

Вячеслав Петров, Андрій Крючин,
Семен Шанойло, Людмила Крючина

ШЛЯХИ СТВОРЕННЯ НОСІЇВ ДЛЯ ДОВГОТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ ІНФОРМАЦІЇ В ЦИФРОВІЙ ФОРМІ

Вступ. Обсяг інформації, представленої у цифровому вигляді, стрімко зростає. Завдання зберігання інформації на всіх етапах розвитку суспільства було одним з пріоритетних, його вирішення має забезпечити для майбутніх поколінь як збереженість знань, накопичених попередніми поколіннями, так і нової інформації. Існують види інформації, у тому числі й науково-технічної, для якої важко вказати терміни, коли ця інформація втрачає значимість чи стає непотрібною¹. У багатьох випадках цінність інформації згодом буде зростати. Прикладом може бути гідрометеорологічна інформація, яка дозволяє об'єктивно аналізувати повільну зміну довкілля і природних ресурсів, оцінювати ефекти впливу діяльності людей на природу. Це ж стосується і медичної інформації, аналіз якої за тривалі проміжки часу дозволяє виявляти тенденції розвитку груп людей, прояву різних захворювань, у тому числі пов'язаних зі зміною умов життя, впливом навколишнього середовища тощо. Обсяги інформації, представленої у цифровій формі, збільшуються не тільки за рахунок нової інформації, яка вже має електронну форму представлення, але й за рахунок переведення у цифрову форму раніше створених інформаційних ресурсів. Представлення інформації у цифровому вигляді дозволило вирішити ряд проблем зберігання інформації, створити зовсім нові можливості для доступу до інформації та її оброблення. Швидке впровадження цифрових технологій оброблення інформації, розвиток електронних бібліотек зумовили необхідність проведення спеціальних досліджень зі створення технологій довготривалого зберігання інформації, представленої у цифровому вигляді. Необхідність цих досліджень пов'язана з тим, що:

- постійно зростає попит на "онлайнове" одержання інформації;
- під час створення електронних бібліотек витрачені величезні кошти на оцифрування документів, підготовку баз даних, організацію доступу до електронних ресурсів;
- оцифрування видань минулих років створило умови для того, щоб вони стали відомі широкому колу дослідників².

Переведення документів у цифрову форму дозволило вирішити ряд проблем тривалого зберігання, зокрема: забезпечити можливість контролювання документів без втрати якості, усунення дефектів на носіях з аналоговою формою (подряпини на відеоматеріалах, шуми на аудіозаписах тощо) та мультимедійного представлення інформації.

Створення величезних архівів інформаційних матеріалів у цифровій формі призвело до появи ряду проблем, що вимагають вирішення найближчим часом, а саме: створення надійних носіїв для довготривалого зберігання цифрової інформації, розроблення і впровадження спеціальних форматів для запису інформації, яка підлягає довготривалому зберіганню, розроблення спеціальних пристроїв зчитування інформації. Незважаючи на важливість і складність завдань щодо вирішення проблем швидкого морального старіння програмного забезпечення, а також технічного і морального старіння систем зчитування інформації, найважливішою з цих проблем є створення носіїв для довготривалого зберігання цифрової інформації.

Під час використання інформації у цифровому вигляді виникає необхідність розробляти і використовувати спеціальні засоби для унеможливлення змін записаної інформації, доповнювати дані в електронному вигляді контекстною інформацією, зберігати не тільки самі носії, але й пристрої запису інформації на них, а також програмне забезпечення, що реалізує представлення інформації у формі, прийнятній для сприйняття³.

Носії з цифровою формою представлення інформації більш чутливі до появи локальних дефектів у записах.

Важливою для носіїв архівного зберігання інформації є форма її представлення. Ця форма повинна дозволити відтворювати інформацію різними фізичними методами. Прикладом вдалого вибору форми фізичного представлення може служити використання мікрорельєфного представлення інформації на воскових циліндрах, грамплатівках, компакт-дисках.

Записи на воскових циліндрах, шелачних грамплатівках, виконані з рельєфним представленням інформації на досить недосконалому устаткуванні, при застосуванні сучасних технологій можуть бути відтворені з кращою якістю⁴. У даний час розроблюються методи рельєфного запису з щільністю запису порядку десятків Гбайт/см².

Сучасні носії для архівного зберігання інформації. Зараз для архівного зберігання інформації в цифровій формі переважно використовують магнітні стрічки⁵. Накопичено значний досвід зберігання аудіо- і відеоінформації на магнітних носіях. Існують зразки магнітних стрічок з аналоговими аудіозаписами, на яких інформація зберігається більше 50 років. За останні десятиліття значно удосконалено системи магнітного запису на стрічковому носії і зокрема:

- використання основ з поліетилентерефталата дозволило зменшити товщину стрічок, збільшити швидкість переміщення носіїв;
- нанесення алмазоподібних захисних покриттів дозволило забезпечити механічний захист інформаційного шару;
- вакуумнонапилені магнітні покриття мають мінімальну кількість дефектів, пов'язаних зі сторонніми включеннями, високу стабільність магнітних властивостей.

Основну увагу під час розроблення нових типів магнітних стрічок приділялося підвищенню щільності запису інформації (ємність сучасних магнітних стрічок складає сотні Гбайт) і швидкості записування інформації (швидкість записування/відтворення складає десятки мільйонів байт/с). Однак гарантований строк зберігання інформації на стрічках практично не змінився - (30-40) років⁶. Суттєві труднощі під час використання магнітних стрічок для архівного зберігання даних зумовлює наявність значної кількості форматів записів (сотні), які у більшості випадків є несумісними або малосумісними, а також різних пристроїв запису. Така ситуація призводить до необхідності періодично проводити перезапис на нові носії. Якщо враховувати обсяги інформації, збереженої на магнітних стрічках (тільки аудіозаписів - десятки мільйонів годин), то ця операція стає дуже високовартісною і складною для реалізації.

Відсутність надійних носіїв для цифрового запису визначила в останні роки інтерес до зберігання інформації на мікрофільмах в аналоговій формі. Пропонується технологія архівного зберігання, за якою створюється цифровий файл, що записується в аналоговій формі на мікрофільм як резервна копія для довготривалого зберігання. У разі втрати цифрової копії вона може бути відновлена при скануванні мікрофільму. Строк зберігання галогенідосрібних мікрофільмів може складати десятки років. Однак, ця технологія не дозволяє записувати мультимедійну інформацію, забезпечувати високі швидкості відтворення даних.

Аналіз можливостей використання оптичних дисків для довготривалого зберігання інформації. Серед розроблених на сьогодні технологій найбільше задовольняють вимоги щодо створення носіїв для довготривалого зберігання оптичні методи запису і зберігання інформації.

Оптичні носії мають ряд особливостей, що дозволяють розглядати їх як перспективні носії для довготривалого зберігання інформації, а саме:

- безконтактне зчитування інформації, що забезпечує доступ до змісту документа без порушення оригіналу і можливість довготривалого зберігання інформації;

- використання фізичних методів захисту записаної інформації від механічних пошкоджень;
- реалізація зворотної сумісності на нових типах пристроїв відтворення інформації;
- висока щільність запису, можливість збільшення щільності і швидкості запису інформації;
- використання режиму однократного записування і багаторазового зчитування, при якому зроблений на такому диску запис не може бути стертий чи замінений на новий (інформація архівних документів не підлягає будь-якому коригуванню);
- використання надійного рельєфного представлення інформації;
- можливість застосування високостабільних матеріалів для виготовлення оптичних дисків;
- використання універсальних захисних контейнерів для всіх типів оптичних дисків.

Найдовший строк зберігання серед оптичних дисків мають оптичні диски на скляних підкладках з одношаровим покриттям типу WORM⁸. Строк зберігання записаної інформації на них може складати, на думку розроблювачів, 100 років, тоді як такий строк для стандартних компакт-дисків - не більше 20-30 років. Цей строк залежить від особливостей технології виготовлення носіїв, призначених для масового користування. Строк зберігання інформації на стандартних компакт-дисків обмежений через такі причини:

- нестабільність властивостей і недостатня механічна міцність підкладок з полікарбонату;
- використання оптичних інтерференційних структур, виконаних з різнорідних матеріалів (у деяких типах компакт-дисків (CD-R) має місце мала адгезія між шарами), що призводить до зміни оптичних властивостей при коливаннях значень температури і вологості;
- сильна залежність властивостей носіїв від умов виготовлення компакт-дисків і режимів записування інформації на них.

Значно підвищити надійність зберігання інформації порівняно зі стандартними компакт-дисків (CD, DVD) і носіями типу WORM (оптичні носії з локальним видаленням матеріалу поглинаючого шару на ділянках запису сфокусованим лазерним випромінюванням) можливе за рахунок виготовлення носіїв зі стабільнішими в часі характеристиками, здатними витримувати коливання температур і вологості в ширшому діапазоні, ніж носії з полікарбонатними підкладками. Доцільно створювати носії інформації з однорідних матеріалів⁹.

Ці носії слід виготовляти з використанням технологій, що застосовують у виробництві компакт-дисків. В них використовують формати представлення даних на стандартних компакт-дисків, вони мають геометричні розміри стандартних компакт-дисків і відтворюють на плеєрах стандартних компакт-дисків. Ці носії можна розглядати як розширення "сімейства" компакт-дисків зі специфічною сферою застосування. У металевих носіях інформації використовують мікрорельєфне представлення інформації на нікелевих підкладках товщиною 0,1-0,3 мм, що герметизовані захисними прозорими шарами з полімерних матеріалів або силікатного скла. За необхідності можна здійснювати заміну захисних шарів (реставрація носія). Строк зберігання інформації на металевих носіях може складати сотні років. Так, мідно-нікелеві штампи для тиражування грамплатівок, виготовлені 60-70 років тому, добре збереглися й аудіоінформація з них відтворюється з високою якістю звучання. Проведений аналіз хімічного складу поверхневого нікелевого шару показав, що проникнення кисню в штамп незначне й окисли локалізовані в основному на домішках. Суцільна окисна плівка на поверхні нікелю відсутня. Сучасні методи гальванопластики дозволяють одержувати нікелеві носії з

кількістю домішок не більш 0,005-0,01 %, що менше, ніж на порядок кількості домішок у металах для тиражування грамплатівок. Це створює додаткові можливості для забезпечення довготривалого зберігання металевих носіїв. Окисні шари на поверхні нікелевих носіїв, що спричиняють до зміни геометричних розмірів пітів, можуть утворюватися за 250-300 років. Найбільша проблема, що виникає під час використання металевих носіїв полягає у необхідності захисту поверхні носіїв від забруднень. Перспективною є технологія виготовлення компакт-дисків зі скляними підкладками, що дозволяє зберігати зафіксовану на них інформацію сотні років.

Висновки:

1. Використання оптичних носіїв дозволяє вирішувати основні проблеми забезпечення довготривалого зберігання цифрової інформації.

2. Строки зберігання інформації на оптичних носіях можуть бути істотно збільшені (до 200-300 років) при використанні високостабільних матеріалів для підкладок носіїв і однорідних структур для представлення інформації.

3. Одним з основних чинників, що визначають тривалий строк зберігання інформації на металевому і скляному оптичному дисках, є можливість зчитувати інформацію з них різними методами, наприклад методом скануючої тунельної мікроскопії.

1. Coughlin T., Waid D. SANs/SSPs drive storage demand // Data Storage - Feb. 2001. P.-30-33.

2. Демидов А. А. Перспективы сотрудничества по сохранению цифрового наследия // Труды конф. "Информация для всех: культура и технологии информационного общества". - Москва, 1-5 декабря 2003 г. - С. П2-1-1-П2-1-4; Афиногенов Л. П. Длительное хранение информации в технических системах. - Л.: Гидрометеиздат, 1983. - 256 с.

3. Nedstrom M. [Digital preservation: a time bomb for digital libraries](#) // Пономаренко В. К., Пономаренко А. В. Программное и техническое обеспечение долгоживущих физических копий текстовых и графических данных // Труды конф. "Информация для всех: культура и технологии информационного общества". - Москва, 1-5 декабря 2003 г. - С. 2-12-1-2-12-3.

4. Petrov V. V., Onyshchenko O. S., Kryuchin A. A., Shanoylo S. M., Ryabokon I. P. Optomechanical method of Edison cylinders sound reproduction // Proc. of the 102 nd AES Convention 1997, March 22-25. - Munich, Germany. - Preprint 4491 (M4).

5. Устинов В. А. Обеспечение физической сохранности архивных документов // Техника кино и телевидения. - 2000. - № 6. - С. 44-48; Фрадкин В. [Прошлое, настоящее и будущее носителей информации.](#)

6. Устинов В. А. Носители для аудиовизуальных архивов // Техника кино и телевидения. - 2003. - № 12. - С. 54-57; Левин Л. Современные форматы НМЛ // ВУТЕ (Россия). - 2003. - № 8. - С. 48-52.

7. Михайлов О. А. Электронные документы в архивах. - М.: Диалог-МГУ, 2000. - 325 с.

8. Там же.

9. Frost T. Plasmon DVD goes to Mars // One to One. - 2004. - № 3. - P. 6; Петров В. В., Крючин А. А., Шанойло С. М., Косско І. О., Кравець В. Г. Способи вирішення проблеми довгострокового зберігання інформації, записаної в цифровому вигляді // Доповіді Національної академії наук України. - 2003. - № 4. - С. 52-58; [HD-Rosetta archival preservation services.](#)