

И. А. АЛДОШИНА,

профессор кафедры звукорежиссуры и музыкального искусства СПбГУП,
доктор технических наук;

С. В. ПУЧКОВ,

доцент кафедры звукорежиссуры и музыкального искусства СПбГУП;

А. Б. НИКАНОРОВ,

кампанолог, научный сотрудник Российского института истории искусств

КОМПЬЮТЕРНЫЕ МЕТОДЫ ЗАПИСИ КОЛОКОЛЬНЫХ ЗВОНОВ И ИХ АКУСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА¹

Колокол в русской культуре — один из наименее изученных и один из загадочных музыкальных инструментов. Это единственный инструмент, используемый православной церковью, тесно связанный с христианским обрядом, — стал важным элементом русской народной музыкальной культуры. На Руси сложился особый тип ритмической игры на колоколах, где ведущая роль принадлежит не мелодической линии в ее традиционном понимании, а гармонии и тембру. Та-

кая музыка не характерна для европейской культуры. В наше время наблюдается значительный рост интереса к русскому колокольному искусству как в России, так и за рубежом. Заслуга в этом принадлежит знаменитым музыкантам-исследователям народной церковной музыки: С. Т. Рыбакову, С. В. Смоленскому, А. Д. Кастальскому, а также малоизвестным подвижникам: ростовскому священнику А. А. Израилеву, новгородскому регенту и композитору А. М. Покровскому, московским звонарям П. Ф. Гедике, Л. В. Кусакину, К. К. Сараджеву. За последние два десятилетия появился ряд серьезных ис-

¹ Работа выполнена при поддержке РФФИ. Проект № 00-06-80162

следований — Л. Д. Благовещенской, А. Н. Давыдова, В. В. Кавельмахера, Ю. В. Пухначева, С. Г. Тосина и др.

Большое количество публикаций, появившихся за последнее десятилетие, может создать иллюзию, что многое в этой области уже известно. Однако большая часть публикаций носит информационно-справочный характер и не может претендовать на серьезные теоретические обобщения. До сих пор не сложилась терминология, способная адекватно отражать явления русского колокольного искусства. Не четко сформулирована система жанров колокольного звона. Не получила серьезной разработки проблема акустическо-эстетического феномена русского колокола, его национальной специфики.

Инструментарием решения подобного рода научных проблем, по мнению авторов доклада, может служить методика исследования акустических параметров образцов колокольных звонов, сэмплы которых, записанные в цифровом виде, подвергаются акустическому анализу. Проблемы записи, сохранения и акустического анализа колокольных звонов являются актуальными на протяжении уже длительного периода времени. Усилия западных и отечественных кампанологов и акустиков позволили накопить к настоящему времени достаточно большой фактический материал. Однако появление нового поколения цифровой звукозаписывающей аппаратуры, новых компьютерных технологий обработки, реставрации и записи звука позволили перейти к решению этой проблемы на качественно ином уровне, дали возможность поставить задачи реставрации, спектрального и временного анализа колокольных звонов и сохранения их на современных цифровых носителях (CD-ROM, HDD, FDD и др.).

В рамках данной работы авторами были выполнены записи звонов колоколов во Владимирском соборе (Санкт-Петербург), в Ярославском музее-заповеднике, в музее г. Углича, в Федоровском кафедральном соборе г. Ярославля, в Толгском женском монастыре с использованием цифровых магнитофонов фирмы Sony формата DAT и стереомикрофонов фирмы Sony (ECM-S 220). В качестве носителя информации была использована компакт-кассета в формате DAT (Digital Audio Tape) фирмы Maxell.

Записи были получены в цифровом формате DAT, сохранены на жестком диске компьютера в виде файлов в формате wav и подвергнуты реставрации (чистке от помех, шумов и т. д.) с помощью современных цифровых методов реставрации (программы Dart Pro, Wave Lab, Cool Edit Pro и др.). Для ана-

лиза акустических характеристик записанных звуков была использована специализированная компьютерная программа Wavanal, предназначенная для спектрального и временного анализа форм колебаний колоколов. Программа позволяет определить спектральный состав звуков колокола, используя средства, доступные для любого персонального компьютера. Она также позволяет исследовать способы для изменения настройки колокола и соответственно его результирующего звучания. На основе этой программы была разработана методика количественного определения волновой формы звукового сигнала, расчета его амплитудного спектра, идентификации частоты и амплитуды его обертонов и сравнения с классической голландской системой настройки. Кроме того, разработанная методика позволила рассчитать и визуализировать структуру изменения амплитуд отдельных обертонов в процессе затухания. Оцифровка записи осуществлялась аналогово-цифровым преобразователем магнитофона с высокой частотой дискретизации (44 кГц). Следовательно, при переносе записи в персональный компьютер запись вторично не переоцифровывалась, а копировалась по цифровому кабелю, что позволило сохранить качество записи. После записи в ПК звук каждого колокола был записан в виде отдельного звукового файла и переведен в режим монозвучания для последующей обработки. Каждый файл включает короткий период полной тишины и затем не менее 10 секунд звучания из-за длительного времени затухания обертонов.

Реставрация записи, удаление шумов и других помех, имеющих место при записи на открытом воздухе, осуществлялась пакетом программ редактирования звуковых файлов ПК, таких как Dart Pro Windows 95, Cool Edit Pro, Wave Lab, Sound Forge 4.5. Наиболее часто встречающиеся дефекты — это импульсные помехи (щелчки) и городские шумы (транспортные и производственные фоны), фоновые шумы (шипение магнитофонной ленты), вызываемые плохими условиями хранения или недостаточно хорошим качеством первоначальной записи материала. Анализ звука колокола осуществлялся программами Wavanal, Sound Forge 4,5, Wave Lab, Cool Edit Pro, в том числе исследовался процесс затухания амплитуды каждого обертона. Программа Wavanal обрабатывает, воспроизводит звук колокола, автоматически отображая на экране основные обертоны с названиями Simpson partials. Она также сохраняет, обрабатывает, воспроизводит четыре вида информации о звуке колокола:

1. Форма волны колокола, эквивалент wav файла.

2. Ее спектр, амплитуды обертонов в полном диапазоне частот.

3. Частоты обертонов и интервалы между ними.

4. Структура переходных процессов, т. е. информация относительно того, как амплитуда каждого обертона изменяется во времени. Звук сохраняется как серия значений при выбранной частоте дискретизации. Каждое значение дает амплитуду звуковой волны.