасть можливість зберігати інформацію на різній відстані від поверхні носія (передбачено розробити 5 рівнів). Отже ми отримаємо:

$$N = p \cdot \omega \cdot \mu = 5 \cdot 410 \cdot 170 = 348500,$$

де  $N$  – кількість варіантів для 1 біту даних,  $p$  – кількість рівнів,  $\omega$  – ширина полоси генерації лазера,  $\mu$  – діапазон кутів перетину інформаційного та опорного випромінювань. Додавши штучну затримку реагування в 1с при повторному зверненні до 1-10 адрес підряд ми отримаємо дуже емний носій інформації та прилад що надасть можливість захисту записаної інформації з часом злому одного біту записаних даних:

$$T = N \cdot t = 348500 \text{ сек} \approx 96 \text{ год},$$

де  $T$  – час злому,  $N$  – кількість варіантів запису для 1 біту,  $t$  – штучна затримка реагування, що в поєднанні з криптографічними методами захисту буде достатнім для того щоб зберігати інформацію з обмеженим доступом.

Такий прилад безумовно можна буде використовувати як для створення переносних носіїв так і для архівів інформації. А можливості зміни параметрів запису в реальному часі будуть досить надійним захистом. Але на сьогоднішній час такі прилади, через високі вимоги до механіки та лазерів, мають досить велику вартість і в найближчі кілька років не будуть знижуватись в ціні, з чого можна зробити висновок, що такі прилади будуть застосовуватись здебільшого у великих компаніях або корпораціях і навряд будуть доступні для широкого загалу, в найближчий час.

#### Список літератури

1. Журнал «Комп'ютер пресс», № 4, 2004.
2. Барачевський В.А., Лашков Г.І., Цехомський В.А. Фотохромізм та його застосування. – М., 1977. – 201 с.
3. <http://www.idc.com/>
4. <http://www.securitylab.ru/news/379852.php>
5. <http://www.holography.ru/les3rus.htm>
6. <http://www.xard.ru/post/12573/>
7. [http://itc.ua/articles/golograficheskaya\\_pamyat\\_shag\\_za\\_superparamagnitnyj\\_predel\\_27096](http://itc.ua/articles/golograficheskaya_pamyat_shag_za_superparamagnitnyj_predel_27096)