

ЦИФРОВОЕ ПИАНИНО, ЕГО УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ**DIGITAL PIANO, ITS STRUCTURE AND PRINCIPLES OF OPERATION****РОСЛЯКОВ ДАВИД ВЛАДИМИРОВИЧ,***студент,**МИРЭА - Российский технологический университет.***МИКАЕВА СВЕТЛАНА АНАТОЛЬЕВНА,***д.т.н., профессор кафедры электроники,**Институт перспективных технологий и промышленного программирования,**МИРЭА - Российский технологический университет.***ROSLYAKOV DAVID VLADIMIROVICH,***student,**MIREA - Russian technological university.***MIKAEVA SVETLANA ANATOLYEVNA,***Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Electronics,**Institute of Advanced Technologies and Industrial Programming,**MIREA - Russian technological university.*

В данной статье рассматриваются электронные музыкальные инструменты, в частности, цифровое пианино, его устройство и принципы работы. Цифровое пианино определено как музыкальный электронный инструмент, принцип работы которого основан на сэмпле. Выяснено, что цифровое пианино способно конкурировать с акустическим пианино. Отмечено, что данная тема является популярной, так как цифровое пианино имеет много преимуществ над акустическим пианино, в том числе и в цене, что даёт возможность большему числу людей развиваться творчески и удовлетворять свои потребности в развитии.

This article discusses electronic musical instruments, in particular, the digital piano, its device and principles of operation. A digital piano is defined as an electronic musical instrument whose principle of operation is based on sampling. It was found out that a digital piano is able to compete with an acoustic piano. It is noted that this topic is popular, since the digital piano has many advantages over the acoustic piano, including in price, which makes it possible for more people to develop creatively and meet their development needs.

Ключевые слова: *цифровое пианино, звук, клавиша, сэмпл, генератор, сигнал.*

Key words: *digital piano, sound, key, sample, generator, signal.*

Для начала поясним, что представляет собой цифровое пианино.

Цифровое пианино – это музыкальный электронный инструмент, принцип работы которого основан на сэмпле. Сэмплирование – это процесс записи звучания, то есть сэмпл – это оцифрованный звуковой фрагмент, и от его качества зависит схожесть по звуку с акустическим пианино.

Натуральность звучания цифрового пианино зависит от нескольких параметров.

Первое, от чего зависит звук цифрового пианино – это качество сэмпла [5]. Качество сэмпла зависит от звукозаписывающего устройства, от самого рояля, с которого снимается звук, и от условий, в которых происходит запись. Чем лучше рояль или акустическое пианино, тем качественнее звук. Звук записывается каждой клавишей и каждой ноты. Звук может записываться при нажатии клавиши с различной силой, при её отпускании, при нажатии клавиши с педалью сустейн, на различном расстоянии от инструмента, при закрытой и открытой крышке пианино. Даже сэмплируется резонанс струн. Все звуки, какие может издать акустическое пианино, должны быть в цифровом пианино [3]. Для того, чтобы играть любые, даже самые сложные музыкальные произведения.

Второе – это полифония. Это, наверное, не самый важный параметр для новичка, но для профессионала он необходим. Полифония определяет способность процессора одновременно воспроизводить максимальное количество различных звуковых волн, то есть, если полифония равна 256, то 256 различных призвуков и вибраций может воспроизвести одновременно цифровое пианино. Откуда столько звуков? А дело в том, что при нажатии даже на одну клавишу мы слышим не одну единственную ноту, а целый арсенал призвуков и вибраций, а если нажатие клавиши добить демпферной педалью и воспользоваться тембрами других инструментов, которые также могут быть встроены в цифровое пианино, то количество звуков увеличится в разы [3]. Если полифония мала, то мы можем не услышать всю насыщенность мелодии звуками, которая была бы при игре на настоящих акустических инструментах.

Третье – это, конечно же, то, что выводит звук, а именно динамики [5]. От их качества, размера, мощности и положения зависит правильность звука, которой производитель добивается, потому что при самой большой полифонии и при идеальном сэмплировании с не соответствующей акустической системой, звук будет дешёвым [3].

Четвертое – это вид корпуса и материал. Если цифровое пианино в цельном корпусе, и он сделан из дерева, то звучание будет более аутентичным. Это связано с тем, что в деревянные громоздкие корпуса можно установить мощные и большие динамики, и с тем, что сам корпус и материал дерева дают особый резонанс [3].

Далее рассмотрим составляющие пианино и некоторые из них разберём поподробнее.

Цифровое пианино состоит из корпуса, клавиш, динамиков, платы усилителя, процессорного модуля, где формируется сигнал, и сенсоров, которых обычно три под каждой клавишей и которые нужны для имитации молоточкового механизма [5].

Всего есть три вида корпуса. Первый корпус называется сценическим или профессиональным. Сценическое цифровое пианино предназначено для концертов или для студийной работы профессионалов. Такой инструмент удобен в переноске. В сценическом корпусе, как правило, не полагается размещать какую-либо аудио систему, то есть сценическое цифровое пианино не имеет встроенных динамиков. Сценическое цифровое пианино максимально адаптировано для выступлений, а именно имеет расширенные возможности для быстрого управления им в реальном времени при помощи различных контроллеров и, соответственно, не имеет лишних функций, например, ритмической секции [2]. Отметим также, что цифровое пианино необязательно должно быть полноразмерным и может иметь не 88 клавиш, а 64 клавиши.

Вторым видом корпуса является интерьерный или классический. По внешнему виду интерьерное цифровое пианино напоминает акустическое, имеет презентабельный внешний вид. Классическое цифровое пианино нередко встречается в различных дизайнерских решениях, то есть имеет радикальные расцветки, например, красный или жёлтый в отличие от других видов [2]. Также имеет встроенные мощные динамики.

И ещё один вид цифрового пианино – это компактное или портативное. Такое пианино, как и профессиональное, легко можно перемещать куда-угодно [2]. Обладает большим

функционалом, но поверхностным, так как такое пианино обычно выбирают любители, которым нужно побольше возможностей, но насколько эти возможности углублены, удобны и качественны особо неважно. К тому же компактное цифровое пианино является самым доступным в плане цены. Также это пианино можно сделать интерьерным, купив красивую деревянную стойку и тройные педали [2].

Что касается клавиатур, то их тоже бывает несколько типов. Но если ощущения при игре на цифровом пианино должны совпадать с ощущениями при игре на акустическом, то клавиатура обязательно должна быть молоточковой и взвешенной, иначе цифровое пианино будет похоже на синтезатор [2]. Также характеристикой клавиатуры является размер клавиш и их количество. Размер клавиш выбирается по удобству. Если размер клавиш электронного пианино должен соответствовать акустическому пианино, то выбирается полноразмерная клавиатура. А стандартным количеством клавиш является 88, но обычно они не используются все и лучше выбрать клавиатуру с меньшим количеством клавиш для экономии места и денег.

Когда речь заходит о сенсорах под клавишами, то выбирается исключительно только 3-х сенсорная механика. Это означает, что электронное фортепиано наделено тремя степенями чувствительности, и при игре на нём будет максимально передана задумка или идея пианиста, то есть игра будет такой же, как и на акустическом фортепиано [2]. Также существует 2-х сенсорная и одно сенсорная механика, которая является малобюджетной и подходит для знакомства с инструментом и непродолжительного пользования им с последующим обязательным переходом на 3-х сенсорную механику.

Теперь остановимся на работе цифрового пианино.

При нажатии на клавишу мягко, клавиша своими резиновыми выпуклостями, которую мы подали на клавишу, нажимает на сенсор или на сенсоры [4]. Сигнал подаётся в процессор и обрабатывается. После обработанный сигнал подаётся на динамики, и тогда появляется нежное легкое звучание. Если нажать сильнее на клавишу, то давление на большее количество сенсоров приходится и с другой силой, и тогда звучание будет более громкое. Чем больше сенсоров расположено в клавиатуре, тем более чутко будет передаваться игра.

И, наконец, поподробнее разберемся в электрической составляющей цифрового пианино.

В электронно-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. Так как звукообразование у цифрового пианино базируется на принципе воспроизведения семплов, то в задачи его генераторов входит не формирование формы волны, а обычное воспроизведение уже готовых оцифрованных фрагментов, то есть семплов. Однако последующее изменение звуков происходит почти так же, как и в аналоговых синтезаторах, то есть при участии фильтров, генераторов огибающей, генератора низкой частоты и т.д. Поэтому рассмотрим принцип работы цифрового пианино на основе аналогового синтезатора.

Звук в аналоговых синтезаторах создаётся и изменяется с помощью большого количества арифметических действий, происходящих в процессоре. Аналоговые синтезаторы состоят из нескольких модулей, каждый из которых выполняет одну из трех задач: создание звука, его изменение и управление работой других блоков.

Первый тип модуля – звуковой генератор или осциллятор. 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. Простейший звуковой генератор состоит из источника питания, конденсатора, резистора, двух транзисторов и динамика. В начальный момент времени, после подачи питания, кон-

денсатор С1 начинает заряжаться от источника через резистор и динамик, так как сопротивление динамика мало по сравнению с резистором, напряжение на базе транзистора Т1 близко к нулю, что не дает транзистору открыться. При достижении напряжения в 0,7 вольта на конденсаторе, открывается транзистор Т1 и следом транзистор Т2. При открытом транзисторе Т2 напряжение на динамике близко к напряжению питания, которое в свою очередь разряжает конденсатор С1, закрывая транзисторы Т1 и Т2, затем процесс работы устройства повторяется. Частота работы генератора определяется по простой формуле: $F = 1 / (3 * R * C)$

Второй тип модуля – это фильтр. Задача фильтров состоит в фильтрации или удалении части созданных генератором гармоник [6]. В большинстве случаев задействуется low-pass фильтр или фильтр низких частот, который обрезает высокие частоты, превышающие установленную точку. Некоторые фильтры учитывают еще один важный параметр – резонанс. Он выделяет точку среза, поднимая уровень частот вокруг нее. Простейший фильтр может состоять из конденсатора либо катушки и из выходного сопротивления генератора и сопротивления нагрузки.

Третий тип модуля – это генераторы огибающей, которые управляют блоком усилителя [6]. 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 [1, с. 45]. В фазе атака уровень огибающей поднимается до максимального своего уровня, далее в фазе затухания уровень падает с максимального до устойчивого, затем в фазе сустейн уровень огибающей удерживается до тех пор, пока мы не отпустим клавишу или не отпустим затвор. Когда затвор отпускают, уровень огибающей переходит в фазу релиза, уменьшаясь до нуля, и цикл завершается. Генераторы огибающей могут также осуществлять контроль над фильтрами и самими звуковыми генераторами.

Четвертый тип модуля – это генератор низкой частоты. Генератор низкой частоты подобно генераторам огибающей предназначен для создания постоянно изменяющихся звуков [6]. 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 [1, с. 43]. В генераторе низкой частоты присутствуют переменные резисторы, которые позволяют корректировать форму и частоту сигнала.

Таким образом, было рассмотрено цифровое пианино как современный электронный музыкальный инструмент. На сегодняшний день такие электронные устройства пользуются все большей популярностью, постепенно сменяя механические. Таким образом, прогресс не обошел стороной и мир музыки. В результате появилось цифровое пианино, которое способно конкурировать с акустическим пианино.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дьяконов В.П. Генерация и генераторы сигналов. М.: ДМК Пресс, 2009. 384с.
2. Как выбрать цифровое пианино. URL: https://glavmuz.ru/articles/kak_vybrat_tsifrovoe_pianino (дата обращения 10.04.2022).
3. Как правильно выбрать цифровое пианино? URL: <https://blog.sollami.ru/blog-cifrovyefortepiano/kak-vybrat-cifrovoe-fortepiano#molotochkovye> (дата обращения 10.04.2022).
4. Механика клавиатуры цифрового пианино. URL: <http://88klavish.ru/osnovnye-parametry> (дата обращения 2.04.2022).
5. Что такое цифровое пианино и как оно устроено. URL: <https://blog.sollami.ru/blog-cifrovyefortepiano/chto-takoe-cifrovoe-pianino-i-kak-ono-rabotaet> (дата обращения 9.04.2022).

6. Электронные музыкальные инструменты. URL: <https://scienceforum.ru/2015/article/2015010580> (дата обращения 13.04.2022).

© Росляков Д.В., Микаева С.А., 2022.