

УДК 519.237.8:519.764

КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ ДРЕВНЕРУССКИХ ПЕСНОПЕНИЙ.

1. ГЛАСОРАЗЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ПРИЗНАКИ \*)

И.В.Бахмутова, В.Д.Гусев, Т.Н.Титкова, Б.А.Шиндин

В в е д е н и е

Древнерусские церковные музыкальные тексты XII–XVII веков представлены последовательностями знамен – специальных знаков, служащих для передачи музыкальных звуков. Одному знамени может соответствовать от одного до нескольких звуков. Интерпретация знамен существенно зависит от контекста.

Представление знаменных песнопений в нотной форме записи начало осуществляться примерно в XVII веке. Процесс дешифровки более древних источников не формализован и далек от завершения: певческие книги XVI века и более раннего периода практически нечитаемы. С одной стороны, это объясняется тем, что система осмогласия, определяющая характер построения (своего рода "грамматику") древнерусских песнопений, нигде не сформулирована в явном виде [1]. Наблюдаются лишь косвенные ее проявления, в частности, разбиение певческих книг на 8 самостоятельных частей, гласов, отличающихся друг от друга составом и мелодией.

\*) Работа выполнена в рамках проекта № 94-06-19788, поддержанного Российским Гуманитарным Научным Фондом.

дическим содержанием попевок - элементарных интонационных единиц древнерусской музыки.

С другой стороны, восстановление отдельных фрагментов грамматики (или системы осмогласия) непосредственно по дошедшим до нас текстам древнерусских песнопений в принципе возможно (о чем свидетельствуют результаты работ [2,3], проводившихся вручную), но без привлечения ЭВМ имеет ограниченную перспективу, поскольку для надежного восстановления требуются большие объемы исходных данных.

Целью данной работы является компьютерный анализ древнерусских песнопений, ориентированный на выявление гласоразличительных признаков на уровне знаменной нотации. Признаки, по которым один глас отличается от другого, являются важными характеристиками системы осмогласия. Осознание их функциональной нагрузки может оказать существенную помощь в процессе дешифровки.

## 1. Исходные предпосылки

Традиционно считается [1-4], что различия между гласами следует искать на уровне их попевочной структуры. Это означает, что разные гласы могут отличаться друг от друга составом используемых попевок, их численностью (при наличии общих попевок) и мелодическим содержанием, так как одинаковым попевкам из разных гласов не всегда соответствуют тождественные музыкальные обороты. В связи с вышесказанным нуждается в уточнении как само понятие попевки, так и вопрос о количественном составе попевок в разных гласах. Различия в мелодическом содержании попевок в данной работе не рассматриваются, поскольку анализируется лишь знаменная нотация.

Представление о том, что такое попевка (на знаменном уровне), мы можем получить лишь по дошедшим до нас из рукописных источников сборникам попевок - кокизникам. Они составлялись

древнерусскими распевщиками на основе личного опыта и вкуса, поэтому вопрос об их полноте и корректности является открытым. Систематизацию материала, представленного в различных кокизниках, провела А.Н.Кручинина [4]\*), разделив все попевки по типам кадансов (завершений) на 24 группы, каждая из которых имеет свою первооснову (или "архетип"). Архетип каждой группы состоит из трех знаков: два последних образуют кадансовую (слабо вариативную) структуру, которой предшествует еще одно знамя (более вариативное). Измененный по знаковому составу архетип называется "производным".

Попевка образуется по принципу добавления слева к архетипу (или его производному) цепочки из не более чем четырех знамен, называемой "подводом". Количество производных от одного архетипа может колебаться от одного до десяти и более. Каждому архетипу (или его производному) может предшествовать несколько подводов. Многообразие попевок, образуемых от одного архетипа по схеме: "подвод + архетип" или "подвод + производный от данного архетипа" - назовем семейством (семейство "кокиз", семейство "кулизм" и т.п.). В дальнейшем мы попытаемся дифференцировать различия между полученными с помощью компьютера попевочными словарями гласов на уровне: а) архетипов (различия в семействах); б) производных от одного архетипа (различия в подсемействах); в) подводов.

Поскольку вопрос о полноте и корректности кокизников, составленных древнерусскими распевщиками, остается открытым, авторы, используя дешифровочный подход, разработали методику автоматического выделения попевок непосредственно из текста пес-

\*) Авторы благодарны Кручининой А.Н. за предоставленные материалы и высоко оценивают ее работу. Частые ссылки на нее связаны преимущественно со случаями расхождения машинной и ручной классификации, что объективно обусловлено неполнотой ручных кокизников.

нопений [5,6]. Предварительный анализ результатов показал, что:

1) ручные кокизники существенно менее полны по сравнению с машинными. В них не учтены некоторые довольно часто встречающиеся попевки, не говоря уже о редко встречающихся экземплярах, которых очень много и которые создают существенные затруднения при дешифровке;

2) встречаются попевки, не вкладывающиеся в классификацию архетипов из [4];

3) имеющаяся информация о гласовой принадлежности попевок не всегда точна;

4) покрываемость попевками текстов песнопений далеко не полная. Критерии вычленения семантически значимых единиц, сформулированные в [5] и [6], обнаруживают структурные единицы, не относящиеся в строгом смысле к категории попевок и тяготеющие к началам промежуточных между попевкой и песнопением уровней формы, например, типа строки (см. [2]).

Руководствуясь сформулированными выше выводами при интерпретации гласоразличительных признаков, мы будем анализировать построенные нами машинные кокизники, отмечая случаи наиболее существенного расхождения с ручными. Вышеприведенный п.4 дает основание предполагать, что гласоразличительные признаки могут быть найдены не только на уровне используемых попевок, но и вне связи с попевочной структурой, что будет специально комментироваться. И, наконец, гласоразличительные цепочки знамен будут приводиться в "минимальной форме", т.е. иметь минимально возможную длину (уменьшение цепочки на один символ будет приводить к потере свойства "гласоразличимости", увеличение - вообще говоря, нет).

## 2. Выделение гласоразличительных признаков

Основой для выделения гласоразличительных признаков нам служит конструкция, называемая полным частотным спектром текста [7]. Эта конструкция фиксирует все повторяющиеся (и однократно встречающиеся) цепочки текста произвольной длины. Любое повторение (особенно частое повторение какой-либо цепочки) отражает реальную закономерность, присущую данной языковой системе. Поскольку совокупность всех повторов, зафиксированных на реальном достаточно длинном тексте, фактически является перечислением комбинаций, разрешаемых грамматикой данного языка, ее (совокупность повторов) называют иногда машинной грамматикой языка \*).

Пусть  $T$  - произвольный текст, составленный из элементов алфавита  $\Sigma$ ,  $N$  - его длина. Назовем частотной характеристикой 1-го порядка текста  $T$  совокупность элементов  $\Phi_1(T) = \{\varphi_{11}, \varphi_{12}, \dots, \varphi_{1i}, \dots, \varphi_{1M_1}\}$ , где элемент  $\varphi_{1i}$ ,  $1 \leq i \leq M_1$ , есть пара: фрагмент  $x_{1i} \in T$  длины 1 и частота его встречаемости в тексте -  $F(x_{1i})$ , а  $M_1$  - число различных фрагментов длины 1 в тексте  $T$  ( $M_1 \leq N-1+1$ , где правая часть есть полное число всех фрагментов длины 1 в тексте длины  $N$ ). Обычно фрагменты, вошедшие в  $\Phi_1(T)$ , упорядочиваются либо по убыванию частоты встречаемости, либо лексикографически. Совокупность частотных характеристик  $\Phi(T) = \{\Phi_1(T), \Phi_2(T), \dots, \Phi_{1_{\max}}(T)\}$ , где  $1_{\max}$  - длина максимального повтора в тексте  $T$ , образует частотный спектр

\*) Термин, по-видимому, был введен Ю.Г.Косаревым. Длинный текст необходим для того, чтобы в нем проявились основные закономерности данной языковой системы. Поскольку фиксация всех повторов в длинном тексте требует больших вычислительных затрат, целесообразно использование ЭВМ. Последнее обстоятельство, а также использование для представления частотного спектра ряда специфических "машинных" конструкций, удобных для дальнейшей с ним работы, обусловили появление термина "машинная" в сочетании с "грамматикой".

текста. Характеристики, порядок которых выше, чем  $l_{\max}$ , уже малоинформативны: они состоят из фрагментов с единичной частотой.

Пусть  $T_i^k$  -  $i$ -е по порядку песнопение  $k$ -го гласа в рассматриваемой подборке ( $1 \leq i \leq m_k$ ,  $m_k$  - число песнопений в  $k$ -м гласе,  $1 \leq k \leq 8$ ). Составим сводный текст всех песнопений  $k$ -го гласа  $T_k = T_1^k \sqcup T_2^k \dots T_{m_k}^k$ , где " $\sqcup$ " - разделитель между отдельными песнопениями, не принадлежащий алфавиту  $\Sigma$ , а  $T_k$  - результат конкатенации (объединения) отдельных песнопений. Для выявления гласоразличительных признаков гласов  $k$  и  $j$ ,  $1 \leq k, j \leq 8$ ;  $k \neq j$ , будем последовательно (начиная с  $l = 1$ ) сравнивать одинаковые элементы (цепочки символов) из частотных спектров  $\Phi(T_k)$  и  $\Phi(T_j)$  гласов  $k$  и  $j$ . Из рассмотрения исключаются цепочки, содержащие разделитель. Если какая-либо цепочка присутствует в одном гласе, но отсутствует в другом, она также рассматривается как претендент (и очень сильный) на включение в гласоразличительные признаки (считается, что она "присутствует" в обоих гласах, но в одном - с нулевой частотой).

Пусть  $x_1$  - общая цепочка длины  $l$  из гласов  $k$  и  $j$ ,  $F_k(x_1)$  и  $F_j(x_1)$  - частоты ее вхождения в  $T_k$  и  $T_j$ . Чтобы избежать нормировки, будем исходить из того, что длины текстов  $T_k$  и  $T_j$  не слишком отличаются друг от друга (это имеет место для рассматриваемой нами певческой книги (см. далее)). В этом случае мы можем оперировать более наглядными абсолютными частотами (вместо относительных). Назовем цепочку  $x_1$  гласоразличительной для гласов  $k$  и  $j$ , если

$$\left. \begin{array}{l} 1) \max(F_k(x_1), F_j(x_1)) \geq F_{kj}; \\ 2) \frac{\max(F_k(x_1), F_j(x_1))}{\max\{1, \min(F_k(x_1), F_j(x_1))\}} \geq f_{kj}, \end{array} \right\} (*)$$

где  $F_{kj}$  и  $f_{kj}$  - задаваемые пороги,  $1 < f_{kj} \leq F_{kj}$ . На уровне

смысла гласоразличительными являются цепочки, максимально часто встречающиеся в одном гласе и достаточно редко в другом (условие 2). Условие 1 отсекает достаточно редкие (в обоих гласах одновременно) цепочки, поскольку различие в их частотах может носить случайный характер. Первый максимум в знаменателе условия 2 устраняет возможность деления на ноль в ситуациях, когда цепочка отсутствует в одном из гласов. В соответствии с критерием (\*) максимальной гласоразличительной силой обладают цепочки, присутствующие только в одном из гласов и имеющие максимально возможную частоту.

Для интерпретации гласоразличительных цепочек иногда полезно бывает просмотреть всевозможные их право- и левосторонние расширения в тексте. Такие расширения удобно представлять в виде право- и левосторонних деревьев. Корнем каждого дерева является гласоразличительная цепочка. Ребра, отходящие от каждой вершины вправо (или влево), помечены значениями частот соответствующих расширений. Баланс частот в каждой вершине не всегда соблюдается: иногда указаны не все возможные продолжения, а лишь основные (наиболее частые). На рис. 1 приведены примеры правостороннего (а) и левостороннего (б) дерева для цепочки  $xy$  из текста  $T = xhzxhuxhuxhuzzzhxx$ .

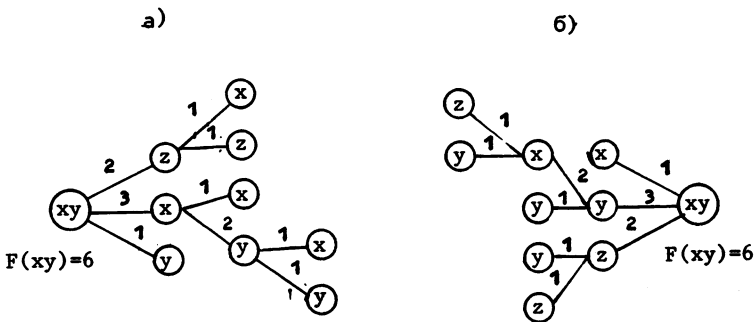


Рис. 1

Из рис. 1а видно, к примеру, что в трех случаях из 6 вслед за цепочкой ху в тексте следует элемент х, в двух случаях - элемент z и в одном - элемент у, т.е. частоты цепочек хух, хуз и хуу в тексте равны 3, 2 и 1 соответственно. Аналогично из рис. 1б следует, что в трех из 6 случаев вхождения цепочки ху в текст ей предшествует элемент у, в двух случаях - элемент z, и в одном - элемент х, т.е. частота встречаемости цепочки уху, например, в тексте Т равна 3, а цепочки ууху - единице.

Правостороннее расширение используется для того, чтобы выявить, в состав какой попевки входит анализируемая цепочка и чем она является (подвод, архетип, его производный или фрагмент, не относящийся к попевке). Процесс правостороннего расширения естественно обрывать при достижении кадансовой структуры, сигнализирующей о конце попевки. Левостороннее расширение используется для уточнения левой границы попевки (по этому поводу см. работу [6]), или для выяснения наиболее характерного местоположения вхождений данной цепочки (начало строки и т.п.). Процесс левостороннего расширения естественно обрывать при достижении либо конца предыдущей попевки, либо характерных знаков типа "/" ("косая черта" см. ниже), ∠ (параклит) и т.п.

### 3. Экспериментальные результаты

Материалом для исследования послужила одна из наиболее распространенных богослужебных певческих книг "Октоих" в полном варианте. Рукопись рассматриваемого варианта "Октоиха" принадлежит собранию Кирилло-Белозерского монастыря, датируется XVII веком и хранится в ГПБ им.Салтыкова - Щедрина, г.Санкт-Петербург (шифр 632/889). Звуковысотные и ритмические пометы, проставленные у знамен, при анализе не учитывались.



При кодировании музыкальных текстов нами был введен специальный символ "/" ("косая черта"). Он прерывает цепочки знамен в тех местах музыкального текста, которым в стихотворном тексте соответствует запятая или точка. Этот элемент, сигнализирующий о естественной паузе в стихотворном тексте, почти всегда указывает и на положение музыкальной паузы или остановки, которая, в свою очередь, ассоциируется с границей между двумя структурными единицами (например, строками). Элемент, предшествующий косой черте, почти всегда входит в кадансовую структуру попевки; элемент, следующий за косой чертой, обычно является началом строки, что далеко не всегда соответствует началу попевки.

Для сопоставления были выбраны гласы 1 и 5 "Октоиха", считающиеся параллельными (сходными в определенном смысле). Тем удивительнее оказалось наличие значительного количества ярких различительных признаков для этой пары гласов. Значения порогов в критерии (\*) были выбраны следующим образом:  $F_{15} = 10$ ;  $f_{15} = 3$ . Длины текстов  $T_1$  и  $T_5$  составляют соответственно 5833 и 6367 знамен. Ниже в табл.1-3 приведены и прокомментированы некоторые гласоразличительные цепочки с длинами  $l = 1-3$  (соответственно). Напомним, что цепочки представлены в "минимальной форме" (см.раздел 1).

Это означает, в частности, что рассматриваются лишь такие гласоразличительные цепочки длины 2, которые не являются расширениями гласоразличительных цепочек длины 1. Забегая вперед, отметим, что многие из них носят более контрастный характер (в смысле критерия (\*)) по сравнению с цепочками длины 1. В табл.2 приведены примеры лишь некоторых гласоразличительных цепочек длины 2. Отметим, что на рис. 3, сопровождающем табл.2, случаи неуверенной классификации попевок отмечаются знаком вопроса. Наиболее часто это связано с различением таких производных от архетипов "кокиза"  $\{ \lambda \} = \}$  и "рафатка"  $\{ \lambda \} = \langle$ ,

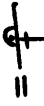
Гласоразличительные цепочки длины 1 для гласов 1 и 5

№	Цепочка	Частота встречаемости		Комментарий
		Глас 1	Глас 5	
1	2	3	4	5
1	4	3	23	Оба знамени обычно встречаются вместе и являются определяющими для архетипа попевки "ключ" ( $\underline{\Delta}$ 4 $\downarrow$ см. [4] ). В гласе 5 фигурируют 3 производных от этого архетипа: $\downarrow$ 4 $\downarrow$ (F=15); $\downarrow$ 4 $\downarrow$ (F=6) и $\downarrow$ 4 $\downarrow$ (F=2). В гласе 1 по разу встречается каждый из первых двух производных. Интересно отметить, что в [4] попевка "ключ" не указана в числе фигурирующих в гласах 1 и 5.
2	b	2	23	
3	П (голубчик тихий)	39	9	Как видно из дерева правосторонних расширений этого знамени (см. рис.2а), "голубчик тихий" в гласе 1 выступает в двух качествах: а) входит в кадансовую структуру попевок, происходящих от архетипов "подъем" и "рафатка"; б) встречается в начале строки в комбинации с серией "крюков", проявляющей свойства периодичности (( $\underline{\Delta}$ $\underline{\Delta}$ ) <sup>2</sup> ) и не образующей попевочную структуру. В качестве "а" "голубчик тихий" используется и в гласе 5 (5 раз там встречается производный от архетипа "подъем": $\downarrow$ П $\equiv$ ). Свойство "б" является гласоразличительным (оно присуще лишь гласу 1).
4	— (подчаше)	13	49	Как видно из рис.2б, "подчаше" в гласе 5 выступает либо в качестве первого (неустойчивого) знамени в производных от архетипов "долинка", "срединка", либо (гораздо чаще) в качестве <u>универсального подвода</u> (обычно в форме $\downarrow \downarrow \downarrow$ ) к производным от

Продолжение таблицы 1

5				
1	2	3	4	
				архетипов "прикладная" (за которой в этом случае в обязательном порядке следует "долинка"), "кокиза", "рафатка". Гласоразличительная функция "подчашия" как раз проявляется на уровне его функционирования в подводе.
5		4	22	На рис.2в показано дерево правосторонних расширений данного знамени. Нетрудно видеть, что в основном оно превалирует в 1-й и 2-й позициях производных от архетипов "кулизма", "долинка" и "полукулизма". Гласоразличительную функцию играют все входящие архетипы "полукулизма" (в глазе 1 этой полевки не обнаружено). Заметим, что в известных нам рукописных кокизниках "полукулизма" фигурирует лишь в глазах 4 и 8.
6		28	2	В соответствии с рис.2г данное знамя в глазе 1 может фигурировать в 1-й позиции неидентифицированной структурной единицы $\{ \text{---} = \text{---} = \text{---} \text{ (F=7)} \}$ , напоминающей скоплением "статей" тайнозамкнутую конструкцию типа "лицо" [1]. Другая функция того же знамени - "предварение цепочек "столиц". Эти цепочки, названные в [1] "разбегами столиц", часто предшествуют "лицам" и "фитам" [1] знаменного распева. Ввиду малой встречаемости данного знамени в глазе 5 указанные функции являются гласоразличительными.
7	 (два в челну)	31	4	Анализ рис.2д показывает, что знамя "два в челну" является основой универсального подвода в виде  (F=21) к производным от архетипов "долинка" и "хамила". В глазе 5 также присутствуют производные от указанных архетипов, но с другими подводами.
8		19	0	Из рис.2е видно, что данная разновидность "стрелы" составляет основу универсального подвода к архетипам "кокиза" и "повертка". Подвод чаще всего реализуется в форме  (F=10).

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
9		0 21	В соответствии с рис.2ж данная разновидность "стрелы" в гласе 5 образует семейство подводов к различным производным от архетипа "долинка". Типы подводов: $\text{---} \cup \text{---}$ ; $\text{---} \cup \text{---}$ ; $\text{---} \cup \text{---}$ ; $\text{---} \cup \text{---}$ ; $\text{---} \cup \text{---}$ ; $\text{---} \cup \text{---}$ (в последнем случае в качестве подвода выступает производный от архетипа "прикладная": он образует неделимую комбинацию с "долинкой").
10	$\cap \cap$ (стрела громная)	66 207	Из рис.2з видно, что в гласе 5 "стрела громная" в подавляющем большинстве случаев занимает вторую ("устойчивую") позицию в различных производных от архетипа "долинка". Аналогичный вывод справедлив и относительно гласа 1. Различие в частотах использования "стрелы громной" в обоих гласах связано с тем, что в гласе 5 именно "долинка" является самой массовой попевкой, тогда как в гласе 1 - это "кокиза".
11	$\text{---}$ (тряска)	33 4	На рис.2и представлены левосторонние деревья расширений для обоих гласов. В гласе 1 знамя "тряска" представлено по большей части в 3-й позиции нестандартных производных от архетипа "тряска", например, таких как $\text{---} \cap \text{---}$ (F=12), $\cap \cap \text{---}$ (F=4) (в [4] не указаны, в гласе 5 отсутствуют). В 4 случаях "тряска" фигурирует во 2-й позиции модифицированной "срединки" ( $\cap \text{---}$ ). В гласе 5 производные от архетипа "тряска" почти отсутствуют, но дважды встречается очень нестандартная модификация $\cap \text{---}$ (F=12), в которой появился неизвестный нам элемент алфавита $\cap \cap \text{---}$ .
12	$\Delta$	0 6	Оба знамени в гласе 5 присутствуют в 3-й позиции различных производных от архетипа "паук". Типы производных: $\text{---} \cap \cap \text{---}$ (F=8), $\text{---} \cap \text{---}$ (F=6), $\text{---} \cap \text{---}$ (F=3), $\text{---} \cap \text{---}$ (F=2). В гласе 1 производных от архетипа "паук" не обнаружено, хотя в [4] это не исключается.
13	$\text{---}$ $\text{---}$	0 14	

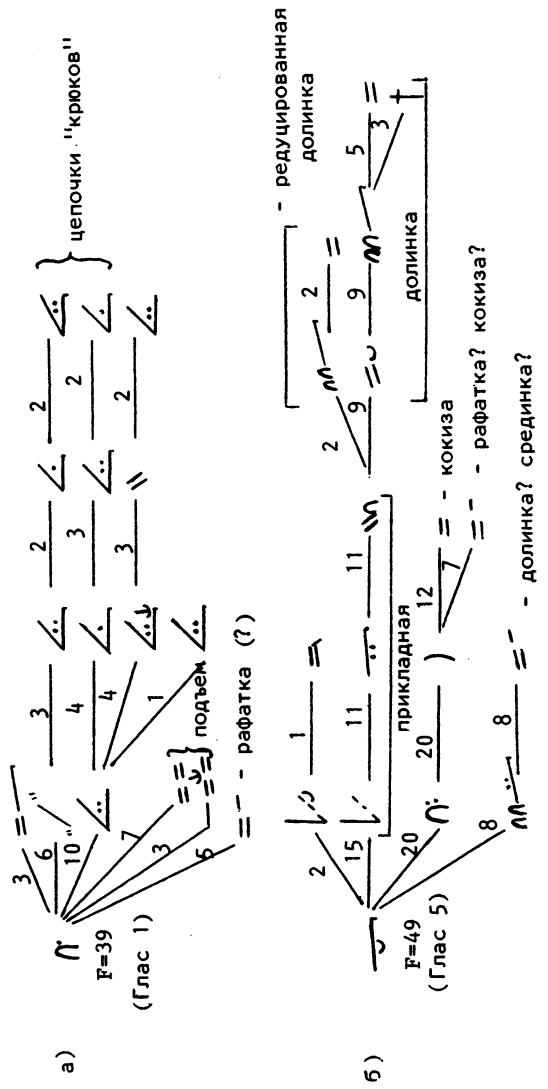
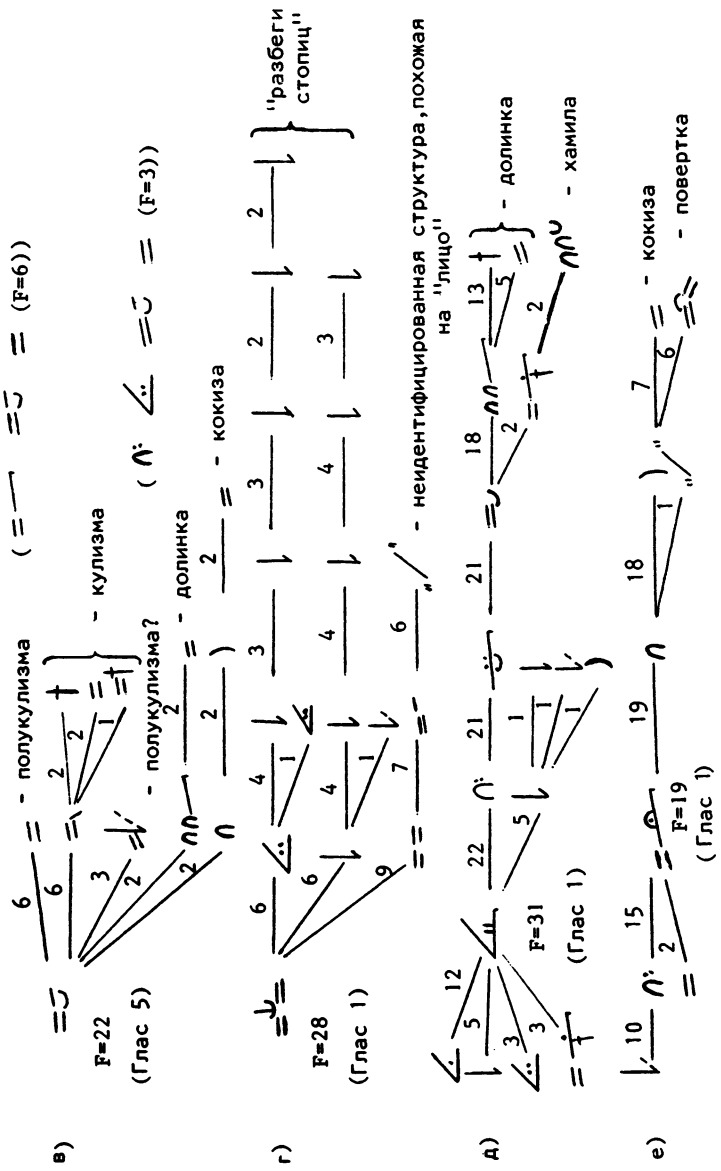
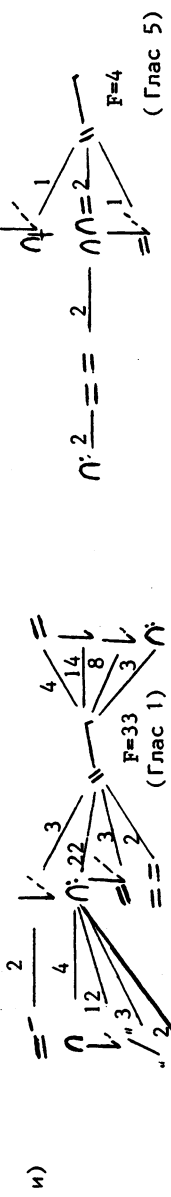
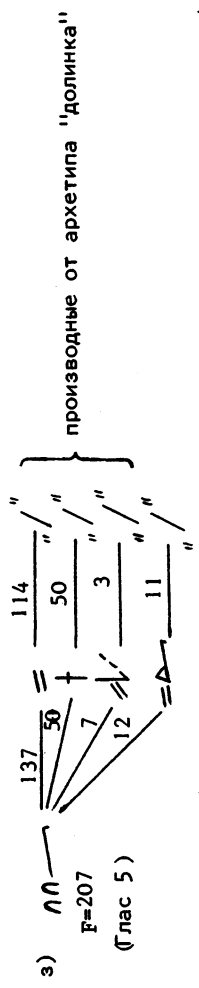
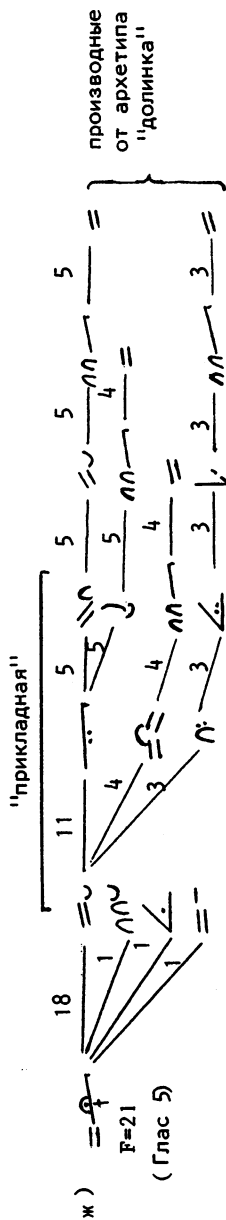


Рис.2. Правосторонние и левосторонние расширения гласноразличительных цепочек длины 1





Окончание рис.2

как, например,  $\{ \cap \} = -$ . В соответствии с результатами классификации попевок по ручным кокизникам [4] в третьей позиции попевок из семейств "кокиза" и "рафатка" не встречается знамя  $\{ = - \}$ . Существует потенциальная возможность уточнения классификации путем привлечения информации о подводе, но в пределах одного гласа очень часто представители семейств "кокиза" и "рафатка" имеют к тому же и одинаковые подводы.

Последняя табл.3 содержит примеры наиболее интересных гласоразличительных цепочек длины 3, не являющихся расширениями уже приведенных в табл.1 и 2 цепочек длины 1 и 2. Длина 3 соответствует размеру архетипа. Таковы же и длины многих типичных подводов к архетипам.

#### 4. Основные выводы

4.1. Сравнение объемов табл.1-3 показывает, что максимальное количество независимых (в смысле принципа "минимальной формы", см. раздел 1) гласоразличительных цепочек имеет длину 2. Это означает, что основные закономерности попевочной структуры закладываются уже на уровне биграммных, а иногда и одноэлементных комбинаций. Далеко не всегда эти комбинации являются кадансовыми структурами соответствующих архетипов. Они могут появиться и в двух начальных позициях архетипа, и в подводе, и на стыке подвода и архетипа. Иными словами, речь идет о наборе элементарных семантических единиц, с помощью которых формируется попевка. Аналогом может служить процедура формирования слова из набора корней, суффиксов, приставок и окончаний.

Косвенным подтверждением этого вывода является: а) многофункциональность некоторых гласоразличительных цепочек (см., например, №20 из табл.2); использование цепочки в разных контекстах - отличительный признак элементарной семантической единицы; б) возможность функционирования некоторых попевок в



редуцированной форме (см. №28 из табл.2), что свидетельствует о наличии внутрислоговых структурных единиц, отличающихся степенью информативности; в) возможность совмещения суффиксных и префиксных частей у производных различных архетипов (примером может служить цепочка <sup>"прикладная"</sup>  $\pi: \underline{\angle \backslash \cap} \equiv -$  из гласа 5). Этот <sup>"сложитие"</sup> эффект очень распространен и его можно трактовать, с одной стороны, как многофункциональность (кадансовая структура "прикладной" выступает уже в новом качестве в "сложитии"), с другой стороны, как редуцирование (имеет место совместное функционирование двух попевок, одна из которых представлена в сильно редуцированной форме).

4.2. Отнюдь не все гласоразличительные признаки имеют трактовку в терминах попевочной структуры. Самостоятельный статус могут, например, иметь начальные фрагменты внутренних разделов песнопений (см. №21 и 36 из табл.2, №9 из табл.3), короткие периодичности (см. №3 из табл.1, №4-7 и 36 из табл.2), длинные разнесенные повторы, не содержащие кадансовых структур (например,  $\backslash \cap \cap \cap \cap \angle \backslash \cap$  (F = 2), "На малой вечерне: На Господи возвах. Стихиры, глас 4), "разбеги" столиц (см. №6 из табл.1, №9 из табл.3), расположение "крыжей" {†} (количество "крыжей", завершающих внутренние разделы песнопений, в гласах 4 и 8 существенно больше, чем в 1 и 5), а также лица и фиты, не рассматриваемые в данной работе.

4.3. Имеющиеся в литературе указания о гласовой принадлежности отдельных попевок не следует воспринимать в буквальном смысле. Если утверждается, что какое-либо семейство попевок не употребляется в гласе "к", но употребляется в гласе "j", то чаще всего это означает, что частота использования попевок этого семейства в гласе "j" гораздо выше, чем в гласе "к". К примеру, согласно [4], представители семейства "грунка" не встреча -

Примеры гласоразличительных цепочек длины 2 для гласов 1 и 5

№	Цепочка	Частота встречаемости		Комментарий
		Глас 1	Глас 5	
1	2 ↓ ↘	3	4	5
1	↓ ↘	41	0	Из рис.3а видно, что данная цепочка играет роль универсального подвода к производным от архетипов "грунка" и "кокиза" (в последнем случае в форме ↓ ↘) = $\overline{\text{---}}$ . В архетипе "срединка" знамя ↓ выступает уже в качестве его первого элемента.
2	↘ ↘ ∩	81	0	Очень "сильная" гласоразличительная комбинация. Знамя $\overline{\text{---}}$ "почти удовлетворяет" критерию гласоразличения при $1 = 1$ : $F(\overline{\text{---}}) = 192$ (глас 1), $F(\overline{\text{---}}) = 70$ (глас 5). Из рис.3б видно, что данная цепочка есть комбинация последнего элемента подвода $\{\overline{\text{---}}\}$ с первым элементом $\{\cap\}$ архетипов (и производных от них) семейств "кокиза", "рафатка", "повёртка" и "хаммила". Универсальный подвод к элементам этих семейств чаще всего имеет форму $\{\downarrow \downarrow \overline{\text{---}}\}$ .
3	↓ ↘ ↘	1	27	Вновь комбинация последнего элемента подвода $\{\downarrow \overline{\text{---}}\}$ с первым элементом $\{\overline{\text{---}}\}$ производных от архетипов "кокиза" и "лаук". Соответственно имеют вид: $\overline{\text{---}} \downarrow \overline{\text{---}} \overline{\text{---}} = (\overline{\text{---}} \downarrow \overline{\text{---}}) \overline{\text{---}} = (\overline{\text{---}} = 12)$ , $\overline{\text{---}} \downarrow \overline{\text{---}} \overline{\text{---}} = \overline{\text{---}} (\overline{\text{---}} = 4) \overline{\text{---}} \downarrow \overline{\text{---}} \overline{\text{---}} \overline{\text{---}} \overline{\text{---}} (\overline{\text{---}} = 4)$ .
3'	↘ ↘	1	27	Сдвиговый вариант цепочки № 3.

5				
1	2	3	4	
4	$\underline{\cdot} \underline{\cdot}$	12	1	Периодические повторения знамен семейства "крюков" обычно характерны для гласа 1 (исключение составляет комбинация $\underline{\cdot} \underline{\cdot}$ (F=19 - глас 1, F=11 - глас 5)). Как правило, эти повторения не связаны с попевочной структурой гласа. В гласе 1 существуют и более длинные серии "крюков", например, $\underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot}$ (F=2), $\underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot}$ (F=3), $\underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot}$ (F=6), $\underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot}$ (F=7), $\underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot}$ (F=2), $\underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot}$ (F=2), $\underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot}$ (F=2) и т.п.
5	$\underline{\cdot} \underline{\cdot}$	7	0	
6	$\underline{\cdot} \underline{\cdot}$	19	1	
7	$\underline{\cdot} \underline{\cdot}$	5	0	
8	$\underline{\cdot} \underline{\cdot}$	18	0	
8'	$\underline{\cdot} \underline{\cdot}$	30	2	Комбинация одноэлементного <u>подвода</u> ( $\underline{\cdot} \underline{\cdot}$ ) с первым элементом ( $\underline{\cdot} \underline{\cdot}$ ) производного от архетипа "колесо". Попевка имеет вид: $\underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot}$ (F=13). Сдвиговой вариант цепочки № 8.
9	$\underline{\cdot} \underline{\cdot}$	70	7	Данная цепочка в гласе 1 представлена в 1-й и 2-й позициях производных от архетипа "кокиза": Соответствующие попевки имеют вид: $\underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot}$ (F=24), $\underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot}$ (F=5), $\underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot} \underline{\cdot}$ (F=14). Они встречаются и в гласе 5, но на порядок реже.
10	$\underline{\cdot} \underline{\cdot}$	2	23	Рис. 3в демонстрирует "многофункциональность" данной цепочки. С одной стороны, это кадансовая структура архетипа "прикладная" [4], с другой стороны, это "подвод" к производным архетипов "долинка" и "паук". Фактически речь идет о совместном функционировании двух попевок. Комбинацию $\underline{\cdot} \underline{\cdot}$ $\wedge \wedge$ $\wedge \wedge$ (F=2) можно рассматривать как сочетание "прикладной" и "долинки" с редуцированным первым знаменем { $\underline{\cdot} \underline{\cdot}$ }. И, наoko нец, в "сложитии" данная цепочка занимает первую и вторую позиции архетипа.

		5	
1	2	3	4
11		1	14
12		0	15
13		16	0
14	$\text{лл} \text{---} \text{---}$	1	26
15	$\text{)} = \text{+}$	0	18
16	$\text{)} \approx \text{+}$	1	16
17	$\text{)} \approx \text{+}$	7	0

При правостороннем расширении выявляются еще две модификации "прикладной": (F=14) и (F=12), часто встречающиеся вместе: (F=7).

Из рис. 3г видно, что в большинстве случаев данная цепочка является суффиксной частью подвода к производному от архетипа "долинка". Полный подвод имеет вид: .

В большинстве случаев вслед за данной цепочкой следует "косая черта", свидетельствующая о том, что мы имеем дело с кадансовой структурой (2-я и 3-я позиции архетипа или его производного). Идентификация архетипа затруднена (судя по "стреле громкой" в позиции 2 - это "долинка", но согласно [4], в 3-й позиции у "долинок" стабильно исползуется "статья простая" {=}). Полевочные структуры с данным кадансом имеют вид: (F=7), (F=4), (F=6).

Все цепочки при расширении вправо на 1 элемент завершаются знаменем "хамила" {  $\text{лл} \cup$  }. Это пример того, что гласоразличительную функцию могут выполнять разные производные от одного архетипа:



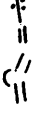
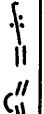
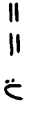
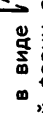

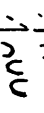
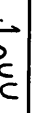
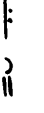


глас 1 глас 5

$\text{)} = \text{+}$	$\text{лл} \cup$	F=0	F=17
$\text{)} \approx \text{+}$	$\text{лл} \cup$	F=0	F=16
$\text{)} \approx \text{+}$	$\text{лл} \cup$	F=7	F=0
$\text{)} \approx \text{+}$	$\text{лл} \cup$	F=16	F=0 (см. № 19).

1	2	3	4	5								
18		5	34	<p>Цепочка является кадансовой структурой в следующих производных от архетипа "срединка":</p> <p style="text-align: center;">глас 1 глас 5</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td>F=17</td> </tr> <tr> <td></td> <td>F=12</td> </tr> <tr> <td></td> <td>F=1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>F=3</td> </tr> </table>		F=17		F=12		F=1		F=3
	F=17											
	F=12											
	F=1											
	F=3											
19	$\cap$	115	5	<p>Сильная гласоразличительная цепочка, стоящая в 1-й и 2-й позициях та-ких архетипов 1-го гласа как "кокиза", "хамила", "повертка", "рафат-ка" (см. рис.3д). В гласе 5 в подобной форме встречается лишь "коки-за" (<math>\cap</math>) (= (F=4)).</p>								
20	$\cap$ :	27	181	<p>Если предыдущая цепочка (№ 19) играла роль "визитной карточки" 1-го гласа, то данная цепочка выполняет аналогичную функцию для гласа 5. Из рис.3е видно, что она занимает первую и вторую позиции в производ-ных от архетипов "кокиза", "хамила", "повертка". Однако в гласе 5 она несет и дополнительную нагрузку, выполняя роль подвода для "кулизмы". Эта дополнительная для гласа 5 функция является основной для гласа 1:</p> <p><math>F(\cap: ) = \sim = \sim = 19</math>.</p>								
21	$\cap \angle$	29	4	<p>Как видно из рис.3ж (левосторонние расширения), данной цепочке в ос-новном предшествуют знаки: " / " и " = ". Это говорит о том, что цепоч-ка является начальным фрагментом промежуточных (между попевкой и песнопением) структурных уровней. Правосторонние расширения пока-зывают, что она не входит и в состав попевок (слишком удалена от</p>								

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
				них). Это подтверждает самостоятельность ее статуса как начального фрагмента, обладающего к тому же гласоразличительными свойствами.
22	∩ = -	31	0	Поскольку в 6 случаях вслед за данной цепочкой следует косая черта, можно предполагать, что мы имеем дело с <u>кадансовой структурой</u> (2-я и 3-я позиции архетипа). Она не вкладывается в классификацию, приведенную в [4], поскольку знамена из семейства "запятьх" встречаются во 2-ой позиции лишь у "рафатки", "подъема" и "тряски", но все они имеют стабильные знамена в третьих позициях { = <, = = и < } соответственно, отличные от ( = - ).
23	= \ /		0 26	Данной цепочке почти всегда предшествует "стрела мрачнокрываяя" { = - / }. Комбинация ( = - / = < . ) в пятом глазе часто встречается в <u>начале строки</u> и выполняет роль <u>подвода</u> к производным от архетипа "кокиза".
24	= \ ∩		15 81	Данная цепочка "зацеплена" общим элементом { ∩ } с цепочкой № 20 и используется в тех же ситуациях и в том же качестве, что и № 20. Это "последний элемент подвода + 1-й элемент архетипа "кокиза" или подвод к "кулизме" в форме = \ ∩ ).
25	} = -		60 14	Из рис. 3з видно, что в глазах 1 и 5 данная цепочка занимает первую и вторую позиции в производных от архетипа "срединка". Кроме того (и это уже гласоразличительный признак) в глазе 1 эта цепочка является подводом к "кокизе", а также последним элементом подвода и первым элементом производного от архетипа "грунка".

1	2	3	4	5
26		4	29	В гласе 5 эта цепочка входит в состав полевки  = (F=17) из семейства "кокиз", а также является подводом к "мереже" (производной от "колеса").
27		13	0	Это первый и второй элементы производного от архетипа "срединка":  = (F=10).
28		18	64	В обоих гласах цепочка выступает в качестве кадансовой структуры архетипа "подъем". Выделяются две основные формы функционирования этого архетипа (и его производных): <u>редуцированная</u> (без первого знака, прямо в виде каданса) и <u>полная</u> (чаще всего в виде  ). Подтверждением существования редуцированной формы является частое появление "косой черты" и разного рода статей (в качестве кадансовых знамен) непосредственно перед данной цепочкой.
29		0	4	Пример почти абсолютного запрета на следование знамен из семейства "столиц" непосредственно вслед за "хамиллой" в гласе 1.
30		1	11	
31		0	4	
32		0	28	Цепочка <u>многофункциональна</u> (аналогично № 20). Как видно из рис. 3и, это <u>универсальный подвод</u> к производным от архетипов "долинки" и "хамила". С другой стороны, это начальный фрагмент производного от архетипа "прикладная" (1-я и 2-я позиции).
33		50	1	Сильная <u>гласоразличительная цепочка</u> , занимающая <u>1-ю и 2-ю позиции</u> в производном от архетипа "грунка". В [4] "грунка" не указана в качестве полевки, фигурирующих в гласе 5, однако в нем нами отмечена ее редкая модификация:  = (F=7), отсутствующая в гласе 1.

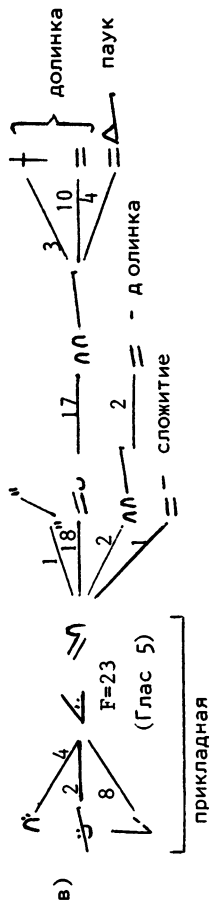
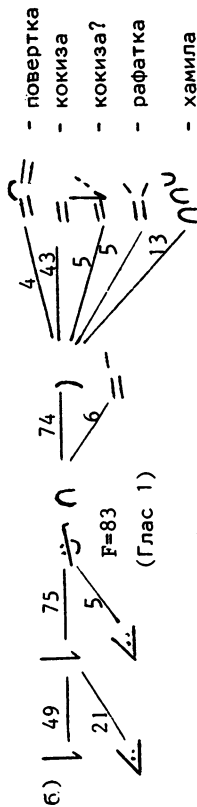
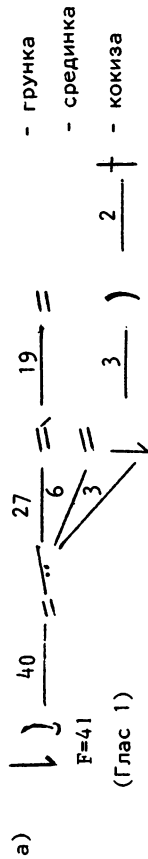
Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
34	$\equiv \downarrow$	23	2	<p>Это <u>кадансовая структура</u> архетипов типа "Грунка", "колесо", "кулизна", характерная для попевок, <u>закрывающих песнопение</u>. Различные в частотах в данном случае обусловлено тем, что в подавляющем большинстве случаев в гласе 5 в качестве конечной попевки песнопений выступает "долинка" { <math>\equiv \sim \wedge \wedge \dashv</math> (F=38) }, тогда как в гласе 1 наряду с "долинкой" - также "Грунка" { <math>\equiv \dashv \dashv \dashv \dashv</math> (F=14) } и "колесо" { <math>\downarrow \downarrow \downarrow \downarrow</math> (F=6) }.</p>
35	$\equiv \dashv \dashv \dashv \dashv$	0	35	<p>Это <u>кадансовая структура</u>, относящаяся, по-видимому, к архетипу "срединка". Основные производные имеют вид: { <math>\equiv \sim \dashv \dashv \dashv \dashv</math> (F=10) }, { <math>\downarrow \downarrow \dashv \dashv \dashv \dashv</math> (F=8) }, { <math>\downarrow \downarrow \sim \dashv \dashv \dashv \dashv</math> (F=6) }. У последнего есть аналог в гласе 1: { <math>\downarrow \downarrow \sim \dashv \dashv \dashv \dashv</math> (F=10) }.</p>
36	$\downarrow \downarrow \downarrow$	34	1	<p>Судя по наличию "косой черты" среди знамен, предшествующих данной цепочке (см. левостороннее расширение на рис.3к), это <u>начальный фрагмент</u> внутренних разделов песнопений (аналогично № 21). Как правило, он не входит в состав попевок (лишь в 3 случаях образует повод к производному от "долинки"). Иногда допускает периодическое повторение вида ( <math>\downarrow \downarrow \downarrow \downarrow</math> )<sup>2</sup>.</p>
37	$\equiv \dashv \dashv$	1	31	<p>Случай аналогичный предыдущему (см. рис.3л). Но здесь цепочка и попевка сближены, поэтому можно считать цепочку началом <u>длинного подвода</u> { <math>\equiv \dashv \dashv \sim \downarrow \downarrow \downarrow</math> } к производным от архетипа "кокиза". Представляет интерес явление редукции знаменни { } во 2-й позиции этого архетипа (см. рис.3л).</p>

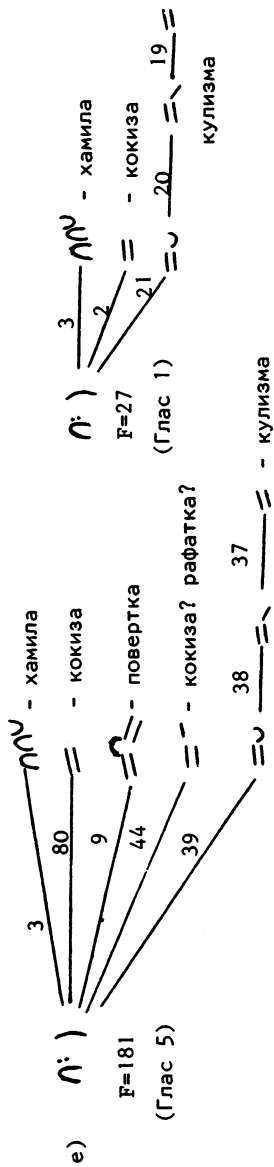
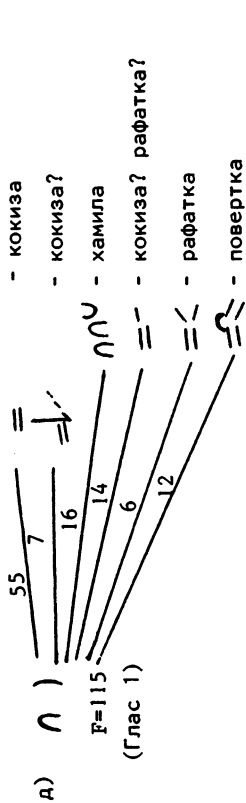


1	2	3	4	5
38	/	3	27	Вновь (см. № 29-31) иллюстрируется возможность гласноразличения по начальным позициям структурных единиц разного уровня.

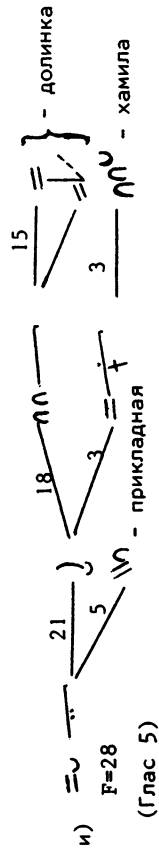
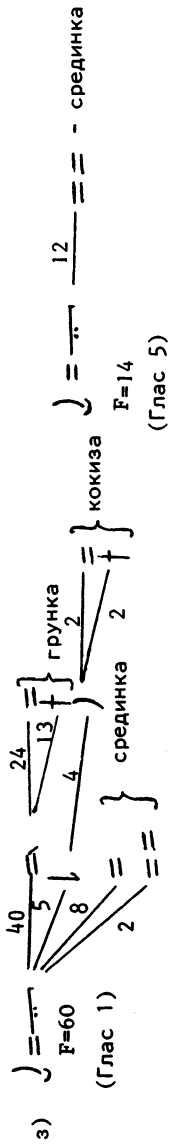
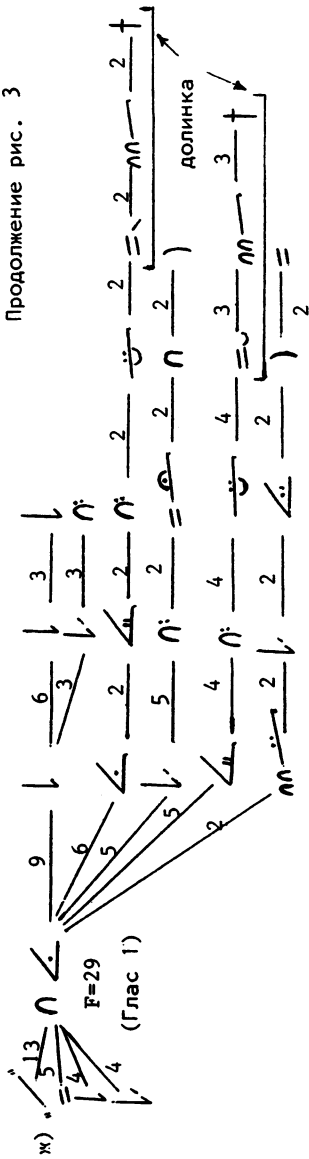
Рис. 3. Правосторонние и левосторонние расширения гласноразличительных цепочек длины 2.

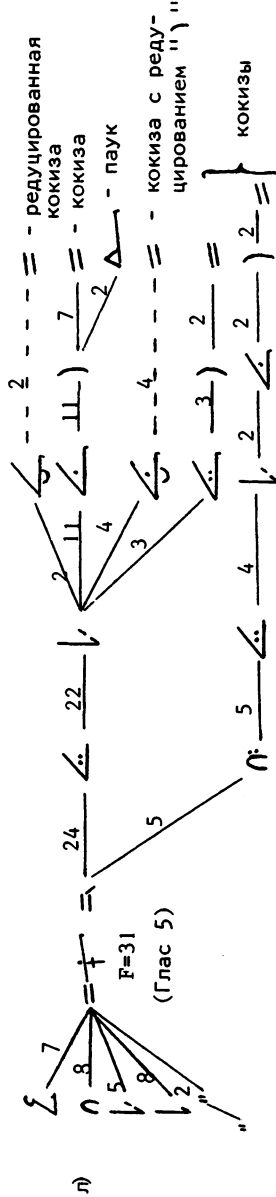
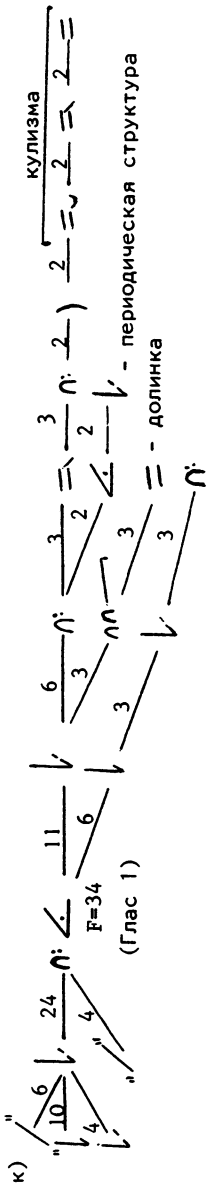


Продолжение рис.3



Продолжение рис. 3

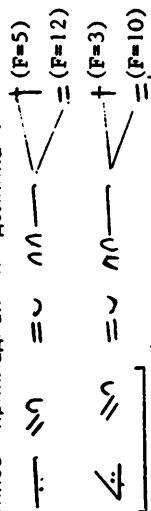




Окончание рис.3

Т а б л и ц а 3  
Примеры гласоразличительных цепочек длины 3 для гласов 1 и 5

№	Цепочка	Частота встречаемости		Комментарий
		Глас 1	Глас 5	
1	2	3	4	5
1		35	0	Универсальный <u>подвод</u> к производным от архетипов "грунка" и "срединка" (см. рис. 4а) в гласе 1. Часто является начальным фрагментом строки.
2		4	69	Незначительная (по сравнению с № 1) модификация в 3-й позиции резко меняет гласовую принадлежность цепочки. В функциональном отношении она остается подводом, но уже к производным от другого архетипа - "долинки". Соответствующие модификации "долинки" имеют вид: 
3		47	0	Эту цепочку составляют: последний элемент подвода и два первых элемента производного от архетипа "долинка". Производный имеет ту же форму, что и в гласе 5 (см. № 2), а гласоразличительную функцию несут разные <u>подводы</u> . Соответствующие модификации "долинки" в гласе 1 имеют вид: 

1	2	3	4	5
4	$\dot{\cup} = \downarrow$ $\dot{\cup} = \downarrow$ $\dot{\cup} = \downarrow$	2 13 0 19 0 10		Цепочки 4,5 и 6 являются расширениями цепочки № 28 из табл.2 и, в соответствии со сказанным выше, не должны были бы включаться в табл.3, поскольку гласоразличительными свойствами (хотя и не абсолютными) обладала уже цепочка { $\dot{\cup} = \downarrow$ }. Однако в данном случае добавление нового знамени обеспечивает уже почти безошибочное гласоразличение. Объясняется это тем, что варианты начал следующих за "подъемом" (см. № 28 из табл.2) структурных единиц существенно различаются для гласов 1 и 5, в частности, в качестве начал в гласе 1 не используются { $\downarrow$ } и { $\downarrow$ }. Аналогичный случай представлен и в табл.2 (см. № 29-31).
7	$\approx \cup \approx \cap$ 	0 44		Цепочка, стоящая на стыке совместно функционирующих попевков - производных от архетипов "прикладная" и "долинка": "прикладная" + "долинка" При этом "прикладная" служит подводом к "долинке" (см. также № 10 табл.2).
8	$\approx \downarrow \downarrow$	0 17		Продолжение на тему о зависимости начальных элементов внутренних структурных единиц от кадансовых элементов предшествующих единиц (см. также № 4-6 данной таблицы).
9	$\approx \downarrow \downarrow$	1 13		Судя по рис.46 - это начальный фрагмент внутренних разделов песнопений. Правостороннее расширение показывает, что он не входит в состав попевков и чаще всего предваряет разбег "столиц" (см. №6 табл.1).

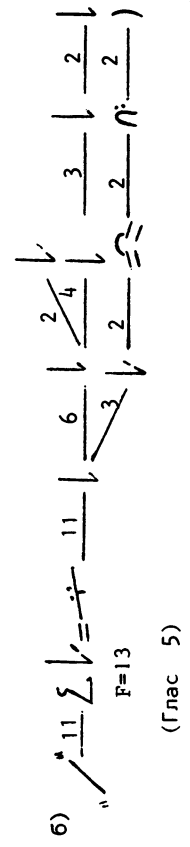
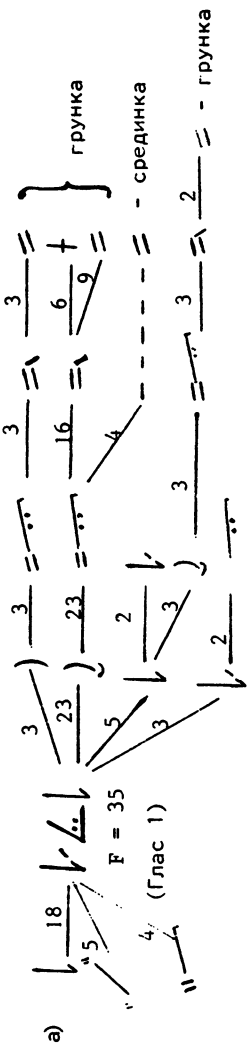


Рис. 4. Правосторонние и левосторонние расширения гласоразличительных цепочек длины 3.

ются в гласе 5. Однако нами зафиксирована там довольно редкая ее разновидность {  $\cong = = (F = 7)$  }. В [4] указано, что "дербица" встречается лишь в 3-м гласе, однако в гласе 1 нами дважды зафиксировано появление представителей этого семейства ( $\dots \cap \cap = \cap$ ), а в гласе 4 - 19 раз {  $\int \cap \cap = (F = 3)$ ,  $\int \cap \cap = \cup (F = 8)$  и т.п. }.

С учетом сказанного, ситуации, когда в каком-либо гласе полностью отсутствуют производные какого-либо архетипа, довольно редки. По-видимому, с течением времени происходило размывание гласовой принадлежности, проникновение попевок одного гласа в другие. Часты ситуации, когда производный от какого-либо архетипа отсутствует в одном гласе, но присутствует в другом (см. №15,16,17,19,20 из табл.2 и т.п.). Более редкими представляются случаи, когда одинаковые производные от какого-либо архетипа в разных гласах имеют разные подводы (см. №3 из табл.3).

4.4. Тенденция к универсализации подводов к производным от разных архетипов проявляется очень заметно. В первую очередь это касается семейств, архетипы которых имеют общие префиксы. Таковыми, в частности, являются семейства "кокиз", "хамил", "рафаток" и "поверток" (общий префикс - {  $\cap$  }), общий подвод - {  $\downarrow \text{---} \text{---}$  } (см. №2 табл.2)). Во вторую очередь можно отметить семейства, архетипы которых имеют одинаковый (устойчивый) элемент во 2-й позиции, а у некоторых производных и совпадающие первые элементы ("кокиза" и "паук", см. №37 из табл.2 и рис.3л). И, наконец, общие подводы могут быть у семейств, архетипы которых переходят друг в друга редукцией одного из знамен (например, редукция " $= \setminus$ " в архетипе "грунка" переводит его в "срединку" - см. №1, табл.2 и рис.3а).

4.5. Гласоразличительные цепочки в табл.1-3, отобранные в соответствии с критерием (\*), не всегда обеспечивают безошибочное различение. Однако часто рассмотрение деревьев расшире-



ний цепочки в каждом из гласов позволяет выявить те их ветви (или те расширения исходной цепочки), по которым гласы не пересекаются (см., например, №15-17 и 20 из табл.2. а также №4-6 из табл.3). С этой точки зрения деревья расширений должны рассматриваться не только в качестве удобного инструмента для установления функциональной нагрузки анализируемой цепочки (кадансовая структура, подвод, начало строки и т.п.), но и в качестве неотъемлемого элемента самой процедуры классификации.

### З а к л ю ч е н и е

Важной составной частью проблемы дешифровки древнерусских песнопений в знаменной форме записи является исследование системы "осмогласия", регламентирующей принципы построения (своего рода грамматику) языка песнопений. В этом плане представляет интерес разобраться, чем же отличаются друг от друга знаменные тексты, принадлежащие разным гласам (одним из косвенных проявлений системы осмогласия является разбиение певческих книг на 8 самостоятельных частей - гласов).

В работе введено понятие гласоразличительной цепочки символов и дерева расширений этой цепочки. Проведен компьютерный анализ различных гласов певческой книги "Октоих" с целью выявления гласоразличительных признаков. На примере гласов 1 и 5 показано, что:

а) сильные гласоразличительные признаки обнаруживаются уже среди цепочек длины 1 и 2;

б) эти цепочки можно трактовать как элементарные семантические единицы, которые с одной стороны, участвуют в формировании попевок - элементарных интонационных единиц древнерусской музыки, с другой стороны, могут оказаться не связанными с попевочной структурой песнопений и характеризовать другие уровни формы;

в) среди отобранных гласоразличительных цепочек легко выделяется набор, достаточный для однозначной идентификации гласовой принадлежности любого из песнопений рассматриваемой пары гласов.

Выводы "а"- "в" справедливы для любой пары гласов. Более сложной оказывается задача идентификации для всех 8 гласов одновременно. Она будет рассмотрена в следующей части данной работы.

#### Л и т е р а т у р а

1. БРАЖНИКОВ М. Древнерусская теория музыки. - Л.: Музыка, 1972. - 423 с.

2. АЛЕКСЕЕВА Г.В. Древнерусское певческое искусство (музыкальная организация знаменного распева). - Владивосток: Изд. Дальневосточного университета, 1983. - 171 с.

3. ЗАХАРЬИНА Н.Б. Интонационный словарь и композиция песнопений - осмогласников знаменного распева: Автореф. дис... канд. искусствовед. наук: 17.00.02. - Санкт-Петербург, 1992.

4. КРУЧИННИНА А.Н. Попевка в русской музыкальной теории XVII века: Дис... канд. искусствовед. наук: 17.00.02. - Л., 1979.

5. БАХМУТОВА И.В., ГУСЕВ В.Д., ТИТКОВА Т.Н., ШИНДИН Б.А. Дешифровочный подход к анализу древнерусских песнопений // Анализ последовательностей и таблиц данных. - Новосибирск, 1994. - Вып. 150: Вычислительные системы. - С.107-130.

6. БАХМУТОВА И.В., ГУСЕВ В.Д., ТИТКОВА Т.Н., ШИНДИН Б.А. Об одном подходе к проблеме дешифровки древнерусских песнопений в невменной записи // Сибирская конференция по прикладной и индустриальной математике. Сб. трудов. - Новосибирск, 1994.

7. БАХМУТОВА И.В., ГУСЕВ В.Д., ТИТКОВА Т.Н. Представление музыкальных текстов в терминах повторов и возможности его использования // ЭВМ и проблемы музыкального образования. Межвузовский сб. научн. трудов, вып. 8. - Новосибирск. - 1989. - С. 89-106.

Поступила в редакцию

19 июля 1995 года