

# ВИЗУАЛИЗАЦИЯ И РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО ИЗДАНИЯ СЕМИОГРАФИЧЕСКИХ ПЕСНОПЕНИЙ

Даньшина И.В., Даньшина М.В.  
(МГТУ им. Н.Э.Баумана, г. Москва)

В первой части статьи рассматриваются методы визуализации знаменных песнопений, представлена технология перевода семиографических книг в электронный вид. Во второй части рассмотрен Веб-сервис, позволяющий представить их в Интернете, а также рассмотрены проблемы создания программы для ввода семиографической информации.

## 1. ПЕРЕВОД ПЕСНОПЕНИЙ В ЭЛЕКТРОННЫЙ ВИД

### 1.1. ЧТО ТАКОЕ СЕМИОГРАФИЧЕСКИЕ ПЕСНОПЕНИЯ

Семиографические песнопения – это песнопения, содержащие Знаменный распев-это основной вид, старейшая и исконная форма русского богослужебного пения. Для записи песнопений используются специальные знаки безлинейной нотации-знамена, которые также иногда называют крюками.

Эта запись отличается от уже привычной 5-ти линейной формы способом записи мелодии, в котором нет четкого соответствия между знаменем, высотой и длительностью звука. Поэтому, перевод песнопений из крюковой нотации в пятилинейную не является тривиальной задачей. Трудности, связанные с расшифровкой знаменного письма, заключаются в том, что непонятны внутренние законы знаменного письма в силу которых мелодии выражены именно данными крюками, а не другими.



Рис.1. Пример семиографического песнопения

### 1.2. СТРУКТУРА ЗНАМЕНИ.

Знамя имеет сложную структуру. Эта структура состоит из самого знамени и дополнительных элементов, которые являются своего рода подсказками исполнителю

Знамена определяют только длительность звуков, направление мелодии и характер звучания: высоту же звуков показывают особые дополнительные знаки (пометы), которые бывают "киноварными" (красными) и "тушевыми" (черными). Тушевые признаки использовались для обозначения высоты звуков в знаменной нотации.

Знаменное пение основано на звукоряде, состоящем из 12-ти звуков, которые делятся на четыре "согласия". Признаки обозначают к какому согласию относится знамя. Пометы, поясняющие характер исполнения, называются указательными.

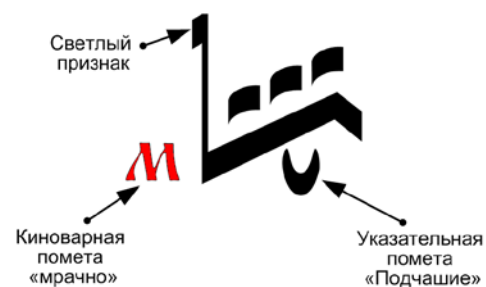


Рис.2. Структура знамени

### 1.3. АКТУАЛЬНОСТЬ ЭЛЕКТРОННОГО ИЗДАНИЯ.

Было проведено исследование, в ходе которого были выявлены другие проекты, занимающиеся данной проблематикой. Например, существует «Фонд знаменных песнопений» который занимается вводом песнопений в крюковой и линейной нотации. Этот проект был открыт в 2003-м году, и к настоящему времени в рамках него удалось ввести более 10 тысяч песнопений в крюковой и линейной нотации. Разработчиками проекта было принято решение разбивать каждую книгу на составляющие их песнопения и предоставлять для просмотра выбранное пользователем. Данный подход не позволяет посмотреть книгу целиком (переходя от одной странице к другой). К тому же, песнопение визуализируется без привязки к первоисточнику, т.е. не сохраняется первоначальное начертание, т.к. все песнопения набираются единым универсальным шрифтом.

Кроме Интернет-публикаций, выпускаются печатные книги-сборники песнопений в крюковой нотации, но они представляют лишь единичные книги-оригиналы.

Первоисточники, которых насчитывается более 200 книг (это певческие книги Октоих, Обиход, Триодь, Праздники, сборники, содержащие от двух и более певческих книг), хранятся в фондах библиотек, но доступ к ним ограничен и возможен только после специального разрешения. Ксерокс рукописей также производится по разрешению и не в полном объеме.

Таким образом, можно посмотреть как выглядит знаменное песнопение, найти справочную информацию по данной тематике, но получить доступ к какому-то определенному источнику большинству людей практически невозможно.

С другой стороны, проблема не только в просмотре. Более важной задачей является исследование рукописей. Работать с картинкой или сильно фрагментированной книгой неудобно, т.к. затруднен поиск информации. Например, осуществление статистического анализа требует больших временных и трудовых затрат, т.к. эта работа довольно монотонна и требует концентрации внимания. Использование же компьютера во много раз облегчает данную задачу.

Таким образом, необходимо подготовить электронное издание, которое позволит:

- 1) просматривать знаменные книги в том виде, в котором они были написаны
- проводить различного рода анализ песнопений.

#### 1.4. МЕТОДЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЗНАМЕННЫХ ПЕСНОПЕНИЙ.

**В виде картинок.** Первый способ-это визуализация с помощью картинок. Это самый простой путь, т.к. необходимо лишь организовать хранение картинок в определенном месте (БД или просто в папке на диске) и загружать их оттуда для показа пользователю. Существует большое количество готовых решений для этого, поэтому это не представляет сложности. Но данный метод имеет ряд недостатков:

- 1) Для хранения большого количества песнопений необходимо много места на диске
- 2) Затруднен поиск по песнопениям (т.к. напрямую искать можно только по страницам, а для более детализированных запросов необходимо специальное индексирование)

Плюсы данного метода:

- 1) простое решение
- 2) нет необходимости заботиться о сохранении первоначального вида.

Таким способом реализован в настоящее время показ песнопений на сайте проекта <http://www.philippovich.ru/Projects/Semio/SemioMain.htm>.

**С помощью специальных шрифтов.** Второй способ- разработать специальные шрифты и использовать их для ввода песнопений, например, в таблицы MS Word, либо в БД.

Плюсы:

- 1) можем искать внутри песнопений. Следовательно, можем проводить различные исследования
- 2) песнопение занимает меньше места, по сравнению с картинкой. Например, 70 страниц книги в формате \*.bmp занимают 260-300 Мб, а эти же страницы, набранные в таблицах MS Word, 2,5-3 Мб.

Минусы:

1) большая трудоемкость разработки шрифтов, ввода песнопений

2) необходимость проверки и корректуры введенных песнопений, т.к. человек при наборе допускает ошибки.

Бѣ	чѣр	на	а	на	ша	мо	лнѣ	бы,
а	а	ша	а	а	ша	а	а	
прѣ	н	лн	бѣ	тън	го	по	дн.	
а	а	ша	а	а	а	ша	а	а
н	по	дѣжь	на	о	рта	кае	нѣ	е

Рис.3. Пример песнопения в MS Word

**Веб-сервис с динамически подгружаемыми песнопениями и возможностью проигрывания мелодии.** Мы предлагаем третий вариант-это Веб-сервис с динамически подгружаемыми песнопениями и возможностью проигрывания мелодии. Пользователь может просматривать, редактировать и проигрывать песнопения в режиме он-лайн. В настоящее время этот веб-сервис находится в разработке, но первые результаты уже можно посмотреть на сайте, посвященном нашему проекту. Ниже об этом сервисе будет рассказано более подробно.

#### 1.5. ШРИФТЫ ДЛЯ ВВОДА ПЕСНОПЕНИЙ

Для ввода текста была разработана гарнитура Irmologion. Она содержит 13 шрифтов для ввода различных начертаний букв. На рисунке приведены примеры 7-ми из них.

Irmologion	Гемнографна
Irmologion Acute	É Ñ Ó Á Ú Ā
Irmologion Breathing	ê ñ ô â û ð
Irmologion BrthAcute	ě ň ó ľ ů ž
Irmologion BrthGrave	Ě Ě Ō Ā Ĥ Ĥ
Irmologion EtceteraTitles	ĳ Ĺ Ĵ Ķ Ĺ Ĥ
Irmologion Erok	Ķ Ĺ Ĵ Ķ Ĺ

Рис.4. Примеры шрифтов из гарнитуры Irmologion

Для ввода крюков использовался шрифт AndrewSemio. Данный шрифт претерпел несколько стадий доработок, начиная от экспериментальной разработки до проработки эргономической составляющей шрифта. В итоге похожие крюки располагаются на одной букве с разным начертанием (обычное, жирное, курсивное).

В силу особенностей предметной области, в процессе ввода и проверки песнопений появляются знамена, которые данный шрифт не позволяет ввести, поэтому в настоящее время идет дополнение шрифта недостающими символами.

В			
N			
Z			
0			
С			

Рис. 5. Пример шрифта AndrewSemio

### 1.6. ТЕХНОЛОГИЯ ВВОДА ПЕСНОПЕНИЙ

Технология ввода песнопений представлена на рисунке 6. Временные затраты приведены для 1 части «Круга знаменных песнопений» - Октоиха. Объем этой книги составляет 115 страниц. Первый этап технологии – это сканирование оригинала песнопения. Обработка 1 страницы занимает около 2,5 минут (т.е. всего 5 часов). Ввод (набор) одной страницы песнопения осуществляется примерно за 1 час. После ввода песнопения необходима проверка на наличие ошибок, которая занимает 45 минут. В итоге получаем книгу, набранную в таблицах MS Word.

Эти данные могут быть представлены в Интернете., а также использоваться для анализа.

Для сравнения на рисунке 7 слева показан пример страницы «Круга знаменных песнопений», а справа эта же страница, набранная с помощью специально разработанных шрифтов. Видно, что для достижения цели минимального различия оригинала и электронного варианта книги необходимо разработать шрифт, содержащий все орнаменты «Круга..», шрифт для ввода заголовков первого уровня и шрифт для ввода буквиц.

Разработка шрифтов и использование их для визуализации позволяет проводить различные исследования, которые в будущем помогут расшифровать знаменные песнопения. Поэтому, после этапа коррекции введенных песнопений необходимо иметь наиболее достоверные данные (в идеале - безошибочный ввод и минимальная разница с оригиналом). Для этого необходимо улучшать не только шрифты, но и самому технологию. Мы предлагаем следующие варианты:

- Использование шаблонов Word 2007
- Использование специальной программы для ввода
- Использование программы оптического распознавания

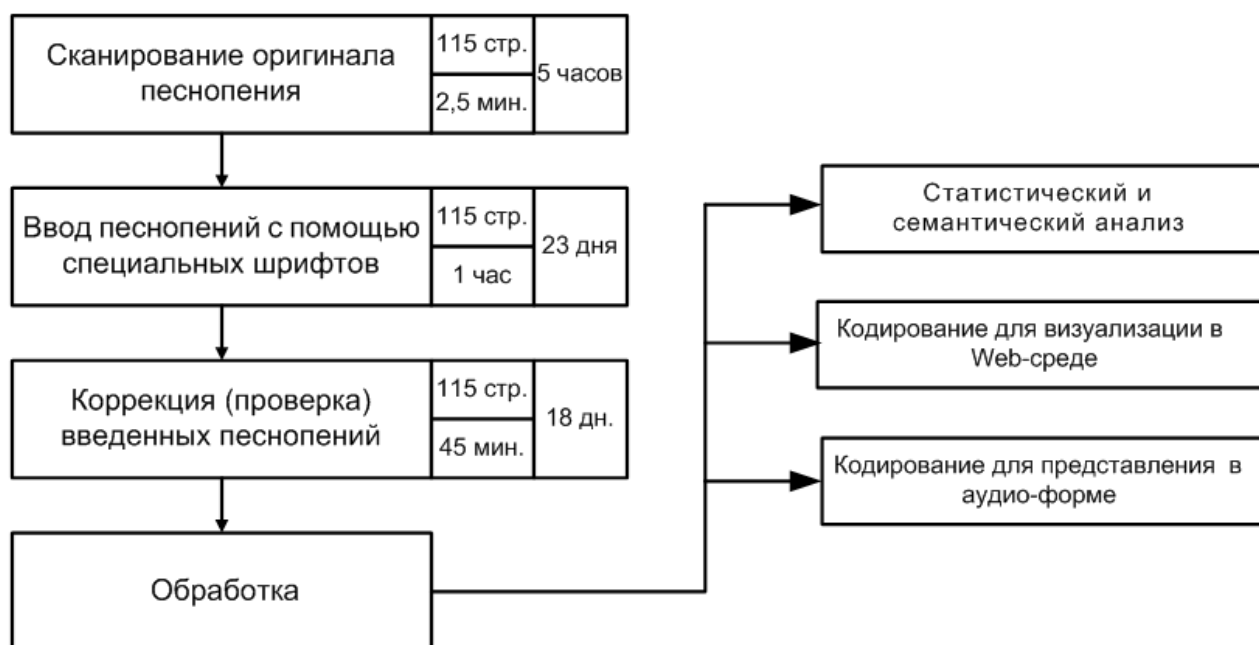


Рис. 6. Технология ввода семиографических песнопений



# ПЯТЬ ПЕРВЫЙ

НАМАЛЕЙ КЕЧЕРНИ НАГДИ ВОЗВАХЪ.

СТГА САМОГЛАСНА.

Е ТЕР НА А НА ША МО АНТ БЫ,  
 ЛГИ И МИ СКА ТЫН ГО СПО АН.  
 И ПО ДАРКАД НА О СТА КЛЕ НИ Е  
 ГРЪ ХОКЪ. ТА КО ЧЫ Е ДНЪ Е СН  
 ТАК ЛЕЙ КЪ МИ ГРЪ КО СБСЕ СЕ НИ Е.

ПОДОБЕНЪ НА 5 ЧТОКЪ.

# ГЛАСЪ ПЕРВЫЙ

НАМАЛЕЙ КЕЧЕРНИ НАГДИ ВОЗВАХЪ.

СТРА САМОГЛАСНА.

ВЪ ЧЕР НА А НА ША МО АНТ БЫ,  
 ГЛ НГ НА А НА ША МО АНТ БЫ,  
 ПРІ Н МИ СКА ТЫН ГО СПО АН.  
 ГЛ НГ НА А НА ША МО АНТ БЫ,  
 Н ПО ДАРКАД НА О СТА КЛЕ НИ Е  
 ГРЪ ХОКЪ. ТА КО ЧЫ Е ДНЪ Е СН  
 ТАК ЛЕЙ КЪ МИ ГРЪ КО СБСЕ СЕ НИ Е.

ПОДОБЕНЪ НА 5 ЧТОКЪ.

Рис. 7. Сравнение оригинала книги с электронным аналогом

## 2. WEB-ПРИЛОЖЕНИЕ «МУЗЫКАЛЬНЫЙ РЕДАКТОР СЕМИОГРАФИЧЕСКИХ ПЕСНОПЕНИЙ»

### 2.1. ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

На структуру данных, используемых в приложении, значительным образом повлияла специфика предметной области, а именно структура древних музыкальных рукописей. Эти рукописи были проанализированы и разделены на три типа.

1) различные азбуки, в которых дается словесное описание знамен, либо соответствие одной или нескольким нотам.

Имена знамен: Талта, Полтавля, Чергил, Полчиртил.  
 Вспомогательные: ...  
 Названия: Столпы, Кресты, Ирачнй, Свотля.  
 Свотля: ...  
 Тресветля: С сорочьей ногой, Со отжежов, Со залетов.  
 И ирачнй: Простая, Ирачнй, Стрела, Свотля, С сорочьей ногой.  
 Двухсторонние знамена: Глубокая, Глазъ, Переводка, Стрелъ ирачнй, Ирачнй.

Рис. 8. Пример азбуки

Словами знамен, какъ поется в поевке, гласъ. Ирачнй.  
 Крест простоя, возгласит его мало поевке строкъ. А ирачнй поевке простоя. А свотля крест возгласит яко и ирачнй равно. А тресветля крест возгласит светлаго знамъ. Ано ли тресветля крест о сорочьей ногой, велики поевке возгласит. А стрелъ простоя на знамъ строкъ, на знамъ. А свотля стрелу возгласит гласомъ вверхъ 2-мъ и ступитъ, ирачнй. Тресветля к стрелу велики светло возгласитъ вверхъ и подражатъ. А стрелу громкая летъ низко. А ирачнй поевке летъ. Светлую громкую стрелу, ирачнй, подражатъ ирачнй вверхъ 2-мъ на ступитъ гласомъ 2-мъ. Ирачнй стрелу с подириванъ, ирачнй, подражатъ ирачнй вверхъ, знамъ строкъ. Ано ли со обаяномъ, поевке, /1 об./ опрокинутъ. Ано ли под обаяномъ точа, велики знамъ опрокинутъ, ирачнй. Свотля простоя поевке мало. Ирачнй свотля поевке поевке простоя, и поевке светлаго. Ано ли свотля простоя с залетовъ, поевке ирачнй. Ано ли и с ирачнй, велики поевке. Велики свотля или крестъ с залетовъ. Светлая громкая высоко. Сорочьей ногой

Рис. 9. Пример азбуки

2) Сборники попевок (последовательностей знамен, которые необходимо переводить по определенным правилам), в которых даны либо перечень названий попевок, либо попевки с крюками и словами.

Рис. 10. Пример сборника попевок

3) Рукописи-двозначенники — то есть такие, в которые дано прямое соответствие знаменной и крюковой нотации и из которых можно извлечь некоторые знания, касающиеся перевода попевок и

знамен в контексте, в том числе в зависимости от слов, с которыми они встретились.

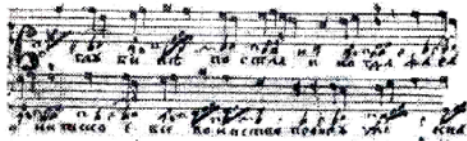


Рис. 11. Пример двознаменника

## 2.2. ПРОБЛЕМЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПЕСНОПЕНИЙ

При решении задачи визуализации древних песнопений были выделены следующие проблемы.

- 1) Разработка шрифтов
- 2) Обеспечение доступности шрифта
- 3) Возможность работы с представленным песнопением
- 4) Воспроизведение результата

**Обеспечение доступности шрифта.** Было выделено два способа. Первый способ – установка на компьютер пользователя необходимых шрифтов. Этот способ простой, но некоторые пользователи могут быть несогласными установить на компьютер дополнительный шрифт, также пользователь может не смочь это сделать, либо у него может не быть прав.

2 способ – автоматическая замена на стороне сервера текста картинкой и вывод ее на экран. Для этого существует несколько готовых решений – PCDTR, FLIR, sIFR

Это более сложный способ, более медленный, но преимущество заключается в том, что пользователю не нужно предпринимать дополнительных мер.

Замена текста на картинки реализована с помощью специально разработанной технологии «PCDTR» (PHP + CSS Dynamic Text Replacement), описанной в Интернет [7]. Эти скрипты были адаптированы к данной проблеме и успешно использованы для замены.

**Кодирование крюков.** На вход приложения поступают данные в формате xml. В файле каждый крюк закодирован с помощью атрибутов и имеет следующий вид.

```
<ROW Znam="H" Slog="Жи" Stil=" обычный" />
<ROW Znam="a" Slog="во" Stil=" обычный" />
```

Это является не слишком удобным, поэтому было принято решение перекодировать исходное песнопение с помощью специальной таблицы крюков.

	23		123		26
	24		124		27
	25		125		28

Рис. 12. Фрагмент таблицы знамен

В результате мы получаем последовательность идентификаторов, к которой можно применить правила перевода в линейную нотацию. При этом сначала применяются самые длинные правила, потом более короткие, а в конце для незаменных знамен применяются правила из азбуки. Таким образом исходное песнопение в крюковой нотации перекодируется в линейную нотацию. Для воспроизведения мелодии песнопения формируется два кода – нотный и временной, которые записываются в отдельный файл и считываются flash-приложением.

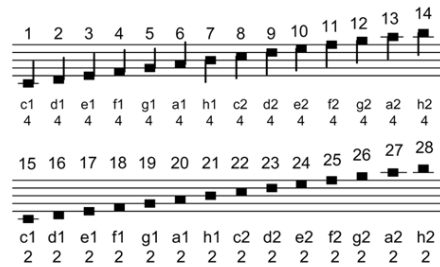


Рис. 13. Пример соответствия нот кодовым идентификаторам.

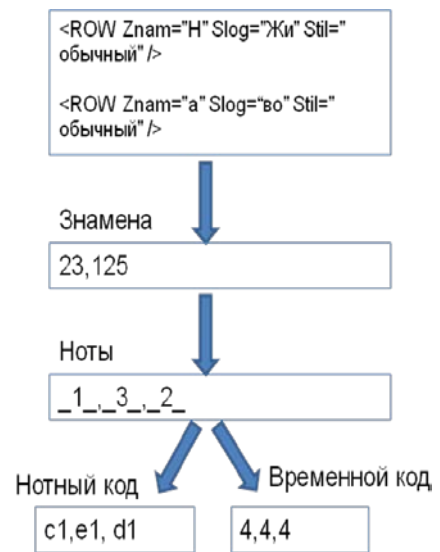


Рис. 14. Схема преобразования песнопения

**Работа с песнопением.** В приложении предлагается просмотреть песнопение, сравнить его с переведенным в линейную нотацию, провести визуальный анализ и анализ песнопения с помощью прослушивания мелодии. Также у пользователя есть возможность редактировать азбуки и повторно преобразовывать песнопения.

Пользователь выбирает из списка песнопение и нажимает на кнопку «Отправить». После этого на экране отображается песнопение в крюковой нотации. При нажатии на кнопку «Перекодировать» происходит преобразование из крюковой нотации в линейную, вывод песнопения на экран и формирование мелодии. При этом соблюдается строковое соответствие, что удобно для сравнения.

Для того, чтобы послушать получившуюся мелодию, необходимо нажать на кнопку «Проиграть».

В левой части экрана находится блок ссылок на исходные данные. Нажав на ссылку, пользователь может просмотреть азбуки, по которым осуществляется перевод, а также исходные песнопения.

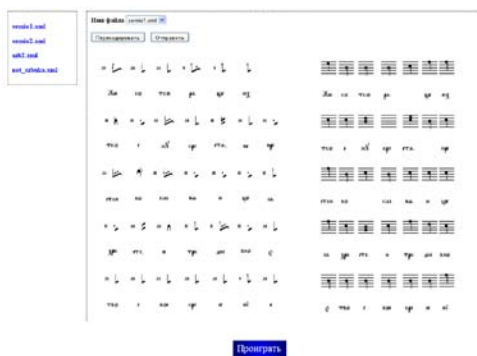


Рис. 15. Пример работы приложения

### 2.3. WEB-СЕРВИС ДЛЯ ВВОДА И РЕДАКТИРОВАНИЯ СЕМИОГРАФИЧЕСКИХ РУКОПИСЕЙ

Несмотря на то, что разработанный музыкальный редактор позволяет перекодировать песнопения из крюковой нотации в линейную, для него еще недостаточно проработана система правил замены, а именно, азбуки перевода. Текущая версия азбуки представляет собой тестовую версию, построенную на двознаменной азбуке Тихона-Макарьевского, и не является полной. Для того чтобы разработать качественную азбуку, необходимо провести исследования с двознаменниками, крюковыми рукописями и сборниками попевок, а для этого они должны быть представлены в электронном виде и занесены в базу данных, что означает необходимость разработки специального редактора для этих целей.

Как уже отмечалось ранее сборник попевок, который используется, представляет собой рукопись в крюковой нотации. Предполагается, что найдя эти попевки в двознаменнике и добавив к этому перечню правила из азбуки, будет получен свод правил, который будет основой для перевода песнопений. Но целью разработки является не только получение системы правил перевода, но и получение новых знаний о расшифровке песнопений. Применяв новые правила на рукописи, можно будет сделать вывод о полноте правил, новых закономерностях и приобрести другую важную информацию.

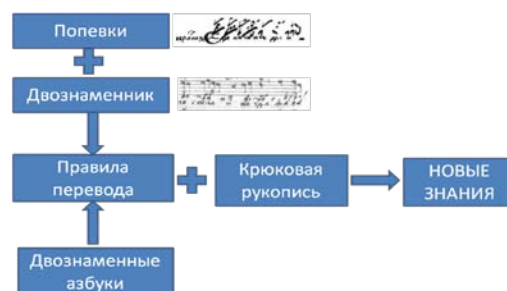


Рис. 16. Технология получения новых знаний о семиографических рукописях

При разработке данного приложения учитывается удобство работы с ним. Так, был принят во внимание тот факт, что сеть Интернет, хоть и широко распространена, но все же является доступной не всегда. Хранение и просмотр рукописей в MS Word-е является более удобным для просмотра и распечатки. Но MS Word не позволяет обрабатывать песнопения. Поэтому важно обеспечить взаимодействие офф-лайн и он-лайн режимов работы. То есть пользователь может набирать рукопись в Word, а затем, нажав на кнопку, занести данный материал в базу данных. И наоборот, занеся данные в базу с помощью Web-приложения, выгрузить необходимые страницы в Word.



Рис. 17. Схема взаимодействия офф-лайн и он-лайн режимов работы

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смоляков Б.Г. К проблеме расшифровки знаменной нотации
2. Смоляков Б.Г. О мелодической многозначности (переменности) в русской безлинейной столповой нотации.
3. Интернет сайт Фонда знаменных песнопений <http://znamen.ru/index.php>
4. Покровский А.М. Азбука крюкового пения. Объяснение главнейших начертаний древнего русского безлинейного нотописания. — М., 1901.
5. Б.Кутузов. «Русское знаменное пение». — «Москва», 2008 г.
6. Д.Шабалин. «Певческие азбуки Древней Руси». — «Кузбассвузиздат», 1991г.
7. <http://www.artypapers.com/csshelppile/pcdtr/>. Технология PCDTR.