

**Итоговый отчет по проекту №03-04-00392а (2003-2005 гг.)
Построение электронной азбуки знаменного распева
на основе анализа двознаменников**

Введение

Тема работы связана с проблемой перевода древнерусских знаменных песнопений XII–XVII вв. в современную нотопедагогическую форму записи. Знаменная форма записи являлась ведущей в системе древнерусской музыкальной письменности. Основные сведения о специфике знаменного распева могут быть почерпнуты из монографии М.В.Бражникова [1]. Проблема прочтения знаменных текстов носит дешифровочный характер и в общем случае остается нерешенной. Немногочисленные известные примеры нотопедагогической реконструкции знаменных песнопений относятся, в основном, к ‘пометным текстам’, где знамена снабжены дополнительными знаками (пометами), облегчающими их интерпретацию. Беспометные рукописи XVI века и более раннего периода практически нечитаемы. Поскольку количество сохранившихся певческих книг, не переведенных в нотопедагогическую форму, очень велико, любое реальное продвижение в этой области позволит получить хотя бы ориентировочное представление о художественном содержании древнерусской музыки.

Основными пособиями по ‘прочтению’ пометных певческих рукописей являются созданные в XIX веке азбуки В.М.Металлова, Д.В.Разумовского, С.В.Смоленского, Л.Ф.Калашникова и И.А.Фортова¹, из которых первая [3] является наиболее полной. Эти азбуки носят компилятивный характер, и в большинстве своем авторы не указывают первоисточники, на основе которых они создавались. Как следствие, неизбежен элемент субъективизма. Сравнение азбук показывает, что они отличаются не только полнотой охвата элементов знаменного алфавита, но и трактовкой отдельных знамен и помет [4]. Слабо отражена гласовая специфика знаменного распева² и система использования помет [5,6]. Явно недостаточно количество примеров, поясняющих функционирование конкретного знамени (особенно с переменным распевом) в составе той или иной структурной единицы.

В связи с этим *актуальным представляется создание азбуки на основе анализа реальных песнопений с известной датировкой и нотопедагогической интерпретацией*. Такого рода возможность обеспечивают двознаменники XVII– начала XVIII века, являющиеся своего рода *билингвами знаменного распева*. Песнопения представлены в них четырьмя видами параллельных (и согласованных друг с другом) текстов: знаменным, пометным, нотопедагогическим и стихотворным. Число известных двознаменников невелико, но объем содержащегося в них материала (сотни песнопений разного жанра) достаточен для создания азбуки. На перспективность такого подхода указывал еще М.В.Бражников в своей известной монографии [1].

Целью работы является описание способов формирования, структуры и содержания *принципиально новой (электронной) азбуки знаменного распева*, построенной на основе компьютерного анализа двознаменников и в значительной мере свободной от недостатков, присущих авторским азбукам.

Сформированная нами электронная азбука выгодно отличается от вышеупомянутых авторских по следующим показателям:

– в азбуке *отсутствует элемент субъективизма*, поскольку она строится лишь на основе рядовых певческих книг с известной датировкой и нотопедагогической интерпретацией;

¹ Мы не включаем в этот список азбуки беспометного периода, систематизированные в [2] и содержащие списки–перечисления знамен и краткие пояснения (на качественном уровне) относительно их певческого значения (раздел ‘како поется’).

² В древнегреческой системе осмогласия, лежащей в истоках знаменного распева, понятие гласа ассоциировалось с ладом (ионийский, дорийский и т.д. — всего 8 ладов). В русском осмогласии понятие лада деформировалось, а средством мелодической характеристики гласа стала выступать система попевок.

– азбука гарантированно отражает певческую практику конца XVII– начала XVIII века. В отношении авторских азбук, созданных в XIX веке, этого однозначно утверждать нельзя;

– в азбуке представлена *полная информация о частотах встречаемости* различных интерпретаций каждого знамени в каждом гласе, что обеспечивается компьютерной обработкой первоисточников. Такого рода информация в очень ограниченном количестве ранее ‘добывалась’ медиевистами вручную [4,7];

– *электронная форма представления* азбуки в перспективе *позволит работать с азбукой в интерактивном режиме, получать дополнительную информацию*, не вошедшую в печатный вариант [8] из соображений экономии места (в частности, примеры функционирования знамен в составе различных структурных единиц), а также *легко пополнять азбуку* при введении в базу новых двознаменников.

1. Система обозначений

Азбука устанавливает соответствие между знаменами и их нотолинейными интерпретациями в разных гласах. Анализируемые двознаменники являются пометными, т.е. знамена в них (но далеко не каждое) снабжены специальными знаками, поясняющими их певческое значение. При наличии нотолинейного текста пометы, по большей части, являются избыточными, но зато путем сопоставления интерпретаций пометных и беспометных знамен мы можем уточнять семантику этих знаков. Различают пометы указательные и степенные. Первые могут изменить распев знамени (т.е. его нотолинейную интерпретацию), поэтому в азбуке знамена с указательной пометой и без нее считаются различными. Наиболее употребительны следующие указательные пометы: **†** или **—** (‘тихо’ или ‘тихая’), **⬆** (‘ломка’), **⚡** (‘борзо’), **У** (‘ударка’), **«** (‘качка’ или ‘купно’), **З** (‘зевок’) (о семантике указательных помет см в [5]).

Степенные пометы определяют звуковысотную привязку распева каждого знамени. В случае многогласостепенного знамени (т.е. такого, которое распевается несколькими звуками) степенная помета согласно [1] указывает на наивысший звук в распеве знамени (о наличии многочисленных отклонений от этого правила см. в [6]). На приводимом ниже рисунке указано соответствие степенных помет (вторая строка снизу) ступеням обиходного звукоряда, а также указаны обозначения этих ступеней в нотолинейном тексте (G, A, H– соответственно: соль, ля, си малой октавы; c, d, e, f, g, a, b– соответственно: до, ре, ми, фа, соль, ля, си–бемоль первой октавы; C, D– соответственно: до, ре второй октавы).

Г	Н	Ц	Г	Н	·	Я	П	В	Я	П	В
простое согласие	А	Н	с	д	е	ф	г	а	б	С	Д

Нотолинейная цепочка, представляющая распев знамени, описывается ритмической характеристикой R (последовательность длительностей отдельных звуков в распеве знамени) и интервальной I (последовательность интервалов между высотами соседних звуков в распеве). Пробел в интервальной характеристике означает, что знамя интерпретируется одним звуком. Длительности звуков обозначаем следующим образом: **○**–1 (целая), **◐**–2 (половинная), **◑**–4 (четвертная), **◒**–8 (восьмая), а интервалы: 0 – прима, 1 – секунда 2 – терция, 3 – кварта и т.д. Знак (+), стоящий справа от цифры, означает восходящее движение, а (–) – нисходящее (например, (3+) — это скачок на кварту вверх,


(2–) — на терцию вниз; при повторении звука на одной и той же высоте величина интервала условно обозначается как (0+)). Если нужно указать абсолютную высоту звука и его длительность, то используем комбинацию буквы и цифры (например, d1 – это целая нота, соответствующая ступени ‘ре’ первой октавы, а Н4 – это четвертная, соответствующая ‘си’ малой октавы).

2. Описание исходного материала, схемы перевода в электронную форму и контроля ошибок

За основу для построения электронной азбуки были взяты три двознаменника конца XVII – начала XVIII века (разные редакции многожанровой певческой книги ‘Октоих’ из собрания Соловецкого монастыря, хранящегося в РНБ, г. С.–Петербург, шифры 619/647, 618/644 и QI 188). В среднем каждый глас анализируемой подборки был представлен примерно 70-ю песнопениями. Сравнение ‘идентичных’ (лишь по названию) песнопений одного гласа из разных двознаменников показало, что стихотворные тексты почти совпадают, знаменные тексты характеризуются существенной вариативностью, нотные тексты более устойчивы, а наибольший ‘разнобой’ наблюдается в расстановке (и, по-видимому, интерпретации) указательных и степенных помет.

По объективным причинам (существование запрета на копирование и (главное) отсутствие программ распознавания знаменных изображений в слитном рукописном тексте) весьма трудоемкий этап кодирования и ввода осуществлялся вручную и был связан с появлением ошибок. Нами разработана весьма *эффективная система контроля ошибок* (в том числе изначально присутствующих в тексте двознаменников), основанная на анализе малочастотных отклонений от наблюдаемых контекстных закономерностей. Таким образом, в частности, удастся обнаруживать ошибки, связанные с пропуском указательных помет (отсеки, ломки и т.п.), а также вспомогательных элементов знаменной нотации (в первую очередь подверток), меняющих распев знамени. Важным этапом в плане контроля ошибок является также обнаружение несоответствий между степенной пометой, проставленной у знамени, и интерпретирующей его нотолинейной цепочкой. Систематизация таких несоответствий позволяет разделить их на регулярные и случайные. Последние можно трактовать как ошибки.


Наличие регулярных несоответствий говорит о том, что трактовка степенной пометы как указателя на наивысший звук в распеве знамени не всегда справедлива. Выявлен ряд знамен, у которых помета указывает на самый низкий звук в распеве знамени или на самый первый, который, тем не менее, не является самым высоким или самым низким. К регулярным несоответствиям приводят также случаи транспонирования всего гласа (в анализируемых двознаменниках транспонированы вниз на кварту третий и пятый гласы). Менее логичным выглядит транспонирование отдельных песнопений, их частей и даже отдельных знамен. Мы не нашли в существующих азбуках и руководствах упоминания о такого рода эффектах, хотя они несомненно влияют на точность нотолинейной реконструкции пометных песнопений.



Далеко не все знамена в песнопениях снабжаются степенной пометой, фиксирующей звуковысотное положение знамени. Некоторые знамена, например, «голубчик борзый» (А), всегда используются без степенной пометы. Предполагается, что их звуковысотная привязка определяется контекстом. Схема такой привязки в существующих руководствах описана только для «голубчика борзого» и «переводки» (L). Анализ двознаменников показал, что множество знамен, регулярно не снабжаемых степенными пометами, значительно шире. Кроме указанных выше оно включает в себя  и ряд других знамен. Для каждого из них были рассмотрены все случаи вхождения их в текст, лево- и правосторонние контексты на знаменном и нотолинейном уровне и выявлены схемы звуковысотной привязки. Они достаточно



разнообразны. Уточнена и схема звуковысотной привязки «голубчика борзого» (с «ломкой» и без), не совсем корректно описанная в литературе (более подробно на эту тему см. [6]).

Оценивая в целом анализируемые двознаменники, отметим, что наличие ошибок в первоисточнике – скорее норма, чем исключение. Формально обнаруженные в текстах двознаменников потенциально возможные ошибки можно разделить на безусловные (они исправлены), а также ‘допустимые, но нелогичные’ (они оставлены). Разработка методики обнаружения ошибок в первоисточниках представляет самостоятельную и интересную тему для исследования.

3. Принципы формирования и способ представления азбуки

Азбука формируется следующим образом. Для каждого знамени в каждом гласе фиксируются все его нотолинейные интерпретации. Разными считаются интерпретации, отличающиеся ритмической и (или) интервальной структурой. Подсчитывается частота встречаемости каждой интерпретации в гласе — полная и с разбиением по звуковысотным привязкам. Если звуковысотная привязка единственная и знамя не имеет других интерпретаций в данном гласе, оно трактуется как *внутригласовый звуковысотный инвариант*. Например, знамя  (крюк светлый с ломкой), встречающееся лишь в гласах 1 и 5 и имеющее ритмическую характеристику $R=\bullet\bullet$, а интервальную $I=2+$, является звуковысотным инвариантом в каждом из этих гласов, причем звуковысотные привязки в обоих случаях помечены символом ‘g’, т.е. совпадают (второй звук в распеве знамени соответствует ноте ‘соль’ первой октавы). В этом случае можно говорить о межгласовом, т.е. *абсолютном звуковысотном инварианте*, поскольку кроме первого и пятого гласов это знамя больше нигде не встречается.

Информация о звуковысотных инвариантах важна, в первую очередь, потому, что может служить ориентиром при дешифровке *беспомянутых рукописей*. В данном случае, однако, если устранить помету ‘ломка’, мы не сможем отличить это знамя от других (беспомянутых) вхождений ‘крюка светлого’. Именно поэтому в данном случае (и во многих других) необходимо привлечение контекста, поясняющего употребление ‘крюка светлого с ломкой’. Анализ показывает, что данное знамя в подавляющем большинстве случаев появляется на стыке структурных единиц или в начале песнопения в составе устойчивой цепочки  (или ) интерпретируемой в обоих случаях как $e2*e4g4*e2$ (здесь ‘*’ указывает границу между интерпретациями отдельных знамен).

Получение информации о частоте встречаемости отдельных знамен и их интерпретаций, а также связанных цепочек из двух, трех и большего числа знамен осуществляется с помощью программы вычисления полного частотного спектра текста. Она фиксирует все многообразие L -грамм, представленных в гласе. Под L -граммой понимается цепочка из L подряд следующих знамен. Параметр L меняется от 1 до L_{max} , где L_{max} — длина максимальной повторяющейся цепочки в гласе. Каждая цепочка знамен снабжается информацией о частоте ее встречаемости в тексте и многообразии ее нотолинейных интерпретаций (каждая интерпретация, в свою очередь, сопровождается указанием частоты ее встречаемости). Например, «голубчик борзый» () встретился в первом гласе двознаменника 618/644 181 раз в разных нотолинейных интерпретациях: $f4g4$ (25 раз), $c4d4$ (41 раз), $e4f4$ (73), $d4e4$ (28), $H4c4$ (10), $c4e4$ (2), $H4c1$ (1), $f4g2$ (1). Три последние низкочастотные интерпретации с большой вероятностью сигнализируют об ошибке: комбинация $c4e4$ соответствует интервал в две ступени («голубчик» же обычно интерпретируется двумя четвертными долями, отстоящими друг от друга на одну ступень в восходящем движении), скорее всего здесь пропущена указательная помета «ломка» (), которая увеличивает интервал с секунды до терции. Две последние комбинации сомнительны из-за ритмической структуры: вместо двух четвертных там фигурируют

четвертная с целой (H4c1) и четвертная с половинкой (f4g2). Подобная уникальная информация может быть получена лишь с использованием компьютера и является *приоритетным элементом создаваемой* электронной азбуки.

Заметим, что для создания электронной азбуки, которая устанавливает соответствие между знаменем и всевозможными его интерпретациями, необходим лишь срез частотного спектра, соответствующий значению $L = 1$. Информация же о цепочках большей длины необходима для определения функциональной нагрузки знамени, т.е. для выявления структурных единиц, в состав которых оно входит. Возможность формализации этого процесса мы обсуждали в [9]. Важно отметить также, что цепочки знамен с длиной $L \geq 2$ очень перспективны в плане пополнения множества *звуковысотных инвариантов*: с увеличением L степень размытости звуковысотной привязки уменьшается.





Структуру азбуки проиллюстрируем на примере знамени  (“статья с запятой”). Соответствующий ему фрагмент электронной азбуки, построенной на основе двознаменника 619/647, представлен в таблице 1. Первая строка таблицы характеризует частоту встречаемости знамени  во всех гласах. Нетрудно видеть, что оно массово представлено лишь в гласах 2 (частота $F=20$) и 6 ($F=32$), т.е. проявляет признаки гласоспецифичности. Последующие строки детализируют статистику, приведенную в первой строке, по отдельным распевам, каждый из которых определяется значениями ритмической характеристики R и интервальной I .

Табл. 1

Фрагмент электронной азбуки для знамени 
(двознаменник №619/647)


Вариант распева знамени по Металл.	Вариант распева знамени в двознамен.	Частоты встречаемости вариантов распева в гласах:							
		Glas1	Glas2	Glas3	Glas4	Glas5	Glas6	Glas7	Glas8
 R1= 	 R1= 	0	20	1	1	1	32	3	2
		0	11	1	1	1	20	3	2
			d- 11	g- 1	d- 1	d- 1	c- 4 d- 16	c- 2 d- 1	d- 2
R2= 	R2= 	0	9	0	0	0	12	0	0
$I(R2) = 1-1-$	$I(R2) = 1-1-$		e- 9				e- 12		

Нетрудно видеть, что и в азбуке Металлова (первый столбец) и в двознаменнике (второй столбец) знамя имеет два распева: $R1=\circ$ (один звук длительностью в одну целую ноту) и $R2=\text{дв. пол.} \text{ и } \text{четв.}$ (три звука: две половинки и четвертная). Интервальная характеристика в первом случае не определена (пробел), во втором равна 1–1–, т.е. имеет место нисходящее движение (знак ‘минус’) с интервалом в 1 ступень между первым и вторым звуком и, соответственно, – вторым и третьим. Частоты встречаемости этих распевов в гласе 2 равны 11 (R_1) и 9 (R_2), а в гласе 6 – 20(R_1) и 11 (R_2). Ниже под этими цифрами в столбцах, соответствующих гласам 2 и 6, указана привязка распева к ступеням звукоряда. Например, в гласе 6 из 20 случаев распева знамени  целой нотой в 4 случаях ей соответствовал звуковысотный уровень ‘с’ (‘до’ первой октавы), а в 16 – ‘d’ (‘ре’ первой октавы). Во втором гласе для каждого варианта распева звуковысотная привязка оставалась фиксированной (уровни ‘d’ и ‘e’ соответственно).

Для сопоставления приведем аналогичные таблицы для данного знамени, построенные на основе двознаменников № 618/644 и QI 188. Ради экономии места из таблиц исключены несколько распевов с единичной частотой встречаемости (возможно,


потенциальные ошибки). Из-за этого баланс между частотой встречаемости в гласе и сумма частот распевов может быть нарушен.


Таблица 2

Фрагмент электронной азбуки для знамени 
(двознаменник №618/644)




Вариант распева знамени по Метал.	Вариант распева знамени в двознамен.	Частоты встречаемости вариантов распева в гласах:							
		Glas1	Glas2	Glas3	Glas4	Glas5	Glas6	Glas7	Glas8
 R1=○	 R1= ○	0	20	0	1	6	28	6	0
		0	12	0	1	3	15	6	0
			d- 12		d- 1	d- 3	c- 1 d- 14	d- 6	
 R2=ddd I(R2)=1-1-	 R2= ddd I(R2)=1-1-	0	6	0	0	0	1	0	0
			e- 6				e- 1		
	 R3= ddd I(R3)=1-1-	0	3	0	0	0	12	0	0
			e- 3				e- 12		

Таблица 3

Фрагмент электронной азбуки для знамени 
(двознаменник QI 188)


Вариант распева знамени по Метал.	Вариант распева знамени в двознамен.	Частоты встречаемости вариантов распева в гласах:							
		Glas1	Glas2	Glas3	Glas4	Glas5	Glas6	Glas7	Glas8
 R1=○	 R1= ○	0	9	0	0	0	10	0	0
		0	5	0	0	0	6	0	0
			d- 5				d- 6		
 R2=ddd I(R2)=1-1-	 R2= ddd I(R2)=1-1-	0	3	0	0	0	4	0	0
			e- 3				e- 4		



Сравнивая три таблицы³, замечаем, что при сходстве картины в целом имеются и различия. Главное из них — появление третьего варианта распева ‘статьи с запятой’ в двознаменнике 618/644 со слегка измененной (по сравнению с R2) ритмической структурой R3. Этот вариант в 6-м гласе фактически вытеснил второй распев (с R2).

Анализ контекстов, в которых встречается это знамя в гласах 2 и 6, показывает наличие устойчивой попевочной структуры, в составе которой фигурируют оба основных варианта распева (R1 и R2):    ↔ d4e4*f2*e2d2c4*c4d4e4*d1. Эта попевка идентифицируется по Металлову [10] как ‘перевязки или кавычки меньшие’⁴. Кроме того в гласе 6 вариант R1 фигурирует в составе попевки

³ При сравнении абсолютных значений частот следует учитывать, что число песнопений в каждом гласе двознаменника QI 188 примерно вдвое меньше, чем в двух других двознаменниках.



⁴ Мы используем две возможности для идентификации: на нотолинейном уровне — подборку В.М.Металлова из более чем 500 попевок [10]; на знаменном уровне — классификацию попевок по архетипам (трем последним знаменам в составе попевки) [11]. Ясно, что классификация по 24 архетипам, предложенная А.Н.Кручининой — довольно грубая и уязвима в плане недоучета возможности синонимичных подстановок.

 ↔ d4c4*d4e4*f1*e2*d1 (не идентифицируется ни по Металлову, ни по Кручининной).




Нами построено 3 варианта электронной азбуки на основе каждого из двознаменников в отдельности. В приложении к [8] иллюстрируется один из них, соответствующий двознаменнику №619/647. Всего в нем зафиксировано 181 знамя. После исключения малочисленных знамен, а также выделения в отдельный список знамен, представленных только в одном гласе, в таблице с описанной выше структурой осталось всего 105 знамен (одно и то же знамя с указательной пометой и без нее считаются различными). Максимальное количество распевов, отличающихся по интервально-ритмическим характеристикам, зафиксировано у знамен  (статья закрытая малая) и  (статья простая с подверткой) – по 6 в каждом.

Сопоставление азбук друг с другом выявило довольно многочисленные разночтения между ними, несмотря на общность материала (разные редакции 'Октоиха'), близость датировок и принадлежность к одному и тому же собранию Соловецкого монастыря. Эти разночтения в значительной мере носят 'стилистический' характер и представляют интерес для медиевистов в плане изучения вариативности знаменного распева. По этой причине мы не стали проводить на данном этапе формальное объединение азбук в единую итоговую таблицу, поскольку при этом нивелируется информация о специфическом вкладе каждого двознаменника. Краткое описание отмеченных разночтений приведено в следующем разделе.

4. Оценка вариативности электронных азбук.

Выявленные при сравнении трех азбук довольно многочисленные разночтения касаются состава знамен, отдельных интерпретаций, звуковысотных привязок, частоты использования (параметр, 'недоступный' для азбуки Металлова) и гласоспецифичности. В таблице 4 проиллюстрированы некоторые из этих различий. Указаны лишь те интерпретации знамен, по которым наблюдаются значимые различия хотя бы по одной из перечисленных выше характеристик. Для сокращения записи опускаются символы R и I в обозначениях ритмической и интервальной характеристик (например, запись  (1+) будет означать, что R=, а I=1+); F — суммарная частота встречаемости знамен по всем гласам; f — суммарная частота встречаемости конкретной интерпретации по всем гласам; пробел означает отсутствие знамени в конкретном двознаменнике.

Строки №№ 2, 6, 7 таблицы демонстрируют расхождения между двознаменниками по составу знамен. Они возникают, в основном, из-за различий в использовании указательных помет или вспомогательных знаков знаменной нотации. Функции отсутствующего (или очень слабо представленного) в конкретном двознаменнике знамени берет на себя то же знамя, но без указательной пометы (вспомогательного знака) или с другой указательной пометой.

Строки 3, 8 демонстрируют различия в отдельных интерпретациях знамен. Так, необычной в ритмическом отношении выглядит одна из интерпретаций 'крюка светлого' () в QI 188 (). А в строке 8 для каждого двознаменника представлены характерные только для него интерпретации знамени «».

Резкие различия в частоте использования отдельных знамен в разных двознаменниках иллюстрируют строки 1, 4, 5, 9, 10, 11, 12. Здесь частично проходят те же объяснения, что были сделаны по поводу различий в составе знамен: функции слабо представленного знамени берет на себя другое знамя, формально отличное, но синонимичное по интерпретации (это близко к понятию 'условной синонимии' в естественном языке).

Интересный пример гласоспецифичности демонстрирует распев 'крыжа' целой нотой в двознаменнике № 618/644 (см. строку 13): он фигурирует везде кроме гласа 1, в отличие от двух других двознаменников. Строка 14 дает пояснение этому эффекту: в

первом гласе двознаменника № 618/644 функции ‘крыжа’ берет на себя ‘статья с крыжом’. Число подобных примеров можно было бы значительно увеличить.

Таблица 4

Примеры различий в составе и интерпретации
знамен в двознаменниках №№619/647, 618/644 и QI 188

№	Знамя	Интерпретации знамен в двознаменниках:		
		№ 619/647	QI 188	№ 618/644
1		(1–); F=42	(1–); F=1	(1–); F=48
2		; F=28	—	; F=35
3		; f>1000 —	; f~1000 ; f=29	; F>1000 —
4		; F=27 (гл. 1,4,5,7,8)	; F=9 (гл. 1,5)	; F=28 (гл. 1÷8 кроме 3)
5		(1–); f=241	(1–); f=73	(1–); f=246
6		; F=234	—	; F=173
7		; f=39 (1–); f=61	—	—
8		(1–1+); f=33 (гл. 7)	(1–1–1+1–); f=16 (гл. 1)	(1+1–1–); f=21 (гл. 1)
9		(1+1+); f=30	(1+1+); f=2	(1+1+); f=67
10		(1–1+); f=42 (гл.2,3,8)	(1–1+); f=2 (гл.3)	(1–1+); f=35 (гл.2,3,8)
11		(1+1+); f=21 (гл. 1,7,8)	она же; f=2	(1+1+); f=94 (гл. 1÷8)
12		(1–1–1+1–); F=24 (гл.1,2,7,8)	она же; f=1 (гл. 7)	(1–1–1+2–1–); f=1 (гл.7)
13		; f=207 (1–1+); f=13 (гл. 8)	; f=145 (1–1+); f=7(гл.8)	; f=173 (кроме гл.1!) (1–1+); f=12 (гл.8)
14		; f=16	(гл.1,5,6,7)	(в гл.1 – 37 раз)

Из тех примеров, что приведены в таблице, и тех, что не вошли в нее, видно, что двознаменники № 619/647 и № 618/644 по многим характеристикам ближе друг к другу, чем к QI 188. Последний стоит несколько особняком, несмотря на объединяющие их факторы, перечисленные в конце предыдущего раздела.

5. Сопоставление с азбукой Металлова.

В данном разделе кратко суммируем результаты сравнения одной из электронных азбук с азбукой В.М.Металлова. За основу возьмем азбуку, построенную по двознаменнику №619/647.


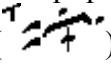

1). По составу знамен наблюдаем значительное пересечение между обеими азбуками: металловской и электронной⁵. Отличия чаще всего связаны с разночтениями в употреблении указательных помет у сравниваемых знамен. На подобного рода разночтения мы указывали в [5]. Из нестандартных знамен, отсутствующих у Металлова, отметим



⁵ В связи с этим стоит отметить крайне неудачную форму представления распевов переменных знамен в азбуке Металлова: они не систематизированы в одной таблице, а разбросаны по всему тексту; их приходится извлекать из поясняющих примеров, решая каждый раз задачу сегментации нотолинейной цепочки.





‘двойную запятую со статьей’ (AA), встретившуюся дважды в гласе 3 двознаменника 619/647 и 5 раз в том же гласе в двознаменнике № 618/644.

Отличия другого рода, когда знамя представлено у Металлова, но отсутствует в двознаменнике, в электронной азбуке по понятной причине (нулевая частота), не зафиксированы. Примером может служить редко встречающийся в ‘чистом виде’ ‘крюк простой’ (L), отсутствующий в данном двознаменнике, но он 5 раз встретился в двознаменнике № 618/644, так что в конечном итоге попадет в полную версию азбуки.





2) Наиболее существенные различия между сравниваемыми азбуками наблюдаются не по составу знамен, а по их интерпретациям. Как минимум, треть знамен характеризуется подобными отличиями. Чаще всего они проявляются в наличии или отсутствии в электронной азбуке или в металловской той или иной интерпретации конкретного знамени.

Это особенно характерно для сложных многозначных знамен. Например, знамя  (‘стрела мрачнокрыжевая с пометой ‘тихая’’) имеет в обеих азбуках по 3 интерпретации, из них две пары совпадают, а третья – нет. То же знамя с ‘оттяжкой’ () имеет в электронной азбуке три интерпретации, а в металловской – одну. И, наоборот, знамя  (‘статья закрытая средняя’), в целом малочастотное, судя по приводимой статистике, имеет в электронной азбуке одну интерпретацию, а у Металлова три. Радикальные различия в интерпретации появляются нечасто и связаны, по-видимому, с проявлением элементов ‘тайнозамкненности’ (идиоматичности), как, например, в ‘мереже’ и (редко) в других попевах (а, возможно, лицах)⁶.

3) Некоторые отличия между азбуками носят довольно систематический характер. Так, в двознаменнике недоучитывается, а порой игнорируется роль ‘оттяжки’. К примеру, добавление ‘оттяжки’ к ‘стреле поводной’  увеличивает вдвое по Металлову длительность всех трех звуков в распеве, а в электронной азбуке – лишь длительность последнего звука. Аналогичное замечание можно сделать по поводу пометы ‘ломка’: далеко не всегда добавление этой пометы увеличивает интервал с (1+) до (2+). Помета ‘ударка’ гораздо чаще встречается в электронной азбуке, чем в металловской. Интересно отметить, что добавление ‘ударки’ к ‘столице с отсекой’ () не изменило ритмическую структуру, но сделало знамя гласоспецифичным и устранило размытость в звуковысотной привязке (она одинакова во всех трех гласах, где встречается знамя).

4). Очень существенной является информация о распределении звуковысотных привязок конкретного распева в каждом гласе по ступеням звукоряда, частично отраженная и в азбуке Металлова, но не в количественной форме (по данному пункту имеются существенные разночтения). Именно отсюда мы черпаем информацию о наличии звуковысотных инвариантов в гласе. Анализ приложения 1 из [8] показывает, что таких инвариантов довольно много (например,  в гласах 2, 6, 8 (‘ре’ первой октавы),  – в гласе 3 (‘соль’ первой октавы), отсутствующее у Металлова знамя  – в гласах 1, 7 (‘ре’ первой октавы),  – в гласе 4 (‘ми’ первой октавы) и др.). Как уже отмечалось, с увеличением значения L, т.е. при переходе к биграммным цепочкам, триграммным и т.д., число звуковысотных инвариантов, растет, хотя частота встречаемости таких цепочек в гласе в среднем падает.

⁶Специальной обработки «лиц» при формировании азбуки не делалось. Формальных алгоритмов выделения «лиц», насколько нам известно, не существует. Выделение «лиц» на основе известных подборок, например [12], требует предварительной проверки их на «корректность» (уточнения определения «лица»), полноту и непротиворечивость. Личный опыт авторов, связанный с анализом подборки попевок В.М. Металлова [10], где возникали аналогичные вопросы, показывает, что ответы на них чаще всего оказываются неутешительными (см. по этому поводу промежуточные отчеты по проекту, выставленные на сайте <http://math.nsc.ru/AP/znamena/index.html>)

Информация о звуковысотных привязках может иногда прояснить различие между парами знамен с одинаковыми ритмической и интервальной характеристиками. Такого рода 'синонимия' характерна для многих знамен, особенно из семейства 'стрел'. Рассмотрим, например, знамена  ('стрела громомрачная') и  ('стрела громосветлая'). Ритмические и интервальные характеристики у обоих знамен совпадают: $R=\bullet\bullet\bullet$, $I=1+1+$. Из электронной азбуки видно, что каждая из 'стрел' практически является абсолютным (межгласовым) звуковысотным инвариантом, однако их звуковысотные уровни различны: 'фа' первой октавы для  и 'ля' первой октавы для . Таким образом, 'стрелы' не являются абсолютными синонимами, они 'разведены' по разным высотным уровням и различия в их начертаниях как раз указывают на это: точкам сверху соответствует более высокий уровень. При наличии подобной информации мы можем с определенной осторожностью интерпретировать эти виды 'стрел' и в беспометной нотации.

5). На данный момент разночтения между двумя азбуками носят 'симметричный' характер: что-то полнее представлено у Металлова, что-то в электронной азбуке. По мере накопления обучающего материала (базы двознаменников) эта симметрия нарушится (электронная азбука будет полнее). Возможно, она полнее уже и сейчас, поскольку низкочастотные знамена, а также низкочастотные варианты распева отдельных знамен из электронной азбуки устранены, а в азбуке Металлова могут присутствовать. К тому же, новая информация добавится в азбуку уже при слиянии азбук от трех двознаменников. По степени же детализации информации о каждом знамени, попавшем в азбуку, электронная азбука вне конкуренции.

Заключение

Основным отличием созданной электронной азбуки от авторских является наличие подробной *количественной информации* о вариантах распева каждого знамени. Сюда входит *частота встречаемости* каждого распева, *распределение по гласам* (гласоспецифичность) и *звуковысотные привязки*. Указание *частоты встречаемости* позволяет отличить основной распев от второстепенных и отделить обе эти категории от низкочастотного вариационного фона. В первую очередь это необходимо для формирования самой азбуки, поскольку четко просматриваются те распевы и те гласы, которые требуют комментария. Информация о частоте очень полезна при обнаружении ошибок в тексте оригинала, а также ошибок, возникших на этапе его перевода в электронную форму. Знание частот L-грамм позволяет строить алгоритмы автоматического выделения структурных единиц (в частности, попевок) из знаменного текста [9]. Сравнение относительных частот встречаемости одного и того же знамени или попевки в различных рукописях с известной датировкой позволяет проследить эволюцию знаменного распева. Пример такого подхода демонстрирует М.В.Бражников [13].

Количественная информация о *распределении* конкретных *распевов по гласам* необходима для изучения системы осмогласия. Этот вопрос слабо освещен в теоретических руководствах и скупое проиллюстрирован в авторских азбуках. Не слишком часто, но возникает и задача идентификации гласовой принадлежности песнопения, где не обойтись без информации подобного рода.

Иллюстрация функционирования знамен в составе различных структурных единиц фактически выливается в построение 'электронного двознаменного кокизника' в широком смысле этого слова, поскольку ассортимент структурных единиц не должен ограничиваться одними попевками: тандемы [14], лица, фиты [12] — его полноправные элементы. Возможно, первое приближение к построению такого 'кокизника' целесообразно делать, отталкиваясь не от общих алгоритмов выделения структурных единиц, а от электронной азбуки, которая 'высвечивает' наиболее характерные стабильные знамена и их распевы, а также позволяет отфильтровать вариационный фон. Фиксируя контексты таких знамен и выделяя наиболее устойчивое ядро в таких

контекстах на обоих уровнях — знаменном и нотолинейном, можно получить достаточно богатый ‘словарь’ структурных единиц и оценить степень покрываемости реальных текстов его элементами.

И, наконец, хотя созданная электронная азбука является ‘пометной’ (указательные пометы сохранены, а вместо степенных даны распределения распевов по ступеням звукоряда), многие ее элементы могут оказаться полезными и для реконструкции беспометных текстов. Укажем в связи с этим на схемы звуковысотной привязки беспометных знамен, обсуждавшиеся в [6], типизацию тандемных повторов как самостоятельных структурных единиц и исследование случаев рассогласования тандемов на знаменном и нотолинейном уровне [14], выделение звуковысотных инвариантов в разных гласах [8] и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бражников М.В. Древнерусская теория музыки: По рукописным материалам XV–XVIII вв., Л. 1972.
2. Шабалин Д. Певческие азбуки Древней Руси, Кемерово, 1991.
3. Металлов В. Азбука крюкового пения, М., Синодальная типография, 1899 г., 129 с.
4. Зверева С.Г. К проблеме расшифровки знаменной нотации конца XVII–XVIII вв. // Проблемы дешифровки древнерусских нотаций. Сб. научных трудов, Л., изд-во ЛОЛГК, 1987, 199 стр.
5. И.В.Бахмутова, В.Д.Гусев, Т.Н.Титкова О функциях указательных помет. // Сибирский музыкальный альманах. –Изд-во НГК, Новосибирск, 2002, с. 87-103.
6. И.В.Бахмутова, В.Д.Гусев, Т.Н.Титкова Факторы, влияющие на точность нотолинейной реконструкции пометных знаменных песнопений // Сибирский музыкальный альманах. –Изд-во НГК, Новосибирск, 2004, с. 51-59.
7. Шабалин Д. О дешифровке ‘единогласостепенных знамен’ и реконструкции звуковой системы строки. // В сб.: ‘Проблемы дешифровки древнерусских нотаций’ (под ред. С.П.Кравченко и А.Н.Кручининой) –Ленинград, изд-во ЛОЛГК, - Ленинград, изд-во ЛОЛГК, 1987, С. 49–72.
8. Бахмутова Ирина Владимировна, Гусев Владимир Дмитриевич, Титкова Татьяна Николаевна. Электронная азбука знаменного распева: Предварительная версия. //«Анализ структурных закономерностей», Вычислительные системы, г. Новосибирск. 2005 г. №174, с.29–53.
9. Бахмутова И.В., Гусев В.Д., Титкова Т.Н. L–граммные азбуки для дешифровки знаменных песнопений // Сибирский журнал индустриальной математики. – Т.1, №2, 1998. – С.51–66.
10. Металлов В. Осмогласие знаменного распева (сборник нотолинейных попевок), М., 1899 г.
11. Кручинина А.Н. Попевка в русской музыкальной теории XVII века: Дис. ... канд. искусствовед. наук: 17.00.02 — Л., 1979.
12. М.В.Бражников. Лица и фиты знаменного распева, Л –д, изд. “Музыка”, 1984. – 302 стр.
13. М.В.Бражников. Пути развития и задачи расшифровки знаменного распева XII–XVIII веков, Гос. Муз. Изд. Л., М., 1949, – 103 стр.
14. Бахмутова И.В., Гусев В. Д., Мирошниченко Л., Титкова Т.Н. Тандемные повторы в знаменных песнопениях. //«Анализ структурных закономерностей», Вычислительные системы, г. Новосибирск. 2005 г. №174, с.13–28.