

Проблемы сохранности электронных ресурсов в ГПНТБ СО РАН

Problems of Electronic Resources Preservation at the Russian National Public Library or Science and Technology SB RAS

Проблеми збереження електронних ресурсів у ДПНТБ СВ РАН

С. Р. Баженов, А. И. Павлов

*Государственная публичная научно-техническая библиотека СО РАН,
Новосибирск, Россия*

Sergey Bazhenov and Alexander Pavlov

*Russian National Public Library for Science and Technology SB RAS,
Novosibirsk, Russia*

С. Р. Баженов, О. І. Павлов

*Державна публічна науково-технічна бібліотека СВ РАН,
Новосибірськ, Росія*

В докладе рассматриваются электронные ресурсы ГПНТБ СО РАН, проблемы их сохранения и методы решения этих проблем.

The electronic resources of the Russian National Public Library for Science and Technology SB RAS, problems of their preservation and methods of solving this problem are discussed.

У доповіді розглянуто електронні ресурси ДПНТБ СВ РАН, проблеми їх збереження та методи вирішення цих проблем.

ГПНТБ СО РАН – обладая статусом одного из крупнейших информационных центров нашей страны, поэтапно интегрируется в информационное пространство не только региона и России, но и в международное библиотечно-информационное сообщество, тем самым создавая основу развития и продвижения результатов сибирской науки. Получая несколько десятилетий бесплатный книжный экземпляр, а с 2003 г. и электронный на переносимых носителях, ГПНТБ СО РАН имеет огромный ресурсный потенциал.

Библиотеки работают с разнородными электронными ресурсами: электронные каталоги, базы данных (библиографические, фактографические, полнотекстовые), электронные коллекции, разнообразные интернет-ресурсы. Их использование чрезвычайно важно для решения поставленных перед библиотекой задач: оперативное обновление и поиск необходимых сведений, широкие возможности доступа для все большей аудитории пользователей к постоянно растущему количеству источников информации и т. д. Все это заставляет библиотеки создавать электронные ресурсы и организовывать их использование.

ГПНТБ СО РАН обеспечивает доступ к различным информационным продуктам, как через Интернет, так и в локальной сети. На сегодняшний день только сетевых электронных ресурсов – 81 наименование, включая региональные базы данных (БД), генерируемые библиотекой, и приобретаемые БД ведущих информационных центров страны и мира, общее количество библиографических записей в которых составило на конец 2007 г. более 33 млн.

Работа с электронными ресурсами в ГПНТБ СО РАН, как, впрочем, и во всех академических библиотеках началась с использования внешних и генерирования собственных баз данных для информационного обеспечения науки. В 80-е г.г. в ГПНТБ СО РАН были внедрены технологии работы с приобретаемыми базами данных ВИНТИ, Current Contents, Science Citation Index, а также началось создание своих собственных региональных библиографических БД.

Динамику роста только некоторых основных БД за последние годы можно оценить по табл. 1 [1].

Таблица 1

Динамика пополнения баз данных ГПНТБ СО РАН

ресурсы	2003	2004	2005	2006	2007
РЖ ВИНТИ	5 527 668	5 858 565	8 361 157	11 430 160	12534147
Библиографические БД	562 959	631 346	681 176	791 390	1201835
Полнотекстовые БД	228	255	255	573	658
Фактографические БД	335	335	335	784	853
Всего:	6 091 190	6 490 501	9 042 923	12 222 907	13 737 493

К этому необходимо добавить имеющиеся на данный момент в ГПНТБ СО РАН более 20 млн. записей Current Contents и 6 млн. полных текстов зеркала Научной электронной библиотеки.

С 90-х годов у нас началось создание системы электронных каталогов (ЭК), и уже с 1992 г. весь поток, за исключением журналов и карт, обрабатывался в автоматизированном режиме.

В 2006 г. в связи с ограничением объемов баз данных под ИРБИС-32, в котором был наш ЭК и базы данных, в ГПНТБ СО РАН был осуществлен переход в новую систему ИРБИС-64, позволяющую иметь больший объем информации в одной базе данных.

Количество библиографических записей в электронных каталогах ГПНТБ СО РАН на конец 2007 года приведено в таблице 2, из которой следует, что общий информационный массив ГПНТБ СО РАН составляет порядка 7 Тб.

Таблица 2

Динамика пополнения электронного каталога ГПНТБ СО РАН

<i>Ресурсы</i>	<i>Временной период</i>	<u>Количество записей</u>				
		2003	2004	2005	2006	2007
1. Книг и продолжающихся изданий:	1992 -	385596	394059	451298	496658	523711
2. Авторефератов диссертаций	1992 -	124069	141356	165110	185665	223736
3. Каталог иностранных журналов	1992 -	1490	3563	3058	3130	3052
4. Каталог отечественных журналов ГПНТБ СО РАН	1992 -	2706	3117	5357	4774	2107
ВСЕГО:		513861	542 095	624 823	690227	752606

Рост информационного ресурса требует наличия соответствующих дисковых массивов и системы, обеспечивающей надежное хранение данных. В ГПНТБ СО РАН по мере развития АБИС, дважды модифицировалась подсистема резервного копирования, последний раз это было сделано в 2001 г. Уже с момента последней модификации данной подсистемы дисковый массив увеличился более чем в 10 раз и на сегодняшний день превышает величину 12 терабайт.

Это стало возможно в результате значительного подъема в технологии и производстве элементной базы микропроцессорных систем, одним из отражений которого стало появление в самом начале века нового поколения устройств хранения данных на жестких магнитных дисках – serial ATA¹ (SATA). Тогда это потеснило на рынке компьютерных систем SCSI²-устройства, традиционно используемые для построения серверных дисковых массивов [2]. На сегодняшний день развитие

¹ ATA (Advanced Technology Attachment) – серия интерфейсов и протоколов, используемых для организации доступа к жестким дискам и устройствам памяти на сменных носителях (CD/DVD, MOD и т.п.).

² SCSI (Small Computer System Interface) - серия интерфейсов и протоколов, используемых для подключения дисковых массивов и отдельных периферийных устройств.

этого направления продолжается нарастающими темпами, что дает возможность даже средней библиотеке реализовать АБИС с относительно крупными дисковыми пространствами и достаточно адекватно реагировать на постоянный рост информационного потока, а это, в свою очередь, создает реальные предпосылки эволюции библиотек от традиционных *архивных хранилищ* к современным *информационным центрам*.

С технической точки зрения построение больших дисковых массивов для работы с данными на базе недорогих, но менее надежных компонентах (в сравнении со SCSI) требует дополнительных мер по защите информации от потерь. Вопрос сохранности данных никогда не оставался в стороне при проектировании и развитии АБИС в ГПНТБ СО РАН, однако прежде все ограничивалось описанием технологической процедуры [2] и констатацией аппаратных средств для реализации традиционного технического решения [3], и это было естественно, поскольку еще три, четыре года назад вопросы выбора носителя и устройства хранения практически не вызывали дискуссий среди технических разработчиков АБИС. Постоянно усиливающаяся экспансия SATA в секторе устройств дисковой памяти рынка компьютерных систем не только повысила актуальность резервного копирования, но и привела к тому, что сами SATA-устройства стали альтернативой решения данной технической проблемы. В настоящее время все чаще обсуждается вопрос принципиальной реализации системы резервного копирования, поскольку теперь наряду с традиционно используемыми для этих целей стримерами, все чаще предлагаются новые решения резервирования – на жестких дисках. Развитие идет в обоих направлениях достаточно интенсивно, что приводит к многообразию устройств и решений резервного копирования с различными техническими характеристиками, предоставляя потребителю широкий выбор, но и делая эту задачу более сложной.

Для выбора оптимального варианта системы резервирования рассмотрим количественные оценки эффективности систем, на основании следующих критериев:

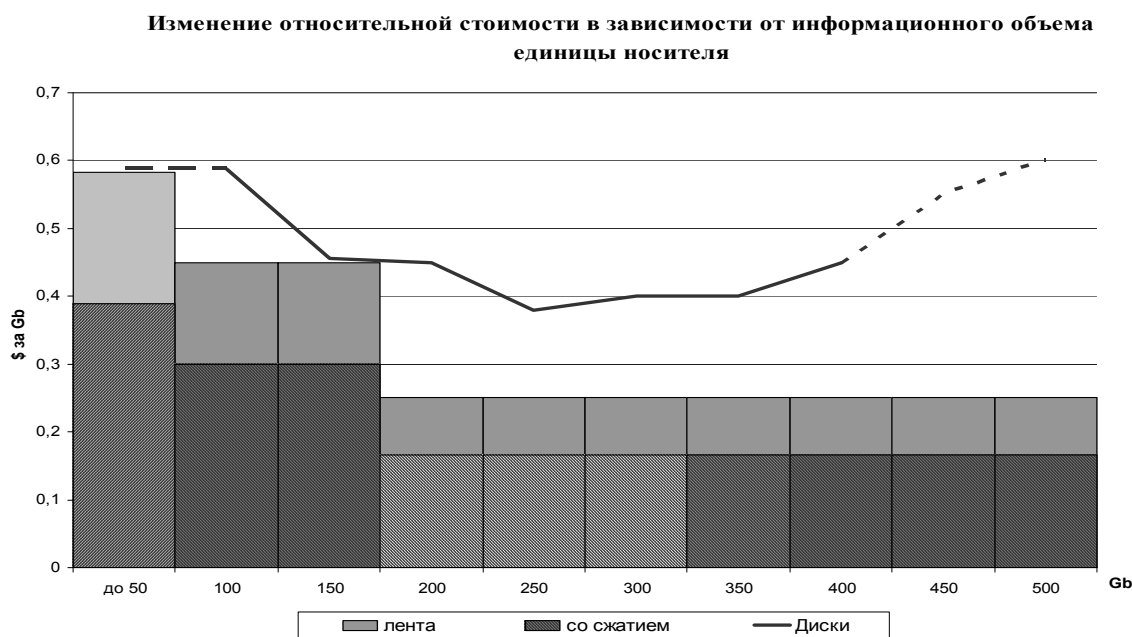
- надежность,
- стоимость,
- масштабируемость,
- быстродействие,
- функциональность.

Наиболее значимой резонно считать *надежность*, что естественно для системы обеспечения сохранности информационных данных. Чаще всего приводится следующая техническая характеристика на подобные устройства – это время наработки на отказ или среднее время между отказами (MTBF – Mean Time Between Failures), которую можно использовать в качестве количественного эквивалента данного критерия. Существуют и другие характеристики, например: рабочий цикл (Duty Cycle). И хотя его численное значение часто приводится и для дисков, и для лент, однако для каждого типа устройств в этот параметр вкладывается разный физический смысл, поэтому эту характеристику резонно использовать, сравнивая устройства между собой внутри одного класса. Практически, современные технологии производства устройств хранения информации достигли того уровня, при котором (теоретически) моральное старение аппаратных средств наступает гораздо раньше их физического износа. Так значения MTBF для устройств выбранного класса, составляют от 250 тысяч до миллиона часов и более, при этом как следствие *закона Мура*³ каждые два года происходит двукратное улучшение основных технических характеристик микропроцессорных устройств. То же самое можно сказать об уровне надежности носителей хранимых данных: постоянно совершенствуются современные материалы, применяемые при их изготовлении, повышая одновременно и плотность записи, и сроки эксплуатации. И сами устройства используют различные технологии и методы записи информации, например, избыточность кодов, продольный и поперечный контроль, чтение после записи и т. п., которые позволяют восстанавливать данные даже при сбоях или механических повреждениях носителя.

Чтобы адекватно сравнивать различные технические устройства и физические носители, в качестве численного эквивалента стоимости выберем цену единицы хранения определяемую как отношение стоимости носителя (картриджа или диска) к его информационной емкости. Для опре-

³ Доктор Гордон Мур (G. Moore) – один из основателей корпорации Intel по его утверждению: *повышение плотности транзисторов на микросхемах позволяло регулярно (примерно раз в 2 года) удваивать производительность компьютеров.*

деленности цена выражена в долларах США, а объем – в гигабайтах (Гб). Приведенный график, зависимости этой характеристики от информационной емкости носителя, демонстрирует преимущество ленточных картриджей над дисковыми носителями по этому критерию почти во всем диапазоне размерностей. При этом стоит отметить, что даже небольшое отличие в стоимости единицы хранения (Гб) может привести к значительному суммарному экономическому эффекту, так как общий объем информационного ресурса для выбранного класса АБИС порою достигает нескольких тысяч единиц. Более того, система априори предполагает рост общего дискового пространства, а, следовательно, и усиления этого экономического эффекта в будущем.



На графике можно выделить три характерных области: первая, где стоимость единицы хранения на стримере и диске, практически, равны, средняя область говорит о незначительных расхождениях в этой характеристике, и есть третья область, где удельная стоимость для лент сохраняет свое значение, а для дисковых носителей данный параметр уже начинает расти. Исходя из этого, можно утверждать, что в первой области предпочтительнее применение дисковых систем, а второй и особенно третий участок, напротив, говорят об экономическом преимуществе решений на основе стримера.

На третье место в данном случае помещена оценка *быстродействия*. В качестве численного эквивалента для этого критерия естественно выбрать скорость обмена данными (transfer rate) между устройством резервного копирования и компьютером (точнее серверным дисковым массивом). В общем случае цикл записи и чтения складывается из поиска, чтения, передачи по интерфейсу и записи. Это усредненное время для дисков (в нашем случае) определяется пропускной способностью интерфейса (SATA), для стримеров как устройств последовательного доступа это время рассчитывается с учетом среднего времени поиска (позиционирования). По этому параметру стримеры всегда уступали дисковым носителям, но часто это может быть их единственным минусом. При этом абсолютные значения скорости передачи данных у ленточных накопителей постоянно растут, в большинстве своем, обеспечивая допустимое время копирования. Резервное копирование в традиционной технологии предполагает, если не полную остановку системы для пользователя, то некоторый дискомфорт в работе: задержки в реакции на запрос, блокировку (временная недоступность) всех или части данных и т. п., поэтому, чем короче будет процедура записи архива, тем технологичнее выглядит сама система. Вообще резервное копирование можно разделить на полное (full backup⁴), нарастающее (incremental backup⁵) и дифференциальное (differential backup⁶).

⁴ <http://www.tech-faq.com/lang/ru/full-backup.shtml>

Полное копирование выполняется достаточно редко, поскольку касается наиболее стабильной части информации (операционная система, приобретенные базы данных и т. п.), операция долговременная, выполняется в отсутствие пользователей, обычно во время регламентных работ. Часто (ежедневно) изменяемая информация в таких системах как АБИС составляет небольшие объемы (*от 0,5 до 2% общего размера массива*). При чем, этот процент с ростом общего объема имеет тенденцию к уменьшению, и такое копирование выполняется ежедневно обычно в ночное время. Накопительный архив создается из дневных резервных копий на протяжении периода времени в соответствие установленному организацией регламенту (*неделя, декада, месяц и т. д.*)

Под **масштабируемость** в данном случае будем понимать способность подсистемы в перспективе решать проблемы, связанные с ростом информационных массивов, то есть инвестиции на создание системы архивного копирования существующих объемов информации должны быть рассчитаны на достаточный рост массива данных, желательно, со снижением стоимости единицы хранения. Из этого видно, что данный параметр очень близко связан с ценовым критерием, однако в каждом конкретном случае может быть по-разному оценен. Вообще стримеры всегда имели более выигрышную позицию по этому критерию за счет и цены, и простоты технического решения, поскольку являются устройствами со сменным носителем и изначально проектируемые как устройства резервного копирования.

Функциональность трудно сопоставить с каким-либо числовым эквивалентом, в данном случае будем понимать под этим существующий уровень или степень автоматизации процесса архивирования, что имеет описательный характер для класса рассматриваемых систем. Поскольку магнитные ленты традиционно использовались для архивного хранения, стримеры находятся несколько впереди по отношению к дисковым системам. Процедуры резервирования и восстановления понятны, практически всё здесь стандартизировано, а программное обеспечение обладает богатым набором функций. Стример легко устанавливается в систему, при этом обычно используется интерфейс SCSI. Оператору (в классе определенном нами систем) остается своевременно менять компактные картриджи, которые удобно хранить в сейфе или перенести в другое место, поскольку они не так, как жесткие диски чувствительны к механическим воздействиям.

Ниже в таблице 3 сведены все характеристики для различных величин рабочих информационных массивов. То, что оценка системы резервного копирования не может быть сделана без учета общего информационного объема АБИС интуитивно понятно и, собственно, не требует каких-то особых пояснений или доказательств, принимаем эту зависимость как основную посылку (**постулат**).

Таблица 3

Критерий оценки	Менее 1 Тб		1-2 Тб		3-5 Тб		Свыше 5 Тб	
	НМД	НМЛ	НМД	НМЛ	НМД	НМЛ	НМД	НМЛ
Надежность (MTBF тыс. час.)	600	250	600	250	600	300	1000	400
Условная стоимость одного гигабайта (\$)	0. 6-0. 45	0. 6-0. 45	0. 45-0. 4	0. 45-0. 2	0. 4	0. 2	0. 6-0. 45	0. 25
Быстродействие (трансфер Mb/s)	155	7,5	155	7. 5-30	155-300	30-80	300-600	80-160
Масштабируемость	+	+	±	+	±	+	+	+
Функциональность	+	+	-	+	±	+	+	+

- плохая, ± удовлетворительная, + хорошая.

Кроме того, можно предложить еще ряд эмпирических зависимостей, пользуясь которыми в совокупности с определенными выше критериями, можно рассчитать диапазон требуемого объема

⁵ <http://www.tech-faq.com/lang/ru/incremental-backup.shtml>

⁶ <http://www.tech-faq.com/lang/ru/differential-backup.shtml>

носителя и на основании его оценить проектируемую или существующую систему резервного копирования.

Мы считаем, что решение проблемы сохранности должно также строиться и на анализе структурных компонент информационного массива АБИС с точки зрения *периодичности и доли*, вносимых в *них* изменений, а так же *их ценности (уникальности)*. С другой стороны по своему функционально-технологическому назначению информацию, используемую в АБИС можно разбить на три группы:

- a. Операционная система (сетевая ОС)
- b. Приобретаемые БД.
- c. БД собственной генерации, документооборот.

Операционная система серверов

Данная информация меняется очень редко. Обычно изменениями являются установка нового устройства, регистрация новых пользователей и другие мелкие работы. Однако в системе ведутся журналы событий, и основным из них является журнал, отражающий события, связанные с безопасностью (попытки входа/выхода пользователя, удаление или модификация рабочих файлов и т. д.). Этот журнал необходим для контроля над внутренней безопасностью, он заполняется очень быстро, и для сохранения его в полном объеме для дальнейшего исследования копируется ежедневно. Остальные файлы операционной системы сохраняются путем создания образа файловой системы (full backup) по необходимости (на усмотрение системного администратора). При этом восстановление операционной системы в аварийной ситуации занимает время, соизмеримое с физическим копированием файлового образа.

Приобретаемые и полнотекстовые базы данных

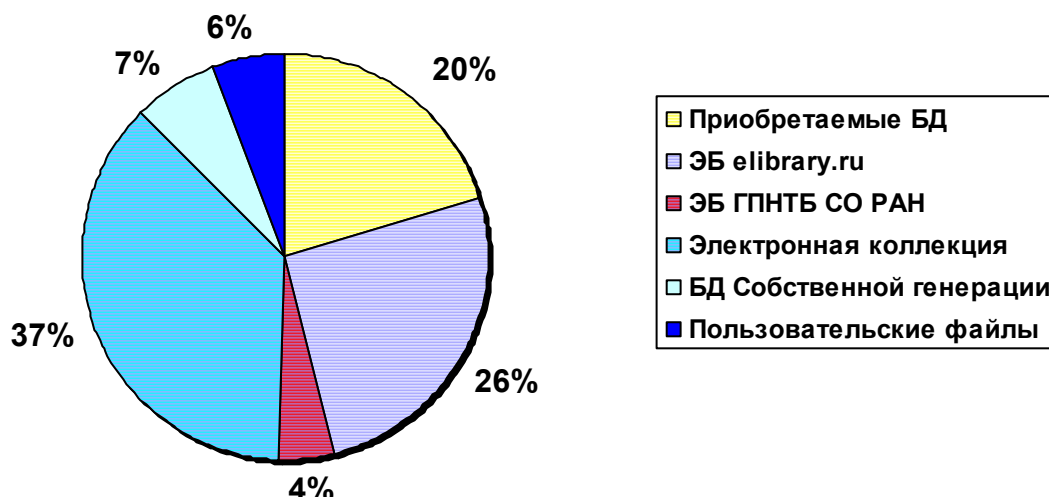
Этот вид информации крайне редко подвергается модификации, которая обычно заключается в поступлении нового выпуска в виде дополнительных каталогов и файлов и/или актуализацией существующего массива.

Массив сохраняется полностью, затем обновляется примерно раз в месяц (периодичность поступление новых выпусков) или по требованию (произведено большое количество изменений). При наличии лент, редком изменении и небольшом пополнении данная информация может храниться без перезаписи в течение одного года, по окончании этого срока данный массив полностью переписывается, невзирая на то, вносились какие-либо дополнения или изменения или нет.

Базы данных собственной генерации и пользовательские файлы

В эту категорию входят электронные каталоги библиотеки, библиографические базы данных и т. п., а также всевозможные документы и медиафайлы общего пользования. Данная информация, меняется ежедневно, и копируется с такой же периодичностью в ночное время в режиме **обновления** на дисковый носитель отдельным томом и одновременно дублируется на магнитную ленту, но уже в режиме **накопления**. По окончании квартала процесс повторяется: начинается новый цикл с формирования **полной** копии изменяемой части информационного массива (см. диаграмму) и затем начинается процесс формирования следующей квартальной резервной копии добавлением ежедневных изменений, цикл повторяется по окончании каждого квартала в течение года. Таким образом, так называемая схема «дед-отец-сын» сохраняет предыдущее накопление сроком до одного года и гарантирует постоянный охват ретроспективы на срок не менее девяти месяцев. То есть может быть восстановлена информация практически на любую дату ретроспективной глубиной до года.

В целом на сегодняшний день относительное распределение объемов дискового пространства между различными информационными ресурсами ГПНТБ СО РАН выглядит следующим образом:



Как видно из диаграммы, массив с часто изменяемыми данными занимает всего 13% от общего информационного пространства (не заштрихованные сектора). При создании ежедневной резервной копии только он подвергается программному сканированию на предмет поиска модифицированных файлов, и соответствующие элементы копируются на диск (дифференциальное резервное копирование – differential backup). Практически эта величина составляет 4-10Гб, что на сегодняшний день значительно меньше одного процента общего информационного пространства АБИС ГПНТБ СО РАН.

Копирование на жесткий диск в режиме обновления происходит со значительно большей скоростью, чем на ленточный носитель. Но (в определенном временном диапазоне) скорость важна лишь для сохранения ежедневных изменений, поскольку дублируемые файлы могут блокироваться на время создания копии. Накопительный архив может вестись параллельно с рабочим режимом, практически не влияя на производительность системы. Зато в случае повреждения носителя более вероятно восстановление данных с ленточного накопителя, так как у него отсутствует файловая система, и, соответственно, таблица размещения файлов (FAT). Данные располагаются последовательно, и их структуры описания находятся в непосредственной близости по ленте. При повреждении ленты произойдет потеря лишь испорченных файлов, а случае же жесткого диска при повреждении FAT существует вероятность полной потери данных, или это повлечет за собой очень трудоемкое восстановление информации (чаще всего лишь частичное).

Все вышеописанное архивирование ведется на ленточный носитель (*картридж*) вместимостью 100 Гб (с заявленным сроком сохранности данных – 30 лет), при этом поддерживается аппаратное сжатие, за счет чего вместимость может возрасти до 300 Гб. Большему сжатию поддаются базы данных в форматах ISIS, WinIrbis и текстовые форматы. Практически не сжимаются полные тексты в форматах PDF или TIFF. Хорошо сжимаемая информация более характерна для ежедневного и соответственно накопительного копирования, а полные тексты – для условно-постоянной части информационного ресурса. Практически, среднее значение информационного объема на единицу носителя составляет 175-180 Гб.

Существующие режимы архивирования позволяют восстановить информацию по требованию в следующих вариантах:

- восстановление удаленного или испорченного файла;
- восстановление нескольких версий одного и того же файла;
- восстановление полной копии на любую дату,
- восстановление образа операционной системы.

Таким образом, анализ информационного потока, позволяет сделать вывод, что существующее аппаратно-программный комплекс на основе недорогого стримера, способен еще достаточно долгое время обеспечивать функциональную полноту подсистемы резервного копирования, как с точки зрения пользователя, так и администратора АБИС.

Литература

1. Статистика электронных ресурсов ГПНТБ СО РАН [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.spsl.nsc.ru/win/stn3/index.htm> .
2. Павлов А. И. Технические решения формирования информационного пространства крупной библиотеки // Библиотеки и информационные ресурсы в современном мире науки, культуры, образования и бизнеса [Электронный ресурс]: 11-я Междунар. конф. «Крым 2004». – Судак, 2004. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
3. Баженов С. Р. Использование электронных информационных ресурсов в крупной библиотеке и проблемы обеспечения их сохранности // Библиотеки и информационные ресурсы в современном мире науки, культуры, образования и бизнеса [Электронный ресурс]: 11-я Междунар. конф. «Крым 2004». – Судак, 2004. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).