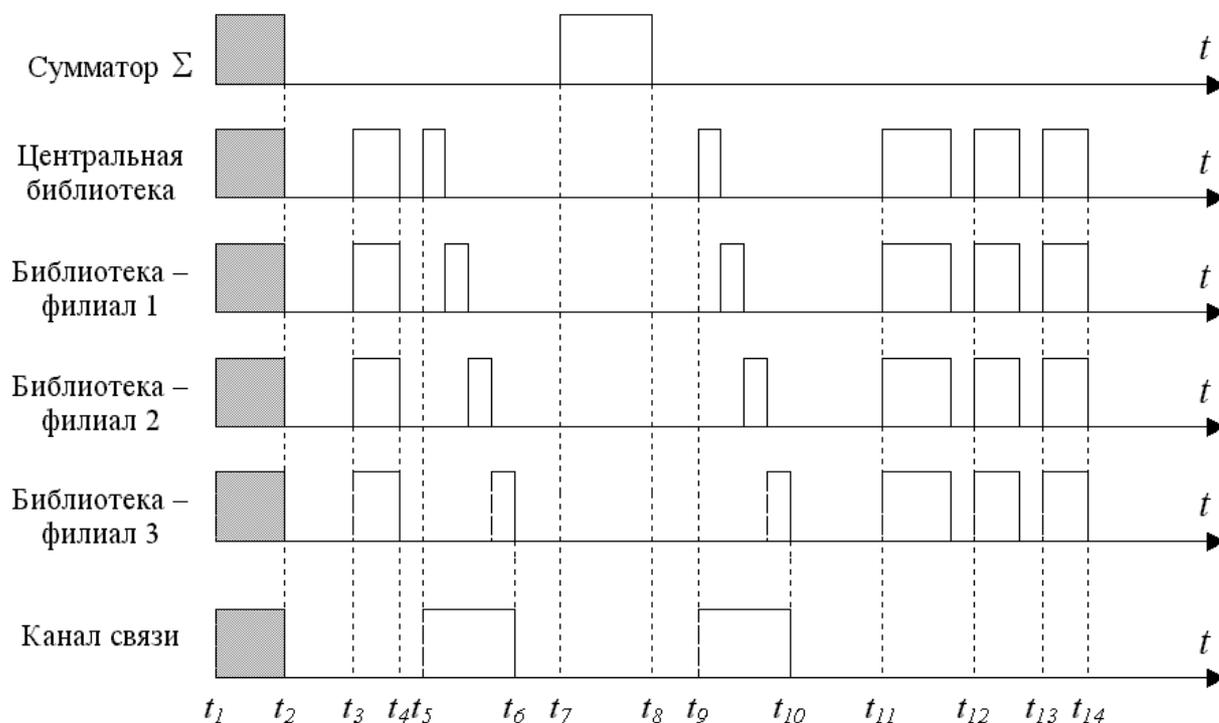


В каждой библиотеке (Ц, Ф1, Ф2, Ф3) установлена локальная копия имеющейся в системе библиотек АБИС. В момент времени t_1 (начало рабочего дня) библиографические базы во всех библиотеках равны и находятся в согласованном состоянии. В течение рабочего дня в базе данных локальных АБИС производятся создание новых, удаление или изменения записей.



Временная диаграмма работы распределенной АБИС для системы из четырех библиотек
Рис.2.

Детально следует рассмотреть работу системы тиражирования (рис.1) с использованием временной диаграммы (рис.2). Рабочее время библиотеки представляет интервал $t_2 - t_1$, в течение которого производится работа с данными: добавление, удаление, изменение полей или записей. Далее в период $t_4 - t_3$ в каждой библиотеке запускается программа, которая создает файл отчета изменений базы данных этой библиотеки $\Delta_{C1} \dots \Delta_{C4}$ с учетом локальных ограничений $F_1 \dots F_4$. В период времени $t_6 - t_5$ каждая библиотека передает по информационным каналам связи полученные файлы изменений. На рис.2. показано использование одного канала связи, по которому последовательно передаются такие файлы. После того, как все файлы локальных изменений поступили на сервер центральной библиотеки, на сумматоре Σ в период времени $t_8 - t_7$ запускается программа для создания суммарного (сводного) файла изменений баз данных Δ_{SUM} за период времени $t_2 - t_1$ для всех библиотек. Затем файл Δ_{SUM} передается в библиотеки последовательно в период времени $t_{10} - t_9$ с использованием единственного канала связи. При этом следует учесть факт, что библиотеки не имеют программных средств для создания входящих соединений, а используют только исходящие подключения модемной связи. Это обстоятельство заставляет иметь достаточный период $t_9 - t_8$ на случай, если потребуются дополнительные затраты времени на создание суммарного файла Δ_{SUM} . После того, как файл Δ_{SUM} доставлен в каждую библиотеку (момент t_{11}) происходит применение

содержащихся в нем инструкций на изменение согласованного снимка базы данных момента времени t_1 (рис.1.) для перевода его в следующее согласованное состояние. В этом состоянии в БД включены все изменения локальных АБИС в период $t_2 - t_1$. После этого, в момент t_{12} , запускается программа подмены файлов базы данных и программа актуализации библиографических данных. После чего производятся необходимые проверки, тестирования системы и резервирование файлов БД последнего согласованного состояния в автоматическом режиме $t_{14} - t_{13}$. При этом схема резервирования БД настраивается с использованием системы автоматического удаления страховочных копий в ретроспективе.

Таким образом, в момент времени t_{14} в каждой библиотеке будет:

- равенство баз данных локальных АБИС- согласованное состояние баз данных РАБИС, когда множество записей каждой БД тождественно равно множеству любой другой БД распределенной системы;
- в базах данных будет суммарная информация об изменениях библиографических записей с учетом ограничений на изменение данных, сделанных за период $t_2 - t_1$ во всех библиотеках (Ц, Ф1, Ф2, Ф3).

Можно сказать (рис.2), что база данных локальной АБИС в любой библиотеке будет недоступна для изменений в период времени с t_3 до t_{14} . В то же время она будет доступна для просмотра и извлечения, кроме интервала $t_{13} - t_{12}$ (период актуализации и подмены файлов БД). Это позволит осуществлять поиск в электронном каталоге системы библиотек читателям, использующим Интернет для доступа.

Общая схема работы каждой библиотеки-филиала в течение нескольких дней может быть представлена временной схемой (рис.3).

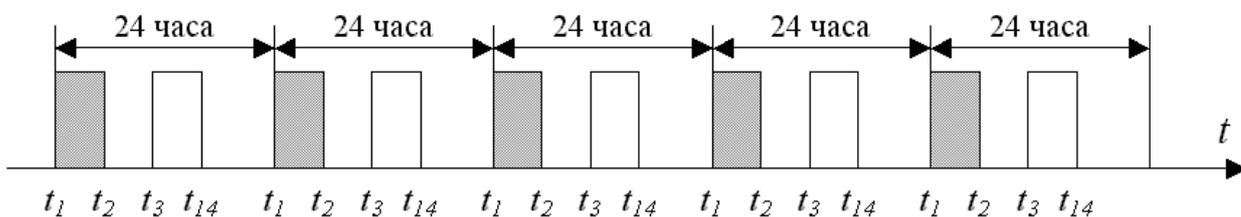


Диаграмма работы АБИС и системы тиражирования в одной библиотеке в течение пяти дней

Рис.3.

Далее рассмотрены причины и ошибки, которые могут привести к срыву работы программы тиражирования.

1. **Отсутствие информационного канала связи** в периоды времени $t_6 - t_5$ и $t_{10} - t_9$. При невозможности передачи или приема файлов локальных или суммарных изменений Δ_{SUM} принимается решение о прекращении всех операций тиражирования и продолжении работы локальной АБИС в рассогласованном состоянии в течение следующих 24 часов. После чего будет вновь запущена программа тиражирования, при этом построение файла локальных изменений будет вестись от снимка базы данных момента времени t_1 предыдущего дня и момента времени t_2 текущего дня. Если нет возможности установить соединение и во второй день, то также принимается решение работы в рассогласованном состоянии еще на сутки и так далее, пока не появится возможность передачи или приема файлов. При этом построение файла локальных изменений баз данных $\Delta_{C1} \dots \Delta_{C4}$ будет проводиться

относительно последнего снимка в согласованном состоянии базы данных РАБИС. И при первом удачном соединении в сервера центральной библиотеки будут загружены файлы изменений Δ_{SUM} от тех дней, когда информационный канал отсутствовал. Затем будет последовательно проведено изменение локальной рассогласованной базы данных в соответствии с файлами изменений Δ_{SUM} .

2. **Ошибки при построении файлов локальных изменений баз данных $\Delta_{C1} \dots \Delta_{C4}$.** Можно определить несколько типов таких ошибок:
 - а. **Ошибки применения локальных ограничений.** Эти ошибки возникают при анализе данных, в которых был нарушен принцип уникальности алгоритмического кода записи, т.е. в базе данных в момент времени t_2 встречается две записи, имеющие одинаковый алкод и система тиражирования не может применять локальные ограничения. Подобные ошибки работы будут рассмотрены ниже, при анализе конфликтных ситуаций в РАБИС.
 - б. **Ошибки идентификации данных.** Подобный тип ошибок связан с использованием алгоритмических кодов, которые строятся средствами АБИС автоматически и могут нарушать принцип идентичности определения библиографической записи с появлением двух одинаковых алкодов в базе данных.
 - с. **Пустые записи.** В процессе работы каталогизаторов происходит сохранение некоторых записей без библиографической информации, их определяющей. Эти данные не позволяют системе тиражирования построить алгоритмический код такой записи. Как правило, это «пустые» записи, содержащие в полях данных только значения умолчаний применяемого для описания шаблона. В используемой модели при построении файлов локальных изменений «пустые» записи удаляются и в процессе тиражирования не участвуют. При этом существует возможность настройки, какие записи необходимо признавать «пустыми».
3. **Ошибка передачи данных $\Delta_{C1} \dots \Delta_{C4}$, из библиотеки-филиала в центральную библиотеку.** Возникает такая ошибка, когда данные, не могут быть переданы, по техническим причинам или в момент, когда был произведен прием суммарного файла изменений Δ_{SUM} , но в файле отсутствуют сведения о том, что при его создании были использованы инструкции отправленного локального файла изменений. В этом случае принимается решение о прекращении процесса тиражирования и база данных локальной АБИС находится в несогласованном состоянии до следующей попытки тиражирования. Процесс тиражирования при этом будет проводиться относительно последнего согласованного состояния базы данных.
4. **Ошибка приема суммарного файла изменений Δ_{SUM} в какой-либо библиотеке-филиале.** Возникает в момент приема файла по техническим причинам или по причинам несогласования времени t_8 и t_9 , когда для создания суммарного файла потребовалось больше времени, чем было отведено. При этом библиотека-филиал сделала запрос на загрузку файла изменений Δ_{SUM} , но запрошенный файл отсутствовал.
5. **Невозможность работы библиотеки-филиала в структуре распределенной АБИС.** Подобные ошибки можно отнести скорее к организационным и

ошибкам «человеческого фактора», нежели к техническим. Самые распространенные из таких ошибок:

- a. **Невозможность работы сервера библиотеки-филиала в круглосуточном режиме** по причине пожарной безопасности. В этом случае программа тиражирования настраивается таким образом, что компьютер автоматически включается от встроенного в BIOS будильника в определенное время, а после процесса тиражирования все приложения закрываются, и компьютер выключается. Весь процесс тиражирования с t_3 до t_{14} составляет незначительное время (не более 1 часа), и имеется возможность использования источника бесперебойного питания для работы системы в таких условиях.
- b. **Сервер библиотеки-филиала вечером был непреднамеренно выключен.** В этом случае принимается решение, об отмене тиражирования, и БД находится в несогласованном состоянии до следующего момента тиражирования.
- c. **Частые случаи работы с БД в несогласованном состоянии.** При накоплении статистики работы программы тиражирования и анализе полученных данных можно будет говорить об относительной величине пропусков тиражирования, при которой возможна стабильная работа системы. На данном этапе для каждой библиотеки-филиала принята пороговая величина 30% неудачных попыток тиражирования за последние 10 дней, при превышении которой система извещает администратора о проблемах в работе библиотеки-филиала.

Представленные выше причины, приводящие к срыву тиражирования как единичного процесса, на практике не представляют серьезных проблем для работы РАБИС. Однако при появлении частых срывов в работе системы тиражирования может привести к появлению конфликтных ситуаций в библиографических данных. Конфликтные ситуации, возникающие при работе баз данных в несогласованном состоянии можно определить:

1. **Конфликты при запаздывании данных.** Это может возникнуть, если в какой-либо библиотеке несколько дней база данных находилась в несогласованном состоянии и некоторая запись подверглась изменению, в то же время в любой другой библиотеке та же запись была аналогичным образом изменена, причем изменения вступили в силу при первом удачном процессе тиражирования в РАБИС. При использовании алкодов в этом случае будет невозможно найти повторение поля, которое требуется изменить, поскольку оно в согласованной базе уже было изменено ранее. Решение в таком случае принимается по последнему значению технологического поля, в котором содержится дата последнего удачного обновления этой библиографической записи в формате ГГГГММЧЧ и если она больше, чем та, что создает конфликт, то конфликтное изменение в данной записи отвергается, предварительно проверив, нет ли нарушения принципа уникальности алкода. Если же дата обновления в технологическом поле меньше, то делается предположение, что нарушен принцип уникальности алкода записи.
2. **Конфликты в РАБИС при нарушении принципа уникальности алгоритмического кода.** При возникновении подозрения о нарушении главного условия существования модели тиражирования – уникальности алкода библиографической записи, система автоматически производит полное сравнение записей на этапе создания суммарного файла изменений Δ_{SUM} , и редактирует технологические поля, участвующие в построении алкода, чтобы вернуться к состоянию уникальности алкода.

3. **Конфликты, связанные с другими базами данных, используемых в локальных АБИС библиотек.** Подобные конфликты могут возникнуть при использовании системы книговыдачи на основе локальных баз данных читателей или при использовании авторитетных баз данных, установленных только в некоторых библиотеках и использующие поля связи для организации ссылок на записи, находящиеся в разных базах данных. Такие конфликты не будут влиять на работу системы тиражирования, однако нормальное функционирование локальной АБИС будет нарушено. Решение этой проблемы видится в запуске системы тиражирования для всех баз данных системы библиотек.
4. **Конфликты, возникающие при использовании глобального удаления записей или глобальной корректировки.** Подобные конфликты связаны скорее с психологической составляющей нормальной работы РАБИС, нежели с устойчивостью системы. На практике возникают ситуации, когда в библиотеке-филиале по причине недостаточной квалификации сотрудников или несанкционированного доступа произошло глобальное удаление или изменение данных. При этом ограничения на изменения данных системы тиражирования для этой библиотеки не позволили данной информации попасть в суммарный файл изменений Δ_{SUM} РАБИС. Но в этом случае требуется уведомление лица, ответственного за ведение базы данных, об имевшем место превышении некоторого порогового значения количества удаленных или измененных библиографических записей для конкретной библиотеки. Это делается в автоматическом режиме по электронной почте.
5. **Конфликты, возникающие при «перемешивании» библиографических записей в локальной АБИС.** Библиографические базы данных отличаются последовательным расположением записей. При удалении библиографических данных появляется пустая запись, которая затем заполняется новыми данными. Существуют технологии, которые позволяют провести изменение места расположения записей в базе данных. Иногда это необходимо для задач ускорения последовательного поиска. При этом сравнение записей по месту расположения для построения локального файла изменений АБИС в библиотеке приведет к непредсказуемым результатам. Использование же алгоритмических кодов позволит осуществить тиражирование баз данных даже при «перемешивании» записей в локальном АБИС. При этом увеличится время на создание файла локальных изменений $\Delta_{C1} \dots \Delta_{C4}$ за тот день, когда было проведено «перемешивание».
6. **Конфликты, возникающие при локальном восстановлении данных в АБИС библиотек.** Надежность технических и программных средств не максимальна. Возникают ситуации, приводящие к потере всего массива информации в какой-либо библиотеке или нескольких библиотеках одновременно. Для восстановления нормальной работы РАБИС требуется использовать последнюю согласованную версию библиографической базы данных любой другой библиотеки.
7. **Конфликты приоритета изменений данных.** Возникают в случае изменения одной и той же библиографической записи в разных библиотеках в один день. Анализ измененных полей библиографической записи позволяет просуммировать изменения полей и избежать конфликтов на уровне полей и их повторений. Однако может возникнуть ситуация, когда одно и то же поле в нескольких библиотеках изменено на разные значения. Для решения таких конфликтов используется принцип ранжирования библиотек. Ранг конкретной библиотеке присваивается ответственным лицом на основе данных о

квалификации сотрудников. В результате будут оставлены только изменения повторений конфликтных полей, выполненных в библиотеке с высшим рангом.

8. **Конфликты блокировок записей локальных АБИС.** Для работы в сетевом режиме имеющиеся на рынке АБИС используют технологии блокировок редактируемых записей. Заключается это в следующем: пока с записью в базе данных работает кто-то, никто другой не может проводить в ней изменения. На этапе эксплуатации АБИС возникают аварийные завершения работы клиентских приложений с заблокированными записями в базе данных в момент работы системы тиражирования. Для устранения подобных конфликтов необходимо при запуске системы тиражирования производить принудительную разблокировку всех библиографических записей в базе данных.
9. **Конфликты «промежуточного уровня».** Самый неизученный на сегодняшний день класс конфликтов. Возникают при использовании системы тиражирования совместно с ПО «промежуточного слоя», например шлюзами. Решение подобных конфликтов видится в четком согласовании всех возможных значений данных, используемых в распределенной системе.

Анализ конфликтных ситуаций, возникающих в РАБИС с применением технологии тиражирования на основе алгоритмических кодов библиографических записей, позволяет сделать вывод о возможности существования подобных распределенных систем, обеспечивающих нормальное функционирование локальных АБИС библиотек. При этом обеспечивается целостность библиографических данных.

Литература

1. UNIMARC Manual. Руководство по UNIMARC / Пер. на рус. яз. коллектива под рук. А.И. Земскова, Я.Л. Шрайберга. М.: ГПНТБ России, 1992. 319 с.
2. Коголовский М.Р. Энциклопедия технологий баз данных. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 800 с.: ил. - ISBN 5-279-02276-4
3. Практическая репликация / Луковенко А., Фаритов А. // Открытые системы – 2001. – N12
4. Программное обеспечение для автоматической синхронизации баз данных системы "ИРБИС" / Карауш А.С., Копытков Д.Ю. // 10 -я Международная конференция "Крым 2003" Библиотеки и ассоциации в меняющемся мире: новые технологии и новые формы сотрудничества. ", Судак, 8-16 июня, 2003 - М.: Изд-во ГПНТБ России, 2003. - Т. 2.
5. Программное обеспечение корректора электронного каталога системы "ИРБИС" / Карауш А.С., Копытков Д.Ю. // 10 -я Международная конференция "Крым 2003" Библиотеки и ассоциации в меняющемся мире: новые технологии и новые формы сотрудничества. ", Судак, 8-16 июня, 2003 - М.: Изд-во ГПНТБ России, 2003. - Т. 2.
6. Коннолли, Томас, Бегг, Каролин, Страчан, Анна Базы данных: проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика, 2-е изд.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 1120 с.: ил. – Парал. тит. англ.
7. Ролланд, Фред, Д. Основные концепции баз данных. : Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2002. – 256 с.: ил. – Парал. тит. англ.
8. Дейт, К., Дж. Введение в системы баз данных, 7-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 1072 с.: ил. – Парал. тит. англ.
9. Репликация данных как управленческая задача: подходы к решению/ Максименко Ю. // ВУТЕ/Россия – 2001. – N2 – 4.
10. Объектные технологии построения распределенных информационных систем/ Пуха Ю.// Системы Управления Базами Данных – 1997. – N 3. – с.4-20
11. Гома Х. UML. Проектирование систем реального времени, параллельных и распределенных приложений.: Пер. с англ. – М.: ДМК Пресс, 2002. – 704 с.: ил. – (Серия «Объектно-ориентированные технологии в программировании»).