

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИЖЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. М. Т. КАЛАШНИКОВА

Информационные технологии и письменное наследие

El'Manuscript-2012

Материалы IV международной научной конференции
Петрозаводск, 3–8 сентября 2012 года

Петрозаводск, Ижевск
2012

УДК 004.9
ББК 81.11+81.2-0
И741

Изданы при поддержке гранта РФФИ (проект № 12-06-06061-г),
гранта РГНФ (проект № 12-04-14154-г) и в рамках реализации комплекса
мероприятий Программы стратегического развития ПетрГУ на 2012-2016 г.

Ответственные редакторы:

В. А. Баранов, д-р филол. наук, проф.

А. Г. Варфоломеев, канд. физ.-мат. наук, доц.

Информационные технологии и письменное наследие [Текст] :
И741 материалы IV междунар. науч. конф. (Петрозаводск, 3–8 сентября
2012 г.) / отв. ред. В. А. Баранов, А. Г. Варфоломеев. — Петрозаводск ;
Ижевск, 2012. — 328 с.

ISBN 978-5-8021-1402-5

Сборник содержит материалы конференции, посвященной современ-
ным электронным средствам хранения, описания, обработки, исследования
и публикации памятников письменности и исторических источников.

УДК 004.9
ББК 81.11+81.2-0

ISBN 978-5-8021-1402-5

© Петрозаводский государственный
университет, 2012
© Ижевский государственный технический
университет им. М. Т. Калашникова, 2012

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗНАМЕННЫХ ПЕСНОПЕНИЙ КАК ЗНАКОВОЙ СИСТЕМЫ

И. В. Даньшина

*Московский Государственный технический университет им. Н.Э.
Баумана, Москва*

This paper shows that the Russian music sources can be represented as a sign system and consequently we can carry out their analysis linguistic methods. The search method semantic the connected notes is described, and also results of researches on the analysis of notes are given.

Введение

В данной работе изучается одна из знаковых систем, используемых для записи музыкальных рукописей — знаменная нотация.

Ранее были проведены исследования, которые показали, что знаменную нотацию можно сравнивать с естественным языком и, следовательно, применять для ее изучения методы компьютерной лингвистики. Это позволяет находить новые средства представления и анализа данного вида записи музыки.

Музыка как знаковая система

Знаменные песнопения являются одной из большого множества разнообразных знаковых систем, которыми люди пользуются в целях коммуникации, передавая музыкальные сообщения о своих мыслях, чувствах, переживаниях. Знаки в музыке (знамена) и образуемую ими знаковую систему изучает музыкальная семиотика.

Исполнитель, «читая» мелодию песнопения, воспринимает как знамена по отдельности, так и объединяет их в группы (фразы, «попевки» и т. д.). Наличие знаковой иерархии — мост между «языком» и «мышлением» — процессом построения из простых знаковых систем более сложные. В этом заключается один из важных признаков языка [Налимов, 1979].

Знаковая система имеет право называться языком, если она может быть интерпретируема на другом языке, который может быть или более богатым по своей выразительности, или почему-либо более понятным для определенной группы людей [Налимов, 1979]. Для знаменной нотации таким языком может являться современная запись нот.

Сложность песнопения в знаменной нотации сопоставима со сложностью текста в том смысле, что невозможно точно определить какое знамя будет следовать за текущим.

Под лексикой (лексическим составом) семиотической системы знаменной нотации понимается совокупность всех знамен, используемых для записи мелодий.

Знамя — это графическое изображение, используемое для обозначения определенной высоты, длительности и характера исполнения.

Синтаксические связи определяют отношения между знаменами.

Семантические связи описывают объединение знамен в «попевки» («подвод»+ «ядро») и связь знамен со словами.

Парадигматические связи описывают связь знамен и нот.

Под алфавитом знаменной нотации будем список Знамен. Они передают относительную высоту, длительность, направление мелодии и характер исполнения.

Правила употребления знамен могут быть представлены в виде тезауруса, структура которого представлена на рисунке 1.

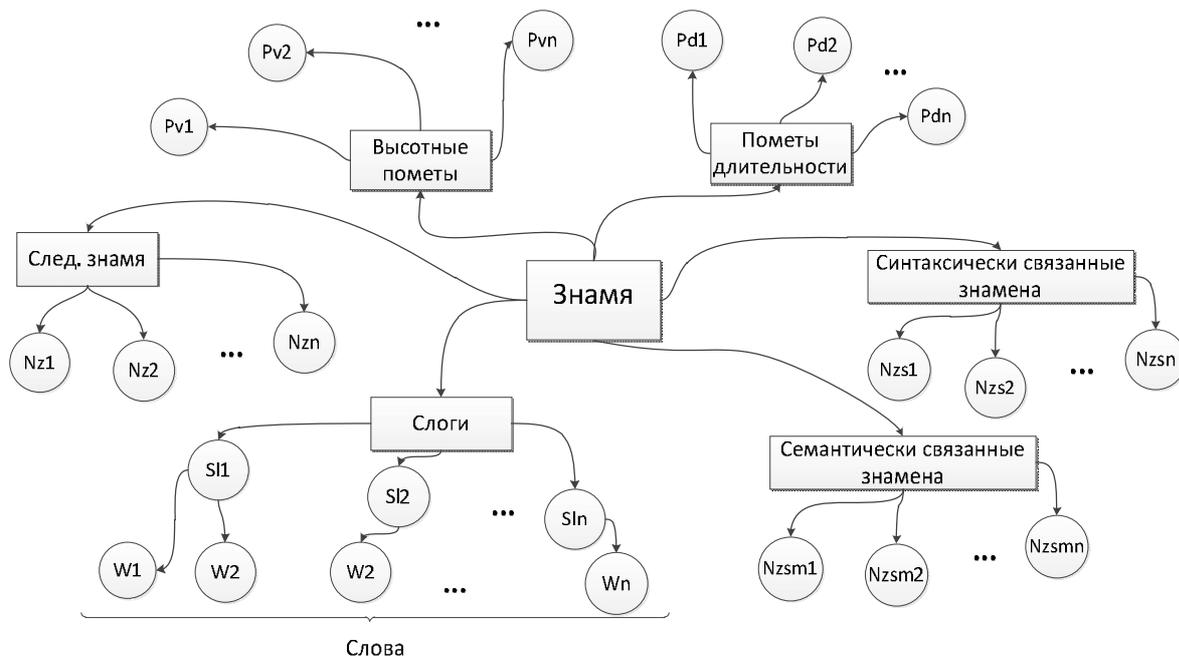


Рис. 1. Структура тезауруса

Поиск семантически связанных знамен

Исходя из того, что музыка представляет собой особый язык, можно предполагать, что знаки в этом языке связаны между собой по смыслу. Данную семантическую связь предлагается определить в терминах семантического пространства, предложенного Лоу. Он определяет модель как пятерку (A, B, T, S, M) , которая интерпретируется на семантическую модель знаменных песнопений следующим образом:

B — ряд слов $(b_1 \dots b_D)$, входящих в песнопение. D — размерность векторного пространства.

T — набор знамен $(t_1 \dots t_n)$

A — функция, которая используется для определения частоты со-возникновения знамен и слов таким образом, чтобы каждое знамя было представлено вектором

$$v = [A(b_1, t), A(b_2, t), \dots, A(b_D, t)],$$

где $t \in T$ — набор целевых знамен

A может быть тождественной функцией (так, чтобы заключительный вектор содержал простое количество со-возникновений), но часто используется более сложная функция. A называют лексической функцией ассоциации или функцией взвешивания.

S — мера подобия, которая определяет для каждой пары векторов действительное число, обозначающее «семантическое подобие».

M — математическое преобразование, которое преобразует одно семантическое пространство в другое, например, уменьшая его размерность. M может сохранять оригинальное пространство, но часто математическое преобразование оказывается полезным для того, чтобы уменьшить разреженность данных и понизить шум.

Экземпляром такой модели может быть модель векторного пространства.

Модель векторного пространства. В качестве экземпляра представленной формальной модели в данной работе рассматривается модель векторного пространства, в которой каждое слово в языке отображается в точку в реальном конечномерном векторном пространстве.

Модель векторного пространства — одна из наиболее широко используемых моделей для выявления семантического подобия между элементами (в данном случае, знаменами и словами). Она позволяет выразить меру «семантической близости» между знаменами и словами с точки зрения пространственного расстояния.

Знамена представляются в виде векторов признаков (различных контекстах слов) в многомерном Евклидовом пространстве. Применяя подходящие меры подобия, можно непосредственно вычислить сходство между различными знаменами и словами.

Два знамени, для которых должно быть вычислено семантическое подобие, представляются как векторы различных контекстов слов.

Для достижения наилучших результатов, необходимо правильно выбрать способ вычисления весов. Схема вычисления веса каждого знамени состоит из локального взвешивания, глобального взвешивания и нормализации. Вес знамени определяется как $A = L_{ij}G_iN_j$; где L_{ij} — локальный вес знамени i для слова j , G_i — глобальный вес знамени i , а N_j коэффициент нормализации для слова j .

Локальный вес — сколько раз знамя появляется вместе данным словом, глобальный вес — сколько раз знамя появляется в некотором контексте (предложении, песнопении, книге), а коэффициент нормализации компенсирует различия в длине слов.

Для вычисления локальных коэффициентов принято допущение, что знамена с более высокой частотой для конкретного слова соответствуют ему больше, чем другие знамена.

В результате получается матрица S_{sim} размера $n \times n$, где n — число целевых знамен Т. Пример такой матрицы представлен на рисунке 2.

							
	1	0,8837	0,6255	0,687	0,5351	0,4095	0,942
	0,8837	1	0,6345	0,8625	0,4366	0,4635	0,7776
	0,6255	0,6345	1	0,333	0,81	0,2025	0,405
	0,687	0,8625	0,333	1	0,3023	0,288	0,592
	0,5351	0,4366	0,81	0,3023	1	0,117	0,3406
	0,4095	0,4635	0,2025	0,288	0,117	1	0,531
	0,942	0,7776	0,405	0,592	0,3406	0,531	1

Рис. 2. Матрица S_{sim}

Зададим порог s_p такой, что если $S_{ij} > s_p$, то знамена будут считать семантически близкими.

Если $s_p=0,7$, то:

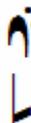
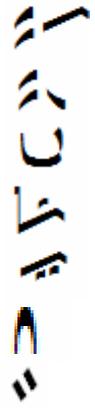
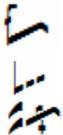
В результате можно сделать вывод, что для знамени  семантически близки  и , для знамени  — , , , для  — , , для  — .

Разделение знамен на базовые и производные.

Все знамена можно разделить на базовые и производные. Производные образуются путем добавления к базовому знамени дополнительных элементов. Всего выявлено 14 основных знамен, каждое из которых имеет вариации, в силу того, что знамя может иметь различные пометы и признаки.

Частотный анализ знамен показал, что все знамена можно разделить на 4 группы по числу повторений. Они представлены в таблице 1. В третьей и четвертой колонке приведены по 6 наиболее частотных или характерных знамен.

Табл. 1. Распределение знамен на 4 группы

№ группы	Число повторов каждого знамени	Количество знамен в группе	Базовые знамена группы	Примеры	
				Знамя	Название
1	1000–3000	6			Голубчик
					Стопица
					Стопица с очком
2	500–1000	7	M D d		Палка
					Крюк светлый
					Статья закрытая
3	150–500	30			Стрела
					Рог
					Статья
					Чашка
					Крюк мрачный
					Скамейца
					Запятая
					Сложитие
4	1–150	323			Параклит
					Переводка
					Стрела

Соответствие пометы и признака. Запись мелодии с помощью знамен отличается от записи современными нотами на пяти линейках тем, что знамя не определяет высоту звуков [Протоиерей Борис Николаев. Знаменный распев и крюковая нотация как основа русского православного церковного пения]. Для этой цели используются специальные знаки, которые называются «киноварные» или «тушевые» пометы. Они записываются буквами в соответствии со своим названием, например, м — "мрачно", п — "повыше", в — "высоко".

Соответствие помет высоте звука представлено на рисунке 3.



Рис. 3. Соответствие помет высоте звука

Если знамя обозначает несколько звуков, то помета указывает на самый верхний звук знамени. Также для обозначения высоты звуков использовались «тушевые признаки» использовались для обозначения высоты звуков в знаменной нотации. Они были разработаны московским теоретиком второй половины XVII в. Александром Мезенцем и предназначались для замены киноварных помет, но по ряду причин крюковая нотация с признаками не получила самостоятельного применения и использовалась как дополнение к пометам.

Помимо помет, обозначающих высоту звуков, используются пометы, поясняющие характер исполнения («указательные пометы»).

Было проведено исследование, в ходе которого проверялось соответствие помет и признаков. Пример результата исследования для знамени «Статья»:

Знамя	Пометы						
	Без пометы	н	м	с	г	в	п
	188	6	125	7	45	4	13
	81	8	3	196	–	72	14
	187	168	–	6	5	9	157

Таким образом было выявлено расхождение с соответствием, отмеченным в литературе и представленным на рисунке 3. Этот факт будет изучаться в дальнейшем.

Заключение

В данной работе показано, что знаменные песнопения можно представить в виде знаковой системы и поэтому мы можем проводить их анализ лингвистическими методами. Описав векторную модель семантического пространства знаменных песнопений, удалось найти семантически связанные знамена.

Также для проведения дальнейших исследований было проведено разделение знамен базовые и производные.

Исследование соответствия помет и признаков показало, что необходимо продолжать исследования в этом направлении, т.к. четкого и строгого соответствия, описанного в теории, не обнаружилось.

Список литературы

- Круг, 1884/85 — Круг церковного древнего знаменного пения в шести частях / Ред. Д.В.Разумовский. 1884–1885.
- Бражников, 1972 — Бражников М.В. Древнерусская теория музыки. Л., 1972.
- Смоляков, 1975 — Смоляков Б.Г. К проблеме расшифровки знаменной нотации // Вопросы теории музыки. Выпуск 3. М., 1975.
- Налимов, 1979 — Налимов В.В. Вероятностная модель языка. О соотношении естественных и искусственных языков. М., 1979.
- Nassar et al., 2010 — Mohammad Othman Nassar, Ghassan Kanaan, and Hussain A.H Awad. Comparison between Different Global Weighting Schemes. Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2010. Vol. I. IMEC 2010.