

## **О роли компьютерного моделирования в современной музыкальной педагогике**

В настоящее время роль технических средств обучения и персонального компьютера как основного обучающего средства постоянно возрастает. Этот процесс оказывает существенное воздействие на стиль и методы преподавания компьютерно-музыкальных дисциплин.

Опыт преподавания автора в Государственном специализированном институте искусств (ГСИИ) свидетельствует о необходимости разработки некоторого методического дополнения к базовым учебным курсам, посвященным физико-математическому циклу. ГСИИ, созданный в 1991 году, нацелен на обучение студентов-музыкантов, музыкальных звукорежиссеров, актеров и художников с ограниченными возможностями здоровья. Студенты – музыкальные звукорежиссеры изучают такие дисциплины, как основы прикладной математики, музыкальную информатику, основы физики и электроники, а также элементы цифровых аудиотехнологий (введение в теорию обработки сигналов).

К настоящему времени существуют исследования, в которых детально отражены роль и основные задачи персонального компьютера в процессе обучения, и в частности в музыкальной педагогике («музыкальный персональный компьютер») <sup>2,3,5</sup>. В предлагаемой работе кратко рассматриваются этапы синтеза, обработки и анализа музыкальных сигналов на основе персонального компьютера. Синтез, обработка и анализ музыкальных сигналов образуют технологическую линию, получившую авторское наименование «компьютерно-музыкальное моделирование» (КММ). К настоящему времени спецкурс КММ можно рассматривать в качестве дополнения к базовым физико-математическим курсам; учебно-методическая роль данного спецкурса – в его интегрирующей структуре, включающей основы математики и информатики, а также элементы физики (основы элетромагнитной теории).

В учебной практике нами используются три класса музыкальных сигналов: модельный, компьютерный и реальный. Классификация музыкальных сигналов разработана и подробно рассмотрена нами в работах <sup>7,9</sup>.

Модельный сигнал не предусматривает какой-либо специальной обработки, т. к. не порождает музыкального звучания. Поэтому остановимся главным образом на обработке компьютерных музыкальных сигналов.

Обработка компьютерного сигнала производится на основе редактора SoundForge, что требует достаточно глубокого изучения данного редактора <sup>11</sup>. Модификация элементов авторской математической музыки <sup>6</sup> открывает перед студентами широкие возможности по созданию многоголосного звучания и по наложению акустических эффектов.

Вначале студенты обрабатывают одnogолосные примеры математической музыки. Они используют для этого обширные возможности музыкального редактора (различные виды эквалайзеров, эффекты и т. д.). Так, студенты-музыканты создали чрезвычайно интересные варианты звучания одnogолосных фрагментов, добавив мощные шумовые эффекты путем включения эффекта «обратная связь». Несколько наиболее удачных примеров сохранено нами в виде учебно-демонстрационного материала.

Еще более обширные творческие возможности предоставляют многоголосные фрагменты; студенты формируют данные примеры самостоятельно. В результате статистической обработки данных по осеннему и весеннему семестрам отмечается следующая динамика развития творческого потенциала студентов:

Таблица 1

Сентябрь – ноябрь	Освоение основных элементов в SoundForge
Октябрь – декабрь	Обработка одnogолосных примеров математической музыки
Февраль – март	Формирование многоголосных примеров математической музыки
Март – май	Обработка многоголосных примеров математической музыки

Модельный сигнал, не порождая звучания, не имеет и аудиоспектр, и поэтому анализ характеристик сигнала данного класса производится только на основе авторской музыкально-статистической модели.

Наиболее информативным результатом компьютерной обработки модельного сигнала является его графическое представление. Важно в данном случае то, что студенты изучают альтернативную возможность представления музыкального сигнала. Это означает, что музыку можно не только записать в виде нот, услышать в живом исполнении или в записи, но и зафиксировать в виде компьютерного рисунка (отображения).

На рис. 1 представлено т. н. фазовое отображение одноголосного модельного сигнала, сформированное студентами-звукорежиссерами (подобное отображение не содержит явной зависимости от времени). Модельный сигнал не содержит гармоник, за исключением основной, и поэтому его графическое отображение имеет очень простой вид – студенты получают эллипс, или «сплюснутую» окружность (в данном случае – почти правильную окружность):

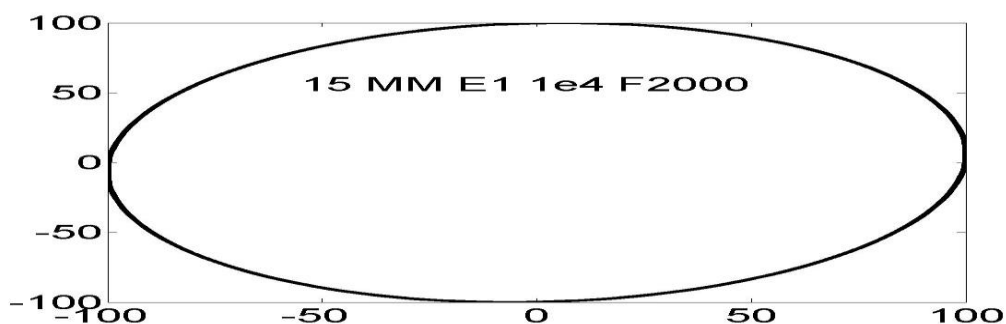


Рис. 1. Отображение одноголосного модельного сигнала

Постепенное обогащение опыта работы с пакетом MATLAB [1] позволило слабовидящим студентам-звукорежиссерам получить графические отображения ряда интервалов, состоящих из двух голосов. Так, на рис. 2 представлен фрагмент отображения интервала «малая терция». Этот рисунок значительно сложнее предыдущего, так как голоса, образующие интервал, находятся в постоянном взаимодействии. Сложность данного рисунка объясняется еще и тем, что отношение частот звуков, образующих данный интервал, невозможно выразить ни целыми, ни рациональными числами (т. е. в виде конечной арифметической дроби). Это позволяет преподавателю совершить интересную экскурсию в теорию музыкальных строев.

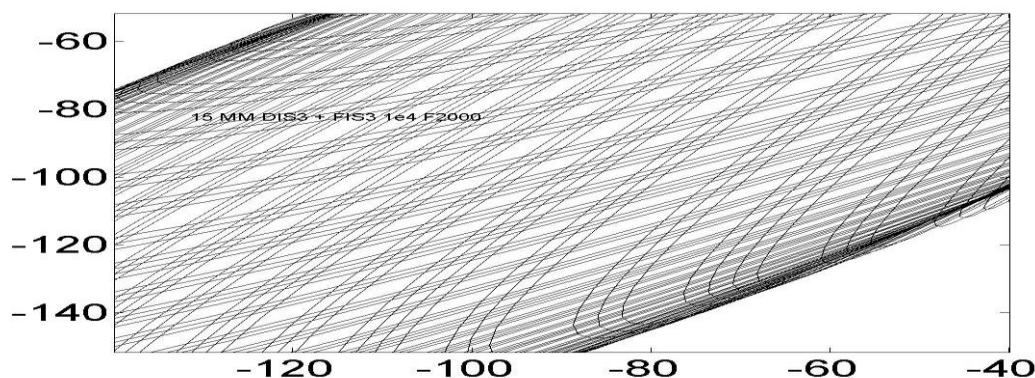


Рис. 2. Отображение фрагмента двухголосного модельного сигнала (интервал «малая терция»)

На рис. 3 представлено графическое отображение фрагмента двухголосного модельного сигнала, соответствующего интервалу «терция». Частоты, образующие данный интервал, таковы, что их отношение выражается рациональной (т. е. конечной) дробью. Поэтому данный рисунок отличается значительно большей «прозрачностью» отображения в сравнении в предыдущим рисунком:

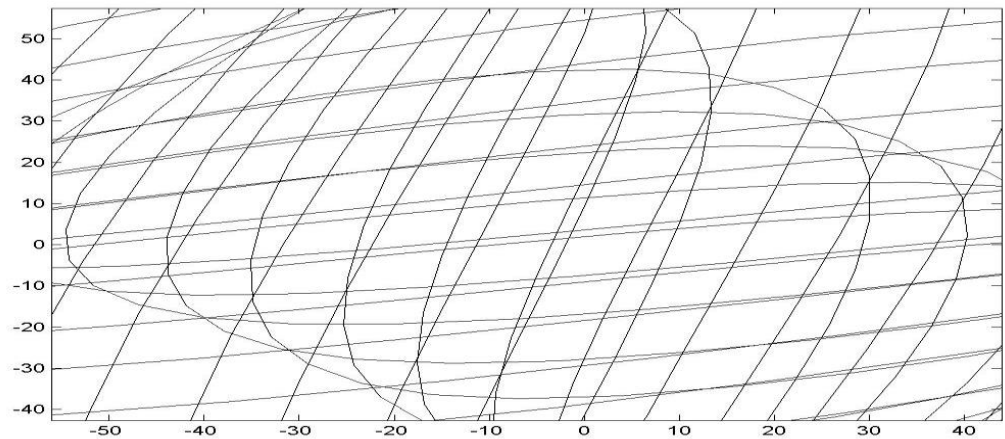


Рис. 3. Отображение фрагмента двухголосного модельного сигнала (интервал «терция»)

Преподаватель предложил студентам-звукорежиссерам получить графическое отображение того же модельного сигнала (терции), однако построенного по значительно увеличенному количеству точек. На рис. 4 показан полученный результат. Изображение стало «толще», его внутренняя структура заметно усложнилась. Анализируя полученный рисунок, студенты честно признавались: если бы оба рисунка не были получены ими самостоятельно, трудно было бы поверить, что речь идет об одном и том же модельном сигнале:

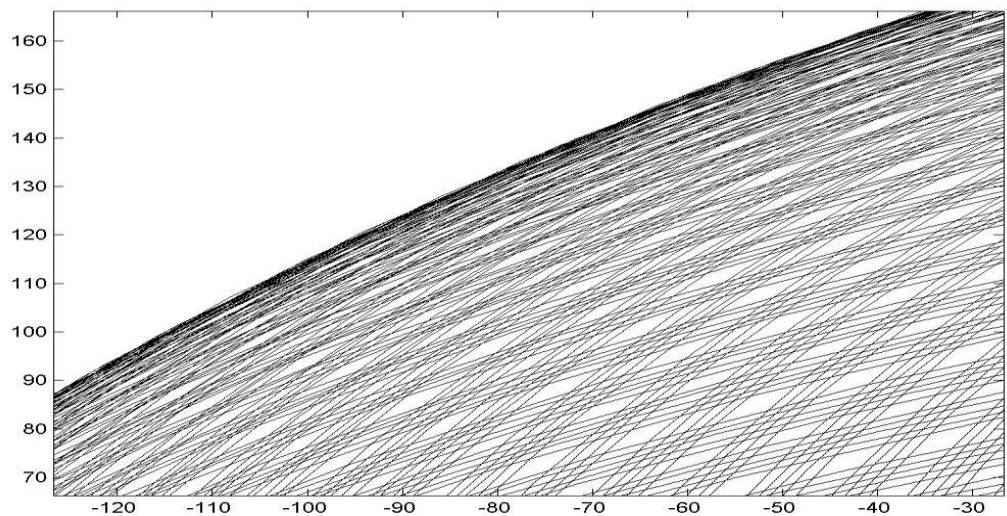


Рис. 4. Отображение фрагмента двухголосного модельного сигнала (интервал «терция») для увеличенного значения выборки

Анализ рисунков 3 и 4 позволил нам подойти к весьма интересной особенности графических отображений – их чрезвычайно высокой чувствительности. Так, нами была зафиксирована повышенная изменчивость рисунка к т. н. длине выборки, или к количеству точек, используемых для получения рисунка.

Очевидно, что любое фазовое отображение, соответствующее даже кратким временным отрезкам реального сигнала, или «живого» музыкального исполнения, всегда уникально. Более того, можно утверждать, что в фазовом отображении сосредоточена практически вся основная информация об особенностях исполнения. Однако непосредственное исследование фазового отображения реального исполнения представляет немалые трудности и является отдельной крупной исследовательской задачей.

Поэтому изучение топологических особенностей фазовых отображений целесообразно начинать с простейшего, т. е. модельного, сигнала. Один из возможных путей исследования модельного сигнала – математико-статистический. Первые результаты подобного подхода

изложены нами в работе<sup>8</sup>. Более углубленное исследование показывает, что наиболее перспективные результаты следует ожидать при совмещении чисто статистического подхода и алгоритмов нелинейной динамики<sup>4</sup>. Данные алгоритмы позволяют исследовать т. н. корреляционную размерность музыкальных сигналов, которая, как показывают наши эксперименты, достаточно сильно зависит от класса сигнала<sup>10</sup>. Кроме этого, статистический подход позволяет зафиксировать изменение характеристик двухголосного сигнала (микроинтервала) в зависимости от величины микроинтервала; это дает возможность привлечения в качестве учебного материала результатов исследований выдающегося отечественного музыкального мыслителя Н. А. Гарбузова.

Таким образом, компьютерно-музыкальное моделирование, соединяя в рамках учебного курса основные положения акустики и информатики, позволяет познакомить студентов с молодым и перспективным научным направлением – музыкальной цифракустикой, или акустикой квантованных музыкальных сигналов.

## ПРИМЕЧАНИЯ

1. Алексеев Е. Р., Чеснокова О. В. MATLAB 7 / Алексеев Е. Р., Чеснокова О. В. – М.: ИТ Пресс, 2006. – 464 с.: ил. – (Самоучитель).
2. Коджаспирова Г. М. Технические средства обучения и методика их использования: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Г. М. Коджаспирова, К. В. Петров. – 4-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 352 с.
3. Красильников И. М. Электронное музыкальное творчество в системе художественного образования / И. М. Красильников. – Дубна: Феникс +, 2007. – 496 с.
4. Малинецкий Г. Г., Потапов А. Б. Современные проблемы нелинейной динамики. – М.: Эдиториал УРСС, 2000. – 336 с.
5. Полозов С. П. Обучающие компьютерные технологии и музыкальное образование. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2002. – 208 с.
6. Филатов-Бекман С. А. К вопросу о понятии «математическая музыка». Сакральное, иррациональное и мифологическое: Сборник материалов 7-й конференции из цикла «Григорьевских чтений». М.: АСМ, 2005, с. 92-99.
7. Филатов-Бекман С. А. Компьютерно-музыкальное моделирование как инструмент исследования музыкальной информации // Символы, коды, знаки: Сборник материалов 10-й конференции из цикла «Григорьевские чтения». / Отв. ред. В. Е. Еремеев, И. Д. Григорьева. – М.: Изд-во Моск. гуманит. ун-та, 2008. – с. 134-140.
8. Филатов-Бекман С. А. К вопросу о компьютерном моделировании некоторых положений теории зонной природы абсолютного слуха Н. А. Гарбузова // Звуковая среда современности. Сборник статей памяти М. Е. Тараканова (1928 – 1996) / Отв. ред.- сост. Е. М. Тараканова – М.: ГИИ, 2012. – С. 358-373
9. Филатов-Бекман С. А. Разработка и апробация компьютерной методики изучения музыкальных сигналов студентами с ограниченными физическими возможностями // Образование в высшей школе: современные тенденции, проблемы и перспективы инновационного развития. Сборник научных статей Международной научно-методической Интернет-конференции, посвященной 40-летию УГАЭС, 30 ноября 2010 г., Ч. II. – Уфа: Уфимская государственная академия экономики и сервиса, 2010. – С. 255-260
10. Филатов-Бекман С. А. Зонная теория Н. А. Гарбузова: эффекты в области компьютерного звучания (раздел I) (в печати)
11. Создание музыки на ПК: от простого к сложному. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 320 с.: ил.