

«Электронные музыкальные инструменты.»

Ахмедов С.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«Чувашский государственный педагогический университет

им. И.Я. Яковлева»

Чебоксары, Россия

"Electronic Musical Instruments."

Akhmedov S.V

Federal State Educational Institution of Higher Professional Education

"Chuvash State Pedagogical University

them. I.J Yakovlev "

Cheboksary, Russia

Электромusикальные инструменты

Введение – 3стр.

1. Принцип действия – 4стр.
2. Виды электромusикальных инструментов – 4стр.
3. Потребительские свойства электромusикальных инструментов – 9стр.
4. Хранение инструментов – 12стр.
5. Как устроен синтезатор? – 13стр.
6. Принципы звукообразования – 15стр.

Заключение – 17стр.

Введение

Эмоциональный мир человека невозможно представить без музыки. Музыка тысячелетиями сопутствует жизни человека, отражая его трудовую деятельность и быт, чувства и переживания. С развитием человеческой цивилизации появлялись различные музыкальные инструменты, так в двадцатом веке появилась электромузыка - результат сотрудничества радиотехников, акустиков и музыкантов.

Электронный музыкальный инструмент - это музыкальный инструмент, который производит свои звуки, используя электронику. А термин «электрический музыкальный инструмент» используется для обозначения инструментов, звук которых воспроизводится механически, и усиливается или изменяется с помощью электроники.

Развитие техники XX в., и в первую очередь радиоэлектроники, привело к рождению электромузыки — результата сотрудничества радиотехников, акустиков и музыкантов.

Появлению электромузыкальных инструментов (ЭМИ) предшествовали инструменты, построенные на электромеханической основе. К их числу следует отнести орган Т. Кахилла, органы Хэммонда (США). Первым ЭМИ, получившим широкую известность во всем мире, был терменвокс, изобретенный российским инженером Л. С. Терменом в 1921 г. Этот год и принято считать годом рождения электромузыки. Звучание терменвокса было продемонстрировано в том же 1921 г. на VIII электротехническом съезде в Политехническом музее.

Этим изобретением ознаменовалось начало распространения ЭМИ в нашей стране.

В настоящее время электронные музыкальные инструменты широко используются в современных направлениях музыки. Развитие все более новых и совершенных музыкальных инструментов очень активно и является междисциплинарной областью исследований.

1. Принцип действия

В электронном музыкальном инструменте при помощи электронных схем (генераторов, модуляторов, фильтров и т.п.) генерируется электрический звуковой сигнал. Звуковой сигнал подаётся на усилитель и воспроизводится при помощи динамика.

Следует отличать электронные музыкальные инструменты от электромеханических. В электромеханических музыкальных инструментах звук создается механическим путём, после чего преобразуется в электрический сигнал с помощью звукоснимателя. Например, в электрогитаре звук возникает при ударе о струну, однако собственный звук гитары не используется. Колебания струны вызывают появление сигнала в звукоснимателе, после чего сигнал обрабатывается различными звуковыми эффектами (такими, как дисторшн, фузз), что значительно меняет исходный тембр звука.

Все электронные и электромеханические музыкальные инструменты составляют подмножество устройств обрабатывающих звуковые сигналы. При этом некоторые электронные музыкальные инструменты иногда используются исключительно для получения звуковых эффектов при игре на электромеханических музыкальных инструментах.

2. Виды электромузыкальных инструментов

В настоящее время электронные музыкальные инструменты широко используются в современных направлениях музыки. Развитие все более новых и совершенных музыкальных инструментов очень активно и является междисциплинарной областью исследований.

Среди множества электронных инструментов можно выделить следующие:

Синтезатор — инструмент, синтезирующий звук при помощи одного или нескольких генераторов звуковых волн.

Синтезатор «АНС» — фотоэлектронный музыкальный инструмент, сконструированный русским изобретателем Евгением Мурзиным. Принцип действия устройства основан на используемом в кинематографе методе фотооптической звукозаписи, позволяющем получать видимое изображение

звуковых волн — сонограмму (спектрограмму звука), а также наоборот — синтезировать звук из искусственно записанного изображения звуковых волн. Работа устройства напоминает также работу современного графического сканера.

В конце 1950-х и начале 1960-х годов на АНСе экспериментировали молодые композиторы-новаторы Альфред Шнитке, Эдисон Денисов, София Губайдулина, Андрей Волконский, Станислав Крейчи, Пётр Мещанинов, позже Александр Немтин и другие.

Музыкальная рабочая станция — аппаратно-программный комплекс, объединяющий в одном устройстве синтезатор, секвенсор, драм-машину

Вокодер — устройство синтеза речи на основе произвольного сигнала с богатым спектром. Вокодер (англ. voice coder — кодировщик голоса) — устройство синтеза речи на основе произвольного сигнала с богатым спектром. Изначально вокодеры были разработаны в целях экономии частотных ресурсов радиолинии системы связи при передаче речевых сообщений. Экономия достигается за счёт того, что вместо собственно речевого сигнала передают только значения его определённых параметров, которые на приемной стороне управляют синтезатором речи. Основу синтезатора речи составляют три элемента: генератор тонального сигнала для формирования гласных звуков, генератор шума для формирования согласных и система формантных фильтров для воссоздания индивидуальных особенностей голоса. После всех преобразований голос человека становится похожим на голос робота, что вполне терпимо для средств связи и интересно для музыкальной сферы. Так было лишь в самых примитивных вокодерах первой половины прошлого столетия. Современные связные вокодеры обеспечивают высочайшее качество голоса при существенно более сильной степени сжатия в сравнении с упомянутыми выше.

Волны Мартено (электрофон) — одnogолосный инструмент, с 7-октавной клавиатурой фортепьянного типа, а также нитью с кольцом, надеваемым на указательный палец правой руки.

Драм-машина — прибор, основанный на принципе пошагового программирования для создания и редактирования повторяющихся музыкальных перкуссионных фрагментов.

Континуум — контроллер, управляющий генератором звука с поддержкой MIDI, например, синтезатором.

Терменвокс — бесконтактный инструмент, в котором частота звука изменяется благодаря изменению ёмкости колебательного контура за счет изменения расстояния до рук музыканта.

Лазерная арфа — инструмент, состоящий из нескольких лазерных лучей, которые нужно перекрывать, по аналогии с щипками струн обычной арфы.

Реактейбл — электроакустический инструмент, использующий материальный интерфейс пользователя.

Тэнори-он — устройство, состоящие из экрана с сеткой 16x16 светодиодных-переключателей, каждый из которых может быть активирован различными способами для создания музыкального развивающегося звукового рисунка.

Все музыкальные инструменты изготавливаются в соответствии с требованиями стандартов, конструкторской документации и эталонов, утвержденных в установленном порядке. Ко всем музыкальным инструментам прикладывается эксплуатационная документация "Паспорт" и "Инструкция по пользованию и хранению" или "Инструкция по эксплуатации", которые содержат сведения о правилах транспортирования, эксплуатации и хранения, списки гарантийных мастерских. Электромузыкальные инструменты сопровождаются дополнительно инструкцией, содержащей методические указания по музыкально-исполнительской технике, отражающей особенности и возможности данного инструмента.

В понятие **качества музыкальных инструментов** включается качество звучания, игровые возможности и художественно-технический уровень производственного исполнения. Проверяется качество инструмента в соответствии с требованиями нормативно-технической документации.

Проверку проводят в определенной последовательности: внешний вид, игровые возможности и качество звучания,

Проверка внешнего вида сводится к проверке целостности инструмента и его деталей и состояния покрытий. При этом у различных видов инструментов - специфические требования к качеству. Так, инструменты, изготовленные из

дерева, должны иметь правильно подобранную и симметрично расположенную текстуру дерева, ровный тон окраски, отсутствие дефектов поверхности (непроклейки, вмятины, трещины, царапины, задиры, коробления, пятна от клея, подтеки лака, помутнения и отслоения лаковой пленки, шероховатости). В инструментах, изготовленных из металла, внутренние и наружные поверхности корпусов на всем протяжении должны быть чистыми. Не должно быть наплывов припоя, нагара или других загрязняющих веществ, а также заусенцев, трещин, острых кромок. Наружные поверхности инструментов ДОЛЖНЫ иметь никелевое или хромовое покрытие или иметь полированную поверхность с сохранением натурального цвета. Кожи всех перепончатых инструментов должны быть целыми и ровными по всей поверхности, равномерно натянутыми на инструменты. Корпус гитар не должен иметь каких-либо вмятин и трещин и должен быть покрыт цветной эмалью.

Игровые возможности оценивают при проигрывании на инструменте, при этом анализируются: легкость звукоизвлечения, динамический диапазон громкости звучания, отзывчивость инструмента при тихой игре, отсутствие посторонних призвуков.

Легкость звукоизвлечения неодинакова не только в каждой группе инструментов, но и среди инструментов одной и той же группы, так как она зависит от формы, размеров, конструкции всего инструмента и его отдельных узлов. Так для щипковых и смычковых инструментов существенны размеры корпуса и грифа, удобство обхвата левой рукой. Для клавишных инструментов - это легкость управления клавишным механизмом, определяемая статическим сопротивлением норма находится в пределах 60-100 г, достаточной репетицией, т. е. возможностью повторения звуков при частом ударе по одной и той же клавише. Клавишный механизм должен работать четко, т. е. без стуков, скрипов и других призвуков, а сами клавиши не должны западать.

В язычковых инструментах меха должны легко растягиваться и сжиматься, клавишный механизм и механизм регистровых переключателей должен работать легко, плавно и бесшумно. Усилия для нажатия правой и левой клавиатур должны

быть одинаковыми и незначительными. Необходимо, чтобы клапанно-рычажные механизмы и клавиатуры работали четко, легко, бесшумно.

У духовых инструментов легкость звукоизвлечения зависит от усилий, необходимых для возбуждения воздушного столба и нажатия вентилей и клапанов. Эти усилия могут находиться в самых широких пределах в зависимости от вида инструмента.

При определении качества звучания оценивают точность и стабильность строя, громкость и длительность звучания, тембр во всем звуковысотном диапазоне звучания. Точность и стабильность строя являются наиболее важными характеристиками, так как от них зависит способность инструмента постоянно воспроизводить звуки требуемой высоты в точном соотношении друг с другом. При плохой точности и стабильности строя возникает фальшивость звука.

Правильность строя музыкальных инструментов определяют по камертону или по инструментам, имеющим темперированный строй, например, фортепиано. Для обеспечения точности и стабильности строя в струнных инструментах должны быть правильно подобраны и надежно натянуты струны, точно рассчитана их мензура, а в щипковых инструментах, кроме того, правильно произведена разбивка ладов; в язычковых инструментах тщательно обработаны и настроены голосовые язычки; в духовых инструментах соблюдена длина звукового канала, вентильный и клапанный механизмы должны действовать точно.

3. Потребительские свойства музыкальных инструментов

К *потребительским* свойствам музыкальных инструментов (МИ) относятся: социальная значимость, функциональные, эргономические, надежности и эстетические.

Социальная значимость музыкальных инструментов определяет их общественную полезность. Основное **социальное назначение музыкальных инструментов** - воздействие на эмоциональный мир человека, воспитание в нем способности воспринимать все богатство окружающего мира через музыкальные образы, повышать культурный уровень отдельного человека и всего общества в целом.

Функциональные свойства музыкальных инструментов определяют ценность инструмента как источника звука. Эти свойства характеризуются диапазоном и интервалом звучания, тембром, громкостью звучания и возможностью их изменения, возможностью создания дополнительных звуковых эффектов.

Диапазон звучания музыкальных инструментов определяет ряд звуков, от самого низкого до самого высокого, извлекаемого с помощью инструмента. Каждый музыкальный инструмент имеет строго определенный частотный диапазон звучания: чем он шире, тем более выразительно звучание инструмента, тем больше его возможности в воспроизведении высоких и низких звуков.

Тембр звучания - это характерная окраска звука, зависящая от наличия призвуков - гармоник. Тембр позволяет различать звуки одной и той же высоты, полученные на разных инструментах.

На тембр звучания оказывает влияние еще ряд факторов, к которым относятся: атака, реверберация, вибрато, унисон:

- атака характеризует нарастание звука и измеряется в миллисекундах. Время атаки колеблется от 20 до 200 мс;
- реверберация создает у слушателя иллюзию большого концертного зала с хорошей акустикой. При этом звук приобретает некоторую певучесть и длительность послезвучания;
- вибрато - электронное или механическое устройство, позволяющее производить искусственное периодическое изменение спектра сигнала по амплитуде, частоте или фазе;

- унисон - одновременное звучание двух или нескольких звуков одной и той же высоты, а также одинаковых звуков в различных октавах. Наличие унисона обогащает звучание, делая его более сочным, густым и мягким.

Возможность изменения тембра расширяет исполнительские ресурсы инструмента. Достигается изменение тембра путем изменения спектрального состава звука за счет вариаций амплитуды гармоник и их соотношения между собой.

Наибольшие возможности изменения тембра имеют электромузыкальные инструменты. В электромузыкальных инструментах имеются электронные устройства - тембро-блоки, позволяющие оперативно, т. е. во время игры, менять окраску тембра. Управление тембро-блоками осуществляется включением соответствующего тумблера ("скрипка", "фагот" и др.).

Благодаря наличию в электромузыкальных инструментах блока эффектов или приставок с эффектами (в электрогитарах) создаются необычные звучания - эффекты: вибрато, бустер, вау-вау, дисторшн, фаз, сустейн, лесли и др.:

- бустер - придает звуку трескучий характер за счет усиления звука в первоначальный момент после щипка струны или нажатия клавиш;
- вау-вау - имитация квакания лягушки;
- дисторшн (от англ. "искривление", "искажение") - по тембру звучания приближается к звучанию кларнета, саксофона, виолончели;
- фаз (от англ. "распушаться", "распыляться"), при этом сигнал как бы распыляется на большое число высокочастотных составляющих, по своему звучанию близок к дисторшн и различается лишь опытными музыкантами;
- сустейн (от англ. "поддерживать") - эффект, заключающийся в поддержании незатухающих колебаний и регулировании скорости затухания (длительности звучания);
- лесли - эффект, создающий легкое подвывание звука с определенной периодичностью.

Громкость звучания музыкального инструмента - это субъективное восприятие силы звука.

Эргономические свойства характеризуют затраты психофизиологической энергии музыканта при игре на инструменте. К **основным эргономическим свойствам музыкальных инструментов** относятся: легкость извлечения звуков, удобство игры, возможность виртуозного исполнения, удобство ношения и хранения.

Физические усилия, необходимые для извлечения звуков, различны для инструментов с различным способом звукообразования. Наибольшие усилия затрачиваются при игре на духовых инструментах.

Удобство игры на инструменте зависит от размеров инструмента и места расположения органов управления, усилий, необходимых для приведения органов управления в действие.

Возможность виртуозного исполнения неразрывно связана с удобством игры, на что в значительной мере повлияло появление электромузыкальных инструментов. В этих инструментах за счет использования электронных устройств упрощается по сравнению с акустическими инструментами техника исполнения таких приемов, как: беглые пассажи, глиссандо, выделение мелодии и ослабление аккомпанемента, автоматическое исполнение ритма и др.

Удобство ношения и хрипения инструментов определяется их массой, размерами, формой, а также наличием футляра или чехла.

Для современных электромузыкальных инструментов помимо физического существенно и моральное старение, которое обусловлено темпами развития радиотехники и электроники.

Сохраняемость - свойство музыкальных инструментов сохранять обусловленные документацией показатели при хранении и транспортировании. Инструменты должны сохранять свои игровые свойства (легкость извлечения звуков и изменения громкости звучания), стабильность строя, стабильность регулировки механизмов (клавишного и др.), а также целостность и качество отделки корпуса и отдельных деталей в условиях хранения и транспортирования, оговоренных в технической документации.

Ремонтопригодность музыкальных инструментов обусловлена возможностью предупреждения, обнаружения и устранения неисправностей. Показатели

ремонтпригодности зависят от вида инструмента; так, замена струны в щипковых инструментах является непродолжительным по времени и не дорогостоящим ремонтом. Значительно сложнее ремонт духовых и электромузыкальных инструментов.

Показателями ремонтпригодности являются стоимость и продолжительность (время) ремонта.

Безопасность пользования относится главным образом к электромузыкальным инструментам, где имеется возможность поражения электрическим током.

Эстетические свойства характеризуют информационную выразительность, рациональность формы, целостность композиции и совершенство производственного исполнения музыкального инструмента. Все резонаторные инструменты имеют традиционную форму и отделку, обеспечивающие необходимые функциональные свойства. Поэтому попытка осовременить их эстетические характеристики неизбежно привела бы к нарушению звучания инструмента и, в первую очередь, тембра, что совершенно недопустимо.

При оценке эстетических свойств акустических музыкальных инструментов ограничиваются оценкой совершенства их производственного исполнения, качества обработки и отделки поверхностей. Полную оценку эстетических свойств можно давать, в основном, только электромузыкальным инструментам.

4. Хранение музыкальных инструментов

Музыкальные инструменты должны храниться в подсобных помещениях, на складах в первичной упаковке или футлярах. Нормальными условиями для хранения музыкальных инструментов считаются: температура от 12 до 28°C и относительная влажность воздуха - 50-60%. Помещения склада должны быть чистыми, сухими, иметь отопление и приточно-вытяжную вентиляцию, а также должно быть защищены от прямых солнечных лучей и сквозняков.

Музыкальные инструменты следует располагать на расстоянии не менее 1,5-2 м от отопительных приборов, окон, дверей, стен и оберегать от сквозняков. В зимнее время нельзя сразу вносить инструменты в теплое помещение.

Предварительно до распаковки их надо выдержать 10-12 ч в прохладном помещении и только потом распаковывать и вносить в помещение с комнатной температурой.

5. Как устроен синтезатор

Еще со времен аналоговых синтезаторов сохранилась специфическая терминология, касающаяся состава этих устройств.

Аналоговые синтезаторы состоят из нескольких модулей, каждый из которых выполняет одну из трех задач: создание звука, его изменение и управление работой других блоков.

Современные синтезаторы больше напоминают специализированные компьютеры, в которых звук производится и изменяется посредством большого количества арифметических действий, происходящих в процессоре. Однако понятие «модули» характерно и для них, правда, подразумевает оно не реальные физические блоки, а группы цифр в операционной системе синтезатора.

Во-первых, модули это звуковые генераторы или осцилляторы.

В аналоговых моделях такие генераторы снабжены органами управления формой волны и высотой тона. От формы волны зависит тембр звука или его гармонический состав.

Управление генераторами может происходить и с помощью клавиатуры. Нажатие той или иной клавиши определяет получение звука той или иной высоты. В обычном монофоническом аналоговом синтезаторе имеются в наличии два подобных генератора и один специализированный генератор шума.

В некоторых случаях существует возможность управления одним генератором

другого, при котором получаются волны с более сложной формой и, как следствие, разнообразные тембры.

В устройствах, в основе которых лежит принцип воспроизведения семплов, генераторы способны вырабатывать большое количество сложных форм волны, которые представляют собой предварительно записанные образцы звучания реальных инструментов, содержащиеся в постоянной памяти синтезатора.

Во-вторых, модули – это фильтры.

Задача фильтров состоит в фильтрации или удалении части созданных генератором гармоник. В большинстве случаев задействуется low-pass фильтр или фильтр низких частот, который обрезает высокие частоты, превышающие установленную точку (частота среза фильтра). Существуют также и наоборот high-pass фильтры, то есть фильтры высоких частот.

Некоторые фильтры учитывают еще один важный параметр – резонанс. Он выделяет точку среза, поднимая уровень частот вокруг нее.

В-третьих, модули – это генераторы огибающей, которые управляют блоком усилителя.

Последний сам по себе не выделяется никакими особенными параметрами. При участии генератора огибающей определяется величина изменения звука с течением времени.

Существуют разные генераторы огибающей, но самым распространенным является тип ADSR, где Attack, Decay, Sustain и Release переводится соответственно как атака, спад, продолжительность звучания и затухание. Генераторы огибающей могут также осуществлять контроль над фильтрами и самими звуковыми генераторами.

Ну и, в-четвертых, остаётся генератор низкой частоты.

Генератор низкой частоты подобно генераторам огибающей предназначен для создания постоянно изменяющихся звуков.

От обычного генератора его отличает то, что он производит сигналы, находящиеся за пределами восприятия частот. Предназначены они для модуляции звуков. В большинстве случаев с помощью этого генератора создаются такие эффекты как тремоло или вибрато. Параметрами генератора низкой частоты являются частота вырабатываемого сигнала и форма волны.

6. Принципы звукообразования

1. Воспроизведение семплов

Синтезаторы, базирующиеся на принципе воспроизведения семплов, используют цифровые записи реальных инструментов, которые хранятся в их постоянной памяти. То есть, в задачи их генераторов входит не вырабатывание формы волны, а простое воспроизведение уже готовых семплов.

Использование этого принципа гарантирует более точное имитирование реальных инструментов. Последующее изменение звуков происходит практически так же, как и в аналоговых синтезаторах: при участии фильтров, генераторов огибающей, генератора низкой частоты и пр.

Широкое распространение этого принципа выявило существование определенных проблем, ему присущих. Для точного воспроизведения реального поведения инструмента следует сделать просто огромное количество семплов, которые практически мгновенно заполнят всю оперативную память.

2. Физическое моделирование

В синтезаторах такого типа операционная модель не воспроизводит предварительно записанные семплы, а создает модель поведения какого-то

реального существующего инструмента. Ориентируясь на действие исполнителя, процессор синтезатора определяет звук, который издал бы имитируемый инструмент в данном случае, и воспроизводит его.

Преимущества этого метода заключаются:

- В более качественном имитировании звуков реальных инструментов и их поведения
- В возможности создания новых звуков, не имеющих аналогов в природе
- В отсутствии потребности в большом количестве оперативной памяти

С другой стороны, физическое моделирование имеет и свои недостатки. Процесс создания модели требует наличия огромного количества вычислительной мощности и, следовательно, мощного процессора.

Надеемся, что сведения, почерпнутые в этой статье, окажут вам посильную помощь в процессе создания своих собственных пресетов высокого качества как в аппаратных, так и в программных синтезаторах.

Заключение

В настоящее время электронные музыкальные инструменты широко используются в современных направлениях музыки. Развитие все более новых и

совершенных музыкальных инструментов очень активно и является междисциплинарной областью исследований.