

Вестник музыкальной науки. 2024. Т. 12, № 1. С. 89–96  
ISSN 2308-1031  
Journal of Musical Science, 2024, vol. 12, no. 1, pp. 89–96  
ISSN 2308-1031

© Кондратьева, Н.М., 2024  
УДК 781.1, 781.2, 781.7  
DOI: 10.24412/2308-1031-2024-1-89-96

## ПРОБЛЕМА И МЕТОДЫ ЗВУКОВЫСОТНОЙ СЕГМЕНТАЦИИ В ЭТНОМУЗЫКОЛОГИИ

Н.М. Кондратьева<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Новосибирская государственная консерватория им. М.И. Глинки, Новосибирск, 630099, Российская Федерация

**Аннотация.** Обсуждается базовая проблема выделения в звуковом потоке минимальных высотных сегментов. Она очень актуальна, поскольку от качества сегментации зависит информативность аналитических моделей. Характеризуется инженерно-технический подход к сегментации, основанный на квантовании. Его сильной стороной является точная фиксация высот в каждом образце. Однако в результате исследователь получает огромный набор высотных элементов, из которых не может быть составлен аналитический текст. Второй подход – это метод «граничной оценки». Он предполагает сознательное построение более простой модели, для того чтобы выделить определенный аспект сложного явления. В качестве главного критерия установления минимальных высотных инвариантных единиц выступает статистическая и грамматическая регулярность. Описывается разработанный автором, совместно с В.Ф. Дмитриевым, статистический метод установления инвариантного звукоряда. Он предусматривает транспозицию всех образцов на интервал, обеспечивающий минимальный сдвиг всех ступеней, и построение хроновысотного графика. Приводятся выводы о принципиальной значимости высотных контуров разных типов. Именно закономерные соединения типов контуров со ступенями звукоряда образуют системно значимые инвариантные единицы звуковысотной организации. Подчеркивается необходимость применения итерационного подхода как при нотировании, так и в процессе установления высотных инвариантов.

**Ключевые слова:** этномузыкология, музыкальная культура Сибири, методы анализа музыкальных текстов, статистическая сегментация, инвариантный звукоряд

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Кондратьева Н.М. Проблема и методы звуковысотной сегментации в этномузыкологии // Вестник музыкальной науки. 2024. Т. 12, № 1. С. 89–96. DOI: 10.24412/2308-1031-2024-1-89-96.

## PROBLEM AND METHODS OF PITCH SEGMENTATION IN ETHNOMUSICOLOGY

N.M. Kondrat'eva<sup>1</sup>

<sup>1</sup> M.I. Glinka Novosibirsk State Conservatory, Novosibirsk, 630099, Russian Federation

**Abstract.** The article discusses the basic problem of identifying minimum height segments in the sound stream. It is very relevant, since the information content of analytical models depends on the quality of segmentation. An engineering and technical approach to segmentation based on quantization is characterized. Its strength is the exact determination of heights in each sample. However, as a result, the researcher receives a huge set of height elements from which an analytical text cannot be compiled. The second approach is the “boundary evaluation” method. It involves consciously constructing a simpler model in order to highlight a particular aspect of a complex

phenomenon. Statistical and grammatical regularity is highlighted as the main criterion for establishing minimal pitch invariant units. The statistical method developed by the author, together with V.F. Dmitriev, for establishing an invariant scale is described. It provides for the transposition of all samples into an interval with a minimal shift of all steps, and the construction of a chrono-altitude graph. The author's conclusions about the fundamental importance of height contours of different types are presented. It is the natural connections of contour types with scale steps that form systemically significant invariant units of pitch organization. The need to use an iterative approach is emphasized both in notation and in the process of establishing altitude invariants.

**Keywords:** ethnomusicology, musical culture of Siberia, methods of musical texts analysis, statistical segmentation, invariant pitch scale

**Conflict of interest.** The author declares the absence of conflict of interests.

**For citation:** Kondrat'eva, N.M. (2024), "Problem and methods of pitch segmentation in ethnomusicology", *Journal of Musical Science*, vol. 12, no. 1, pp. 89–96. DOI: 10.24412/2308-1031-2024-1-89-96.

Для этномузыкологии проблема сегментации является основополагающей. Она актуальна на всех этапах работы исследователя с этномузыкальным материалом, начиная с нотирования и заканчивая выявлением лежащей в его основе грамматики. Поскольку звуковысотный уровень организации чрезвычайно важен для абсолютного большинства музыкальных феноменов, жанровых традиций и музыкальных стилей во всех этнических культурах современного мира, проблема высотной сегментации и современные подходы к ее решению, заслуживают самого пристального внимания и специального рассмотрения.

Высотная сегментация – это процесс и результат вычленения в перманентном звуковом движении отдельных элементов – минимальных единиц музыкальной ткани. Такие минимальные высотные сегменты в универсально-грамматическом подходе В.В. Мазепуса рассматриваются в качестве одного из «структурных инвариантов» (1993, с. 11). От того, как проведена сегментация зависит очень многое. Качество высотной сегментации обуславливает глубину нашего понимания исследуемой звуковысотной системы. А именно, если при сегментации в процессе нотирования музыкального материала будут определены и зафиксированы высотные признаки, релевантные для изучаемой культурной традиции, мы сможем на следующем этапе аналитической работы сде-

лать адекватное описание ее звуковысотной организации. В случае же неудачной сегментации высотная система останется непонятой или понятой недостаточно.

К решению проблемы существуют различные методологические и технологические подходы. Инженерно-технический подход к высотной сегментации заключается в том, что минимальный звуковой сегмент выделяется при помощи квантования или, другими словами, деления времени на малые отрезки, которые могут иметь разную длину. Затем физические показатели звука на каждом кванте времени усредняются. Поступируется неизменяемость высоты выделенных сегментов, которые предстают как совокупности физических характеристик звука на каждом кванте.

В результате возникает последовательность символов, которая точно фиксирует особенности звуковысотной линии конкретного музыкального образца, а также индивидуальные особенности единичного исполнения. Однако при этом возникает серьезная проблема, связанная с выделением слишком большого количества высотных элементов, часть которых, к тому же, вполне может быть окказиональной ошибкой. Поясню ее на конкретном примере.

В первой мелодической строке шорской песни *сарын*, записанной Р.Б. Назаренко и Л.Н. Арбачаковой от К.Н. Адыяковой, 1929 года рождения, в деревне Наа

Чол Таштагольского района Кемеровской области летом 1998 г. (АТМ НГК, коллекция А0135, № 29) с помощью квантования была получена следующая высотная последовательность, Гц: 243,8; 266,5; 294,6; 299,3; 277,3; 303,2; 309,0; 288,1; 218,3; 188,2. Она соответствует средним арифметическим значениям минимальной и максимальной высот каждого сегмента. В ней фигурируют десять различных высот, которые для записи текста (под текстом здесь подразумевается графическое изображение информации (Мазепус В., 1993)) могут быть обозначены, например, цифрами 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 соответственно. Вторая мелодическая строка песни добавляет в список сегментов еще двенадцать высотных элементов, которые обозначаются цифрами 11–22. В 4-строчной строфе, представляющей в данном случае форму целостного произведения, содержится уже 45 различных элементов. Далее можно с большой долей уверенности предположить, что если бы песня состояла из двух, трех, четырех (и т. д.) строф, то количество различных высот могло увеличиться соответственно до 90, 135, 180 и т.д.

В итоге получен бессодержательный и бесструктурный результат, так как бесконечную последовательность символов (натуральный ряд чисел) в качестве текста рассматривать нельзя. Текст обязательно должен состоять из конечного и, желательно, как можно меньшего числа значимых элементов (Мазепус В., 1993).

Следует особо подчеркнуть тот факт, что перейти от приведенной выше последовательности символов к тексту нельзя до тех пор, пока не будет решен принципиальный вопрос о том, какие именно сегменты и на каком основании могут быть отождествлены между собой. Дать же правильный ответ на этот вопрос можно только тогда, когда хорошо известны грамматические нормы стиля или тра-

диции, к которому относится анализируемый образец. Таким образом, пытаясь решить проблему сегментации исключительно методом квантования, исследователь традиционной музыки, звуковысотная грамматика которой неизвестна или изучена в недостаточной мере, неизбежно попадет в тупик. Упования на широкие возможности современной измерительной аппаратуры, к сожалению, не оправдываются.

Не может помочь этномузыкологу и лингвистический опыт, хотя некоторые позиции, связанные с пониманием минимальных сегментов, в этномузыкологии активно используются. Одной из таких общих позиций является упомянутая выше интерпретация минимального сегмента как особого структурного инварианта, с помощью которого уже при сегментации происходит переход от реально слышимых вариантов звука к абстрактному грамматическому элементу. В лингвистике этот минимальный инвариант определяется как множество свободно чередующихся звуков. Свободно чередующимися звуками считаются все звуки, которые могут взаимозаменять друг друга в любом месте звуковой цепи при условии, что смысл высказывания не изменяется.

Само собой разумеется, что все звуки, находящиеся между собой в отношении свободного чередования, отличаются друг от друга акустическими свойствами. Эти свойства определяются как особенностями артикуляции говорящего человека, так и другими факторами. Для того чтобы установить значимые и незначимые различительные признаки свободно чередующихся звуков, лингвистами проводится процедура сверки. Она заключается в том, что между собой соответственно сравниваются все звуки в тысяче вариантов одного слова, произнесенных одним и тем же исполнителем. Все выявленные

различия считаются несущественными, поскольку смысл слова не меняется. Свободно чередующиеся звуки, естественно, отождествляются и принимаются за один сегмент.

Минимальный высотный сегмент музыкальной ткани тоже является абстрактным структурным элементом, так как он неизбежно объединяет множество звуков, различных по высоте, которые обязательно отождествляются исполнителями и слушателями. Однако нельзя забывать о том, что нормы отождествления высот могут очень сильно отличаться в разных этнических культурах. Например, если в культуре тепехуа – американских индейцев, населяющих штат Веракруз Мексики, – традиционное обрядовое исполнительство на скрипке и пение допускают воспроизведение мелодий с разбросом абсолютных высот, не превышающим 5 центов (Boiles Ch., 1967), то в европейском академическом скрипичном и вокальном исполнительстве величина такого разброса бывает на порядок больше. Столь же существенно различается в этих культурах и музыкальный строй: звукоряд тепехуа основан на равномерной темперации, полученной путем деления квинты, с минимальным расстоянием между ступенями 175 центов; европейская же темперация, с интервалом 100 центов, базируется на делении октавы.

В связи с тем, что музыкальная семантика в отличие от семантики естественного языка, имеет обобщенный характер (Мазепус В., 1993, с. 7–8), этномузыковед, нотирующий образцы малоизвестной музыкальной традиции, а затем исследующий ее звуковысотную организацию, никогда не может быть уверен в том, что чередование звуков, которые он отождествляет в своей сегментации, не приводит к изменению культурного смысла звучащего произведения.

Учитывая вышеназванные обстоятельства, В.В. Мазепус предлагал решить эту

проблему, признав все способы сегментации одного и того же исходного материала и соответственно все варианты отождествления высот равновозможными при условии, что сегментация удовлетворяет критериям объективности и однозначности: «При любом способе сегментации, обозначая минимальные сегменты подходящими символами, мы получаем текст, который в сочетании с управляющей им грамматикой моделирует изучаемый культурный феномен. Другие варианты сегментации приводили бы к другим моделям того же явления. При соблюдении общих требований научной методологии все эти модели в равной мере справедливы; различия между ними определяются только степенью их информативности» (1993, с. 9).

Таким образом, для выделения минимальных высотных сегментов нужно постулировать тождество одних элементов и различие других. При этом необходимо строго определить принципы сегментации и различительные признаки, что обеспечивает выполнение главного, абсолютного требования методологии научного исследования, заключающегося в воспроизводимости результата. Иными словами, другие исследователи, используя те же принципы сегментации, должны получить тот же аналитический результат.

Более подробно, по-видимому, следует рассмотреть требование информативности, предъявляемое к аналитическим моделям. Это требование является чрезвычайно значимым. С одной стороны, всем известно, что никакая теоретическая модель не может быть абсолютно информативной, то есть не может исчерпывать всего содержания реальных явлений, которые становятся объектом исследования. С особой очевидностью эта аксиома относится к культурным моделям, поскольку культурные системы как объекты исследования отличаются необычайной

сложностью, синтаксической неоднородностью и неоднозначностью.

С другой стороны, сам процесс развития в той или иной области научного знания связан со стремлением исследователей построить системные модели, более глубокие и информативные, чем те, которые были известны ранее. В этом процессе простые модели не просто предваряют сложные, но и создают для последних необходимую базу. «Например, не исключено, что в европейской традиции малые отклонения от точных темперированных высот, возникающие всякий раз при исполнении музыки на инструментах с нефиксированной настройкой, не являются случайными, а удовлетворяют определенным правилам, бессознательно усвоенным исполнителями той или иной школы. Тогда сегментация, различающая эти отклонения, приведет к модели более глубокой, чем музыкальная теория, основанная на равномерной темперации. Но такая более глубокая модель вряд ли могла бы быть построенной, если бы ей не предшествовали более простые модели» (Мазепус В., 1993, с. 10).

В связи с вышеизложенным упомяну метод сегментации, о котором рассказывал В.В. Мазепус в лекционном консерваторском курсе «Системные методы анализа текста». Он называл его «методом граничной оценки». Смысл подхода заключается в сознательном построении упрощенной, ограниченной, но при этом строгой модели сложного явления, которая позволяет приблизиться к его пониманию.

В качестве примера В.В. Мазепус предлагал при анализе звуковысотной вертикали двух-, трех- и многоголосной музыки построить сначала модель, различающую только консонансы и диссонансы. Текст в этом случае будет представлять собой чередование всего двух элементов, например: к к д к д д... В более сложном

варианте дополнительно можно было бы фиксировать ритмические условия, то есть различать консонансы и диссонансы, появляющиеся на сильном и слабом времени. Тогда текст состоял бы из четырех сегментов: к, к, д, д.

Понятно, что упрощенные модели будут менее информативны в сравнении с теми, в которых различаются все интервалы. Однако они акцентируют внимание на аспекте диссонансной насыщенности, обычно остающимся в тени. А ведь и по этому признаку тоже можно сравнивать разные музыкальные стили в разных культурах.

Не оспаривая возможность выбора исследователем произвольных признаков для отождествления и различения звуковых явлений, зададимся вопросами: как можно установить релевантные и нерелевантные для сегментации этномузикального материала признаки, и как произвести сегментацию, которая обеспечит высокий уровень информативности описанию той или иной звуковысотной системы?

Наиболее продуктивный подход к решению проблемы сегментации связан с исследованием свойства регулярности слышимых и фиксируемых звуковых образов. Регулярность, под которой в универсально-грамматическом подходе понимается воспроизводимость и повторяемость в некоторых основных чертах, выделенных самой культурой, служит главным критерием распознавания нормативных явлений и их отличия от разного рода окказионализмов.

Одним из способов выявления на основе критерия регулярности нерелевантных признаков, которые должны игнорироваться при отождествлении высот, является широко используемый в этномузикологии анализ вариантов исполнения музыкально-фольклорных произведений. Именно, на основе сравнения имеющихся

в распоряжении исследователя вариантов той или иной песни, наигрыша и др., выделяются различные реализации высот в аналогичных местах или позициях музыкального текста, причем сопоставляются как интонационно параллельные строки одного образца, так и строки, принадлежащие разным образцам. Варианты реализации высот, чаще всего, можно считать свободно чередующимися, а признаки, их различающие, незначимыми.

Этот способ определения множества высот, подлежащих отождествлению в один минимальный сегмент, в какой-то мере напоминает лингвистическую сверку. Понятно, что правильность аналитического результата и адекватность сегментации системным свойствам изучаемой культурной традиции при таком способе действий напрямую зависит от количества сравниваемого материала.

Еще более надежные и объективные результаты в процессе звуковысотной сегментации можно получить, используя достижения математической статистики. Так, нетривиальная задача «выявления ступеней звукоряда», сложность которой «обусловлена вариантностью их высотного положения» (Новикова О., 2017, с. 69), и проблема установления инвариантного звукоряда изучаемой музыкальной традиции могут быть решены с помощью статистического метода. Этот метод на материале вокальной, преимущественно монодийной музыки коренных сибирских народов развит автором. Его основные математические алгоритмы были разработаны доктором физико-математических наук, главным научным сотрудником теоретического отдела Института ядерной физики СО РАН В.Ф. Дмитриевым.

В общих чертах суть метода статистического определения звукоряда заключается в том, что с помощью специализированных компьютерных программ

в каждом образце изучаемой традиции устанавливается время звучания каждой высоты. Затем для каждого образца строится хроновысотный график, представляющий собой кривую с выделенными пиками – центральными точками ступеней звукоряда. Естественные ширины или зоны ступеней, допускаемые самой культурой, определяются по половине высоты пиков. Далее с использованием программы Mathematica Вольфрама по алгоритмам производится транспозиция всех образцов относительно друг друга на интервал, обеспечивающий минимальный сдвиг всех ступеней.

В полученном таким образом итоговом графике максимумы кривой показывают статистически выделенные центры ступеней инвариантной шкалы, а несовпавшие пиковые показатели отдельных образцов – границы центральных частей высотных ступеней. Особого внимания заслуживает тот факт, что в сибирской традиционной музыке ширины зон ступеней инвариантных звукорядов варьируются в больших пределах, что послужило основанием использовать по отношению к ним термин «зоноряды» (Кондратьева Н., 2006, с. 39).

Подчеркну, что охарактеризованный выше метод статистического установления инвариантного звукоряда ориентирован, в первую очередь, на определение звукоряда целостной музыкальной жанровой традиции в рамках одной этнической культуры. Задача может быть поставлена и более узко. Так, с помощью этого метода можно установить высотную специфику локальных традиций, исполнительских школ, отдельных исполнителей и даже отдельных фольклорных произведений, правда при условии их достаточной протяженности (см., например: (Кондратьева Н., 2018)).

Следующим чрезвычайно важным и при этом совершенно непривычным

для европейски ориентированных музыковедов является положение о том, что определение ступеней высотной шкалы не решает проблему сегментации в полной мере. Многочисленные исследования сибирской музыки показали, что для абсолютного большинства этнических культур важное значение имеет процесс высотных изменений звука, разворачивающийся на ступенях звукоряда. Минимальные высотные сегменты – это не точки, а, скорее, довольно сложные «узоры». Они были названы «высотными контурами» (Кондратьева Н., 2006, с. 33).

Системную роль в коренных сибирских музыкальных культурах играют высотные контуры разных типов: ровные, вибрированные, входящие, исходящие, морденты, трели, наклонные, дуги и зигзаги. Первые шесть типов образуют класс стабилизированных, имеющих ровный участок контуров; последние три – класс скользящих, высота которых изменяется на протяжении всего времени их звучания, представляя собой «сплошное глissандирование» (Кондратьева Н., 2006, с. 33–34).

Именно эти высотные контуры, закономерным образом реализуясь на ступенях инвариантного звукоряда, образуют универсальные для коренных сибирских

музыкальных традиций базовые единицы звуковысотной организации. При этом в каждой этнической, локальной, жанровой традиции существует свой собственный «алфавит». Необходимость обязательного учета высотных контуров при сегментации обусловлена тем, что при проведении универсально-грамматических исследований различных высотных систем была обнаружена грамматическая регулярность, регламентирующая систему запретов. Эти запреты распространяются на соединения как интонационных контуров определенных типов с конкретными ступенями звукоряда, так и инвариантных высотных элементов разных типов между собой.

В завершении хотелось бы подчеркнуть, что процесс сегментации является довольно сложной итерационной процедурой. Сегментация, чтобы стать удачной, должна пройти несколько последовательных этапов. Ее первоначальный вариант аналитически проверяется и, в случае обнаружения грамматических противоречий, уточняется. Затем вновь проверяется и вновь уточняется. Эта процедура проводится до тех пор, пока не будет достигнуто равновесие между «тонкостью» сегментации и надежностью установленной на ее основе грамматики.

#### ЛИТЕРАТУРА

Кондратьева Н.М. К понятию звуковысотной организации традиционной музыки: новые теоретические и технологические подходы // Первый Всероссийский конгресс фольклористов. М., 2006. Т. 2. С. 31–41.

Кондратьева Н.М. Статистическое установление звукоряда одного музыкально-фольклорного образца: специфика высотной шкалы чалканского похоронно-поминального плача *сыгыт* // Вестник музыкальной науки. 2018. № 2. С. 104–111.

Мазепус В.В. Универсально-грамматический подход в культурологии / Новосибир. гос. консерватория. Новосибирск, 1993. 48 с.

Новикова О.В. Проблемы нотации музыки бурятского эпоса (на материале улигера «Тохонийн ганса Төөлэн» Буры Барнакова) // Вестник музыкальной науки. 2017. № 3. С. 68–76.

#### REFERENCES

Boiles, Ch. (1967), Tepehua thought-song: a case of semantic signaling, *Ethnomusicology*, Vol. 6, no. 3, pp. 267–292. (in Eng.)

Kondrat'eva, N.M. (2006), "To the concept of pitch organization of traditional music: theoretical and technological approaches", *Pervyi Vserossiiskii kongress fol'kloristov* [First All-Russian congress of folklorists], Moscow, Vol. 2, pp. 31–41. (in Russ.)

Kondrat'eva, N.M. (2018), "Statistical determination of the pitch scale of single folklore music sample: pitch scale specificity of Chalkan burial lamentation *sygyt*", *Journal of musical science*, no. 2, pp 104–111. (in Russ.)

Mazepus, V.V. (1993), *Universal'no-grammaticheskiy podkhod v kul'turologii* [Universal grammar approach in science of culture], Novosibirsk, 48 p. (in Russ.)

## ВЕСТНИК МУЗЫКАЛЬНОЙ НАУКИ. 2024. Т. 12, № 1

---

Boiles Ch. Tepehua thought-song: a case of semantic signaling // *Ethnomusicology*. 1967. Vol. 6, № 3. P. 267–292.

Novikova, O.V. (2017), “Problems of musical notation of the Buryat’s epos (on the material of uliger «Tokhonoyн gansa Toolen» of Bura Barnakov)”, *Journal of musical science*, no. 3, pp. 68–76. (in Russ.)

---

### Сведения об авторе

Кондратьева Наталья Михайловна, кандидат искусствоведения, доцент, доцент кафедры этномузыкознания Новосибирской государственной консерватории имени М.И. Глинки  
E-mail: nmkondratyeva@mail.ru

### Author Information

Natalia M. Kondrat'eva, Cand. Sc. (Art Criticism), Docent, associate professor of the Department of Ethnomusicology at the M.I. Glinka Novisibirsk State Conservatory  
E-mail: nmkondratyeva@mail.ru

Поступила в редакцию 01.01.2024

После доработки 20.02.2024

Принята к публикации 23.02.2024

Received 01.01.2024

Revised 20.02.2024

Accepted for publication 23.02.2024