

УДК 78

СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗВУКОВ ФОРТЕПИАНО ДЛЯ ОБЪЕКТИВНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТЕМБРОВ

А. Н. Суховская¹, А. Г. Алябьева¹, В. П. Рыжов²

¹Московский государственный институт музыки им. А. Г. Шнитке (г. Москва, Российская Федерация)

²Южный федеральный университет (г. Таганрог, Российская Федерация)

Целью данной работы является выявление информативных признаков с помощью спектрального анализа, установление причинно-следственных связей между технологическими и потребительскими параметрами инструментов, поиск способов воздействия на игровые и звуковые качества, разработка методов объективного контроля элементов качества музыкальных инструментов.

Для реализации этой цели были разработаны два метода: метод экспериментального исследования характеристик музыкальных инструментов и метод проведения музыкально-акустической экспертизы.

При обработке материалов эксперимента были получены качественные характеристики звуков, произведен анализ, а также сопоставление с результатами экспертной оценки.

Ключевые слова: спектральный анализ, тембр, метод экспериментального исследования характеристик музыкальных инструментов, метод проведения музыкально-акустической экспертизы.

SPECTRAL ANALYSIS OF PIANO SOUNDS FOR AN OBJECTIVE ASSESSMENT OF THE QUALITY OF TIMBRES

A. N. Sukhovskaya¹, A. G. Alyabeva¹, V. P. Ryzhov²

¹Moscow State Institute of Music named after A.G. Schnittke (Moscow, Russian Federation)

²Southern Federal University (Taganrog, Russian Federation)

The purpose of the work was, first of all, to identify informative signs using spectral analysis, to establish cause-and-effect relationships between technological and consumer parameters of instruments, to find ways to influence playing and sound qualities, to develop methods for objective control of quality elements of musical instruments.

To achieve this goal, two methods have been developed: the method of experimental research of the characteristics of musical instruments; the method of musical and acoustic expertise.

When processing the materials of the experiment, the qualitative characteristics of sounds were obtained. The analysis was made, as well as the comparison with the results of an expert assessment.

Keywords: spectral analysis, timbres, method of experimental research of musical instruments characteristics, method of musical and acoustic expertise.

Введение. В настоящее время трудно представить себе область науки и техники, где не использовались бы достижения радиотехники. Знание радиотехнических методов позволяет решать любые задачи, связанные с формированием, обработкой сигналов. Решением подобных задач занимается музыкальная акустика [1–2].

Продолжительное время оценка качества основывалась лишь на субъективном восприятии мастера, весомую роль играли непосредственное общение с заказчиком и опора на его предпочтения.

С течением времени и развитием культуры повысился спрос на музыкальные инструменты, что повлекло за собой развитие их массового производства. Контроль качества такого производства ограничивается выявлением наиболее заметных дефектов.

Повышение качества инструмента является важной задачей. Улучшение акустических характеристик инструментов должно базироваться на выявлении объективных критериев качества звуков [3]. При создании новой модели инструмента или при сравнении инструментов разных изготовителей возникает необходимость в более тщательной и детальной оценке уровня их качества. В таких случаях речь идет уже о нюансах игровых и слуховых ощущений музыканта, и лишь статистика мнений экспертов может дать более или менее достоверную оценку.

Задачей авторов статьи является, в первую очередь, выявление информативных признаков качества инструментов, установление причинно-следственных связей между их технологическими и потребительскими параметрами, разработка методов объективного контроля элементов качества музыкальных инструментов. Для этого на основе радиотехнических методов и средств решается задача объективного анализа качества фортепиано. Спектральный анализ звуков позволяет разложить сигнал на более простые составляющие, а также выделить гармоники в составе сигнала и получить информацию об исследуемом звуке. Для изучения состава сигнала в инженерной практике широко используется преобразование Фурье.

Актуальность работы продиктована потребностями освоения закономерностей, которые связывают физические характеристики звукообразования с качеством звучания музыкальных инструментов, и разработки практических рекомендаций по повышению этого качества.

Результат такой работы может быть использован для повышения качества фортепиано, усовершенствования его конструкции.

Основная часть. Объективные параметры звука определяются метрологически (с помощью приборов), субъективные же могут быть количественно оценены лишь в психологических экспериментах, обычно для получения достоверных оценок используется статистическая обработка мнений испытуемых.

Установление количественных соотношений между объективными и субъективными параметрами звука — это основная задача специальной отрасли — психоакустики.

Спектральный состав влияет на восприятие высоты. Известно, что высота сложного музыкального звука определяется обычно частотой его основного тона. Однако, если в богатом обертонами музыкальном звуке отсутствует основной тон, высота его не изменяется. Это происходит благодаря нелинейным свойствам слуха, способствующим ощущению разностных тонов, в частности тонов, имеющих частоту, равную разности частот соседних обертонов, эта разница равна частоте основного тона. Такое сложное восприятие высоты характеризует, например, басовые звуки фортепиано, спектр которых не содержит слышимого основного тона, а иногда и одного или двух наиболее низких обертонов.

Тембр звука — основная характеристика его качества. Звуки одной и той же высоты, извлеченные на разных музыкальных инструментах с одной громкостью, различаются по тембру. По тембру мы отличаем звуки скрипки от звуков аккордеона, звук хорошего инструмента от звука плохого. На этом основании делается вывод, что на тембр звука влияют переходные процессы.

Звуки фортепиано и других музыкальных инструментов обнаруживают весьма сложные формы нарастания и спада интенсивности; огибающие этих звуков очень нерегулярны. Поэтому для того чтобы выбрать из огромного множества объективных параметров звука те, которые существенны для решения конкретной задачи, стоящей перед исследователем, чтобы понимать причины тех или иных типичных изменений объективных параметров звука, детализировать слуховые впечатления о звуке, а иногда и уметь определить технические источники некоторых специфических особенностей звука, необходимо обозначить те факторы, которые могут оказывать закономерное и направленное влияние на звук.

Исследование можно поделить на три этапа:

1. Проведение экспериментального исследования характеристик музыкальных инструментов.
2. Проведение экспертной оценки звуков фортепиано.
3. Выявление некоторой степени корреляции между объективными и субъективными характеристиками.

Необходимо выявить наиболее информативные субъективные признаки, по которым музыканты различают звуки фортепиано разного качества. Разработка методики проведения эксперимента предусматривает теоретическое исследование с последующей экспериментальной проверкой его результатов.

Теоретический анализ позволяет выделить особенности, признаки, отличительные черты явлений. При анализе фактов и их систематизации конструируется общий принцип. Для оценки собранных фактов используются теоретические методы, они связаны с изучением научных трудов, документов, специальных работ.

Одним из методов эмпирического познания является эксперимент, суть которого — получение научных фактов. Цель эксперимента — снять импульсную реакцию деки фортепиано в трех характерных точках, записать весь звукоряд с достаточным временем затухания каждого звука.

Для каждого инструмента снимались импульсная реакция деки в трех характерных зонах: зона максимума низких частот, зона максимума высоких частот, зона нормальной звучности. Удар производился с помощью стального шарика диаметром 6 мм, который прикреплен к нити длиной 1 м. Для фиксирования звуков применялись усилитель и микрофон. Для записи и обработки использовалась программа Adobe Audition 1.5.

Также для каждого инструмента был записан весь звукоряд с небольшим временем затухания и для каждой октавы по одному интервалу (квинте) было записано до полного затухания.

Для проверки качества эксперимента было проведено сравнение записей, сделанных на разных расстояниях до источника звука, сравнение показало, что на исследуемые характеристики данный фактор не влияет. В помещении, где проводится эксперимент, необходимо обеспечить максимальную шумоизоляцию.

Проведение экспертной оценки звучания проходило следующим образом. Сначала каждому участнику раздавалась инструкция. Вначале был прослушан файл, который включает все исследуемые звуки. Это необходимо для общего представления об эксперименте. Затем предлагается прослушать каждый файл и поставить оценку в соответствии со шкалой (см. ниже). Также предлагалось оставить свои комментарии.

Экспертам было предложено поставить оценки по трехбалльной шкале:

- + (хорошо);
- 0 (удовлетворительно);
- (плохо).

При обработке результатов каждому «+» соответствовало значение «1», а каждому «–» соответствовало значение «–1».

Заключение (выводы). В ходе сравнения субъективных и объективных параметров было выявлено следующее:

1. Чем больше атака, тем выше качество звучания инструмента (это подтвердилось результатами экспертной оценки).
2. Для инструментов с превалирующей оценкой «хорошо» время затухания от нижнего регистра к верхнему уменьшалось, тогда как для инструмента посредственного качества это значение менялось незначительно.

3. При сравнении формантных областей каждого звука с эталоном были выявлены совпадения, после чего произвели ранжирование инструментов. Оценки экспертной группы и результат анализа совпали.

4. Проранжированный список инструментов и соответствующие формы огибающих почти для всех инструментов совпали (для трех инструментов характерна куполообразная форма огибающей спектра).

По экспериментальной части нужно отметить ряд замечаний для тех, кто захочет продолжить развивать данную тематику. При записи следует выбирать аппаратуру, подходящую для записи исследуемого музыкального инструмента. Поскольку затухание звука подвержено влиянию акустических особенностей помещения, следует это учесть.

По методике проведения музыкально-акустической экспертизы необходимо отметить, что форманты неодинаково влияют на тембр звуков различной частоты, это проявляется и легче распознается слухом в аккордовой последовательности, а не по отдельным звукам. Если записать небольшие отрывки произведения, это облегчило бы экспертам задачу. Важным является длительность прослушиваемого файла, а также его громкость.

Выводы носят предварительный характер, необходимо продолжить исследование с целью набора большего количества данных и получения более достоверных результатов.

Библиографический список

1. Алябьева, А. Г. Музыкальные акустические системы Китая и Индонезии: опыт сравнительного анализа / А. Г. Алябьева // Общество и государство в Китае. — 2014. — Т. 44, № 15–2. — С. 789–796.

2. Харуто, А. Компьютерный анализ высоты звука в музыковедческом исследовании: информационный аспект / А. Харуто // Музыкальная академия. — 2016. — № 3. — С. 98–102.

3. Рыжов, В. П. Электромusикальные инструменты : текст лекций. Ч. 1 / В. П. Рыжов. — Таганрог : Изд-во ТРТУ, 2000. — 64 с.

Об авторах:

Алябьева Анна Геннадьевна, заведующая кафедрой «Философия, история, теория культуры и искусства» Московского государственного института музыки имени А. Г. Шнитке (123060, г. Москва, ул. Маршала Соколовского, 10), доктор искусствоведения, профессор, aliabieva_a@mail.ru

Рыжов Владимир Петрович, профессор Южного федерального университета (347922, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44), доктор физико-математических наук, профессор, vpr_trtu@mail.ru

Суховская Анастасия Николаевна, студент кафедры «Философия, история, теория культуры и искусства» Московского государственного института музыки имени А. Г. Шнитке (123060, г. Москва, ул. Маршала Соколовского, 10), sukhovskaya666@mail.ru

Authors:

Alyabeva, Anna G., Head, Department of Philosophy, History, Theory of Culture and Art, Moscow State Institute of Music named after A.G. Schnittke (10, Marshal Sokolovsky str., Moscow, 123060 RF), Doctor of Art History, Professor, aliabieva_a@mail.ru

Ryzhov, Vladimir P., Professor, Southern Federal University (44, Nekrasovskiy per., Taganrog, 347922, RF), Dr.Sci., Professor, vpr_trtu@mail.ru

Sukhovskaya, Anastasiya N., Student, Department of Philosophy, History, Theory of Culture and Art, Moscow State Institute of Music named after A.G. Schnittke (10, Marshal Sokolovsky str., Moscow, 123060 RF), sukhovskaya666@mail.ru