


СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ АЗБУКИ ЗНАМЕННОГО РАСПЕВА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ДВОЗНАМЕННИКОВ*

И.В.Бахмутова, В.Д.Гусев, Т.Н.Титкова
г. Новосибирск, Институт математики им. С.Л.Соболева (ИМ СО РАН)

1. Введение

Задача нотолинейной реконструкции знаменных песнопений XVII века и более раннего периода в общем случае (беспомятая нотация) остается нерешенной. Более того, нам неизвестно о наличии какого-либо формального алгоритма реконструкции не только беспометных, но даже пометных песнопений. В связи с этим нет никакой гарантии, что реконструкция одного и того же песнопения разными специалистами приведёт к одному и тому же результату. Возможные причины расхождений, на наш взгляд, могут быть обусловлены тем, что:

- существующие (пометные) азбуки В.М.Металлова, Д.В.Разумовского, С.В.Смоленского, Л.Ф.Калашникова и др., созданные в конце XIX века, недостаточно полны, порой противоречивы [1], не в полной мере учитывают гласовую специфику знаменного распева и неизбежно несут в себе элемент субъективизма (неясно даже, певческую практику какого периода они отражают, поскольку в большинстве случаев нет ссылок на первоисточники);
- трактовка указательных и даже степенных помет далеко не однозначна [2,3], к тому же многие знамена не снабжены степенными пометами, а алгоритм звуковысотной привязки расписан в имеющихся руководствах лишь для «голубчика борзого» , да и то не всегда корректно;
- возможность нотолинейной реконструкции на уровне структурных единиц (в частности, попевок) затруднена отсутствием пометных или двознаменных (знамя – нота) кокизников (в подборке В.М.Металлова [4] попевки фигурируют лишь в нотолинейной форме, в [5] представлены преимущественно лица и фиты; в кокизниках XVII века распевы попевок даны в беспометной нотации – см [6], гл. 6). Более того, нуждается в уточнении даже номенклатура структурных единиц. В частности, по аналогии с другими языковыми системами статуса самостоятельных структурных единиц заслуживают тандемно повторяющиеся цепочки знамен [7], интерпретация которых затруднена тем, что повтор на знаменном уровне не всегда соответствует повтор на нотолинейном уровне.

В связи с вышеизложенным нами предпринята попытка формирования новой (электронной) азбуки знаменного распева на основе существующих двознаменников типа «знамя – нота» с известной датировкой. Она выгодно отличается от авторских азбук по следующим показателям:

- азбука гарантированно отражает певческую практику конца XVII – начала XVIII века;
- в ней отсутствует элемент субъективизма, поскольку она строится лишь на основе рядовых певческих книг с известной нотолинейной интерпретацией;
- в азбуке представлена полная информация о частотах встречаемости различных интерпретаций каждого знамени в каждом гласе, что достигается компьютерной обработкой первоисточников. Такого рода информация в ограниченном количестве ранее «добывалась» медиевистами вручную (см. [1], [8], [12]). По ней можно судить о

* Работа выполнена при финансовой поддержке РГНФ (№ 03–04–00392а) и РФФИ (№06–06–80467).

«высотности» гласов [8], определять, какой распев знамени является основным, а какой – его варьированным аналогом, выявлять возможные ошибки в текстах двознаменников, а также внутри- и межгласовые звуковысотные инварианты (знамена, не меняющие своей звуковысотной привязки в одном или нескольких гласах);

– *электронная форма представления* исходного материала и самой азбуки *позволяет легко пополнять её* при введении в базу новых двознаменников, а также *выдавать контексты*, поясняющие функционирование знамени в песнопениях разного жанра. Устойчиво повторяющиеся фрагменты этих контекстов можно трактовать как структурные единицы, составным элементом которых является анализируемое знамя. Это реальный путь к построению электронного кокизнника, на структурном уровне иллюстрирующего созданную электронную азбуку.

2. Принципы формирования и состав азбуки

Основой для создания азбуки послужили три двознаменных пометных «Октоиха» конца XVII– начала XVIII века, хранящиеся в РНБ г. С–Петербурга (Соловецкое собр.: №619/647, №618/644 и QI 188). Каждый глас в электронной базе данных представлен примерно 70 песнопениями. Перевод их в цифровую форму осуществлялся вручную, что потребовало разработки эффективной системы контроля ошибок (в том числе изначально присутствующих в первоисточнике). Система контроля основана на анализе малочастотных отклонений от наблюдаемых контекстных закономерностей. Значительная часть ошибок в первоисточнике обусловлена несоответствием степенной пометы (либо указательной пометы P –«равно»), проставляемой у знамени, с её нотолинейной интерпретацией. Систематизация таких несоответствий (см. [3]) позволяет разделить их на регулярные и случайные. Последние можно трактовать как возможные ошибки.

Анализ регулярных несоответствий показывает, что трактовка степенной пометы как указателя на наивысший звук в распеве знамени [6] не всегда справедлива. Выявлен ряд знамен, у которых помета указывает на самый низкий звук в распеве знамени или на первый, не являющийся, однако, самым высоким или самым низким. К регулярным несоответствиям приводят также случаи транспонирования всего гласа (например, в двознаменнике 619/647 транспонированы вниз на кварту высокие третий и пятый гласы). Менее логичным выглядит транспонирование отдельных песнопений, их частей и даже отдельных знамен, имеющее место в двознаменнике 618/644. Есть основания полагать, что в известной подборке В.М.Металлова [4] некоторые попевки третьего и пятого гласов представлены в транспонированной форме, но без указания, какие именно. Такого рода эффекты могут влиять на точность нотолинейной реконструкции пометных песнопений.

Другой многочисленный класс несоответствий возникает из-за отсутствия либо игнорирования указательных помет (отсеки, ломки и т.п.), а также вспомогательных элементов знаменной нотации (в первую очередь оттяжек, подвёрток), меняющих распев знамени. В первом случае помета пропущена, но знамя интерпретируется так, как если бы она присутствовала. Во втором случае помета проставлена, но знамя интерпретируется так, как если бы её не было.

Подобного рода несоответствия могут возникать по разным причинам. Первая из них связана с разночтениями в трактовке и использовании указательных помет (то же можно сказать о некоторых вспомогательных знаках знаменной нотации, в частности, об «оттяжке»). Другая причина заключается в том, что некоторые указательные пометы играют двоякую роль: с одной стороны, они могут изменить распев знамени, что формально находит своё отражение на уровне ритмической и/или интервальной характеристики; с другой стороны, они могут указывать на особый

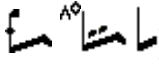
характер исполнения знамени, не затрагивающий, однако, указанные выше характеристики. Например, помета «ударка» может говорить об уменьшении длительности звука либо указывать на необходимость его акцентирования. При кодировании материала мы не в состоянии различить такие случаи, что приводит к указанным выше несоответствиям.

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). Для знамен, интерпретируемых одним звуком, интервальная характеристика не определена. Длительности звуков обозначаем следующим образом: \circ – 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; (0+) условно означает повторение звука на той же высоте. Обиходному звукоряду соответствует последовательность ступеней G, A, H, c, d, e, f, g, a, b, C, D. Для обозначения конкретного звука и его длительности используем комбинацию буквы и цифры (например, d1 – это целая нота, соответствующая звуку «ре» первой октавы, а H4 – это четвертная, «си» малой октавы).

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. Например, «голубчик борзый» $\text{А}^{\text{А}}$ встретился в первом гласе двознаменника Сол 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: комбинации 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» $\text{А}^{\text{А}}$, 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 половинной (f4g2). Подобная уникальная информация является *приоритетным элементом* созданной электронной азбуки.

Если звуковысотная привязка единственная и знамя не имеет других интерпретаций в данном гласе, оно трактуется как *внутригласовый звуковысотный инвариант*. Примером может служить знамя $\text{А}^{\text{А}}$ (крюк светлый с ломкой), встречающееся лишь в гласах 1 и 5 и распеваемое на два звука в восходящем движении (R= ♪ , I=2+), причем второй (наивысший) звук в распеве знамени – это всегда «соль» первой октавы. В этом случае можно говорить даже о межгласовом, т.е. *абсолютном звуковысотном инварианте*, поскольку кроме первого и пятого гласов это знамя больше нигде не встречается.








Информация о звуковысотных инвариантах важна потому, что может служить ориентиром при дешифровке *беспометных рукописей*. Однако, если устранить помету «ломка», мы не сможем отличить это знамя от других (беспометных) вхождений «крюка светлого». Поэтому в данном случае, как и во многих других, необходимо привлечение контекста, поясняющего употребление «крюка светлого с ломкой». Анализ показывает, что данное знамя появляется преимущественно на стыке структурных единиц или в начале песнопения в составе устойчивой цепочки $\text{А}^{\text{А}}$

(или , интерпретируемой как $e2 * e4g4 * e2$ (здесь * указывает границу между интерпретациями отдельных знамен). Исходя из этого, можно предугадывать случаи нестандартного распева «крюка светлого» даже в беспометном тексте (т.е. при отсутствии «ломки»).

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 всё 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.

Заметим, что для формирования 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 нужна 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 $L \geq 2$ перспективны в плане пополнения множества *звуковысотных инвариантов*: с увеличением L степень размытости звуковысотной привязки уменьшается.

Фактически на данный момент сформированы три азбуки – по каждому из двознаменников в отдельности. Сведение их в одну (итоговую) возможно разными способами. Мы проиллюстрируем один из них, при котором сохраняется информация о специфике каждого «Октоиха», представляющая интерес в эволюционном плане.

Основу азбуки составляют знамена, встретившиеся хотя бы по разу в каждом из трёх двознаменников (их оказалось 100). Они представлены в таблице 1 с указанием суммарной (по всем гласам) частоты встречаемости в каждом двознаменнике. Наиболее высокочастотными (в порядке убывания) являются знамена: стопица с очком , голубчик борзый , стопица , крюк светлый . Обычно они стоят на стыках структурных единиц (попевок, лиц, фит), образуя короткие устойчивые комбинации либо тандемные повторы с длиной периода от 1 до 4. Эти знамена подобны служебным словам в естественном языке. Вслед за ними в упорядочении следуют функционально значимые знамена, играющие ключевую роль в формировании попевок: статья простая , палка , статья закрытая  и др. Малочастотные знамена весьма многочисленны и вариативны по своему распеву. Большая часть их не попала в таблицу 1, поскольку не удовлетворяет требованию встречаемости во всех трёх «Октоихах».









Многообразие малочастотных знамен определяется различными возможностями комбинирования канонических знамен, «открывающих» различные семейства знаков (крюки, стопицы, статьи, запятые, палки, стрелы и др.), со вспомогательными знаками знаменной нотации и указательными пометами. Одинаковые по начертанию знамена считаются разными, если: а) одно из них снабжено указательной пометой, а другое нет; б) оба снабжены не полностью совпадающими наборами указательных помет (чаще всего знамена имеют по одной помете и речь идёт об их несовпадении). Свыше трети всех знамен в таблице 1 снабжены указательной пометой. Чаще всего встречается помета «борзая» , затем «тихая» ( или ) , реже всего – «зевок» . Пометы «ломка» , «отсека» () , «качка» (или «купно» – ) , «ударка»  встречаются примерно с одинаковой частотой. Комбинации из двух и (очень редко) трёх указательных помет характерны в основном для двознаменника QI 188.

Таблица 1

Список знамен, общих для трёх двознаменников

№	Знамя	Частоты встречаемости в двознаменниках			№	Знамя	Частоты встречаемости в двознаменниках			№	Знамя	Частоты встречаемости в двознаменниках		
		619	618	QI			619	618	QI			619	618	QI
1		137	248	67	35		16	80	2	68		134	62	102
2		1	26	30	36		67	44	93	69		32	61	2
3		42	51	1	37		205	227	222	70		9	1	15
4		431	679	487	38		3	3	4	71		74	14	73
5		2	4	26	39		411	465	236	72		1	3	2
6		139	134	46	40		102	72	83	73		39	37	35
7		1232	1247	1026	41		2	3	3	74		95	96	140
8		24	26	11	42		58	53	35	75		30	11	9
9		11	4	14	43		860	899	297	76		66	85	51
10		30	1	3	44		659	82	410	77		2	20	15
11		50	33	1	45		60	64	19	78		213	137	146
12		176	116	145	46		331	494	175	79		2	89	1
13		7	11	47	47		37	60	62	80		17	8	31
14		27	29	9	48		44	1	21	81		6	8	1
15		1591	1544	428	49		16	67	4	82		1	2	2
16		68	7	46	50		483	503	383	83		85	86	72
17		31	37	9	51		17	29	3	84		160	167	72
18		1830	1845	1037	52		6	8	13	85		3	15	18
19		2	11	108	53		10	25	12	86		111	110	4
20		58	55	1	54		275	341	196	87		10	5	1
21		12	11	8	55		358	374	251	88		87	55	56
22		40	5	19	56		21	23	3	89		21	98	2
23		776	786	387	57		1	42	1	90		11	10	4
24		260	259	97	58		63	6	39	91		5	10	1
25		18	21	13	59		35	12	5	92		4	5	3
26		3	1	3	60		4	13	4	93		3	1	1
27		413	558	293	61		168	115	107	94		8	1	8
28		24	10	4	62		160	118	50	95		1	4	1
29		4	2	71	63		104	110	85	96		29	5	2
30		150	208	8	64		84	14	6	97		24	1	1
31		1579	1611	946	65		237	298	245	98		1	7	6
32		30	34	17	66		2	1	1	99		8	7	3
33		106	109	74	67		10	13	13	100		223	187	152
34		26	27	22										

При сравнении частот встречаемости знамен в разных двознаменниках следует учитывать, что число песнопений в каждом гласе двознаменника QI 188 примерно вдвое меньше, чем в других двознаменниках, т.е. в норме следует ожидать близких значений частот для Сол 619, Сол 618 и существенно меньших для QI 188. Анализ таблицы показывает однако наличие большого числа аномальных отклонений от ожидаемой схемы распределения частот. Многие из них связаны со знаменами, имеющими указательные пометы, и свидетельствуют о том, что *характер расстановки указательных помет различен для разных двознаменников*. Например, «ударка» значительно чаще используется в Сол 619, чем в других двознаменниках (см. №№10, 48, 96, 97), а «борзая» – в Сол 618 (см. №№ 57, 79, 89 и др.). «Отсеки» редко встречаются в Сол 618 (см. №№ 5, 9, 10, 16). «Голубчик тихий» в двознаменнике QI 188 в подавляющем большинстве случаев используется без пометы «тихая» (см. № 29), в чём есть резон, а в Сол 619 и Сол 618 – с этой пометой (см. № 30). Знамя «переводка» в Сол 619 практически всегда снабжается пометой «борзая», а в QI 188 – нет (см. №№ 19, 20). Более детально эти вопросы будут рассмотрены в разделе 4.

Знамена, не вошедшие в табл. 1, можно разделить на: а) встречающиеся в двух двознаменниках (возможна любая из трёх комбинаций: Сол 619 и Сол 618; Сол 619 и QI 188; Сол 618 и QI 188); б) встречающиеся лишь в одном двознаменнике (любом из трёх). Случай «а» отражён в табл. 2, а случай «б» – в табл. 3. Порог отбора по суммарной частоте выбран равным 4, что согласуется с табл. 1.

Таблица 2

Список знамен, общих для двух двознаменников

№	Знамя	Частоты встречаемости		№	Знамя	Частоты встречаемости		№	Знамя	Частоты встречаемости	
		619	618			619	QI			618	QI
1		29	45	1		6	2	1		5	2
2		237	175	2		19	2	2		4	7
3		2	5	3		105	49	3		3	7
4		2	22	4		1	51	4		7	1
5		71	51	5		10	13	5		2	37
6		1	3	6		3	10	6		109	5
7		49	43	7		3	1	7		56	49
8		2	3	8		4	27	8		55	1
9		5	6	9		18	17	9		8	6
10		3	3	10		3	3	10		1	5
11		4	4	11		80	2	11		15	16
12		20	1	12		2	2	12		2	14
13		17	13	13		1	3				
14		1	52								
15		8	4								
16		3	1								
17		1	3								
18		2	2								
19		8	8								

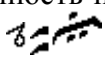


















































Совокупность из 193 знамен, представленных в таблицах 1÷3, можно в первом приближении считать азбукой, отражающей номенклатуру знаменного распева в период его наивысшего расцвета (конец XVII – начало XVIII века). Не вошедшие в азбуку знамена с суммарной (по всем двознаменникам) частотой встречаемости каждого, не большей 3, также довольно многочисленны. Можно дать оценку сверху их количества (порядка 120 знамен), но эта оценка условна, поскольку многие такие знамена возникли в результате ошибок в тексте первоисточника, исправление которых в соответствии с принципом «максимального правдоподобия» переводит знамя из категории нестандартных в категорию стандартных, представленных в таблицах 1÷3. Отметим также, что и закреплённость некоторых знамен за конкретной таблицей тоже относительна. Например, знамя  (стрела поездная с пометой «борзая» – см. №14 в первом столбце табл. 2), встретившееся всего 1 раз в Сол 619 и 52 раза в Сол 618, было бы логичнее поместить в табл. 3, как представленное «только» в Сол 618, а единственное вхождение его в Сол 619 трактовать как стилистическое несоответствие, поскольку в Сол 619 «стрела поездная» используется без пометы «борзая».

Таблица 3

Частоты знамен, встретившихся в одном двознаменнике




№	Знамя	Частота 619		Знамя	Частота 618	№	Знамя	Частота 618	№	Знамя	Частота QI
1		10	1		5	12		7	1		27
2		12	2		18	13		18	2		5
3		58	3		35	14		5	3		8
4		8	4		43	15		52	4		10
5		13	5		21	16		11	5		6
6		21	6		7	17		27	6		11
7		6	7		4	18		9	7		13
8		9	8		9	19		4	8		4
9		10	9		16	20		33	9		13
10		21	10		9	21		4	10		5
11		5	11		20	22		7	11		6
12		13							12		32
13		10							13		4
14		6									

Анализ таблиц 2 и 3 подтверждает наблюдения, высказанные относительно таблицы 1, и позволяет сделать ряд дополнительных выводов. В частности, число знамен, снабжённых указательной пометой, возрастает от $\frac{1}{3}$ в табл. 1 до $\frac{2}{3}$ в табл. 2 и 3, что подтверждает тезис об отсутствии единого подхода к расстановке и трактовке указательных помет. Значительный объём таблиц 2 и 3 частично объясняется указанными обстоятельствами. Сложные (часто составные) знамена, практически отсутствующие в табл. 1, играют заметную роль в табл. 2 (см., например, №№2,3, 5÷8 в первом столбце табл. 2). Удивляет в связи с этим отсутствие «запятой с крыжом»  в двознаменнике QI 188, что повлекло за собой «цепную реакцию» других аномалий (см. №№2, 8, 18 и №№2, 3, 8 в первых столбцах таблиц 2 и 3 соответственно).

Существенное доминирование числа знамен, общих для Сол 619 и Сол 618 (см. табл. 2), свидетельствует о том, что эти двознаменники ближе друг к другу, чем к QI 188. Анализ табл. 7 в разделе 4 подтверждает это заключение.






3. Структура азбуки

Характер информации, предоставляемой о каждом знамени, проиллюстрируем на примере электронной азбуки, составленной на основе двознаменника Сол 619/647. Её редуцированная форма содержит свыше 100 знамен (исключены низкочастотные) и представлена на нашем сайте <http://math.nsc.ru/AP/znamena/index.html>. Фрагмент этой азбуки, включающий 4 знамени, приведён в таблице 4. Для каждого знамени указываются все варианты его распева, отличающиеся значением ритмической R и/или интервальной I характеристики, их распределение по гласам (частоты встречаемости) и звуковысотные привязки (по наиболее высокому звуку в распеве знамени*). Для сравнения приводятся варианты распева знамен по Металлову [10] (пробел соответствует отсутствию данного знамени или какого-то его распева в азбуке Металлова или в электронной азбуке).

Поясним структуру азбуки на примере знамени  («статья с запятой» – см. №46 в таблице 4). 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, приведённую в первой строке, по отдельным распевам. Можно видеть, что и в азбуке Металлова (первый столбец) и в двознаменнике (второй столбец) знамя имеет два распева: $R1=\circ$ и $R2=\text{d d d}$. Интервальная характеристика в первом случае не определена (пробел), во втором равна 1–1–, т.е. имеет место нисходящее движение (знак «минус») по секундам. Частоты встречаемости этих распевов в гласе 2 равны 11 (R_1) и 9 (R_2), а в гласе 6 – 20 (R_1) и 12 (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 приведём информацию по данному знамени (см. таблицы 5 и 6), полученную на основе двознаменников Сол 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 знамени в гласе и суммой частот распевов иногда нарушен.

Сравнивая три таблицы, 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 изменённой 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 [4] как

* Гласы 3 и 5 ретранспонированы, т.е. указаны истинные высоты звуков.

Таблица 4

Фрагмент азбуки, построенной по двознаменнику Сол 619/647

[illegible]







«перевязки или кавычки меньшие»*. Кроме того, вариант распева целой нотой R1 фигурирует в попевочной структуре , которая интерпретируется нотолинейной цепочкой d4c4*d4e4*f1*e2*d1 и не идентифицируется ни по Металлову, ни по Кручининой.

Таблица 5
Фрагмент электронной азбуки для знамени  (двознаменник Сол 618/644)


Варианты распева знамени по Металлову	Варианты распева знамени в двознамен.	Частоты встречаемости вариантов распева в гласах:							
		Глас 1	Глас 2	Глас 3	Глас 4	Глас 5	Глас 6	Глас 7	Глас 8
 R1=○	 R1= ○	0	20	0	1	6	28	6	0
		0	12 d-12	0	1 d-1	3 d-3	15 c-1 d-14	6 d-6	0
 I(R2)=1-1-	 R2= ○ ○ ○ I(R2)=1-1-	0	6	0	0	0	1	0	0
	 R3= ○ ○ ○ I(R3)=1-1-	0	3 e-3	0	0	0	12 e-12	0	0

Таблица 6
Фрагмент электронной азбуки для знамени  (двознаменник QI 188)

Варианты распева знамени по Металлову	Варианты распева знамени в двознамен.	Частоты встречаемости вариантов распева в гласах:							
		Глас 1	Глас 2	Глас 3	Глас 4	Глас 5	Глас 6	Глас 7	Глас 8
 R1=○	 R1= ○	0	9	0	0	0	10	0	0
		0	5 d-5	0	0	0	6 d-6	0	0
 I(R2)=1-1-	 R2= ○ ○ ○ I(R2)=1-1-	0	3	0	0	0	4	0	0
			e-3				e-4		


Возвращаясь к знаменам №№ 47-49 из таблицы 4, замечаем и там некоторые различия в интерпретациях, приведённых Металловым и полученных в электронной азбуке. Так, знамя  (статья простая с подвёрткой) имеет по 6 интерпретаций в обеих азбуках, но при этом пары (R2, I(R2)) отличаются, пара (R3, I(R3)) отсутствует у Металлова, а пара (R5, I(R5)) отсутствует в электронной азбуке (т.е. в Сол 619/647). «Статья простая с подвёрткой» и пометой «борзая» ( – см. №48) есть в электронной азбуке, но отсутствует у Металлова. Там её функции частично берёт на себя  (см. совпадение пар (R1, I(R1)) – азбука Металлова, №47), и (R, I(R)) – электронная азбука, №48). Однако для пары (R, I(R)) – (см. №48) нет аналога у Металлова. И, наконец, та же статья с пометой «качка» (см. №49) имеет у Металлова на одну интерпретацию больше (R2, I(R2)) и разночтения ещё в одном распеве: R3=R2, но I(R3)≠I(R2). При этом отсутствующая в Сол 619 и Сол 618 металловская интерпретация (R2, I(R2)) 16 раз встречается в гласе 1 двознаменника QI 188, так что она не выпадает из итоговой азбуки. Более того, в гласах 1, 5 двознаменника Сол 618/644 встречается


* Мы используем две возможности для идентификации: на нотолинейном уровне — подборку В.М.Металлова из более чем 500 попевок [4]; на знаменном уровне — классификацию попевок по архетипам (трём последним знаменам в составе попевок) [11]. Ясно, что классификация по 24 архетипам, предложенная А.Н.Кручининой, носит слишком общий характер и не охватывает всего многообразия попевок, в частности, из-за недоучета возможности синонимичных подстановок.

ещё одна отсутствующая у Металлова интерпретация знамени «» ($R=\text{♩} \text{♩} \text{♩} \text{♩}$, $I(R)=2-1+1+$) с частотой $F=15$, которая также попадает в итоговую азбуку.

4. Вариативность электронных азбук в зависимости от типа «Октоиха»




Разночтения между электронными азбуками, построенными по разным «Октоихам», довольно многочисленны и касаются состава знамен, отдельных интерпретаций, частот встречаемости, звуковысотных привязок, распределения по гласам. Вариативность состава знамен и частот встречаемости мы обсудили в разделе 2. В данном разделе рассмотрим под этим же углом зрения остальные показатели и уделим большее внимание явлению «условной синонимии» (взаимозаменяемости знамен в определённом контексте) и звуковысотным инвариантам.

В таблице 7 представлены отдельные интерпретации некоторых знамен, значимо отличающиеся в разных двознаменниках хотя бы по одному из выше перечисленных показателей. Для сокращения записи опускаются символы R и I (например, запись  ($1+$) означает, что $R=\text{♩} \text{♩}$, а $I=1+$). Суммарная частота встречаемости конкретной интерпретации во всех гласах двознаменника обозначается символом F , а встречаемость в гласе с номером i ($i=1\div 8$) — через F_i . Пробел (—) означает отсутствие данной интерпретации (но не обязательно знамени) в конкретном двознаменнике. Обозначения ступеней звукоряда, представленные в некоторых строках столбца 3, фиксируют звуковысотные инварианты: распевы, соответствующие этим строкам, сохраняют указанную звуковысотную привязку во всех гласах трёх двознаменников (единичные исключения, скорее всего, следует трактовать как ошибки).

Строка №1 таблицы 7 показывает, что вспомогательные знаки знаменной нотации (в данном случае «оттяжка» при крюке мрачном) не всегда принимаются во внимание. Лишь в 7 случаях и только в одном двознаменнике (№618/644) имело место увеличение длительности звука по сравнению со стандартным распевом крюка мрачного половинной долей. Строки 2, 5 демонстрируют, что нет единодушия в оценивании длительности распева даже самых простых знамен. Подтверждением этому служит и достаточно весомая доля стопиц, не снабжённых указательной пометой, но интерпретируемых в 618/644 одним звуком длительностью  (больше всего таких в гласах 5 и 8 — соответственно, 19 и 9).

Другой пример игнорирования пометы можно наблюдать на двух вариантах распева «голубчика борзого с ломкой» (см. №11). Распев со скачком на терцию ($2+$), учитывает наличие пометы «ломка», а со скачком на секунду ($1+$) — игнорирует её. При этом реакция на помету в разных двознаменниках существенно отличается: в QI 188 помета учитывается всегда (см. верхнюю строку в №11), в 618/644 — почти всегда игнорируется, а в 619/647 оба варианта реализуются примерно в равной пропорции.

Строки 3, 6÷9, 12 демонстрируют селективность в использовании отдельных знамен в разных двознаменниках, а №4 и №9 (см. верхнюю подстроку) — неравномерность распределения некоторых знамен по двознаменникам и гласам внутри двознаменника. В частности, «крюк тресветлый» (см. №4) не встречается в гласе 3 двознаменников №619/647 и №618/644, однако явно «перепредставлен» (34 раза) в том же гласе QI 188. Гласовая специфичность часто ярче проявляется не в основных вариантах распева знамени, а в варьированных, встречающихся не столь часто. Верхняя строка в №13 иллюстрирует основной распев, а нижняя — его варьированный аналог с весьма специфическим распределением по гласам в разных двознаменниках.

Под №9 фигурируют два варианта стопицы ( и ) длительностью , что вдвое меньше стандартного распева стопицы. Тем самым демонстрируется, что в




некоторых случаях пометы «отсека» и «борзая» сходны по функциональной нагрузке и могут даже взаимозаменять друг друга (см. №618/644, в котором дефицит  (F=7) восполняется наличием  (F=35)).



Таблица 7




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

№	Знамя	Интерпретация	Частоты встречаемости отдельных распевов в двознаменниках:		
			№ 619/647	QI 188	№ 618/644
1.			F=27 —	— —	F=35 F=7
2.			F=1232 —	F=1026 F=29	F=1247 —
3.		 (C)	F=9 ($F_3=8$)	—	—
4.			F=7 ($F_3=0$)	F=48 ($F_3=34$)	F=11 ($F_3=0$)
5.		 (d)  (d)	— F=18(гл.2,6,8)	F=11(гл.1,2,6,8) F=2	F=11 (гл.2,6,8) F=8 (гл.2,6,8)
6.	 (или )		F=234 ($F_3=7$)	—	F=173 ($F_7=7$)
7.		 (c)	F=12	—	—
8.		 (1+) (d)	F=58 (гл.1,7)	—	—
9.		 	F=68 —	F=46 —	F=7 F=35
10.	 	 (1+1+)  (1+1+)	F=57 (гл.2,6) —	— F=10(гл.6)	F=59(гл.2,6) —
11.		 (2+) (e)  (1+) (e)	F=17(гл.1,5,6) F=13(гл.1,6)	F=17 (гл.1) —	F=3 (гл.1,6) F=31 (гл.1,6)
12.		 (1+) (g)  (1+) (g)	F=2(гл. 3) —	— —	F=1 (гл. 3) F=4 (гл. 3)
13.		 (1-)  (2-)	F=187 F=18 ($F_3=0$)	F=173 F=48 ($F_3=18$)	F=203 F=20 ($F_3=0$)
14.	  	 (3+1-)(f)  (3+1-)(f)  (3+1-)(f)	F=42(гл.5) — —	— F=20(гл.5) F=3(гл.5)	— — F=48(гл.5)
15.		 (1-1+)(d)	F=207 ($F_1=29$) F=14 (гл. 8)	F=145 ($F_1=18$) F=7 (гл.8)	F=173 ($F_1=0$) F=12 (гл.8)
16.			F=16	F=4	F=67 ($F_1=37$)
17.		 (1-1+)(d)  (1-1+)(d)	F=20(гл.8) —	F=10(гл.8) —	F=3(гл.8) F=19(гл.8)
18.		 (1+1+)  (1+1+)	F=209(не'g'-10) F=2 (g)	F=126(не'g'-25) F=1 (g)	F=132(не'g'-4) F=85(не'g'-2)




* **Примечание:** информация о гласовой принадлежности распева указана после значений частот. Отсутствие этой информации означает, что распев встречается во всех (или почти во всех) гласах.

Другой вариант взаимозаменяемости (условной синонимии) фигурирует в графе 14 таблицы 7. Здесь один и тот же распев ($R=\text{♩} \text{♩} \text{♩}$, $I=3+1-$) с одной и той же звуковысотной привязкой («соль» первой октавы) и идентичной гласовой принадлежностью реализуется в виде «статьи простой с подвёрткой» , которая в двознаменнике №619/647 представлена с пометой «борзо», в QI 188 — с пометой «ударка», а в 618/644 — вообще без пометы. Похожий вариант показан и в графе 10.

Графа 15 таблицы 7 демонстрирует две любопытные аномалии: отсутствие «крыжа» , обычно интерпретируемого целой нотой, в первом гласе двознаменника №618/644 и наличие у того же знамени другого (нестандартного) распева на три звука ($R=\text{♩} \text{♩} \text{♩}$, $I=1-1+$) в восьмом гласе. Строка 16 показывает, что отсутствие «крыжа» в первом гласе двознаменника № 618/644 компенсируется аномально высокой встречаемостью «статьи с крыжом»  в том же гласе этого двознаменника. Что же касается нестандартного распева крыжа на три звука в попевке «кулизма», то он в двух вариантах встречается и у «статьи простой» (см. №17). Суммирование частот встречаемости этого распева по строкам 15 и 17 приводит к ожидаемому балансу между разными двознаменниками.




Примеры звуковысотных инвариантов показаны в строках 5, 7, 8, 11, 12, 14 таблицы 7. Эта категория представлена средне- и малочастотными распевками, причём при наличии у знамени нескольких распевов далеко не все из них демонстрируют стабильность звуковысотной привязки. Понятие звуковысотного инварианта относительно, поскольку чем больше объём материала, тем выше вероятность нарушения свойства инвариантности. Его выполнение во всех двознаменниках, стилистически отличающихся друг от друга, повышает значимость инварианта (перечисленные выше инварианты относятся к указанной категории). Среди часто встречающихся знамен звуковысотных инвариантов практически не бывает, но некоторые знамена (или отдельные их распевы) демонстрируют значительную стабильность звуковысотной привязки. Примером может служить «стрела светлая»  (см. верхнюю строку в графе 18), распев которой в большинстве случаев имеет звуковысотную привязку, соответствующую ступени «г» («соль» первой октавы). Число отклонений, обозначенное «не г», максимально в QI 188 (25 случаев) и минимально в №618/644 (4 случая). Нижняя строка в графе №18 в очередной раз демонстрирует эффект взаимозаменяемости (см. знамена  и ) в двознаменнике №618/644.

5. Сравнение с азбукой В.М.Металлова

Характер различий электронной азбуки с азбукой Металлова примерно такой же, как между вариантами электронной азбуки, построенными по разным двознаменникам. Некоторые различия носят довольно систематический характер. Например, помета «ударка» редко используется в азбуке Металлова: в ней отсутствуют такие знамена как , ,  и др., представленные в электронной азбуке.

Наиболее существенные отличия электронной азбуки от металловской наблюдаются не по составу знамен, а по их интерпретациям (примерно у трети знамен). Это особенно характерно для сложных знамен с переменным распевом. Примеры различий мы привели в разделе 3 при обсуждении таблицы 4. В большинстве случаев они не носят принципиального характера и обусловлены варьированием основного распева. Радикальные различия в интерпретациях встречаются нечасто и связаны, по-видимому, с проявлением «тайнозамкнутости» (идиоматичности) в распевках

«лиц» и некоторых попевок, например, «мережи». Заметим, что «лица» специально не выделялись и обрабатывались по общей схеме, поэтому появление нестандартного распева может косвенно свидетельствовать о вхождении знамени в состав «лица».

Звуковысотный диапазон употребления знамен в электронных азбуках обычно шире, чем в азбуке Металлова. «Крюк мрачный» , например, часто встречается в «светлом согласии», а «крюк светлый»  – в «мрачном». Примеры сужения диапазона встречаются гораздо реже. Например, «подчашие мрачное», привязываемое Металловым (и в двознаменнике Qi 188) к «мрачному согласию» (ступени c, d, e звукоряда), в двознаменнике Сол 619/647 фигурирует лишь на уровнях e и f, т.е. на стыке «мрачного» и «светлого согласий». Предельное сужение диапазона до одной ступени представляет особый интерес, т.к. указывает на звуковысотный инвариант (примером может служить «статья закрытая средняя» , встречающаяся в Сол 619/647 и Сол 618/644 с единственным вариантом распева во всех гласах: $R = \text{d} \cdot \text{d}$, $I = 1 -$, звуковысотная привязка – «ля» первой октавы).

Распределению вариантов распева по гласам в авторских азбуках практически не уделяется внимания, хотя эта информация очень важна, особенно для знамен с переменным распевом. Многие варианты распева гласоспецифичны и наличие такой информации существенно снизит степень неопределенности при выборе наиболее вероятного варианта распева в процессе нотолинейной реконструкции.

Количественные оценки распределения звуковысотных привязок по ступеням звукоряда в разных гласах очень интересны в плане выявления ступеней, избегаемых конкретным знаменем. Анализ такого рода эффектов важен в плане понимания системы осмогласия и разработки *формальных* алгоритмов нотолинейной реконструкции.

Заключение

Создана электронная азбука знаменного распева на основе анализа двознаменных «Октоихов» конца XVII– начала XVIII века. Основным отличием её от известных авторских азбук является наличие подробной количественной информации о вариантах распева каждого знамени. Сюда входит *частота встречаемости каждого распева, распределение по гласам и звуковысотные привязки*.

По итогам проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1). По степени полноты электронная азбука уже сейчас (т.е. на ограниченном материале) сопоставима с азбукой Металлова, а по сопутствующей количественной информации не имеет аналогов.

2). Извлекаемая с помощью компьютерной обработки количественная информация позволяет:

- отличить основной распев от второстепенных и отделить обе эти категории от низкочастотного вариационного фона;
- обнаруживать потенциально возможные ошибки в тексте оригинала;
- строить алгоритмы *автоматического выделения структурных единиц* (в частности, попевок) из знаменного текста [9];
- отслеживать (по разным источникам) эволюцию знаменного распева [12].

3). Различия между электронной азбукой и авторскими (и даже разными вариантами электронной азбуки) весьма существенны и касаются состава знамен, отдельных интерпретаций, распределения по гласам, звуковысотных привязок, частот встречаемости. Многие разночтения связаны с неоднозначной трактовкой указательных помет и вспомогательных знаков знаменной нотации. Однако, имеющие место аномалии, связанные с каким-либо знаменем или распевом, обычно компенсируются другими (условно синонимичными) знаменами. В частности, функции знамени, слабо

представленного в конкретном двознаменнике, может взять на себя это же знамя, но без указательной пометы (либо вспомогательного знака) или с другой указательной пометой.

4). Хотя созданная электронная азбука является «пометной» (указательные пометы сохранены, а вместо степенных даны распределения распевов по ступеням звукоряда), многие её элементы могут оказаться полезными и для реконструкции беспометных текстов. Укажем, в частности, на схемы звуковысотной привязки беспометных знамен, обсуждавшиеся в [3], анализ случаев рассогласования тандемов на знаменном и нотолинейном уровне [7], выделение звуковысотных инвариантов и гласоспецифичных знамен в разных гласах [13].

5). Естественным продолжением данной работы является иллюстрация функционирования знамен в составе различных структурных единиц, что фактически выливается в построение *«электронного двознаменного кокизника»*. Первое приближение к построению такого кокизника целесообразно делать, отталкиваясь не от общих алгоритмов выделения структурных единиц [9], а от электронной азбуки, которая «высвечивает» наиболее характерные стабильные распевы и позволяет отфильтровать вариационный фон.

Литература

1. Зверева С.Г. К проблеме расшифровки знаменной нотации конца XVII–XVIII вв. // Проблемы дешифровки древнерусских нотаций. Сб. научных трудов. – Л.: изд-во ЛОЛГК, 1987. – С. 73–89.
2. Бахмутова И.В., Гусев В.Д., Титкова Т.Н. О функциях указательных помет (на материале двознаменника XVIII века) // Сибирский музыкальный альманах. – Новосибирск: Изд-во НГК, 2002. – С. 81–92.
3. Бахмутова И.В., Гусев В.Д., Титкова Т.Н. Факторы, влияющие на точность нотолинейной реконструкции пометных знаменных песнопений // Сибирский музыкальный альманах. – Новосибирск: Изд-во НГК, 2004. – С. 51–59.
4. Металлов В.М. Осмогласие знаменного распева (сборник нотолинейных попевок), М.: –1899 г., С. 1–50.
5. Бражников М.В. Лица и фиты знаменного распева, Л.: изд. «Музыка», 1984. – 302 с.
6. Бражников М.В. Древнерусская теория музыки, Л.: изд. «Музыка», 1972. – 422 с.
7. Бахмутова И.В., Гусев В.Д., Мирошниченко Л.А., Титкова Т.Н. Тандемные повторы в знаменных песнопениях. «Анализ структурных закономерностей», Вычислительные системы, г. Новосибирск. 2005 г. №174, с.13–28.
8. Шабалин Д.С. О дешифровке «единогласостепенных знамен» и реконструкции звуковой системы строки. // В сб.: «Проблемы дешифровки древнерусских нотаций» (под ред. С.П.Кравченко и А.Н.Кручининой). –Л.: изд-во ЛОЛГК, 1987. – С. 49–72.
9. Бахмутова И.В., Гусев В.Д., Титкова Т.Н. L-граммные азбуки для дешифровки знаменных песнопений // Сибирский журнал индустриальной математики. 1998.– Т.1, №2, – С.51–66.
10. Металлов В.М. Азбука крюкового пения. М.: Синодальная типография, 1899. – 129 с.
11. Кручинина А.Н. Попевка в русской музыкальной теории XVII века: Дис. ... канд. искусствовед. наук: 17.00.02 — Л., 1979.
12. Бражников М.В. Пути развития и задачи расшифровки знаменного распева XII–XVIII веков. Гос. Муз. Изд., Л.М., 1949. – 103 стр.
13. Бахмутова И.В., Гусев В.Д., Титкова Т.Н. Электронная азбука знаменного распева: Предварительная версия. «Анализ структурных закономерностей», Вычислительные системы, г. Новосибирск. 2005 г. №174, с.29–53.