

## Исследование сохранности информации на оптических компакт-дисках

*Описываются оптические компакт-диски (CD) как удобная форма хранения информации по всем областям знаний, позволяющие решать в современных библиотеках целый ряд технических проблем: подготовка, поиск и обеспечение читателей информацией. Данные, записанные на дисках с помощью систем оптической записи, хранятся длительное время без искажений и необходимости вторичной перезаписи, поэтому изучение качества информации, записанной на CD, и ее сохранность является актуальной проблемой. Получены экспериментальные результаты по влиянию температуры и относительной влажности воздуха, УФ-излучения, а также ряда механических воздействий на сохранность информации, записанной на CD. Полученные данные могут быть использованы при прогнозировании долговечности CD.*

### ВВЕДЕНИЕ

Анализ данных, приводимых в литературе, показывает, что существуют различия в оценках долговечности CD в зависимости от конструктивных особенностей, технологии изготовления и условий их эксплуатации [1]. Следует отметить экспериментальные исследования японских авторов [2], посвященные оценке надежности компакт-дисков.

При установлении сроков службы CD эмпирически (методом искусственного старения) наблюдается большой разброс данных вследствие разных допущений, подходов и методик тестирования, принятых на различных фирмах-изготовителях. Так, по разным оценкам срок использования CD варьируется от 2–3 до 100–500 лет, что объясняется отсутствием методики оценки долговечности.

### МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В качестве объектов исследования выбраны такие диски, как CD BASF (производитель SMC Magnetics Corp.) и Mirex (производитель ООО "Уральский электронный завод"), которые известны в России как компакт-диски хорошего качества.

Диски записывались в одинаковых условиях на программно-аппаратном комплексе Pentium-166, 32Mb с дисководом для записи и чтения CD-дисков Sony Internal SCSI TRAXDATA CDR 4120Pro. Программное обеспечение — Easy CD Creator 4.03. Состояние информации оценивали с помощью тестирующих программ: CDTester v.2.01, CDAnalyzer v.2.2, ScanCD v.2.03. Обоснованием выбора данных программ явилось сочетание достаточно широкого спектра рабочих характеристик CD с сохранением результатов тестирования в файлах-отчетах. Диски тестировали до и после их ускоренного старения в различных режимах, а также после проведения механических испытаний. Искусственное тепловое и сухое старение проводили в климатической камере "Tabai". Световое старение выполняли под ртутно-кварцевой лампой ПРК в течение 72 ч.

Температура рабочей поверхности CD составляла  $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ . Механические испытания проводили по ГОСТ 20.57.406-81 "Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические. Методы испытаний". Испытания на ударопрочность — на ударном стенде с пиковым ударным ускорением  $10g$  ( $100 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ ). Общее число ударов для пакета из пяти дисков, жестко закрепленных между собой, составляло 3600 при частоте следования ударов 60 в минуту. Испытания на вибропрочность проводили на вибрационной электродинамической установке с диапазоном частот от 5 до 3500 Гц. На вибростенде одновременно испытывали пакет из пяти жестко скрепленных дисков в условиях: частота 65 Гц, время 10 ч при постоянной амплитуде ускорений 12 Гц. Испытания на стойкость к истиранию проводили на специальном устройстве путем возвратно-поступательных движений диска по поверхности с различной шероховатостью (бумага, картон). Скорость движения дисков —  $2,5 \cdot 10^{-2}$  м в минуту (1 цикл), расстояние между крайними точками —  $1,4 \cdot 10^{-2}$  м, число перемещений — 3000 циклов.

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Использование различных режимов тепловлажного старения образцов CD с записанной на них информацией показало изменение читаемости CD при ускоренном старении в режиме при  $t=+80^\circ\text{C}$  и относительной влажности  $w=65\%$ . На рис. 1 представлена зависимость числа ошибок чтения ( $N$ ) при компьютерном тестировании от продолжительности ускоренного старения ( $\tau$ ) в указанном выше режиме. Как видно из графика, до продолжительности времени старения, равной  $\tau=354$  ч, тестирующие программы не фиксировали ошибок чтения (Blocks Error:0). Начиная с  $\tau=354$  ч, наблюдается возрастание  $N$  и при  $\tau=441$  ч зафиксированное число ошибок чтения составляло  $N=375$ . Участок графика, начиная со времени  $\tau=354$  ч и далее, может быть представлен в виде экспоненциальной за-

висимости  $N$  от  $\tau$ , описываемой уравнением:

$$N = N_0 \cdot e^{\alpha(\tau - \tau_0)}$$

где  $N_0$  и  $\alpha$  — постоянные.

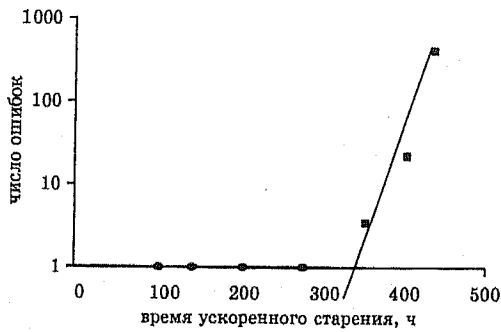


Рис. 1. Зависимость числа ошибок чтения от продолжительности ускоренного старения (ч)

Экстраполяция полученной зависимости к оси  $\tau$  дает величину  $\tau_{ж}$ , условно принимаемую за долговечность и равную времени появления первой

ошибки ( $N=1$ ). В данном случае величина  $\tau_{ж}$  составила 340 ч. На рис. 2 в качестве примера представлены результаты тестирования данного образца CD по программе CDAnalyzer за период старения от 96 до 406 ч. Четко прослеживается нарастание числа сбоев при чтении либо в виде снижения скорости чтения (Transfer Speed, Kb/s), либо достижения нулевой скорости (остановка чтения) в некоторых блоках диска. Как видно, со временем старения число сбоев возрастает, а при достижении катастрофического числа ошибок ( $N>375$ ) программа "отказывается" читать CD. Результат тестирования по программе CDTester аналогичен: указывается на появление ошибок в отдельных секторах ("Error at 200sector-Drive not ready") и ошибок внутри сектора. Программа ScanCD дает очень подробную файловую структуру числа обнаруженных ошибок даже при нулевой скорости чтения, что по программе CDAnalyzer соответствует горизонтальной линии, совпадающей с осью абсцисс. С появлением ошибок чтения отмечается также резкое возрастание продолжительности компьютерного тестирования (Elapsed time)- с 5 мин 25 с (для

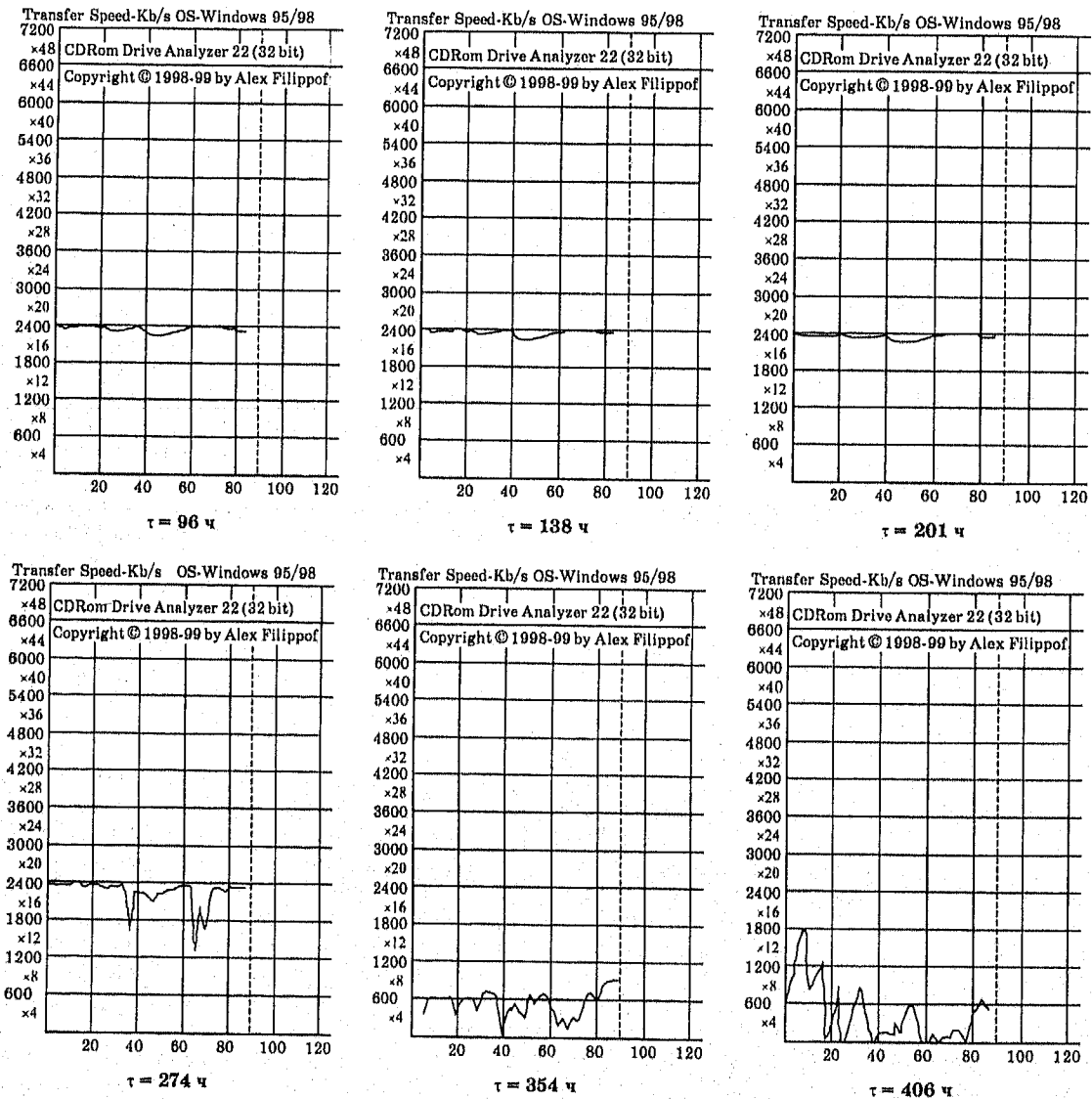


Рис. 2. Результаты тестирования CD по программе CDAnalyzer через интервалы времени ускоренного старения ( $\tau$ , ч)

$N=3$ ) до 6 ч (для  $N=375$ ), что делает диск непригодным для чтения в реальном масштабе времени. Зависимость продолжительности тестирования ( $\tau_T$ ) диска от времени старения ( $\tau$ ) имеет также экспоненциальный характер, т. е. может быть описана уравнением:

$$\tau_T = k \cdot e^{\gamma(\tau - \tau_0)}$$

где  $k$  и  $\gamma$  — постоянные.

При определении величины  $\tau_{ж}$  по пересечению стационарного участка, параллельного оси абсцисс, с экспонентой было получено, что значение  $\tau_{ж}$  составляет 340 ч при данных условиях. Интересно отметить, что именно такое же значение  $\tau_{ж}$  (340 ч) получается из данных графика, представленного на рис. 1, при пересечении оси абсцисс с экспонентой.

Таким образом, можно предложить два метода определения долговечности ( $\tau_{ж}$ ) по результатам компьютерного тестирования: по числу ошибок чтения или по времени тестирования.

В [2] показано, что зависимость времени жизни диска ( $\tau_{ж}$ ) от температуры подчиняется уравнению Аррениуса, с помощью которого возможно рассчитывать долговечность при любой температуре. Вместе с тем, как показывают полученные нами экспериментальные данные, кроме температуры на долговечность дисков существенно влияет и относительная влажность. Так, проведение "сухого" старения CD ( $t=+65^\circ\text{C}$  и  $w=10\%$ ) в течение 1000 ч не выявило ошибок чтения, т. е. качество информации не ухудшилось. Результаты испытаний CD в жестких условиях ( $t=+100^\circ\text{C}$  и  $w=100\%$ ) и их тестирование показали, что время жизни CD до катастрофы сокращается до 1 ч CD.

В дальнейшем полученные нами экспериментальным путем зависимости  $\tau_{ж}$  от температуры и влажности позволят создать модель долговечности CD при различных значениях  $t$  и  $w$ .

Проводилась также оценка влияния УФ-облучения при выбранных условиях:  $t=+42^\circ\text{C}$  и  $t=72$  ч. Результаты показали отсутствие ошибок чтения при тестировании, что может косвенно указывать на отсутствие явлений фотолиза и механических повреждений поликарбонатной основы CD в условиях эксперимента.

Механические испытания дисков (многократные удары, тряска, вибрации, истирание рабочей поверхности CD) проводились с целью оценки возможных изменений считываемой информации в условиях, приближенных к эксплуатации CD в качестве изделий бытовой техники. Как показали результаты тестирования, все испытываемые образцы выдержали механические испытания в указанных ранее режимах — качество записанной информации не ухудшилось (Blocks Error:0). Визуально также не обнаружены дефекты рабочей поверхности CD (микротрещины, отслаивание отражающего слоя), что доказывает надежность конструкции CD.

Как известно, технология оптической записи/считывания информации основана на сканировании лазерного луча по рабочей поверхности диска. Информация, записанная (закодированная) на диске в виде пит (углублений) и промежутков между ними, создает определенный микрорельеф рабочей поверхности диска. При считывании лазерный

луч отражается от различных участков структуры поверхности, воспринимается фотодетектором и преобразуется в цифровой сигнал. При воздействии на CD различных факторов окружающей среды микрорельеф рабочей поверхности будет меняться, вследствие чего его отражающая способность также изменится, что приведет к искажению цифрового сигнала на выходе. Таким образом, читаемость информации может ухудшиться вплоть до полной нечитаемости CD. На рис. 3 (а и б) в качестве примера приведены результаты исследований рабочей поверхности образцов дисков, выполненные на электронном сканирующем микроскопе JSM-35CF фирмы Jeol (Япония), до и после выдерживания дисков в экстремальных условиях в пароводяной среде ( $t=100^\circ\text{C}$  и  $w=100\%$ ).<sup>1</sup> На рис. 3а видны участки рабочей поверхности диска с записанной информацией в виде светлых пятен отпечатков питов. На рис. 3б показаны участки рабочей поверхности после воздействия пароводяной среды. Отчетливо видно, что поверхность диска становится рыхлой, пятна питов не обнаруживаются; кроме того, происходит отслоение металлического отражающего слоя, в результате чего нарушается вся конструкция — диск становится непригодным для чтения информации.

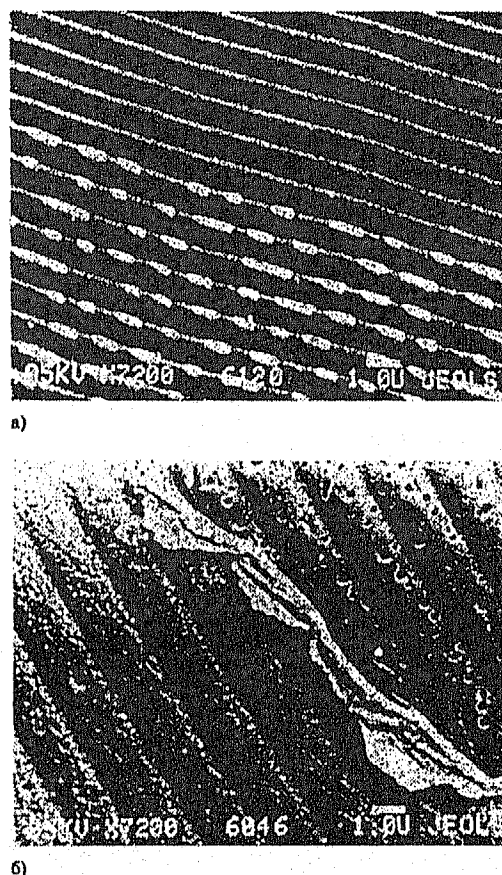


Рис. 3. Электронно-микроскопические снимки рабочей поверхности CD до (а) и после пароводяной обработки (б). Увеличение  $\times 7200$

В настоящее время проводится набор статистических данных для разных режимов ускоренного тепловлажного и сухого старения компакт-дисков с целью разработки модели прогнозирования их долговечности.

<sup>1</sup>Выражаем благодарность старшему научному сотруднику РНИЦ ГИИХ Н. Н. Сапрыкиной за электронно-микроскопические измерения.

\* \* \*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Предложено два метода определения долговечности информации, записанной на компакт-дисках по результатам компьютерного тестирования, которые включают определение количества ошибок чтения или время тестирования при ускоренном старении CD.

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

2. Утихара Е. и др. Надежность компакт-дисков // Санье дэнки гихо.— 1987.— Т. 19, № 1.— С. 55–61.

*Материал поступил в редакцию 29.01.03.*

## «ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВО»

Научно-практический журнал.

— индекс по каталогу Роспечати «Газеты, Журналы» — 80658

— индекс по каталогу Роспечати «Издания органов научно-технической информации» — 57570

Периодичность — 12 номеров в год.

Учредитель: ООО «Международный институт промышленной собственности»

Адрес редакции: 117393, Москва, ул. Профсоюзная, д. 66, корп. 1, офис 27

Телефоны: тел./факс (095) 334-1847; тел. (095) 334-1977;

тел. (095) 775-2614; тел. (095) 775-2615

E-mail: [lynnik@zip.ru](mailto:lynnik@zip.ru)

<http://www.zip.ru>

**Тематика:** правовые проблемы создания и использования объектов интеллектуальной собственности (изобретений, промышленных образцов, полезных моделей, товарных знаков и др.); консультации и советы, информация о наиболее эффективных научно-технических достижениях, нормативные акты; судебные решения; история изобретательства.

## «БИРЖА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ (БИС)»

Научно-практический журнал

— индексы по каталогу Роспечати «Газеты, Журналы»: 81918, 81919

Периодичность — 12 номеров в год.

Учредитель: ООО «Международный институт промышленной собственности»

Адрес редакции: 117393, Москва, ул. Профсоюзная, д. 66, корп. 1, офис 27

Телефоны: тел./факс (095) 334-1847; тел. (095) 334-1977;

тел. (095) 775-2614; тел. (095) 775-2615

E-mail: [lynnik@zip.ru](mailto:lynnik@zip.ru)

<http://www.zip.ru>

**Тематика:** Экономические и правовые проблемы передачи высоких технологий в России и за рубежом; консультации и советы в области инновационной деятельности и оценки стоимости интеллектуальной собственности; информация о предложениях, спросе и договорах по передаче высоких технологий; нормативные акты, судебные решения.

№ 156