

**Скрижали 21 века – применение металлических носителей
для сверхдолгого хранения оцифрованных библиотечных фондов**

**Tables of the 21 Century – Application of Metal Carriers
for Superlong Storage of Digitized Library Collections**

**Скрижалі 21 століття – застосування металевих носіїв
для надтривалого зберігання оцифрованих бібліотечних фондів**

Д. А. Ефимов

ЗАО «Синергетические Системы», Москва, Россия

Dmitry Efimov

«Synergetic Systems» Company, Moscow, Russia

Д. А. Єфимов

ЗАТ «Синергетичні Системи», Москва, Росія

Рассмотрены основные направления использования металлических носителей на базе никель-ванадиевых матриц репликации для сверхдолгого хранения оцифрованных библиотечных фондов. Выполнено сравнение предложенного метода с традиционными методами архивного хранения. Произведена оценка достигаемого времени хранения – свыше 1000 лет. Описаны необходимые организационно-технические мероприятия и методы кодирования информации для повышения надежности хранения.

The paper covers the main ways of using metal carriers made on the basis of nickel-vanadium replication matrices for superlong storage of digitized library collections. The proposed method is compared to traditional methods of archival storage. The reached storage time, over 1000 years, is estimated. Organizational and technical activities and methods of information coding necessary for increasing storage reliability are described.

Розглянуто основні напрями використання металевих носіїв на базі нікель-ванадієвих матриць реплікації для надтривалого зберігання оцифрованих бібліотечних фондів. Зроблено порівняння запропонованого методу із традиційними методами архівного зберігання. Проведено оцінку досягнутого часу зберігання - понад 1000 років. Описано необхідні організаційно-технічні заходи та методи кодування інформації для підвищення надійності зберігання.

Задача долговременного хранения информации стояла перед человечеством во все времена. Наиболее стойкими к разрушительному воздействию времени оказались те памятники письменной и изобразительной культуры, которые были выполнены на твердых материальных носителях – камне, металле, керамике. Именно благодаря этому до нас дошли глиняные таблички шумеров (срок хранения свыше 4000 лет), расшифрованы египетские иероглифы («Розеттский камень», материал – голубой мрамор, срок хранения свыше 2000 лет), древнеиндийские письмена (колонна в Дели, материал – железо, срок хранения свыше 1600 лет).

Хранение информации на твердых носителях тысячелетиями считалось самым надежным способом пронести знания сквозь века.

Так, согласно Пятикнижию, Скрижали Завета были даны Моисею Богом на горе Синай. Десять заповедей («...наставление и заповедь, которые Я написал») были высечены на каменных плитах «с обеих сторон, с той и с другой было на них написано. И скрижали эти было дело Божье, а письмена – письмена Божьи» (Исх.32:15–16). Эти скрижали Моисей разбил, увидев поклонение народа золотому тельцу (Исх.32:19). Впоследствии Моисей по Божьему велению высек из камня новые скрижали и поднялся с ними на гору второй раз (Исх.34:1–4). На этих скрижалях Бог во второй раз написал те же Десять заповедей (Втор.10:1–5).

В настоящее время все более остро встает проблема долговременного сохранения оцифрованных библиотечных фондов. Существующие технологии хранения – на микро пленке/микрофишах/микроформах, на магнитных носителях (жестких дисках и лентах стримеров), на магнитооптических дисках и широко распространенных поликарбонатных CD/DVD/BD дисках – имеют множество недостатков, основные из которых:

- деградация материала носителя (желатинового слоя, поликарбоната, ферромагнетика) с течением времени вследствие нестабильности используемых химических соединений;

- восприимчивость материала к электромагнитным излучениям (видимому свету, ультрафиолету, проникающей радиации и т.п.).

Более подробно остановимся на недостатках, присущих микрофильмированию.

Микрофильмирование – аналоговая технология, суть которой в создании уменьшенной до размеров кадра микроплёнки аналоговой копии бумажного оригинала. Как правило, сколько страниц в бумажном оригинале – столько кадров в микроплёнке. При создании страховой копии оцифрованного библиотечного фонда на технологиях микрофильмирования происходит ни что иное, как распечатывание оцифрованных ранее книг на микроплёнке с помощью сверхдорогих (несколько десятков тысяч евро) лазерных принтеров. То есть сначала производим оцифровку – потом снова переводим в аналог! Налицо недопустимая трата ресурсов и нивелирование всех преимуществ оцифровки, включая технологии поиска и каталогизации.

Стоимость хранения 1 Гигабайта информации (а это примерно 1000 книг по 600 страниц в каждой) в виде микрофильма превышает 100 000 евро в виде разовых затрат и 2 000 евро ежегодно. Таким образом, совокупная стоимость хранения 1 Гигабайта информации в виде микрофильма за 25 лет превышает 150 000 евро!

На эти деньги можно финансировать коллектив небольшой библиотеки в течение как минимум 5 лет.

Таким образом, сложность технологического процесса микрофильмирования, дороговизна оборудования и расходных материалов, монопольное положение ряда поставщиков, еще более завышающих цену, делают применение микрофильмирования экономически неэффективным способом долговременного хранения информации, особенно в условиях бюджетного дефицита.

Проект Рекомендаций по стандартизации Р50 «Страховые копии документов, выполненные на электронных носителях. Общие технические требования и методы контроля», подготовленный техническим комитетом № 255 «Страховой фонд документации» Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии России – «первая ласточка», свидетельствующая о том, что и в Россию пришло понимание того технологического и экономического тупика, в которое привело нас микрофильмирование.

Однако хранение информации на записываемых оптических и магнитооптических носителях также имеет ряд серьезных недостатков, основным из которых является деградация материала носителя – органических красителей, фазоинверсных металлических пленок, алюминиевых подложек и поликарбоната.

По ряду оценок, срок гарантированного хранения современных носителей с записью составляет от 20 до 150 лет, что недостаточно для использования таких носителей в страховых фондах библиотек.

Между тем, при изготовлении тиражных CD/DVD/BD дисков используются металлические матрицы репликации.

Технология серийного производства таких дисков существенно отличается от записи информации на оптические носители с помощью CD/DVD/BD-ROM (устройств записи).

Серийное производство в своей основе не изменилось со времен выпуска грампластинок – сначала изготавливается металлическая матрица-штамп, с которой на расплавленной пластмассе штампуются пластинки. Так работал завод «Мелодия», так же работают и современные заводы, выпускающие фильмы высокой четкости на Blu-Ray носителях.

Предлагается использовать в качестве носителя для сверхдолгого хранения оцифрованных библиотечных фондов те самые металлические матрицы-штампы.

Налицо неоспоримые преимущества такого использования:

- технология изготовления таких матриц является серийной, апробирована в течение длительного времени;
- металлические матрицы выполнены из высокопрочного никель-ванадиевого сплава (выдерживают штамповку до 20000 поликарбонатных дисков при температуре свыше 200° С в коррозионно-активной атмосфере);
- стоимость основы для изготовления металлической матрицы не превышает 10 Евро;

- изготовленная металлическая матрица может быть воспроизведена в любое время путем недорогого устройства наподобие всем известных CD-ROM, подключаемого непосредственно к персональному компьютеру;
- существующие матрицы стандарта BD (Blu-Ray Disc) имеют емкость 50 Гигабайт, перспективные – до 125 Гигабайт, что позволяет уже сейчас хранить на одной матрице свыше 30 миллионов оцифрованных условных страниц А4;
- металлические матрицы позволяют сделать большое количество копий, а хранение информации в цифровом виде допускает применение помехоустойчивого кодирования данных, позволяющих полностью восстановить информацию даже в случае повреждения или частичного разрушения носителя;
- вследствие высокой плотности записи информации страховой фонд на металлических матрицах будет иметь чрезвычайно компактные размеры – так, например, страховой фонд РГБ (около 17 миллионов единиц хранения, оценочно около 17 миллиардов условных страниц А4) может быть размещен на всего лишь на 600 таких матрицах, занимая объем менее 1 кубического метра!
- вследствие цифровой природы записи на металлических матрицах возможно хранение не только оцифрованных образов, но и всей информационной инфраструктуры современной библиотеки (например, в виде образов виртуальных машин). Таким образом, восстановление любой АБИС «с нуля» из такого архива займет всего несколько часов.

Подобное решение уже было однажды использовано для гарантированного хранения информации – на космическом аппарате Voyager-1, который уже покинул пределы Солнечной системы, находится медная информационная пластинка с записью звуковых и видеосигналов, упакованная в алюминиевый футляр. Пластинка имеет диаметр 12 дюймов (около 30 см) и покрыта золотом для предохранения от эрозии под действием космической пыли. Вместе с пластинкой в футляр упакованы фонографическая капсула и игла для воспроизведения записи. На футляре выгравирована схема, изображающая установку иглы на поверхности записи, скорость проигрывания и способ преобразования видеосигналов в изображение. Также на пластинке воспроизведена схема излучения атома водорода для получения метрических и временных единиц, и карта пульсаров, на которой помечено положение Солнца в Галактике.

Срок жизни такого архива, по оценкам ученых, несколько тысяч лет, а возможно – и существенно больше.

При этом условия межзвездного пространства гораздо суровее, чем условия архива страхового фонда...

Для организации архива страхового фонда на металлических матрицах требования к помещениям целесообразно устанавливать в соответствии с ГОСТ 7.65–92 «Кинодокументы, фотодокументы на микроформах. Общие требования к архивному хранению».

Возможные ошибки при чтении информации с металлической матрицы появляются уже на этапе производства матрицы, так как сделать идеальную матрицу при современных технологиях невозможно. Также ошибки могут быть вызваны царапинами на поверхности матрицы, пылью и т. д. Поэтому при изготовлении матриц репликации используется система коррекции CIRC (Cross Interleaved Reed Solomon Code). Эта коррекция обычно реализована во всех устройствах, позволяющих считывать данные с матриц, в виде чипа с прошивкой firmware. Нахождение и коррекция ошибок основана на избыточности и перемежении (redundancy & interleaving). Избыточность примерно 25 % от исходной информации.

Таким образом, использование металлических носителей на базе никель-ванадиевых матриц репликации для сверхдолгого хранения оцифрованных библиотечных фондов является современной альтернативой уходящим в прошлое технологиям микрофильмирования, свободной от присутствующих микрофильмам недостатков.