

МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ЭМПИРИЧЕСКИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ (Вычислительные системы)

2001 год

Выпуск 167

УДК 519.767.6

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ТЕКСТОВ (СТИХОТВОРНОГО И МУЗЫКАЛЬНОГО) НА МАТЕРИАЛЕ АМЕРИКАНСКИХ НАРОДНЫХ ПЕСЕН¹

И.В. Бахмутова, В.Д. Гусев, Т.Н. Титкова

В в е д е н и е

Объектом исследования в данной работе является "язык песен", рассматриваемый как совокупность пар, образуемых стихотворным и музыкальным текстом. Тексты, характеризующие одну и ту же песню, будем называть *параллельными*. Ввиду многомерности музыкальной составляющей языка песен, число параллельных текстов может быть больше двух. В качестве отдельных текстов можно рассматривать, например, звуковысотную, ритмическую и метрическую составляющие мелодии.

Все виды параллельных текстов насыщены повторами и тесно взаимосвязаны друг с другом. Структура повторов в стихотворном тексте часто, но не всегда, предопределяет структуру повторов на мелодическом уровне.

Целью работы является количественное исследование взаимосвязи "текст-мелодия" на материале американских народных песен. В этом плане данная работа перекликается с исследованиями по классификации схем мелодий русских народных песен [1]. В отличие от [1] количественно исследуются и

¹Работа поддержана грантом РФФИ №00-06-80420.

структуры стихотворных текстов, а также их сочетаемость со структурами мелодического уровня. Сопоставление результатов анализа русской и американской подборок позволяет выявить как общеязыковые, так и национально-специфические особенности песенных мелодий. Последние являлись предметом рассмотрения в [2], но понятие структуры стихотворного и музыкального текстов не использовалось для дифференциации мелодий.

Заметим, что с анализом параллельных текстов, т.е. текстов, синхронно описывающих один и тот же объект, приходится также иметь дело при дешифровке, переводе с одного языка на другой, сжатии данных и т.п. Многие подходы к выявлению взаимосвязи между параллельными текстами переносимы с одной языковой системы на другую, что повышает актуальность проводимых исследований. Важное значение имеет *количественный характер получаемых результатов*, что достигается компьютерной обработкой достаточно представительной подборки мелодий. В этом состоит принципиальное отличие от традиционных музыковедческих исследований на эту тему, выполненных на весьма ограниченном материале и носящих качественный характер [3,4].

1. Определения и обозначения

1.1. *Структура стихотворного текста* включает в себя три иерархических уровня: куплет-строка-слог. Верхний уровень задаёт разбиение текста на *куплеты* и *припевы* (там, где они есть). Взаимосвязанная последовательность куплетов определяет развитие сюжетной линии. Припев носит вспомогательный характер и обычно не меняется на протяжении всей песни. Это основной элемент повторности на верхнем иерархическом уровне. К этому же уровню повторности следует отнести наличие совпадающих строк в разных куплетах, что иногда позволяет представить стихотворный текст песни в виде образца или шаблона с переменными и константными частями.

Следующий уровень иерархии составляют строки, на которые разбит стихотворный текст. Элемент повторности на этом уровне проявляется в виде совпадения отдельных строк внутри куплета или припева, что характерно для народных песен, а также в рифмовании строк. Перечислим наиболее известные типы

рифм для четверостиший: "перекрёстная" рифма, когда 1-я строка рифмуется с 3-й, 2-я с 4-й ((1р3), (2р4)); "параллельная" рифма, когда 1-я строка рифмуется со 2-й, 3-я с 4-й ((1р2),) и (3р4)); "опоясывающая", когда 1-я строка рифмуется с 4-й, 2-я с 3-й ((1р4), (2р3)). Существуют и другие типы рифм, что можно увидеть в приведенной далее табл. 1. Довольно часты случаи изменения характера рифмования от куплета к куплету. Это один из признаков, отличающих народную песню от авторской. Иногда рифма создается искусственно. В качестве интересного примера можно указать песню "Michael Finnigan". Здесь рифма образуется добавлением бессмысленного окончания "igin" к словам "chin", "tin", "begin" и т.п., чтобы они рифмовались со словом "Finnigan".

Самый нижний уровень иерархии — это последовательность ударных и безударных слогов, на которые разбивается каждая стихотворная строка (стихотворный ритм). Уровень "слогов" тесно связан с метрической структурой мелодии, но в данной работе он не рассматривается.

Строки куплета будем нумеровать цифрами 1, 2, ..., строки припева цифрами с индексом "п": 1п, 2п, Если мелодия написана на два (и более) куплета, между ними ставится разделитель *. Пропеваемые дважды строки куплета или припева указываются в явном виде со знаком "штрих". Например, структура 12343'4' означает, что мелодия записана на один куплет (четверостишие), в котором повторяются две последние строки. На мелодическом уровне такой повтор может быть "механическим" (тождественным) или варьированным. Структура 12341п2п1п'2п', представляющая стихотворный текст песни "Little Brown Jug", означает, что куплет-четверостишие сопровождается припевом, в котором два раза повторяются две строки.

Разбиение стихотворного текста на строки обычно подразумевает, что строки отделены друг от друга паузой. Иногда пауза прослушивается и в середине строки:

*Oh my darling, oh my darling, : oh my darling Clementine,
You are lost and gone for ever : dreadful sorry, Clementine.*

В этом случае двустишие, разделенное по пунктирной линии, может трактоваться как четверостишие.

Наряду с механическим повторением последних строк куплета (и/или припева), что фиксируется штрихованием номеров соответствующих строк, часто, как отмечалось выше, имеет место совпадение строк внутри указанных структурных единиц. Для фиксации таких случаев строки могут быть поименованы буквами латинского алфавита: a, b, c, \dots и т.д. Тогда, например, структуру 12341п2п3п4п, представляющую стихотворный текст песни "When The Saints Go Marching In", можно детализировать в виде: куплет — $abcd$, припев — $ee fe$.

1.2. Структура музыкального текста привязана к структуре стихотворного, поскольку паузы в стихотворном тексте, приходящиеся на концы строк, являются естественными разделителями музыкальных фраз. Для представления музыкального текста будем использовать две характеристики: *интервально-метрическую* (основную) и *ритмическую* (вспомогательную).



Интервально-метрическая (или IS -) структура связывает каждую пару соседних нот, характеризуя переход по высоте и изменение метрики [5]. Значение $I_k S_k$ ($1 \leq k \leq N - 1$, N — число нот в мелодии) представляет собой трехэлементный код, где $|I_k|$ — величина интервала, $\text{sign } I_k$ — знак интервала и S_k — метрический акцент. Код $(4 + -)$, например, означает скачок на 4 ступени вверх с одновременным усилением звука, а код $(0 + +)$ — сохранение высоты звука при уменьшении его силы (при $I_k = 0$ знак I_k условно полагается равным $+$). Из определения IS -структуры следует, что эта характеристика инвариантна к секвентному переносу. Последовательность, содержащую информацию о длительностях, тактовой структуре, паузах и лигах, будем называть *ритмической* характеристикой мелодии. Ритм песни по этой структуре восстанавливается однозначно. Более детально эта система представления изложена в [1].

Так как анализ музыкального текста мы осуществляем во взаимосвязи со стихотворным, будем использовать для обозначения мелодической (или IS -) составляющей *отдельных строк* прописные буквы из верхней половины латинского алфавита (A, B, C, \dots), а для обозначения ритмической составляющей —

буквы из нижней половины (X, Y, Z и т.д.). Если мелодические (или ритмические) рисунки некоторых строк близки, но не совпадают (варьированы), будем обозначать их одной буквой с разными индексами: $A_1, A_2, A_3 \dots$ (соответственно $X_1, X_2, X_3 \dots$).

Стихотворная, мелодическая и ритмическая составляющие, рассматриваемые совместно, образуют *структурную схему* песни. Так, структурная схема песни "All Through the Night" имеет вид:

№:	1	2	3	4	5	6	7	8
IS:	A	B	A	B	C	D	A	B
R:	X	Y	X	Y	Z	Z ₁	X	Y
CCT:	a	b	c	b	d	e	f	b

Из неё видно, что мелодия расписана на куплет из восьми строк, причём первые две строки мелодии повторяются трижды без варьирования, сохраняя и ритмическую структуру. Также в неизменном виде повторяются вторая, четвертая и восьмая строки стихотворного текста, которые можно считать константными, так как они не изменяются и в следующих куплетах. Начальные строки второго четверостишия имеют разные мелодические, но сходные ритмические рисунки ($Z \approx Z_1$, отличие лишь в том, что  в Z заменены на  в Z_1).

Кстати, эту мелодию можно представить и на другом иерархическом уровне, заменив AB на A , CD на B и соответственно XY на X , а ZZ_1 на Y . Тогда её структурная схема будет такой:

№:	1	2	3	4
IS:	A	A	B	A
R:	X	X	Y	X
CCT:	a	b	c	d

2. Используемые методы и материалы

При анализе стихотворного текста нас интересует лишь факт совпадения или несовпадения отдельных строк, а в более общем случае — характер рифмования. Поэтому обнаружить структуру стихотворного текста нетрудно. Гораздо сложнее форма-

лизовать отношение близости "≈" при выявлении интервально-метрической и ритмической структур мелодии. В работе [1] мы уже писали о возможности использования понятия "редакционного расстояния" для оценки близости двух музыкальных фрагментов. Редакционное расстояние определяется как минимальное число операций типа "замена", "вставка" и (или) "устранение" символа, переводящих одну цепочку символов в другую [8]. Предполагается, что в простейшем случае вес всех операций "одинаковый". Применительно к музыкальным текстам данное условие не всегда выполняется: во-первых, потому, что не все замены равноправны (например, замена скачка на терцию вверх (2++) скачком на кварту вверх (3++) выглядит более естественной, чем замена (2++) на (3--) — ход на кварту вниз), а во-вторых, потому, что при варьировании музыкального фрагмента возможны не только одиночные замены, вставки и делеции, а операции, затрагивающие сразу группу символов: заполнение интервала, блочные замены, вставки и т.п. Проблема введения весов для групповых операций ещё труднее, чем для одиночных.

В силу указанных причин мы использовали *человечно-машинную* процедуру для выявления близости двух музыкальных фрагментов. Компьютерная поддержка состояла в нахождении полного частотного спектра *IS*-повторов для каждой мелодии. Затем отбирались наиболее длинные *IS*-повторы, связывающие разные строки стихотворного текста и *позиционно согласованные* в пределах этих строк (т.е. расположенные одинаковым образом, например, в начале или в конце). Проводилось выравнивание пар строк, обладающих общим *IS*-повтором. В полученном выравнивании совпавшие (и заменяемые) элементы расположены друг под другом, совпавшие соединены двойной вертикальной чертой, а вставкам и делециям соответствуют пробелы.

Если число совпавших элементов в выравнивании велико (например, превышает половину), сравниваемые фрагменты считаются близкими, т.е. связанными отношением ≈. В противном случае привлекается человек-эксперт для коррекции и оценки полученного выравнивания. Иными словами, он осуществляет "взвешивание" редакционных операций, при необходимости привлекая стихотворный текст, т.е. принимает во внимание распе-

вание и рифмуемость отдельных строк, ритмическую структуру и т.п.

Приведём примеры характерных выравниваний.

ПРИМЕР 1. Выравнивание *IS*-структур, соответствующих 1-й и 2-й строкам куплета американской народной песни "Billy Boy":

$$\begin{array}{lcl}
 \text{1-я стр.:} & 1+ + 1+ - 0+ + 0+ + 3+ - 5- + 1+ + 1+ - 0+ + 1+ + 1- - & \\
 & \parallel & \parallel & \parallel & \parallel & \vdots & \diagdown & \\
 \text{2-я стр.:} & 1+ + 1+ - 0+ + 0+ + 3+ - 4- + & 1- + 0+ - & 1- + & & & & \\
 & & & & & \text{(баланс ин-} & & \\
 & & & & & \text{тервалов)} & &
 \end{array}$$

Здесь основной привязкой служит *IS*-повтор длины 5, расположенный в начале. Двигаясь от него вправо, находим близкие по величине скачки ($5 - +$) в верхней строке и ($4 - +$) в нижней. С учетом вставки ($1 + +$) в верхней строке *баланс интервалов* не нарушается: $(5 -) + (1 +) = (4 -)$. Близкой является и концовка строк (нисходящее движение).

ПРИМЕР 2. Множественное выравнивание трёх строк куплета песни "Ten Green Bottles":

$$\begin{array}{lcl}
 \text{1-я стр.:} & 0+ + 3+ - 0+ + 0+ - & \left[\begin{array}{c} 2+ + 1- - 1- + \\ \parallel \quad \parallel \quad \parallel \\ 2+ + 1- - 1- + \\ \parallel \quad \parallel \quad \parallel \\ 4+ + 2- - 2- + \end{array} \right] & \begin{array}{c} 1+ - 1+ + 2- - \\ \parallel \quad \parallel \quad \parallel \\ 1+ - 1+ + 2- - \\ \parallel \\ 1+ - 2- + 1+ - \end{array} \\
 \text{2-я стр.:} & \parallel & \parallel & 0+ + 0+ - & & & \\
 \text{4-я стр.:} & \parallel & \parallel & \parallel & \parallel & & \\
 & & & & \text{(баланс интер-} & & \\
 & & & & \text{валов: } \sum = 0) & &
 \end{array}$$

Все три строки куплета близки в мелодическом отношении. 2-я строка отличается от 1-й лишь двумя делециями. 1-я и 4-я строки совпадают в начальной фазе, похожи в средней (обострение скачков с сохранением баланса) и незначительно отличаются концовкой.

В общем случае для вычисления редакционного расстояния и получения выравнивания следовало бы воспользоваться процедурой динамического программирования [6]. Ограничивающими факторами являются отсутствие достаточно корректно оцененной матрицы весов для всевозможных редакционных операций (особенно блочных), и отказы от выравнивания при слабом сходстве строк. С такими случаями человек-эксперт справляет-

ся лучше, привлекая дополнительную информацию (например, о ритме). Следует отметить, что в основе процедуры выравнивания лежит наличие *позиционно согласованных IS-повторов*. Если повторы короткие ($l \leq 3$), то следует обратить внимание на качественный состав входящих в них элементов, например, величину интервала (большой вес придается значительным скачкам в *IS-характеристике*). Если *IS-повторы* малозначимые и позиционно несогласованные ("блуждающие"), имеет место отказ от выравнивания (музыкальные фразы считаются непохожими). Типичным примером "блуждающих" повторов из трёх элементов являются нисходящие гаммаобразные фрагменты: $1 - +1 - -1 - +, 1 - -1 - +1 - -$ и т.п.

Материалом для исследования послужила подборка из 220 американских народных песен, взятых из разных источников [7-10]. Полученные результаты сравнивались с результатами исследования подборки русских народных песен примерно такого же объема (239 песен) [1]. Это сравнение дает возможность обнаружить как общезыковые, так и национально-специфические особенности песенных мелодий.

3. Анализ структуры стихотворных текстов

Структуры стихотворных текстов, лежащих в основе мелодии, весьма разнообразны. Они отличаются: а) числом куплетов, на которые расписана мелодия; б) наличием или отсутствием припева; в) порядком следования куплетов и припевов (к-п-к-п... или п-к-п-к...); г) числом строк в куплете и припеве; д) характером рифмования (или повторения) строк в куплете и припеве и т.д.

Количественный анализ 220 американских песен показал, что самой частой является куплетная форма песен без припевов (65,5%), а среди них куплеты-четверостишия с повторами (или без) двух последних строк, а чаще с трехкратным повторением первой строки. Следующие по частоте куплеты-восьмистишия. Песни типа куплет-припев составляют 27,3%, а на долю песен с нестандартной структурой остается 7,2%.

Количественные оценки встречаемости каждой стихотворной рифмы, укладывающейся в схему четверостишия, представлены

в нижеследующей табл. 1 (подборка из 220 американских народных песен).

Т а б л и ц а 1

Стихов. рифма	Частота встреч. (в %)	Стихов. рифма	Частота встреч. (в %)	Стихов. рифма	Частота встреч. (в %)
1p2;3p4 нестанд.	23,7	белый стих	3,2	3p4	1,37
рифма	20,5	1p2p3p4	2,7	1p3p4	0,9
1p3;2p4	16,9	1p3	2,3	1p2p4	0,9
2p4	16,9	1p2	2,3	1p4;2p3	0,9
1p2p3	5,48	2p3p4	1,37	2p3	0,45

Как видно из табл.1, самые распространенные стихотворные рифмы — это "параллельная" (23,7%) и "перекрестная" (16,9%), к ней можно отнести и случай 2p4 — с частотой 16,9%. Под "нестандартной" рифмой мы понимаем случай, когда куплеты состоят из 3,5,6,7 стихотворных строк и не укладываются в схему четверостишия. "Опоясывающая" рифма встретила всего в двух песнях (0,9%).

Кроме довольно простых структур стихотворного текста, рассмотренных в разделе 1, существуют и более сложные структуры:

а) песня "The Sow Took the Measles"

М: 1п 2п 3п 1 2 3 4
 ССТ: e f d a b c d

(здесь припев предшествует куплету, причем оба заканчиваются одинаковой строкой);

б) песня "Come, Landlord, Fill the Flowing Bowl"—застольная студенческая

М: 1 2 3 4 1п 2п 3п 4п
 ССТ: a b a b c c c d

(здесь стихотворный текст припева меняется от куплета к куплету, что бывает редко, но его структура cccd сохраняется);

в) песня "The Camptown Races" характеризуется наличием двух видов рифмования в одном куплете:

The Camptown ladies sing this song, : Doo-dah! Doo-dah!
The Camptown race-track's five miles along, : oh, Doo-dah day!
I came down there with my hat caved in, : Doo-dah! Doo-dah!
I'll go back home with my pocket full of tin. : oh, Doo-dah day!

Пунктирной линией можно условно разделить это четверостишие на два: в первом рифма "параллельная"—"song-along", "in-tin", а во втором — "перекрестная": "dah-dah", "day-day". Второе четверостишие, состоящее из возгласов, присутствует во всех куплетах. Схему песни можно представить следующим образом:

$\left\{ \begin{array}{l} \text{М: } 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \\ \text{ССТ: } ax \quad by \quad cx \quad dy \end{array} \right.$, а рифму так: 1р3, 2р4.

Наличие двух видов рифмования говорит о том, что данное четверостишие целесообразно представить как восьмистишие, тогда схема рифмования в явном виде отразит указанную выше структурную особенность: 1р3; 2р6; 4р8; 5р7:

$\left\{ \begin{array}{l} \text{М: } 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \quad 5 \quad 6 \quad 7 \quad 8 \\ \text{ССТ: } a \quad x \quad b \quad y \quad c \quad x \quad d \quad y \end{array} \right.$

г) песня "The Green Grass Grew All Around" характеризуется "кумулятивной структурой", аналогом которой может служить известное стихотворение Р.Вернса "Вот, дом, который построил Джек". Схема песни:

первый куплет песни ($i = 1$) имеет следующий вид:

1-я строка: Once in x_0 was x_1

2-я строка: bx_i

3-я строка: $c - const$

припев: $2d_i$

где b, c и d — константные выражения для всех куплетов:

b = "The loveliest...", c = "That you ever did see", d = "And the green grass grew all around, all around".

Все последующие куплеты ($i = 2, 3, \dots, 8$) строятся по такой схеме:

- 1-я строка: And on x_{i-1} was x_i
- 2-я строка: bx_i ,
- 3-я строка: $c - const$
- 4-я строка: The x_i was on x_{i-1}
- 5-я строка: And x_{i-1} was in x_{i-2}
- \vdots
- $(i + 3\text{-я})$ строка: And x_1 was in x_0
- припев: dd

Множество $\{x_i\}$, $i = 0, 1, \dots, 8$, определяется набором слов: {field, tree, branch, twig, nest, egg, bird, feather, flea}. Таким образом, каждый куплет удлиняется на одну строку по сравнению с предыдущим, что приводит к 13 строкам в последнем 8-м куплете.

4. Классификация схем мелодий

В связи с тем, что преобладающей структурой в стихотворных песенных текстах является четверостишие (куплеты и куплеты с припевами такой структуры составляют 72,7%), эта же структура будет преобладать и на мелодическом уровне.

Многообразие структур мелодических четверостиший будем определять числом и способом расстановки близких в мелодическом отношении строк внутри четверостишия. Крайними являются случаи, когда все строки непохожи (структура $ABCD$) и когда все они попарно близки (структура $A_1A_2A_3A_4$), где $A_i \approx A_j$, $i \neq j$, $1 \leq i, j \leq 4$). Для простоты последнюю структуру будем обозначать так: $AAAA = A^4$. Промежуточные варианты соответствуют случаям, когда:

а) 3 из 4 строк попарно близки (структуры $AAAB$, $AABA$, $ABBB$, $ABAA$);

б) 2 из 4 строк близки (структуры $AABC$, $ABAC$, $ABCA$, $ABBC$, $ABCB$, $ABCC$);

в) существуют 2 пары близких строк (структуры *AABB*, *ABAB*, *ABBA*).

Таким образом, выделяем 15 типов структур, соответствующих четверостишиям. За рамками этой статистики остались песни с нестандартными мелодическими структурами для двустиший, трехстиший и т.п.

В нижеследующей табл.2 приведены количественные оценки встречаемости каждой структуры в анализировавшейся подборке американских народных песен. Как видно из табл.2, эти структуры покрывают 89,3% песен. (Наряду с четверостишиями учитывались восьмистишия — две мелодические структуры на один куплет — и двустишия, сводящиеся к четверостишию.) Если к этим структурам куплетов прибавить структуры припевов-четверостиший, то порядок в табл.2 не меняется, за исключением структур *AABA* и *ABCB*, которые меняются местами.

Т а б л и ц а 2

Структ.	Частота встреч. (в %)	Структ.	Частота встреч. (в %)	Структ.	Частота встреч. (в %)
ABCD	19,7	ABBC	4,6	AABB	2,5
ABAB	18,8	AABA	3,8	AAAA	1,7
ABAC	12,1	ABCB	3,2	ABCC	1,3
AABC	9,6	ABBA	2,9	ABBB	0,8
AAAB	4,6	ABCA	2,9	ABAA	0,8

Прокомментируем наиболее часто встречающиеся структуры.

ABCD. (К этой же структуре можно присоединить и структуру *ABCDE*, встречающуюся в куплетах-пятистишиях.) Очень часто такую структуру имеют и куплет, и припев песни, а в случае восьмистишия — оба составляющие его четверостишия. Сам факт попадания этой структуры в число высокочастотных вызывает некоторое удивление, поскольку отдельные части мелодии оказываются как бы не связанными друг с другом. Ранее мы отмечали, что связующим звеном между разными частями мелодии обычно выступают повторы, которые подчеркивают единство содержания, облегчают запоминание и воспроизведение ме-

лодии. Отсутствие достаточного числа повторов или уменьшение их длин по сравнению с нормой затрудняет восприятие и воспроизведение песни.

Несмотря на отсутствие длинных связующих повторов, песни со структурой *ABCD* "не рассыпаются" на части, а воспринимаются как единое целое. Это объясняется тем, что *IS*-компонента лишь одна из составляющих многомерного описания мелодии. В частности, разнообразие *IS*-представлений часто компенсируется простотой ритмического рисунка. Самые частые ритмические структуры для *ABCD* имеют вид: XX_1XX_1 , $XYXX$, $XYYY$, XYX_1Y_1 и т.п. Ритмическая структура $XYZY$ встречается только в 17% песен со структурой *ABCD*.

Все мелодии со структурой *ABCD* можно разделить на несколько групп. В первую входят очень популярные песни, такие как "Clementine", "Red River Valley", "Auld Lang Syne", "Are You Sleeping, Brother John?" и др. Характерной особенностью является то, что при различном распевании стихотворных строк они содержат много коротких повторов и имеют простые ритмические схемы (см. ниже примеры 1-3). Помогает запоминанию и то, что куплет и припев (там, где он есть) поются на одну мелодию (пример 2). Иногда элемент повторности вводится внутри строк (пример 3):

1) "Red River Valley":

№:	1	2	3	4
<i>IS</i> :	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
<i>CCT</i> :	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
<i>R</i> :	<i>X</i>	X_1	<i>X</i>	X_1

2) "Auld Lang Syne":

№:	1	2	3	4	1п	2п	3п	4п
<i>IS</i> :	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	$\boxed{\bar{A}}$	<i>B</i>	<i>C</i>	$\boxed{\bar{D}}$
<i>CCT</i> :	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	\boxed{e}	<i>e</i> ₁	<i>f</i>	\boxed{e}
<i>R</i> :	<i>X</i>	X_1	<i>X</i>	X_1	<i>X</i>	X_1	<i>X</i>	X_1

3) "Are You Sleeping, Brother John?":

№:	1	2	3	4	или	№:	1	2	3	4	5	6	7	8
IS:	A	B	C	D			A	A	B	B	C	C	D	D
ССТ:	a	b	c	d			a	a	b	b	c	c	d	d
R:	X	Y	Z	Y			X	X	Y	Y	Z	Z	Y	Y

Эквивалентная форма представления текста песни в виде восьмистрочного куплета возможна из-за попарного повторения строк.

В последнем примере повторяющиеся мелодические фрагменты "b" (1 + +1 + -) и "d" (3 - +3 + -) очень короткие, но их запоминание облегчается повторностью на стихотворном уровне и совпадением ритмических рисунков.

Во вторую группу можно включить редко исполняемые песни с *плохо рифмованным стихотворным текстом*. Тексты эти содержат много куплетов, их можно отнести к жанру баллад. В качестве примера можно привести "The Castle by the Sea", "Joe Bowers", "The Ballad of Blue Mountain Lake". В отличие от песен первой группы здесь отсутствуют факторы, "цементирующие" мелодию, поэтому песни данной группы трудно отнести к разряду "популярных".

К третьей группе можно отнести мелодии, принадлежность которых к классу *ABCD* носит *условный характер*. Это означает, что в каждой из них существует пара строк, похожих друг на друга в мелодическом отношении, но не настолько, чтобы их можно было безоговорочно рассматривать как близкие и обозначать одной буквой. Иными словами, элемент субъективизма играет существенную роль в их классификации. Например, песня "The Family of Man" отнесена нами к классу *ABCD*, хотя сравнение 2-й и 3-й строк говорит об их, хоть и отдаленном, сходстве:

2-я стр.:	2+	-	0+	+	1-	+	1-	-	1+	+	1+	+	1-	-	0+	+	0+	+	3+	-
3-я стр.:	1-	-	0+	+	1-	+	1-	-	0+	+	0+	+	3+	-	0+	+	0+	+		

Фрагмент (0 + +0 + +3 + -) в конце 2-й строки повторяется в обратном порядке в 3-й строке, кроме того, в начале строк

есть другой повторяющийся фрагмент $0 + +1 - +1 - -$. Если рассматривать эти строки как близкие, то схема $ABCD$ сведется к $ABBC$. Другой пример неоднозначной идентификации структуры демонстрирует песня "Imaging Trouble". Приводимое ниже выравнивание:

1-я стр.:	3+ -	2+ +	1- -	1- +	2- -		1- +	0+ -
3-я стр.:	3+ -	2- -	1- +	1- +	2- -	0+ +	1- +	0+ -

выявляет сходство первой и третьей строк, поэтому структура $ABCD$ может быть заменена на ABA_1D .

В восьмистрочных куплетах встречаются структуры типа $ABCD A_1 B_1 C_1 E$, которые можно рассматривать как дублирование структуры $ABCD$ с модификацией конца. Кроме таких структур имеют место следующие: $ABCD A_1 B_1 CD$, $ABCD CDA_1 B_1$, $ABCD CDEG$, или структуры: $ABCD$ —куплет, $A_1 B_1 C_1 D_1$ —припев и т.п. Из вышеприведенных структур видно, что в восьмистрочных куплетах IS -структуры второго четверостишия хоть и в варьированной форме, но повторяют IS -структуры первого четверостишия, что, по-видимому, облегчает как восприятие, так и запоминание мелодий.

ABAB. Эта следующая по частоте структура — одна из наиболее простых, поэтому она характерна для многих популярных американских песен, в частности, для негритянских спиричуэлс ("One More River", "Nelly Gray"), застольных ("Come, Landlord, Fill the Flowing Bowl", "Little Brown Jug"), песен о любви ("Annie Laurie", "On the Top of Old Smoky", "Greensleeves"), об умирающем ковбое ("The Streets of Laredo") или солдате ("The British Soldier"), о природе ("Ye Banks And Braes") и т.д. Структуре $ABAB$ соответствуют очень простые ритмические схемы: самые частые из них — $XYXY$, XX_1XX_1 , $XXYX$ и $XYZY$ и т.п.

Так как структура $ABAB$ имеет периодический характер, она уже подразумевает наличие как минимум двух уровней в иерархии повторов — это A и B -повторы первого уровня и AB -повторы второго уровня. Если в A и/или B тоже имеются внутренние повторы, то число уровней иерархии увеличивается. Так, в песне "All the Good People" со структурой ABA_1B_1 строка B_1 содержит единицы более низкого уровня (например,

(1 + +1 + -1 - -)²), поэтому порядок иерархии повышается до 3. Далее, поскольку и куплет и припев имеют сходную структуру ABA_1B_1 , возникает четвертый уровень иерархии.

ABAC. Характерно, что эта структура чаще всего встречается в чистом виде, т.е. без варьирования повторяющейся строки. Ритмические схемы очень просты: $XX_1X_2X_3$, $XXXY$, XYX_1Z и т.п. В жанровом отношении — это веселые песни ("The Sow Took The Measles", "Buffalo Gals", "Home on the Range", "Michael Finnigan"). Из уже приведённых структур она ближе всего к $ABAB$.

AABC. (К этому виду структур отнесена и структура $AABCD$). В чистом виде структура $AABC$ встретилась всего в четырёх песнях из 23, а чаще всего имеет место варьированный вариант AA_1BC . В двух песнях и куплет, и припев имеют такую структуру. Повторность на мелодическом уровне часто сопровождается ритмической повторностью. Ритмические структуры для $AABC$ следующие: $XXYX$, $XXYY$, $XXYZ$, $XYZZ$, XX_1XX_1 и др.

Рассмотренные 4 типа мелодических структур охватывают 60,2% песен из анализируемой подборки. Частота встречаемости остальных структур снижается вдвое и более по сравнению со структурой $AABC$ (см. таблицу 2). Наиболее редко встречаются структуры, в которых три из четырёх строк (или все четыре) попарно близки ($AAAA$, $ABAA$, $ABBB$), а также симметричные ($ABBA$) и полусимметричные ($ABCA$).

5. Сравнительный анализ русского и американского "языка" песен

Поскольку данная работа является продолжением и развитием [1], естественно провести сравнительный анализ русских и американских песен.

5.1. Общезыковые закономерности. Выделим наиболее существенные проявления сходства двух рассматриваемых языков:

а) очень высок уровень повторности во всех составляющих языка песен — стихотворной, мелодической, ритмической. Повторность может быть точной и варьированной и проявляет себя на разных иерархических уровнях. Некоторые виды повторно—

сти (например, рифмуемость стихотворных строк, распеваемость разных куплетов на один мотив, насыщенность мелодии речитативными и гаммаобразными элементами) следует отнести к категории определяющих, игнорирование которых может существенно сказаться на популярности песни;

б) разбиение стихотворного текста на строки тесно коррелирует с разбиением музыкального текста на мелодические фразы. Структура четверостишия является преобладающей на обоих уровнях;

в) все пятнадцать типов структур от *AAAA* до *ABCD* представлены в музыкальных текстах, составляющих обе подборки. Структуры типа *ABCD*, *ABAB* и *AABC* относятся к числу наиболее высокочастотных в обоих языках. Опоясывающая (симметричная) стихотворная рифма нехарактерна для обоих языков, равно как и симметричные мелодические структуры (частота встречаемости *ABBA* составляет 2,9% в американских песнях и 1,05% — в русских);

г) характер повторений в стихотворном тексте близок для обеих языковых систем. Преобладают повторы на уровне:

- отдельных слов:

*Before he reached
The town O, town O, town O.*

*Я на горку шла, тяжело несли,
Уморилась, уморилась, уморилась;*

- полустрох:

*No more weeping, no more weeping,
No more weeping, over me.*

*Черный ворон, черный ворон,
Что ты веешь надо мной?*

- целый стих

*Give my heart ease, dear,
Give my heart ease,
Put your arms round me,
Give my heart ease.*

*Ах! Под сосною, под зеленою,
Спать положите вы меня.
Ай, люли, люли, ай, люли, люли,
Спать положите вы меня.*

Широко распространена межкуpletная повторность, несущая разнообразный характер;

д) второй и последующие куплеты песни часто отличаются от начального ("канонического"): по характеру рифмования, числу слогов в рифмующихся строках, наличию или отсутствию повто-

ряющихся строк внутри куплета или связующих между куплетами и т.д. Такова специфика народной песни;

е) структуры стихотворного и музыкального текстов в общем случае не совпадают. Так, большая часть стихотворных текстов имеет структуру *abcd* (нет повторяющихся строк), однако соответствующие им мелодические структуры могут быть практически любыми. И, наоборот, стихотворная схема куплета может быть высокоповторной, а мелодическая — слабоповторной. Так, стихотворная схема куплета в песне "Pikley Moor" — *abaa*, а припева — *bbb*, в то время как мелодическая схема куплета — *ABCD*, а припева *EGF*, т.е. в мелодии отсутствует повторность, которая ярко выражена на стихотворном уровне и заметна на ритмическом: *XYXX* и *ZZY*.

Аналогичный вывод справедлив и по отношению к характеру рифмования (вариант ослабленной повторности): например, структуре типа 2р4 вовсе не обязана соответствовать структура *ABCB* на мелодическом уровне. Об отсутствии в общем случае взаимосвязи между характером рифмования строк в куплете и его мелодической структурой говорит, в частности, тот факт, что в народных песнях характер рифмования может меняться от куплета к куплету при неизменной мелодической структуре (см., для примера, песню "Barbara Allen").

Можно, однако, выделить ситуации, когда взаимосвязь между повторяющимися элементами в стихотворном и музыкальном тексте просматривается довольно четко. Укажем две из них:

1) механическое повторение концевых строк куплета обычно сопровождается мелодическим повтором, точным или варьированным (положительная взаимосвязь);

2) повторение концевой строки фразы или куплета в начале следующей фразы или куплета ("повтор с отталкиванием" по терминологии Л.А.Мазеля [3]), как правило, характеризуется разным распевом формально совпадающих стихотворных строк (отрицательная взаимосвязь). Это объясняется их разной функциональной нагрузкой: концевая строка завершает фразу, она же в роли начальной требует продолжения.

Во всех остальных случаях взаимосвязь между текстовой и мелодической составляющей не столь однозначна. Например, мелодическим структурам типа *AAAB* могут соответствовать стихотворные структуры *aaab* (первая строка повторяется три раза): "My Bonnie", "This Old Man", "Rock-a My Soul" (положительная взаимосвязь), но наряду с ними и структуры типа *abcd*: "Jingle Bells", "The Bull Frog" (отсутствие взаимосвязи). Структура *AABA* встретила в девяти песнях, причем в восьми из них ей соответствует стихотворная структура *abcd* (отсутствие взаимосвязи) и лишь в одной песне — "Ten Green Bottles" — такая связь присутствует (стихотворная структура — aa_1ba_2).

Способы рифмования строк в тех 8 случаях, когда мелодической структуре *AABA* соответствует стихотворная структура *abcd*, также не дают основания говорить, что взаимосвязь между структурами существует, но в варианте "ослабленной повторности" (так мы характеризуем рифму). Действительно, если бы взаимосвязь на уровне рифмы существовала, то мелодической структуре *AABA* соответствовал бы способ рифмования: 1р2р4. Реально же имеем: 1р2; 3р4 (в четырех песнях), 2р4 (в двух), 1р2р3р4 (в одной) и переменная рифма еще в одной;

ж) отсутствие повторности на мелодическом уровне часто компенсируется повторностью на ритмическом уровне. Так, мелодическая структура песни "Starlight, Starbright" — *ABCD*, а ритмическая *XYYY₁* (более однородная); мелодическая структура песни "Hi Rinky Dum" тоже *ABCD* при ритмической *XX₁XX₂*, представляющей собой один варьируемый фрагмент. Большая простота ритмической характеристики по сравнению с мелодической является общей закономерностью, присущей как американской, так и русской песне. У песни "One More River" мелодическая структура *ABAB* довольно простая, а ритмическая еще проще: *XXX₁*. Такую же ритмическую схему часто имеют структуры *ABCB*, *AABA*, *AABC*. Исключение из сформулированного правила очень редки.

5.2. Национально-специфические особенности. Приведем перечень языковых различий американских и русских народных песен:

а) имеются существенные различия в частоте структуры "куплет с припевом" (27,3% для американской подборки и 12% для русской). В американских песнях гораздо больше восьмистрочных куплетов (~ 9,5% песен) и мало двустиший (0,2 % против 15% в русской подборке). Количество песен с нестандартным числом строк в куплете (3, 5, 6, 7) составляет в американской подборке 10,5%, что в полтора раза превышает аналогичный показатель для русской подборки;

б) в американских песнях встречаются структуры стихотворного текста, нетипичные для русской песни (в частности, "кумулятивная" структура, см. раздел 3);

в) строки, составленные из тандемно повторяющихся слов, гораздо типичнее для русских песен, чем для американских, равно как приемы обрыва слов, их искажения, изменения ударений и т.п. Различен характер повторения стихотворных строк в куплете: в американских песнях чаще повторяются первые строки куплета, а в русских — концевые. Троекратное повторение первой строки вообще отсутствует в русских песнях (хотя в них довольно много двукратных повторений начальных строк), но это характерно для негритянских песен:

Sometimes I Feel Like a Motherless Child, (х 3 раза) (выделено
A long way from home, название
A long way from home. песни)

Этот пример демонстрирует оба вида повторности;

г) имеются принципиальные различия в частоте встречаемости мелодических структур:

AABB	ранг $r = 1$	в Ru	и	$r = 11$ в Am;
ABAC	$r = 7$	в Ru	и	$r = 3$ в Am;
AAAA	$r = 5$	в Ru	и	$r = 12$ в Am,

где Ru — русская подборка, Am — американская подборка, а ранг — место в частотном упорядочении.

Заметим, что структуры **AABB** и **AAAA**, типичные для русских песен, но весьма редко встречающиеся в американских, обычно соответствуют быстрым подвижным мелодиям, среди которых

преобладают шуточные, плясовые, хороводные, обрядовые песни и частушки;

д) переменный метр в американских песнях встречается весьма редко (всего 3,2% песен), а в русских — довольно часто (примерно 20% случаев), причем перемена метра в четырех американских песнях затрагивает всего один такт, а две из них — это кумулятивные песни, где в этом такте возможно изменение числа слогов. Девятикратное изменение метра в балладе об умирающем солдате ("British Soldier") передает свободу повествования, что типично и для русских народных песен.

З а к л ю ч е н и е

На материале американских народных песен (подборка из 220 мелодий) проведено количественное исследование взаимосвязи "текст-мелодия". Каждая песня характеризовалась тремя параллельными текстами: стихотворным, мелодическим (интервально-метрическая характеристика) и ритмическим (информация о длительностях звуков, тактовой структуре, паузах и лигах). Предложена структурная классификация мелодий, отталкивающаяся от разбиения стихотворного текста на строки и наличия повторяющихся элементов в каждом из параллельных текстов. Рассматриваются как точные, так и приближенные повторы. Получены количественные оценки частоты встречаемости разных структур отдельно для стихотворной, мелодической и ритмической составляющих языка песен.

Показано, что в общем случае структуры стихотворного и музыкального текстов не совпадают, однако довольно часто взаимосвязаны друг с другом. Выделены случаи, когда эта взаимосвязь носит почти детерминированный характер.

Проведено сопоставление результатов, полученных для подборки американских народных песен, с аналогичными данными для русских народных песен. Выявлены интересные отличия по типам используемых стихотворных структур (для русских песен не характерны кумулятивные схемы, схемы с трехкратным повторением первой строки куплета и т.д.). Существенные различия отмечены в частоте использования разных мелодических

структур. В частности, для американских песен оказались нехарактерными структуры типа *ААВВ* (аналог параллельной рифмы) и *АААА* (похожи все четыре строки мелодии). Мелодические структуры такого типа обычно соответствуют плясовым, хороводным, обрядовым песням и частушкам.

Результаты работы представляют интерес в плане выявления общеязыковых и национально-специфических особенностей песенных мелодий, а также в плане проведения аналогий с другими взаимосвязанными языковыми системами.

Л и т е р а т у р а

1. БАХМУТОВА И.В., ГУСЕВ В.Д., ТИТКОВА Т.Н. Иерархия повторов в мелодиях песен (взаимосвязь "текст-мелодия") // Анализ данных и сигналов. — Новосибирск, 1998. — Вып. 163: Вычислительные системы. — С. 143-171.

2. БАХМУТОВА И.В., ГУСЕВ В.Д., ТИТКОВА Т.Н. Компьютерный поиск признаков, дифференцирующих мелодии по национальной принадлежности // Искусственный интеллект и экспертные системы. — Новосибирск, 1996. — Вып. 157: Вычислительные системы. — С. 40-67.

3. МАЗЕЛЬ Л.А., ЦУККЕРМАН В.А. Анализ музыкальных произведений. — М.: Музыка, 1967.

4. ПРОТОПОПОВ В. Вариационные процессы в музыкальной форме. — М.: Музыка, 1967. — 150 с.

5. ЗАРИПОВ Р.Х. Машинный поиск вариантов при моделировании творческого процесса. — М.: Наука, 1983. — 232 с.

6. WAGNER R.A., FISHER M.J. The string - to - string correction problem // J. ACM: — Jan. 1974. Vol. 21, №1. — P. 168-173.

7. British and American songs, VEB Verlag Enzyklopädie, Leipzig, 1971.

8. Traditional American Folk Songs from Anne & Frank Warner Collection, Syracuse University Press, 1984.

9. If You Feel Like Singing (Alice H. Osman and Jean McConochie), 1979, by Longman Inc.

10. Old Favorites for All Ages. Printed by United States Information Agency, 1993.

Поступила в редакцию
18 мая 2001 года