

К вопросу о применении оптических дисков для создания долговременных электронных архивных хранилищ информации небольших организаций

Рассмотрена задача минимизации затрат при создании долговременного электронного архивного хранилища информации небольшой организации при одновременном достижении заданного значения надежности хранения информации. Отличительными особенностями такого хранилища являются: использование только оптических дисков однократной записи и неавтоматизированный доступ пользователей к информации на дисках. Построены математические модели вероятности потери части информации и суммарных затрат в архиве без копий и в архиве с заданным числом копий. Выполненные расчеты для разных типов оптических дисков, имеющих разную емкость и стоимость, показывают, что на данный момент оптимально создание хранилища на базе оптических дисков BD-R с выполнением необходимого (в зависимости от заданного значения показателя надежности) числа копий информации.

Ключевые слова: электронное архивное хранилище информации, длительное хранение, оптические носители информации, надежность хранения информации, минимизация затрат

Введение

В последние несколько лет в связи с развитием средств вычислительной техники и, прежде всего, значительным повышением возможностей устройств сканирования, а также устройств хранения информации возрос интерес разных организаций к созданию архивных электронных хранилищ своих документов. Теоретически современные информационные технологии способны избавить организации от необходимости содержать объемные архивы бумажных документов, занимающие немалые площади и требующие определенных условий хранения и обслуживания, путем перевода всех бумажных документов в электронные копии (как минимум, методом простого сканирования, а возможно, и полнотекстовой оцифровки) с последующим их хранением на современных серверах, занимающих относительно небольшие площади.

Однако использование для длительного хранения архивной информации перезаписываемых жестких дисков, повсеместно применяемых в серверах, в ряде случаев вызывает опасение, что сохраняемая на них информация может быть случайно либо умышленно искажена и даже уничтожена. Поэтому современный ГОСТ [1] рекомендует создавать электронные архивы с использованием носителей однократной записи, в качестве которых на сегодняшний день могут рассматриваться только различного типа оптические диски однократной записи (CD-R, DVD $\pm$ R, BD-R). При этом для создания электронных архивов крупных организаций должны быть выполнены несколько условий:

- объем сохраняемой информации исчисляется десятками терабайтов;
- необходим оперативный доступ пользователей к этой информации;

- необходимо минимизировать (в идеале — свести к нулю) вероятность потери даже небольшой части информации;
- необходимо минимизировать эксплуатационные расходы, в том числе энергопотребление, а также затраты на поддержание целостности информации.

Для выполнения этих условий современные производители и поставщики оборудования рекомендуют использовать роботизированные библиотеки оптических дисков [2]. Сразу заметим, что стоимость таких библиотек исчисляется миллионами рублей и, кроме того, ежегодные эксплуатационные расходы для них составляют около 10 % первоначальной стоимости [3]. Позволить себе такие библиотеки могут только действительно крупные организации.

Важно заметить, что бурно развивающиеся в последние несколько лет технологии облачных хранилищ [4] не могут на данный момент считаться надежной технологией длительного хранения архивных данных. Причины этого подробно рассмотрены в [5]. Поэтому для реализации надежного оперативного доступа к архивной информации, да и для обеспечения контролируемого и управляемого ее сохранения необходимо создание и поддержание именно локального электронного архивного хранилища.

На практике требование оперативного доступа к архивной информации может пониматься по-разному, в зависимости от типов работ с информацией, проводимых в организации.

Так, в случаях, характеризующихся необходимостью дистанционного доступа к архивной информации большого числа пользователей, должен быть реализован такой режим доступа, который с точки зрения пользователей ничем бы не отличался от доступа к информации, хранящейся на жестком диске сервера.

Вместе с тем для ряда типов архивных хранилищ частота запросов к документам может быть невысокой. Например, в статье [2] указано, что во многих случаях около 80 % хранимой информации не требует частого обращения, а около 20 % данных никогда не будут запрошены. Так, для многих архивов небольших предприятий и организаций, в частности, школьных музеев, которых на 2010 г. в России существовало более 11 000 [6], число одновременно работающих с архивными данными пользователей исчисляется единицами. Для таких архивов характерно, что их пользователи:

- находятся рядом с архивом, т. е. им не требуется удаленный доступ;

- как следствие, имеют возможность вручную подключить к рабочему компьютеру необходимый носитель данных с архивной информацией (например, вставить нужный оптический диск в привод DVD);

- не ожидают возможности доступа ко всему объему архивной информации только программными методами — без необходимости физического вмешательства в процесс замены оптических дисков в приводе.

Кроме этого, такие архивы, как правило, имеют ограниченное финансирование либо вообще существуют на общественных началах. Однако объемы электронных данных при их оцифровке могут быть значительными и составлять от единиц до десятков терабайтов. Поэтому перед ними также стоит проблема длительного хранения оцифрованных данных в целостной (неискаженной) форме. К тому же для небольших организаций обязательным требованием является минимизация затрат как на аппаратуру, обеспечивающую хранение, так и на обслуживание электронного архива (регулярный контроль целостности данных и др.). И если исходить из утверждения, что именно хранение информации на однократно записываемых оптических дисках дает наилучшие результаты, поскольку такие диски имеют наибольший срок сохраняемости данных (до 50 лет) без необходимости их перезаписи [2, 3], то представляет интерес рассмотреть возможность создания электронного архива отсканированных документов небольшой организации на оптических дисках однократной записи.

Постановка задачи

Как было показано выше, стоимость специализированного оборудования типа роботизированной библиотеки оптических дисков для небольшой организации неоправданно высока, но и потребности в доступе к информации электронного архива, как правило, невелики, поэтому в качестве базового решения рассмотрим простую коллекцию оптических дисков, которые могут храниться в обычном шкафу (сейфе) при соблюдении необходимых условий по освещенности, влажности и температуре. Диски записываются и воспроизводятся по одному в единственном приводе, подключаемом к компьютеру, на котором работает оператор. Установку дисков в привод и их извлечение выполняет сам оператор.

Понятно, что стоимость такого решения складывается из стоимости привода дисков и собственно оптических дисков, число которых будет зависеть от общего объема сохраняемой в архиве информации и емкости одного оптического диска.

Несмотря на то что производителями декларируется высокая надежность сохранения информации на оптических носителях, практика создания электронных архивов показывает, что должно сохраняться несколько копий информации, поскольку в реальной эксплуатации оптические диски со временем все же выходят из строя с некоторой вероятностью [7, 8]. Таким образом, важной составляющей, влияющей и на надежность хранения информации, и на стоимость решения, будет число копий каждого оптического диска.

В результате возникает следующая постановка задачи. Требуется осуществить обоснованный выбор типа оптического носителя информации для создания неавтоматизированного долговременного электронного архивного хранилища информации, обеспечивающего высокую надежность хранения информации (за счет создания необходимого числа копий) при одновременной минимизации затрат.

Однако оценка параметров надежности и стоимости хранения в зависимости от числа сохраняемых копий информации представляет интерес не только для электронного архива небольшой организации, где все манипуляции с дисками выполняются вручную, но и для роботизированного электронного архива крупной организации, поскольку в обоих случаях используются носители информации того же типа.

Архив с минимальной структурой — без резервных копий

Введем следующие обозначения:

W — общий объем данных, сохраняемый в электронном архиве;

V — емкость одного оптического диска;

l — число оптических дисков, необходимых для сохранения информации объема W .

Очевидно, что $l = [W/V]$, где через $[.]$ обозначена операция округления до большего целого.

Структура хранилища электронного архива, не имеющего резервных копий, с учетом введенных обозначений показана на рис. 1.

Стоимость такого архива составит

$$C_1 = cl + C_{\text{п}},$$

где c — стоимость одного оптического диска; $C_{\text{п}}$ — стоимость привода оптических дисков.

Будем считать, что в соответствии с требованиями ГОСТ [1] в архиве используются только однократно записываемые диски. Поэтому какие-либо искажения информации в процессе хранения невозможны, и потеря информации в архиве возможна только за счет того, что какой-либо диск перестал читаться (т. е. вышел из строя). Будем считать, что диск вышел из строя даже в том случае, если с него не удалось прочитать лишь часть информации.

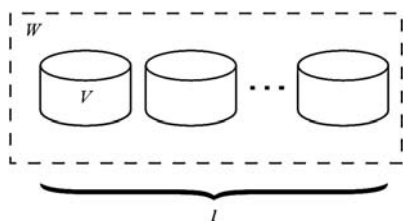


Рис. 1. Структура электронного файлового архива без резервных копий

В соответствии с требованиями ГОСТ контроль исправности архивных дисков (их полной читабельности) должен проводиться с заданной периодичностью, обычно равной одному году. То есть в течение этого периода архив на оптических дисках можно рассматривать как систему без восстановления.

Для оценки надежности сохранения информации применим математический аппарат теории вероятностей [9].

Пусть q — вероятность выхода из строя одного оптического диска в течение периода между контролями исправности. Тогда:

$1 - q$ — вероятность того, что диск в течение этого же периода времени останется исправным (в дальнейшем для краткости упоминание периода времени будем опускать);

$(1 - q)^l$ — вероятность того, что все диски останутся исправными, т. е. будет сохранен весь объем информации W , следовательно, вероятность Q_1 потерять хотя бы часть информации составит

$$Q_1 = 1 - (1 - q)^l.$$

С помощью полученной модели оценим надежность сохранения информации в электронном архиве для различных условий.

Прежде всего зададимся возможными значениями W . В качестве минимального значения выберем 1 Тбайт. Для выбора максимального разумного объема оттолкнемся от емкости предлагаемых сегодня на рынке роботизированных библиотек: Sony ODS-L10 (до 15 Тбайт, стоимость около 1 450 000 руб.) [10] и Panasonic LB-DH8 (в базовой комплектации до 91 Тбайт, стоимость около 5 800 000 руб.) [11]. Для нашего исследования имеет смысл ограничиться объемом 90 Тбайт, имея в виду, что для электронных архивов большинства небольших организаций требуемый объем сохраняемых в архиве данных будет меньше этой величины.

Необходимо также оценить значение величины q . По утверждению производителей оптических дисков типа DVD-R (BD-R), эти диски имеют очень высокую надежность, граничащую с практически гарантированной сохраняемостью информации в течение более 30 лет [2]. Однако имеются исследования, на практических экспериментах показывающие, что порядка 10 % оптических дисков типа CD-R перестают читаться уже через 2 года хранения [7, 8], в то время как производители заявляли о сохраняемости информации на них в течение 100 лет. По дискам типа BD-R на данный момент таких ис-

следований не проводилось (имеющиеся оценки времени сохранения информации основаны на тестах ускоренного старения дисков, что не может дать достоверной картины). Понятно, что на надежность сохранения информации на оптических дисках влияют очень многие факторы, часть из которых не может быть оценена заранее (например, качество изготовления конкретной партии дисков). Поэтому имеет смысл в качестве наихудшего значения задать $q = 0,1$ (т. е. в течение рассматриваемого периода времени из строя выходит 10 % дисков) и в процессе исследования рассмотреть результаты для ряда значений q вплоть до 10^{-10} , имея в виду, что при еще лучших значениях q будут получены и лучшие результаты надежности хранения информации.

Рассмотрим варианты с созданием архивов на базе дисков: CD-R, DVD-R, BD-R, BD-R DL, BD-R XL. Исходные данные, полученные из [12—14], приведены в таблице.

Оценим стоимость одного привода C_p [12]. Используем только максимальное значение стоимости (будем считать, что "выбрали" наилучший по качеству привод), причем для CD-R и DVD-R это будет один и тот же привод стоимостью 2190 руб., а для всех видов DB-R также рассмотрим один привод стоимостью 11 890 руб.

Результаты расчетов для электронного хранилища, имеющего структуру, показанную на рис. 1, представлены на рис. 2—6.

При оценке результатов моделирования будем понимать, что минимальная стоимость одного оптического диска $c_{\min}$ на рынке означает, вероятнее всего, что диск имеет низкое качество изготовления и не может быть использован для длительного хранения информации (имеет высокое значение q). Но расчеты с $c_{\min}$ позволяют оценить нижнюю границу стоимости хранения информации в архиве. В то же время максимальная стоимость одного оптического диска $c_{\max}$ на рынке может косвенно говорить о более высоком качестве диска и большей его пригодности для использования в архиве, однако предсказать его реальную надежность q не представляется возможным. Более того, стоимость одного такого диска будет сильно зависеть от объема партии одновременно закупаемых для архива дисков. Поэтому расчеты с $c_{\max}$ позволяют оценить верхнюю границу стоимости решения, но реальная стоимость хранения информации может оказаться немного ниже.

Как можно видеть из рис. 2—6, архив, построенный на базе дисков CD-R, будет иметь неприемлемо высокую стоимость при очень низкой надежности

Тип диска	Емкость диска V , Гбайт	Минимальная цена $c_{\min}$, руб.	Максимальная цена $c_{\max}$, руб.
CD-R	0,7	20	67
DVD-R	4,7	21	106
BD-R	25	65	140
BD-R DL	50	160	510
BD-R XL	100	1100	3606

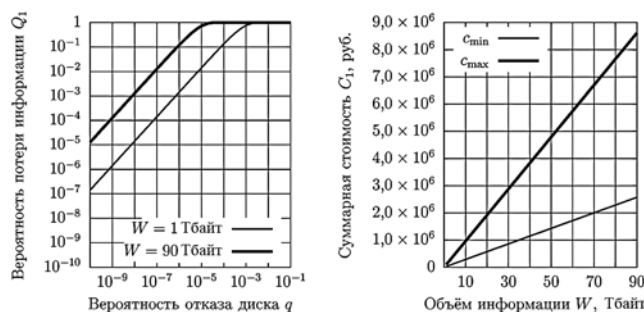


Рис. 2. Результаты расчетов для архива на базе дисков CD-R

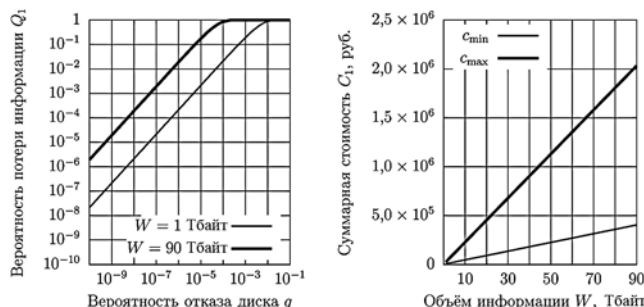


Рис. 3. Результаты расчетов для архива на базе дисков DVD-R

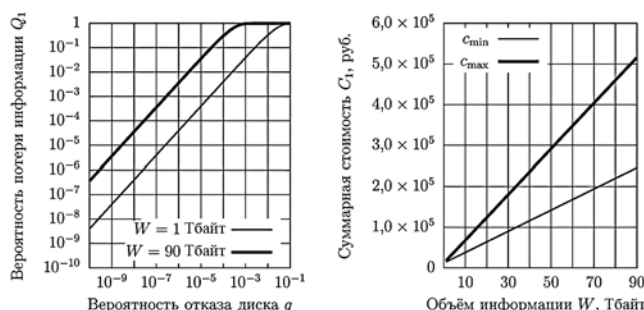


Рис. 4. Результаты расчетов для архива на базе дисков BD-R

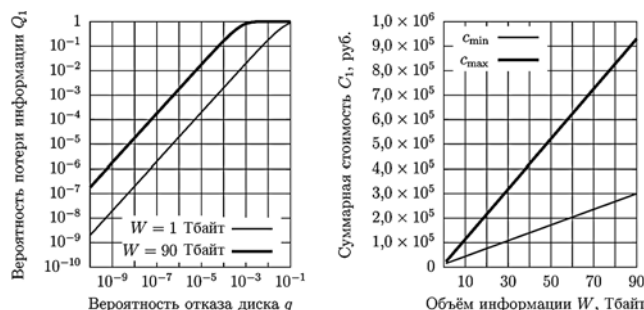


Рис. 5. Результаты расчетов для архива на базе дисков BD-R DL

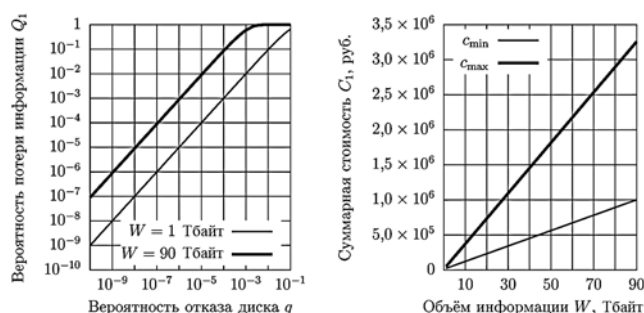


Рис. 6. Результаты расчетов для архива на базе дисков BD-R XL

хранения. Поэтому в дальнейшем такой вариант построения архива рассматриваться не будет.

Все остальные решения дают существенный выигрыш по стоимости относительно предлагаемых на рынке решений Sony [10] и Panasonic [11]. Причем, в порядке увеличения стоимости, решения можно расположить в следующем порядке: BD-R, BD-R DL, DVD-R, DB-R XL. Однако, как и следовало ожидать, надежность хранения информации увеличивается с уменьшением числа дисков (т. е. с ростом их емкости). С этой точки зрения наиболее предпочтительным выглядит решение с применением BD-R XL и наименее предпочтительным — с применением DVD-R.

Впрочем, для рассмотренной структуры электронного архива ни одно из рассмотренных решений не дает удовлетворительного показателя надежности хранения. Для всех вариантов на графиках вероятности потери информации имеются зоны значений q , где величина Q_1 приближается к 1 (а как было показано выше, предсказать заранее значение величины q для конкретной партии дисков невозможно).

Архив с несколькими копиями информации

Для повышения надежности хранения информации в архиве должно быть создано несколько идентичных копий информации. Структура такого архивного хранилища показана на рис. 7.

Для упрощения расчетов можно считать, что в архиве имеется по n копий каждого оптического диска. Тогда:

q^n — вероятность выхода из строя всех копий одного диска (т. е. вероятность потери той части информации, которая записана на этом диске);

$1 - q^n$ — вероятность того, что хотя бы одна копия диска останется целой (информация не будет потеряна);

$(1 - q^n)^l$ — вероятность того, что будет сохранен весь объем информации W , следовательно вероятность Q_n потерять хотя бы часть информации составит

$$Q_n = 1 - (1 - q^n)^l.$$

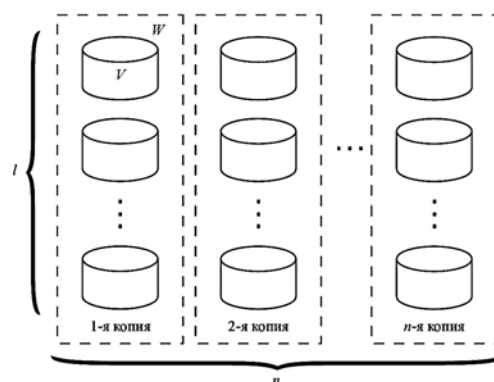


Рис. 7. Структура электронного файлового архива с несколькими копиями информации (n — число копий)

Стоимость такого решения составит

$$C_n = c \ln + C_{\text{п.}}$$

С помощью полученной модели оценим надежность сохранения информации в электронном архиве для условий, приведенных выше. Причем с практической точки зрения имеет смысл рассмотреть только варианты реализации архивного хранилища с минимальной стоимостью (на базе BD-R) и с наилучшей надежностью (на базе BD-R XL).

Результаты расчетов для $n = 2$ приведены на рис. 8, 9 (отсутствующие части линий графиков вероятности отказа не могут быть построены из-за ограничений разрядной сетки программы octave, использовавшейся для моделирования).

Как можно видеть, для $q < 0,0001$ итоговая надежность хранения информации в архиве превосходит надежность одного оптического диска. То есть при выборе высококачественных (дорогих) дисков и определенного числа копий n может быть получено необходимое значение надежности хранения информации Q_n .

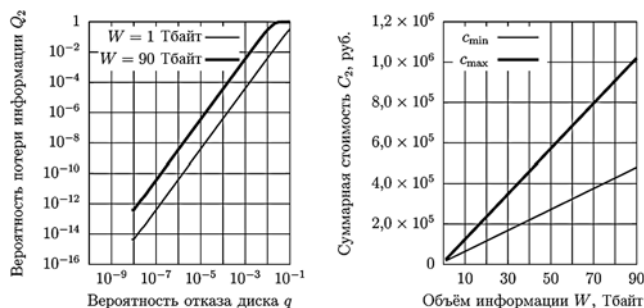


Рис. 8. Результаты расчетов для архива на базе дисков BD-R для $n = 2$

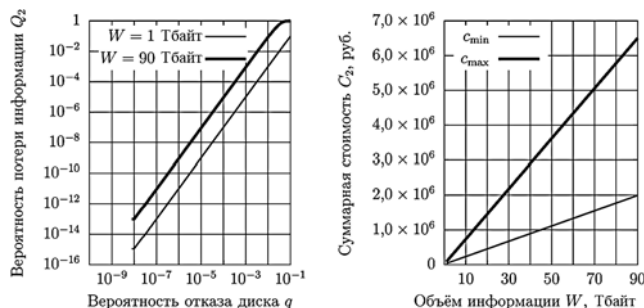


Рис. 9. Результаты расчетов для архива на базе дисков BD-R XL для $n = 2$

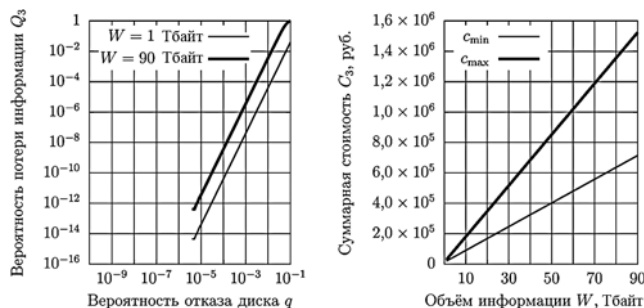


Рис. 10. Результаты расчетов для архива на базе дисков BD-R для $n = 3$

Поскольку очевидно, что для одних и тех же значений n решение с применением BD-R XL по надежности превосходит решение с применением BD-R, но существенно дороже его, представляет интерес оценка пути достижения необходимого значения Q_n при минимизации стоимости решения. Для этого выполним расчеты для решения с применением BD-R и $n = 3$ (рис. 10).

Как можно видеть из рис. 10, уже для $q < 0,01$ итоговая надежность хранения информации в архиве превосходит надежность одного оптического диска. Но главное, что для архивного хранилища на базе BD-R при $n = 3$ с уменьшением q надежность хранения информации растет значительно быстрее, чем для архивного хранилища на базе BD-R XL при $n = 2$. И при этом суммарная стоимость хранения информации для BD-R остается все еще значительно ниже (примерно в 4 раза) по сравнению с BD-R XL.

Заключение

Таким образом, на сегодняшний день при создании долговременных электронных архивных хранилищ информации в небольших организациях имеет смысл ориентироваться на диски типа BD-R в качестве носителей информации. Требуемый уровень надежности хранения может быть достигнут за счет создания необходимого числа копий n , а также использования качественных дисков от зарекомендовавших себя производителей (обычно такие диски более дороги).

Список литературы

1. ГОСТ Р 54989—2012/ISO TR 18492:2005. Обеспечение долговременной сохранности электронных документов. (Вступил в силу 01.05.2013).
2. Корепанов И. Как сохранить архив на десятилетия? [Электронный ресурс] // Журнал сетевых решений/ LAN. 2008. № 3. URL: <http://www.osp.ru/lan/2008/03/4899898/>. Дата обращения: 2015-11-04.
3. Российские организации начинают строить электронные архивы на оптических дисках. [Электронный ресурс] // Ассоциация электронных торговых площадок. URL: <http://www.aetr.ru/market-news/item/400867>. Дата создания: 06.11.2015. Дата обращения: 13.11.2015.
4. Категория: Облачные хранилища данных: Материал из Википедии — свободной энциклопедии. [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Категория:Облачные_хранилища_данных — Дата обращения: 2015-12-25.
5. Каташин В. В., Чернышов А. В. Проблема надежного хранения файлов в архивных электронных хранилищах небольших организаций (на примере музеев) // Перспективы развития информационных технологий: сборник материалов XIX Международной научно-практической конференции. Новосибирск: Изд-во ЦРНС, 2014. С. 12—23.
6. Школьный музей: из века XX — в XXI. [Электронный ресурс] // Музей. 2010. № 7. С. 70—73. URL: http://turcentrf.ru/d/358156/d/001_persin-1.pdf. Дата обращения: 2015-12-26.
7. Новикова Е. Не последний аккорд, библиотечное дело и хор мальчиков... [Электронный ресурс]. URL: http://gazeta.zn.ua/CULTURE/ne_posledniy_akkord_bibliotechnoe_delo_i_hor_malchikov.html. Дата создания: 02.07.2004. Дата обращения: 10.12.2015.
8. Устинов В. Хранение данных на CD- и DVD-дисках: на наш век хватит? [Электронный ресурс] // BROADCASTING: Телевидение и радиовещание. URL: http://www.broadcasting.ru/articles2/Oborandteh/hranenie_dannyh_na_CD_DVD_diskah. Дата обращения: 10.12.2015.
9. Вентцель Е. С., Овчаров Л. А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. 1988. 480 с.
10. Sony ODS-L10 — библиотека архива оптических дисков с 10 гнездами [Электронный ресурс] // Телерадио: Оборудование для РАДИО и ТВ. URL: <http://tele-radio.ru/product/sony-ods-l10/>. Дата обращения: 13.11.2015.
11. Робот-библиотекарь поселился в новом кампусе СПбГУ "Михайловская дача" [Электронный ресурс] // Петербургский

государственный университет. 2015. URL: <http://spbu.ru/smi/o-nas-pishut/24726-robot-bibliotekar-poselilsya-v-novom-kampuse-spbgu-mikhailovskaya-dacha.html>. Дата публикации: октябрь, 2015. Дата обращения: 13.11.2015.

12. **Жесткий** диск HDD SATA [Электронный ресурс] // wiki-mart. URL: <http://computers.wikimart.ru/components/hdd/tag/hdd-sata>. Дата обращения: 17.12.2015.

13. **Blu-ray** диски для записи [Электронный ресурс] // Store52.ru: Магазин носителей информации. 2015. URL: http://www.store52.ru/catalog/bluray_diski_dlya_zapisi. Дата обращения: 17.12.2015.

14. **BD-R DL** [Электронный ресурс] // Ресурс ППО. URL: <http://resurs-pro.ru/catalog/bd-r-dl>. Дата обращения: 17.12.2015.

A. V. Chernyshov, Associate Professor, e-mail: sch@mgul.ac.ru, Moscow State Forest University

To the Question of the Optical Discs Application for Long Term Digital Archive Storage of Small Organizations

In the article discuss the problem of creation of electronic archive storage of information for a small organization. Usually for electronic archival storage of such organizations does not make sense to use on the market today robotic optical disc libraries because of high cost and low efficiency of use. Cost minimization can be achieved by creating an archive on a conventional a written once optical media, accessed manually, and the required reliability of storage — by creating required number of copies.

The article is built the model in estimating the reliability of save the information specified volume in the storage, based on optical disks of different capacity (CD-R, DVD-R, BD-R, BD-R DL, BD-R XL), as well as total costs for the establishment of such a repository. It is shown that the most promising are solutions based on BD-R and BD-R XL. The target value is reached the secure storage of information while minimizing the cost is achieved when the store is created based on BD-R.

Keywords: electronic archival storage of information, long-term storage, optical storage media, reliability of information storage, cost minimization

References

1. **GOST R 54989—2012/ISO TR 18492:2005. Obespechenie dolgovremennoj sohrannosti jelektronnyh dokumentov.** [Ensuring long-term preservation of electronic records.] (Entered to force 01.05.2013).

2. **Korepanov I.** Kak sohranit' arhiv na desjatiletija? [How to save an archive on a few decades?] [Electronic resource], *Zhurnal setevyh reshenij LAN* [Network solutions magazine/LAN]. 2008, vol. 03. URL: <http://www.osp.ru/lan/2008/03/4899898/>. Access date: 2015-11-04.

3. **Rossijskie** organizacii nachinajut stroit' jelektronnye arhivy na opticheskix diskax. [Russian organizations are beginning to build electronic archives on optical discs.] [Electronic resource] (in Russian), *Associacija jelektronnyh togovykh ploshhadok* [The Association of electronic trading platforms]. URL: <http://www.aetp.ru/market-news/item/400867>. Create date: 06.11.2015. Access date: 13.11.2015.

4. **Kategorija: Oblachnye hranilishha dannyh: Material iz Vikipedii — svobodnoj jenciklopedii.** [Cloud storage: from Wikipedia, the free encyclopedia.] [Electronic resource] (in Russian). URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Kategorija:Oblachnye_hranilishha_dannyh. Access date: 2015-12-25.

5. **Katashin V. V., Chernyshov A. V.** Problema nadjozhnogo hranenija fajlov v arhivnyh jelektronnyh hranilishhah nebol'shih organizacij (na primere muzeev). [The problem of reliable storage of files in archival electronic storage of small organizations (on the example of museums)], *Perspektivy razvitiya informacionnyh tehnologij: sbornik materialov XIX Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii*. [Prospects of development of information technologies: proceedings of the XIX International scientific and practical conference], Novosibirsk: CRNS, 2014, pp. 12—23.

6. **Shkol'nyj muzej: iz veka XX — v XXI.** [School Museum: from the XX century — to XXI.] [Electronic resource] (in Russian), *Muzej* [Museum], 2010, vol. 7, pp. 70—73. URL: http://turcentrf.ru/d/358156/d/001_persin-1.pdf. Access date: 2015-12-26

7. **Novikova E.** Ne poslednij akkord, bibliotechnoe delo i hor mal'chikov... [Not the last chord, libraries and boys choir...] [Elec-

tronic resource] (in Russian). URL: http://gazeta.zn.ua/CULTURE/ne_poslednij_akkord_bibliotechnoe_delo_i_hor_malchikov.html. Create date: 02.07.2004. Access date: 10.12.2015.

8. **Ustinov V.** Hranenie dannyh na CD- i DVD-diskah: na nash vek hvatit? [Data storage on CD and DVD: on our century will suffice?] [Electronic resource] (in Russian), *BROADCASTING: Televidenie i radioveshhanie* [Television and broadcasting]. URL: http://www.broadcasting.ru/articles2/Oborandteh/hranenie_dannyh_na_CD_DVD_diskah. Access date: 10.12.2015.

9. **Ventcel' E. S., Ovcharov L. A.** *Teorija verojatnostej i ejo inzhenernye prilozhenija* [Probability theory and its engineering applications]. Moscow: Nauka. Gl. red. fiz.-mat. lit., 1988, 480 p.

10. **Sony ODS-L10** — biblioteka arhiva opticheskix diskov s 10 гнездami [Sony ODS-L10 — Archive library of optical disks with 10 sockets] [Electronic resource] (in Russian), *Teleradio: Oborudovanie dlja RADIO i TV* [Teleradio: Radio & TV equipment], URL: <http://tele-radio.ru/product/sony-ods-l10>. Access date: 13.11.2015.

11. **Robot-bibliotekar** poselilsja v novom kampuse SPbGU "Mikhailovskaya dacha" [Robot librarian settled in the new campus of SPbGU "Mikhailovskaya dacha"] [Electronic resource] (in Russian), *Peterburgskij gosudarstvennyj universitet*, 2015, [St. Petersburg state University]. URL: <http://spbu.ru/smi/o-nas-pishut/24726-robot-bibliotekar-poselilsya-v-novom-kampuse-spbgu-mikhailovskaya-dacha.html>. Publ. date: October, 2015. Access date: 13.11.2015.

12. **Zhjostkij disk HDD SATA** [Hard disk with SATA interface] [Electronic resource] (in Russian). wikimart. URL: <http://computers.wikimart.ru/components/hdd/tag/hdd-sata>. Access date: 17.12.2015.

13. **Blu-ray** диски для записи [Blue-ray disks for writing] [Electronic resource] (in Russian). *Store52.ru: Magazin nositelej informacii*, 2015. [Store52.ru: Shop of information media]. URL: http://www.store52.ru/catalog/bluray_diski_dlya_zapisi. Access date: 17.12.2015.

14. **BD-R DL** [Electronic resource] (in Russian). 2015. URL: <http://resurs-pro.ru/catalog/bd-r-dl>. Access date: 17.12.2015.

Адрес редакции:

107076, Москва, Строминский пер., 4

Телефон редакции журнала (499) 269-5510

E-mail: it@novtex.ru

Технический редактор *Е. В. Конова*.

Корректор *К. В. Комиссарова*.

Сдано в набор 07.06.2016. Подписано в печать 21.07.2016. Формат 60×88 1/8. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 8,86. Заказ IT816. Цена договорная.

Журнал зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-15565 от 02 июня 2003 г.

Оригинал-макет ООО "Авансд солюшнз". Отпечатано в ООО "Авансд солюшнз".

119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1.