

Ш.А.ГАФУРОВА

Компьютерные музыкальные технологии

ТАШКЕНТ – 2007 г.

Министерство по делам культуры и спорта Республики Узбекистан
Государственная консерватория Узбекистана

Кафедра музыкальной
звукорежиссуры и информатики

Ш.А.Гафурова

Компьютерные музыкальные технологии

(учебно-методическое пособие для студентов учебных
заведений культуры и искусства)

ТАШКЕНТ – 2007 г.

32.871
Г98

Гафурова Ш.А. Компьютерные музыкальные технологии: Учебно-методическое пособие для студентов учебных заведений культуры и искусства. / Ш.А. Гафурова; М-во по делам культуры и спорта РУз.; Гос. Консерватория Узбекистана; Каф. муз. звукорежиссуры и информатики. –Т.: Мусика, 2007.

Эта работа является учебно-методическим пособием для студентов учебных заведений культуры и искусства при изучении предмета «Компьютерные музыкальные технологии».

В данной работе рассматриваются базовые понятия и правила необходимые для освоения компьютерных музыкальных технологий. Приведены данные о современных компьютерных музыкальных программах, начальные сведения об оцифровке звука, понятие МИДИ, краткий обзор звуковых карт и программы для записи и обработки звука. Предоставленные материалы способствуют приобретению основных навыков работы с компьютерными музыкальными программами.

Работа снабжена примерами и иллюстрациями.

Ответственный редактор: доцент *Насыров М.З.*

Технический редактор: *Шомахмудова Д.М.*

Рецензенты:

Засл. деятель искусств Узбекистана,
гл. звукорежиссер (высшей категории)
доцент *Умарходжаев Р.С.*
к.т.н., доцент *Рузикулов А.Р.*

Рекомендовано к изданию Научно-методическим советом Государственной консерватории Узбекистана.

БКК 32.5я73

№ 414-2007

Нац. б-ка Узбекистана им. А.Навои

© Издательство «Мусика» Государственной консерватории Узбекистана. 2007

ВВЕДЕНИЕ

Данная работа посвящена очень актуальной на сегодняшний день теме, а именно описанию компьютерных музыкальных технологий. Поскольку эта тема включает в себя большое количество различных аспектов, автор по возможности раскрывает как можно более разнообразные темы, с разной степенью детализации. Поскольку тема работы очень широка, автор выбирает для более подробного описания наиболее значимые темы такие, как начальные сведения об оцифровке и синтезе звука с раскрытием многих профессиональных нюансов. Далее знакомит читателя с MIDI. В любом компьютере необходимо наличие звуковой карты и автор приводит краткий обзор звуковых карт и подробную классификацию музыкальных программ. Далее следует описание профессиональной программы Cubase и описываются самые распространенные программы-секвенсоры. Автор знакомит читателя с программами для записи и обработки звука с помощью программы Sound Forge. Далее подробно описываются программа многоканального сведения Nuendo.

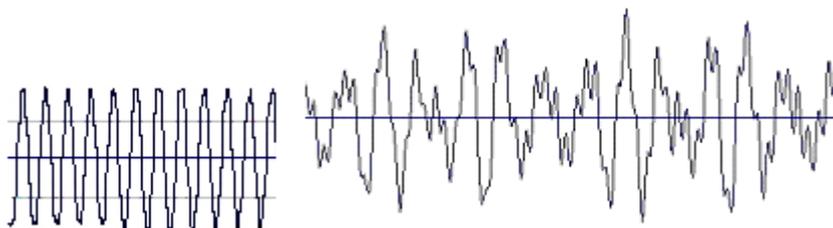
Работа снабжена большим количеством примеров и иллюстраций, помогающим читателю ближе знакомиться с предлагаемыми программами.

Цифровой звук

В современных компьютерных технологиях на сегодняшний день существуют две основные разновидности представления звуков: цифровое аудио и MIDI. Они построены по совершенно разному принципу. Цифровое аудио представляет собой оцифрованную звуковую волну, тогда как MIDI описывает высоту, тембр, длительность прочие характеристики звука. Далее оба этих направления будут рассмотрены подробнее.

Цифровое аудио

Звук представляет собой колебания, передающиеся по воздуху в виде волны. Эту волну можно представить в виде графика. У любой волны есть частота колебаний, амплитуда колебаний и продолжительность.



Частота колебаний связана с высотой звука. Чем выше звук, тем чаще колебания. Частота колебаний в секунду измеряется в герцах (Гц). Человеческое ухо способно слышать в пределах 20- 18000 гц.

Амплитуда колебаний связана с громкостью звука, которая измеряется в децибелах (дБ). В компьютерных технологиях за ноль децибел принимается максимум громкости, воспроизводимый без искажений, а более тихие звуки имеют значение амплитуды со знаком минус.

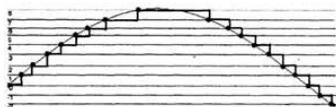
Продолжительности колебаний естественно связана с длительностью звука.

Любую точку амплитуды на этом графике можно выразить некоторым числом. Если точно измерить все точки, соответствующие каждому моменту звучания, то можно получить последовательность числовых значений, описывающих этот звук. Но

поскольку волновой график непрерывный, то для его оцифровки придется измерять бесконечное количество точек, что сделать практически невозможно. Поэтому измерять амплитуду нужно через некоторые промежутки времени, конечное (дискретное) число раз в секунду, используя конечное количество амплитудных градаций (амплитудных разрешений).

При работе со звуком очень важным является понятие частоты дискретизации сигнала (sample rate), определяющее сколько раз в секунду измеряется амплитуда сигнала. Чем значение частоты дискретизации больше, тем точнее выходной звук соответствует входному. Через какие промежутки времени и с каким амплитудным разрешением следует проводить измерения, чтобы выходной звук практически не отличался от звука на входе было установлено исходя из того факта, что для отображения сигнала частоты f необходима дискретизация с частотой не менее $2f$. Поскольку человек может воспринимать звуковые колебания с частотой до 18 кГц., то частота дискретизации любого звукового сигнала должна быть не менее 36 кГц. Наибольшее распространение получили частоты дискретизации от 11 025 до 48 000 Гц. На обычных звуковых компакт-дисках она составляет 44,1 кГц, а на DVD дисках - 96 кГц.

На амплитудном графике ось X связана с частотой дискретизации, ось же Y соответствует амплитудной шкале, чем больше на ней градаций, тем точнее воспроизведение сигнала. Эта величина называется амплитудным разрешением.



Дискретизация с малым амплитудным разрешением искажает сигнал.

На обычных звуковых компакт-дисках используется 65 536 амплитудных градаций. Поскольку в компьютерных технологиях любые числа переводятся в двоичную систему счисления и описываются с помощью различного количества бит, то для представления чисел в диапазоне от 0 до 65 535 необходимо 16 бит информации. Поэтому среди специалистов принято говорить о 16-битном разрешении (bit rate) или о 16-битном звуке. Когда-то использовались 8-битное разрешение (256 градаций) и 12-битное (4096 градаций). В настоящее время чаще всего звук обрабатывается при 24-битном (16 777 216 градаций) или 32-битном (4 294 967 296 градаций) разрешениях.

Для преобразования входного звукового сигнала в цифровой вид, в компьютере существуют специальные устройства — аналого-цифровые преобразователи (АЦП). После оцифровки звук можно редактировать, обрабатывать, сохранять на диске и т.д. Но его нельзя просто так услышать, потому что он представляет собой уже не звуковую волну а набор цифр, поэтому, для его прослушивания нужно произвести обратное преобразование из цифрового в аналоговый вид, для чего используются цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП). От качества этих устройств во многом зависит и качество полученного звука. Чаще всего оцифрованный звук хранится в файлах расширением .wav (от слова wave, что в переводе с английского значит – волна).

Существуют различные варианты работы с цифровым аудио, который можно условно разделить на два направления, а именно: запись и обработка готовых звуков и синтез новых звуков с нуля. Далее будут рассмотрены специальные компьютерные программы, предназначенные для этих целей.

Рассмотрим теперь следующие понятия, необходимые для работы с цифровым звуком. Существует так называемая техника сэмплирования (от английского слова *sample* – образец), при помощи которой можно имитировать звуки различных музыкальных инструментов и получать множество других разнообразных звуков. Для этого необходимо записать по 4–6 настоящих звуков этого инструмента на каждую октаву, а затем использовать различные фильтры и другие средства, чтобы получить полный звукоряд.

Теперь коротко рассмотрим такое неотъемлемое понятие компьютерной музыки как инструмент. В отличие от стандартных представлений, когда инструментом называется физический музыкальный инструмент, как, например фортепиано, скрипка, саксофон и т.д., применительно к компьютерным технологиям инструментом называется набор синтезированных или засэмплированных звуков, которым можно управлять с клавиатуры компьютера или синтезатора. В компьютерной звуковой карте могут содержаться сотни таких инструментов, а при желании всегда можно добавить в компьютер еще и новые.

Электронный инструмент, в котором имеются функции сэмплирования, называется сэмплером (*sampler* или *sampling synthesizer*). Нажимая на разные клавиши такого инструмента можно услышать звуки, принадлежащие настоящему акустическому инструменту. Записанный в память сэмплера или компьютера «образец» звука называется сэмплом (*wavesample*). Сэмплеры часто бывают встроены в звуковые карты и совмещены с так называемым волнотабличным синтезатором (*wavetable, WT*), который также основан на технике сэмплирования, и в котором вместо звуковых генераторов используются готовые сэмплы. Поэтому под понятием сэмплер имеется в виду не только отдельный электронный инструмент, но и встроенные сэмплерные модули звуковых карт.

Сэмплер может воспроизводить записанный в его память звук с разной громкостью, высотой и продолжительностью. Для увеличения продолжительности звучания засэмплированного звука существует специальный прием, называемый звуковой петлей, то есть записанный короткий звук многократно повторяется.

К полученному после записи, синтеза или сэмплирования оцифрованному звуку можно добавить различные звуковые эффекты, чтобы придать звуку естественность, создать ощущение виртуального помещения, исправить недостатки исполнения и т. д.

Остановимся на самых распространенных эффектах, для применения которых могут использоваться как специальные студийные приборы, так и компьютерные программы для обработки звуков.

Звуковой эффект, называемый задержкой (*delay*), является одним из самых простых. Здесь входной сигнал в неизменном виде поступает на выход, но с небольшой временной задержкой и обычно с чуть более низким уровнем. Смешиваясь с прямым сигналом, он дает различные интересные эффекты.

Эффектом реверберации называется имитация естественной акустики какого-либо помещения.

Эффект хорус, также основанный на цифровой задержке, обычно используется при обработке звучания мелодических линий и создает эффект хора.

К долгим протяжным звукам со сложным, богатым спектром можно применить эффекты флэнджера и фазера, также построенные на цифровой задержке.

Также существуют эффекты динамической компрессии, сужающей динамический диапазон выходного сигнала, гэппер, вставляющий в звуковую волну паузы и в сочетании с речью создающий голос робота, эффект искажения, применяющийся на звуках гитарного типа, эффект расширения стереобазы и т. д.

Теперь перейдем к рассмотрению

MIDI

Слово MIDI расшифровывается как Musical Instruments Digital Interface, что переводится с английского как цифровой интерфейс музыкальных инструментов. Как уже говорилось выше, MIDI основывается совсем на другом принципе, чем цифровое аудио. Прежде всего необходимо усвоить, что здесь уже не будет идти и речи о звуковой волне и ее оцифровке.

Звук как таковой по MIDI не передается, а передается только информация о действиях или событиях, которые осуществляются на электронной MIDI-клавиатуре или в специальной компьютерной программе. А именно: нажатие или отжатие какой-либо клавиши, педали, кнопки. То есть когда нажимается клавиша соль первой октавы звуком фортепиано, то по MIDI передается сообщение, что «нажата клавиша соль первой октавы звуком фортепиано».

Поскольку в понятие MIDI входит слово интерфейс, нужно коротко отметить, что этим словом называют способ обмена информацией между пользователем, компьютерной программой и различными устройствами, если таковые имеются, то есть это может быть и физическое устройство, и программный элемент, и целый комплекс, содержащий и то, и другое.

До появления стандарта MIDI музыканту, для одновременного управления несколькими электронными инструментами в студии, нужно было бы быстро перемещаться между ними, и невозможно было бы, например, взять аккорд одновременно больше чем на двух из них. Благодаря MIDI появилась возможность управления всеми инструментами с одной клавиатуры, в связи с тем, что каждый инструмент способен воспринимать команды с клавиатуры другого инструмента так же, как и команды со своей собственной. Музыкант может назначить различным участкам клавиатуры управление разными устройствами, и таким образом получить возможность одновременной игры на всех имеющихся в студии электронных инструментах. Можно даже оставить всего одну клавиатуру, а все лишние убрать.

Устройство, запоминающее последовательность действий, производимых на электронном музыкальном инструменте при исполнении какой-либо музыкальной пьесы, а также временные промежутки между этими действиями называется секвенсором. Запись этой последовательности действий можно воспроизвести на том же устройстве. Эта информация занимает совсем немного памяти и места на диске, особенно по сравнению с аудиозаписью. Все недочеты исполнения на таком устройстве легко поддаются исправлению. Фальшивая нота легко заменяется нужной, а неровность может быть исправлена за счет изменения значения временных промежутков между действиями, также имеется возможность добавить необходимую динамику, артикуляцию и другие нюансы исполнения, что невозможно в обычной звукозаписи.

Записанную последовательность MIDI-сообщений и временных промежутков между ними называют MIDI-секвенцией. Соединение различных MIDI устройств между собой называется коммутацией.

Устройства с MIDI-интерфейсом имеют три разъема, которые обозначаются как MIDI IN, MIDI OUT и MIDI THRU.

MIDI IN — это входной разъем, через который поступает MIDI-информация с других устройств.

Разъем MIDI OUT — выходной разъем, через который устройство передает информацию о производимых на нем действиях.

Разъем MIDI THRU — это тоже выходной разъем, через который устройство в неизменном виде пересылает информацию, полученную через MIDI IN.

Информация обо всех производимых устройстве на действиях, (нажатия клавиш и т. п.) всегда выходит только через разъем MIDI OUT и не выходит через разъем MIDI THRU. Полученная по MIDI через разъем MIDI IN информация, в неизменном виде отправляется дальше через разъем MIDI THRU, но обычно не выходит через MIDI OUT.

Для соединения MIDI-устройств с компьютерными звуковыми картами к разъему MIDI IN звуковой карты нужно присоединить выход MIDI OUT MIDI-клавиатуры. Только надо иметь в виду, что для этого необходим специальный переходной кабель. В случае использования нескольких внешних модулей, разъем MIDI OUT компьютера присоединяется к MIDI IN первого из них, а далее соединение идет следующим образом: разъем MIDI THRU каждого из используемых модулей, кроме последнего, соединяется с разъемом MIDI IN следующего. Часто звуковые карты имеют несколько параллельных MIDI-выходов, но в основном только один из них является внешним.

По MIDI могут передаваться сообщения разных типов, самым распространенным является *нажатие клавиши* Key On, в котором содержится информация о номере нажатой клавиши и силе удара по ней. Большинство параметров MIDI могут принимать значения от 0 до 127. Сила удара по клавише измеряется как скорость ее движения вниз при нажатии, в связи с этим этот параметр называется по-английски velocity. Он имеет также 128 градаций. Значение 127 соответствует наибольшей силе нажатия, а значение 1 соответствует наименьшей. *Опускание клавиши* Key Off является отдельным типом MIDI-сообщения и не связано с нажатием.

Когда устройство получает по MIDI сообщение о нажатии клавиши, начинается воспроизведение соответствующего звука до тех пор, пока не устройство не получит сообщение об отпускании той же самой клавиши. Кроме того, существуют следующие типы MIDI-сообщений такие как *смена программы*, *смена значения контроллера*, *изменение высоты*, *изменение давления*, *исключительные системные сообщения* и т.д.

В сообщении Program Change - *смена программы* определяется, какой инструмент будет использоваться для воспроизведения. Обычно все имеющиеся в устройстве инструменты объединяются в несколько групп по 128 в каждой. Эти группы называются банками. MIDI-сообщение *смена программы* переключает инструменты в текущем банке, а смена банка осуществляется с помощью другого MIDI-сообщения — *выбор банка*. Количество банков, доступных для переключения по MIDI, может

достигать 16 384, а максимальное количество инструментов оказывается равным 2 097 152. Обычно реальные устройства на сегодняшний день содержат от 1 до 20 банков.

Для контроля за параметрами исполнения, такими как громкость, выразительность, вибрато, пространственная локализация и пр., существует MIDI-сообщение *смена значения контроллера* Control Change. Данное MIDI-сообщение содержит два параметра: номер контроллера Controller Number, указывающий, какой параметр исполнения подлежит изменению, и значение контроллера Controller Value, указывающий, каким образом этот параметр изменяется. Номера контроллеров также изменяются в от 0 до 127.

Поскольку к одной MIDI-клавиатуре можно последовательно подключить несколько устройств через соединение MIDI THRU — MIDI IN, возникает необходимость разделить поток MIDI-сообщений, чтобы каждое устройство могло принимать только свои сообщения. Для этого в MIDI-стандарте предусмотрена организация некоторого количества так называемых виртуальных MIDI-каналов, где каждое сообщение может идти только по одному из них. В случае, когда управляющее устройство посылает MIDI-информацию, предназначенную для воспроизведения тремя разными тембрами, она может быть передана по трем разным каналам. При этом одно из устройств будет принимать только сообщения, пришедшие по первому каналу, а другие игнорировать, другое устройство будет принимать сообщения по второму каналу и т. д. Таким образом, один MIDI-источник сможет управлять исполнением многотембровой фактуры.

Естественно никаких физических каналов на самом деле не существует, и вся MIDI-информация передается последовательно по одному и тому же кабелю, а разделение на каналы происходит виртуально. В большинстве MIDI-сообщений кроме прочих параметров обязательно содержится также информация о номере MIDI-канала, через который осуществляется его передача.

Универсальным форматом записи MIDI-секвенций являются стандартные MIDI-файлы, обычно имеющие расширения .mid или .midi. Для работы с MIDI-секвенциями существуют специальные компьютерные программы-секвенсоры. Как в большинстве аппаратных секвенсоров, имеющих собственный формат записи MIDI-данных, во всех них предусмотрена возможность чтения и записи стандартных MIDI-файлов.

Возможность работы со стандартными MIDI-файлами предусмотрена также и в некоторых системах многоканального сведения аудио, и в программах для работы с нотной графикой.

Для того чтобы MIDI-секвенции на всех устройствах звучали одинаково, возникла необходимость введения некоего стандарта для всех производителей. Один из основных стандартных наборов, состоящий из 128 инструментов, называется General MIDI (GM).

Все номера тембров General MIDI разделены на группы по 8 штук. С номера 1 по 8 расположены клавишно-ударные инструменты, далее следуют ударные с определенной высотой звука, затем клавишно-духовые, далее номера с 25 по 32 для гитар, затем различные басы, затем следуют симфонические тембры и т.д.

Помимо General MIDI существуют еще два достаточно распространенных стандарта. Один из них, разработанный компанией Roland, называется General Sound

(GS). Другой, разработанный компанией Yamaha, называется Extended General MIDI (XG), который является расширением General MIDI и содержит гораздо большее количество инструментов. При этом предусмотрено, что любая GM-секвенция может быть воспроизведена на GS и XG-устройстве, но не наоборот. Стандарт XG предусматривает и большие возможности редактирования по MIDI параметров исполнения, таких как время атаки и затухания, частота фильтра и т.д. Также в XG-устройствах можно применять эффекты к внешнему звуковому каналу, подключать к устройству микрофон или электрогитару и применять к входящему звуковому сигналу все доступные на MIDI-дорожках эффекты, которые контролируются по MIDI обычным образом.

Для полноценной работы со звуком на компьютере необходимо наличие звуковой карты.

Звуковая карта

Звуковая карта представляет собой плату с микросхемами, которая чаще всего размещается внутри системного блока компьютера. Для установки ее в компьютер на боковой стороне карты расположен большой разъем для подключения к шине. На большинстве карт имеется несколько внутренних и внешних разъемов. Внешние разъемы обычно бывают следующие: линейный вход, линейный выход, микрофонный вход и выход для наушников, 15-контактный разъем для подключения MIDI-устройств или джойстика. Внутренние разъемы бывают для подключения модулей памяти, для подключения CD-дисковода, иногда встречаются специальные разъемы для подключения дочерних звуковых карт.

От выбора звуковой карты зависят качество звука, скорость и удобство работы. Цены на них колеблются от 10 долларов за самые простые модели до нескольких тысяч долларов за профессиональные системы.

Важнейшим компонентом звуковой карты, от качества которого очень сильно зависит ее работа, является цифро-аналоговый ЦАП и аналого-цифровой АЦП преобразователи.

Также на всех звуковых картах есть встроенный звуковой модуль, который управляется с помощью MIDI. В основном это WT-синтезатор или реже FM-синтезатор. FM-синтезатор — синтезатор, использующий для генерации звуков частотную модуляцию и имеет более электронное звучание. WT-синтезатор — модуль, использующий таблицы волновых форм имеет более естественное, приближенное к акустическому, звучание. WT-синтезатор обладает возможностью сэмплирования или загрузки сэмплов с внешнего носителя.

Чтобы сэмплированный инструмент звучал как можно более качественно, он должен содержать большее количество звуков, записанных в память. В связи с этим качество звучания WT-синтезатора, как правило, зависит от объема памяти звуковой карты. В настоящее время многие звуковые карты используют для загрузки дополнительных инструментов оперативную память компьютера.

Кроме того в звуковые карты встраивают блок эффектов, который позволяет применять к общему звучанию реверберацию, хорус, эффект пространства и другие эффекты. Но не все карты позволяют накладывать отдельный эффект на разные MIDI-каналы.

С большой долей приближения звуковые карты можно разделить на три категории. К первой категории относятся самые простые карты, которые служат для озвучивания простейших игр и других элементарных целей. В этих картах бывает самый простой WT или FM-синтезатор с небольшим объемом памяти для звуков и простейший ЦАП/АЦП. Стоят такие карты не выше 35 долларов.

Во второй категории относятся карты, которые можно назвать полупрофессиональными. С помощью этих карт можно прослушивать звуковые и MIDI-файлы, озвучивать видео, сложные компьютерные игры с трехмерными звуковыми эффектами и т. д. При необходимости на них можно работать и с материалом профессионального уровня, но некоторая нехватка ресурсов периодически все-таки будет ощущаться. В этих картах бывает вполне качественный ЦАП/АЦП, синтезатор, сэмплер, специальные устройства для трехмерного звука и т. д. Их цена может достигать до 500 долларов.

К третьей категории отнести профессиональные системы. На них работа со звуком обычно осуществляется в реальном времени. С их помощью можно производить непрерывную многоканальную запись и воспроизведение. Они бывают оснащены специальными сигнальными процессорами, а также многочисленными звуковыми разъемами.

Такая карта с помощью шинного соединения может подключаться к дополнительному внешнему модулю. В профессиональных картах обычно отсутствует встроенный синтезатор или сэмплер, но имеется возможность отправлять MIDI-информацию на несколько независимых MIDI-выходов, и увеличить количество одновременно звучащих инструментов. Бывает, что для работы с картами такого уровня необходимо очень дорогостоящее специальное программное обеспечение, цена которого может намного превышать стоимость всех вместе взятых остальных компонентов компьютера. Поэтому в основном они используются в профессиональных студиях звукозаписи.

Теперь рассмотрим, какое еще оборудование может понадобиться для работы со звуком с помощью компьютера.

Оборудование

Прежде всего это MIDI-клавиатура, с помощью которой осуществляется запись на дорожки MIDI-редакторов, намного упрощается работа по набору нот и т. д. Бывает очень удобно воспользоваться MIDI-клавиатурой даже при работе с аудиоматериалом для управления сэмплами или для синхронизации.

В случае если у пользователя нет такой клавиатуры, в любом компьютерной программе MIDI-редакторе предусмотрена возможность добавления MIDI-событий или рисования нот. Во многих таких программах есть и специальная функция вызова виртуальной клавиатуры на экран монитора компьютера, по которой можно щелкать мышкой или набирать ноты с помощью обычной алфавитно-цифровой клавиатуры компьютера.

Вместо MIDI-клавиатуры в принципе можно использовать любой внешний звуковой синтезатор или сэмплер, имеющий свою клавиатуру и MIDI-выход MIDI OUT. Но в этих устройствах клавиатура малофункциональна потому что в них большее внимание уделяется звуку и его параметрам.

Гораздо более удобно пользоваться MIDI-клавиатурой, представляющей собой отдельное устройство без звукового модуля, которая ничего не играет сама по себе, а предназначена только для передачи MIDI-сообщений на компьютер или на звуковые модули. Многие MIDI-клавиатуры снабжены различными ползунковыми регуляторами, каждый из которых может быть запрограммирован на передачу значений какого-либо типа MIDI-сообщения, как, например, колесо высоты, изменение давления, переключение программ и т.д. По ощущениям во время игры MIDI-клавиатуры бывают легкие, утяжеленные и механические.

Еще из оборудования могут понадобиться микрофоны, для того, чтобы записать голос или какие-либо акустические инструменты. При выборе микрофона следует обратить внимание на его амплитудно-частотную характеристику, т.к. многие микрофоны по-разному ведут себя на разных участках частотного диапазона. Также надо иметь ввиду, что использовать микрофоны с фантомным питанием можно только при наличии микшерского пульта. Обычно цена микрофона прямо пропорциональна его качеству. Хороший микрофон может стоить несколько тысяч долларов, но для большинства студийных задач вполне подойдут микрофоны среднего ценового диапазона, приблизительно от 100 до 500 долларов. Качество записи зависит не только от качества микрофонов, но и от правильности их использования. Здесь играет роль количество микрофонов, их расположение, акустика помещения, количество и расположение музыкантов, и другие факторы.

Конечная цель работы компьютерной студии – это возможность записать результат работы на CD, DVD или различные другие звуковые носители и прослушивать записи за пределами студии. Для этого тоже необходимо соответствующее оборудование.

Еще могут понадобиться внешние звуковые модули, которые наряду со звуковыми картами часто применяются при работе с MIDI. При использовании таких модулей даже нет необходимости использования звуковой карты, так как существуют MIDI-интерфейсы, позволяющие направлять MIDI-информацию через последовательный или параллельный порты компьютера. К внешнему MIDI-интерфейсу компьютера последовательно или параллельно подключаются несколько внешних звуковых модулей, таких как, например, сэмплеры и синтезаторы. В этом случае какой-либо из клавиатурных модулей можно использовать для управления MIDI-информацией вместо MIDI-клавиатуры, а компьютер может выполнять роль удобного секвенсора. Обычно используется только одна секвенсорная программа. А если эта программа умеет еще и записывать аудиодорожки, то компьютер может использоваться и как студийный многоканальник, при наличии звуковой карты.

Для работы с несколькими внешними звуковыми модулями желательно наличие микшерского пульта, суммирующего их звуковые сигналы, в этом случае отпадает необходимость в звуковой карте. При наличии профессиональной звуковой карты с несколькими аудиовходами, мощной компьютерной системы с большим монитором, оснащенной программой звукового сведения, роль пульта также может выполнять компьютер.

Внешние звуковые модули часто дополняются модулями обработки звукового сигнала, такими как линии цифровой задержки, ревербераторы, компрессоры-лимитеры, экспандеры и эксайтеры, эквалайзеры и т.д. Для хорошего сведения нужно иметь возможность послать звуковой сигнал с каждой линейки микшерского пульта отдельно на каждый из модулей обработки. При этом звуковая коммутация сильно

усложняется. Поэтому большинство микшерских пультов имеет специальные входы и выходы посыл—возврат (send — return).

Необходимо иметь ввиду, что чем больше количество внешних компонентов системы и коммутационных кабелей, тем больше вероятность появления лишних фоновых шумов. В связи с этим желательно большинство таких модулей заменить компьютерными аналогами.

Теперь рассмотрим различные типы звуковых и музыкальных программ.

Простые звуковые и музыкальные программы

Самой простой программой, которая входит в стандартный пакет программ Windows и поэтому есть практически в каждом современном компьютере, является проигрыватель Windows Media Player. С его помощью можно прослушивать WAVE и MIDI файлы, файлы с расширением .wma, являющимся стандартным звуковым форматом Windows, и другие звуковые файлы, прослушивать аудио компакт-диски, просматривать видео файлы с расширением .avi и т.д.

С помощью другой стандартной программы Windows под названием Звукозапись можно производить самую простенькую аудио запись.

Прежде, чем перейти к рассмотрению более сложных программ несколько слов о размерах звуковых файлов.

MIDI-файлы, в отличие от звуковых, имеют очень маленький размер, порядка 200-300 Кб. Звуковые же файлы занимают очень большой объем на диске. Одна минута звучания записи хорошего качества (44,1 кГц, 16 бит, стерео) займет около 10 Мб дискового пространства. Для того чтобы сэкономить место на диске можно немного изменить параметры звукозаписи. Для домашнего прослушивания стерео можно заменить на моно, а частоту дискретизации уменьшить до 22 050 Гц, тогда файл уменьшится более чем втрое. Если попытаться сжать WAVE-файлы с помощью обычных программ архиваторов zip, rar, arj, то обнаружится, что они подобным способом практически не сжимаются.

В связи с этим для звуковых файлов были разработаны специальные средства сжатия, наиболее эффективными из которых являются алгоритмы MPEG Layer-3 и 4, позволяющие сжимать звукозапись от 10 до 100 и более раз, в зависимости от качества выходного файла. Сжатые таким образом файлы имеют расширение .mp3 и .mp4, причем при сжатии в 5-10 раз ухудшение качества записи заметить практически невозможно, особенно при прослушивании с использованием бытовых динамиков. В большинстве программ, предназначенных для профессиональной работы со звуком, предусмотрена возможность конвертирования .wav файлов в .mp3.

Также для этой цели можно воспользоваться специальной программой конвертером таким как, например Acoustica Pro. Одним из основных показателей качества звука .mp3 можно назвать скорость подачи информации во время воспроизведения, т.е. количество килобит в секунду (kbps - kilobits per second). Чем выше этот показатель, тем выше качество звука. Для домашнего прослушивания, для mp3-плееров, для некоторых моделей сотовых телефонов вполне приемлемым считается качество 128 кбит/сек. Следует отметить, что на самом деле существует множество различных форматов звуковых файлов: .snd, .au, .aif, .ogg, .aiff, .w64, .rm,

.vqf и т.д. Некоторые из них можно прослушать с помощью стандартных программ, а для воспроизведения других могут понадобиться специальные программы. Можно также воспользоваться конвертером.

С помощью компьютера можно создать музыкальный компакт-диск, который можно прослушать на любимом бытовом проигрывателе. Источником для записи могут служить как файлы с жесткого диска компьютера, так и любой аудио компакт-диск. Для записи компакт-дисков в компьютере должен быть установлен дисковод либо записывающий CD-R Recorder, либо перезаписывающий CD-RW Rewriter. Первый из них умеет делать только однократную запись на каждом компакт-диске, а второй — многократную. Сами диски также могут быть либо записываемыми, либо перезаписываемыми. Для многократной записи на один и тот же диск, необходимо иметь перезаписывающий дисковод и перезаписываемый диск.

Нужно иметь в виду, что не все модели записывающих дисководов CD-R могут работать с диском CD-RW, а большинство старых моделей CD-ROM не умеют читать записи с диска CD-RW. Для записи звукового компакт-диска лучше не использовать диск CD-RW, поскольку подавляющее большинство проигрывателей не смогут прочесть такую запись. Целесообразнее использовать для записи звуковых дисков только записываемые болванки CD-R. Компакт-диск может быть записан сразу весь целиком или за несколько сессий. Чтобы данные с диска могли быть прочитаны, текущую сессию необходимо закрыть. Когда последняя сессия записана, можно закрыть также весь диск, и запись на него уже будет невозможна. Чтобы содержимое старой сессии оставалось доступным после записи новой, его необходимо предварительно импортировать. Обычно это предлагается сделать автоматически.

В версиях Windows XP и выше, предусмотрена запись на компакт-диски. Но лучше воспользоваться программами, специально предназначенными для этой цели, такими как Adaptec Easy CD Creator, Nero Burning ROM или WinOnCD, т.к. они имеют широкие возможности настройки параметров записи. Наиболее важной является скорость записи. Чем она ниже, тем дольше производится запись, но зато и тщательнее, и тем меньше вероятность будущих сбоев при чтении. В случае, когда необходимо скопировать информацию с одного компакт-диска на другой, в дисковод вставляется сначала диск источник, в компьютере создается его виртуальная копия, а затем дисковод автоматически открывается и на мониторе появляется предложение вставить пустой диск для записи, после того, как пустой диск вставлен, начинается запись на него.

Теперь рассмотрим наиболее распространенные профессиональные компьютерные музыкальные программы, которые можно условно разделить на программы для работы с MIDI или секвенсоры, звуковые программы, программы сведения, программы звукового синтеза, программы нотного набора, и некоторые специальные программы.

Программы-секвенсоры

Большинство музыкантов использует программы, работающие с MIDI-информацией, одной из самых популярных в этом классе является программа-секвенсор CubaseVST созданная фирмой Steinberg. VST означает Virtual Studio Technology, что в переводе означает технология виртуальной студии. Здесь у пользователя на экране компьютера имеются виртуальные аналоги различных компонентов обычной звуковой студии, таких как микшеры, эквалайзеры, ревербераторы, которыми можно управлять в

реальном времени. Помимо MIDI эта программа умеет при необходимости работать и с видео и с аудио, но не в таком масштабе, как специальный звуковой редактор.

В основном окне программы используется аналогия с многоканальным магнитофоном. Наверху расположены отдельные дорожки (tracks), на которые будет записываться информация, которая оформляется в виде отдельных партий (parts). Внизу окна находится панель управления с кнопками: пуск, стоп, запись, перемотка, индикаторы in и out реагирующие на поступление MIDI-сигнала.

Возле колонки Track находятся колонки Output и Chn (channel, канал), в которой можно указать, на какой номер MIDI-канала от 1 до 16 будет выходить информация с этой дорожки. В колонке Output можно указать, на какой MIDI-выход будет направлена MIDI-информация с этой дорожки. Выбор этих значений зависит от звуковой карты. Если используется встроенный волнотабличный синтезатор или сэмплер звуковой карты, то можно выбрать значение Sample Player, при использовании FM-синтезатора можно выбрать Crystal FM Synthesis, а при подключении внешних модулей можно выбрать External Out. В программе Cubase можно записывать MIDI-информации с нескольких источников одновременно, но не более чем с четырех. При этом запись может производиться как на одну, так и на разные дорожки. Для активизации этой функции следует в меню Options/Multirecord отметить галочкой пункт Active. В этом же подменю можно выбрать режим записи. Режим Merge записывает с нескольких источников на одну дорожку. Режим Channel Split записывает MIDI-информацию, пришедшую по разным MIDI-каналам, на разные дорожки. Режим Input Split записывает MIDI-информацию пришедшую с разных MIDI-входов, на разные дорожки. Режим Layer записывает информацию со всех источников одновременно на каждую из выбранных дорожек.

Если имеется только одна MIDI-клавиатура, то многоканальная запись будет осуществляться на каждую дорожку по очереди. Щелчком мыши нужно выделить дорожку, или создать новую с помощью сочетания клавиш Ctrl+T, и убедиться, что она имеет тип MIDI. Прежде чем приступить к записи необходимо установить левый локатор в то место на дорожке, откуда должна начаться запись. В программе Cubase используются два локатора: левый и правый, действующие по всем дорожкам и которые ограничивают фрагмент, на который распространяется действие большинства команд. Положения локаторов отображаются графически в правой части основного окна, и в цифровом виде на панели управления. Чтобы начать запись с самого начала дорожки, нужно установить левый локатор в положение 0001.01.000, что означает первый такт, первая доля, нулевой тик. Тиком называется внутренняя наименьшая единица измерения длительностей. Четверть может быть разделена на 384 тика.

В колонке Track Info в окошке Prg можно выбрать первоначальный тембр дорожки, а в окошке Volume первоначальную громкость. Щелчок мыши в окошке Prg раскрывает список GM-инструментов, сгруппированных по восьмеркам, где можно выбрать нужный тембр. Первоначальную громкость в окошке Volume можно установить средней, а максимальное значение громкости равно 127.

На панели управления над кнопкой Master устанавливается нужный музыкальный размер и темп. Для удобства можно включить метроном кнопкой Click на панели управления или клавишей C.

Для того чтобы запись началась, нужно нажать кнопку *запись* на панели управления или клавишу «*» на цифровой клавиатуре, подождать пока компьютер

отсчитает 2 пустых такта и начать играть. Для остановки записи нужно нажать клавишу «пробел» или кнопку *stop* на панели управления. На выбранной дорожке появится *партия* соответствующей длины. Количество пустых тактов, и другие настройки метронома можно задать в диалоговом окне свойств метронома, которое открывается из меню Options / Metronome.

Чтобы прослушать сыгранное, нужно сначала нажать клавишу «пробел» или кнопку *stop*, чтобы вернуть курсор к левому локатору, а затем нажать клавишу Enter или кнопку *пуск*. Можно пользоваться кнопками *перемотка* на панели управления или клавишами Page Up и Page Down для быстрого перемещения партии. Если записанная партия вас не устраивает, то не обязательно ее записывать заново. В основном все недостатки легко можно исправить в редакторе, которых в Cubase несколько. Если партия сыграна неровно, можно применить функцию выравнивания Quantize. Можно не бояться что-либо испортить, т.к. программа Cubase даже после открытия файла на следующий день помнит, как были сыграны ноты вначале, до выравнивания, поэтому всегда есть возможность вернуться к первоначальному варианту для определенной группы нот.

Самым важным при выравнивании является правильный выбор параметра. В Cubase имеется возможность применения выравнивания к сколь угодно малой группе нот. Рассмотрим применение выравнивания к целой партии.

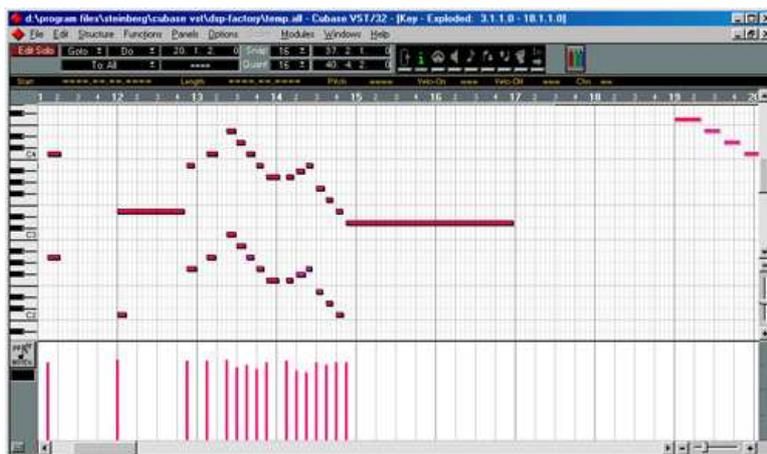
Параметр для выравнивания находится в верхней части основного окна, в маленьком окошке Quantize. Значение этого параметра определяет минимальную длительность, до которой будут выровнены все остальные. При выборе параметра для выравнивания нужно задавать его равным самой мелкой длительности в партии.

В выпадающем меню выбора параметра цифры от 1 до 64 означают длительности, цифры с точкой — пунктирный ритм, а цифры с буквой T — триоли. После выбора нужной длительности необходимо дать соответствующую команду.

В программе Cubase пять таких команд. Одна из них команда Note On Quantize из меню Functions, или клавиша W. Поскольку любая команда применяется к выделенным партиям, нужно щелчком мыши выделить записанную партию, и нажать клавишу W. Теперь можно прослушать записанное. При условии, что записанный музыкальный отрывок был ритмически прост и параметр для выравнивания был выбран правильно, исполнение будет четкое, ровное. В более сложных случаях можно применять выравнивание к каждой группе нот в отдельности. Чтобы записать вторую партию поверх первой, нужно выбрать мышью другую дорожку, и убедиться, что эта дорожка выходит на другой MIDI-канал, иначе тембры и другие параметры на этих дорожках будут совпадать. В окошке Prg нужно установить соответствующий тембр, а затем нажать кнопку *запись* или клавишу «*» на цифровой клавиатуре и повторить процесс записи и выравнивания.

Когда запись сделана, при необходимости можно подкорректировать длину и местоположение отдельных нот, их громкость, и т.д. Для этих целей в программе Cubase имеется несколько редакторов.

Двойной щелчок по партии или сочетание клавиш Ctrl+E вызывает окно клавишного редактора Key Editor.



В этом окне сверху находится графическое расположение нот, их начало и окончание относительно долей такта, а в нижней части окна отображается изменение по желанию значения любого контроллера, колеса высоты, velocity и т.д. Все видимое на экране легко изменять графически. Можно переместить любую ноту по горизонтали или вертикали помощью мыши. Если предварительно выделить целую группу нот, обведя ее прямоугольником, то ее также можно переместить, или применить к ней любой метод выравнивания или любую функцию из меню Functions. При этом ноты вне этой группы не будут затронуты. При добавлении новых нот или перемещении существующих ноты устанавливаются не на любую позицию, а двигаются по градациям, указанным в окошке Snap в верхней части окна. Обычно в этом окошке в качестве градаций устанавливаются длительности или тики. Значение 8 означает, что ноты можно поставить только на позиции, соответствующие восьмым нотам, а значение 2 pp означает, что можно поставить ноты через каждые 2 тика и т.д. При необходимости имеется возможность отключить точное позиционирование и ставить ноты на любую позицию, для этого в окошке Snap нужно установить значение off.

В верхней части окна клавишного редактора есть кнопочка *i*, которая включает и выключает отображение информационной строки, в которой можно увидеть все параметры выделенной ноты, которые при необходимости можно здесь же изменять. Этими параметрами являются: стартовая позиция, высота *MIDI-ноты*, сила удара по клавише *velocity*, длина в тиках, скорость отпуская *velocity off* и номер канала.

Чтобы добавить новые ноты, нужно выбрать инструмент *карандаш*, для чего нужно нажать правую кнопку мыши и, не отпуская ее, выбрать *карандаш* из выпавшего меню.

Новая нота ставится щелчком мыши на соответствующей позиции по горизонтали и вертикали, а стартовая позиция и длина ноты соответствуют значениям Snap и Quantize соответственно. Кроме того, с помощью карандаша можно графически изменить длину уже существующей ноты, изменять значения в нижней части редактора, например, высоту столбиков *velocity*. По умолчанию *velocity* новой ноты равна 127. Можно управлять параметром *velocity* новых нот с помощью клавиш Shift и Ctrl. Если при создании новой ноты удерживать обе эти клавиши, то *velocity* новой ноты будет равна 32. Если удерживать только Ctrl, то *velocity* новой ноты равна 64, а если только Shift, то *velocity* будет 96.

Чтобы прослушать любую ноту, можно щелкнуть по ней инструментом *луна*. Чтобы удалить ненужную ноту, нужно щелкнуть по ней инструментом *ластик*, а

группу нот проще сначала выделить, обведя *стрелкой*, а затем удалить клавишей Delete.

Рассмотрим теперь различные функции выравнивания, которые находятся в меню Functions. Выше уже упоминалось, что выравнивание может быть применено в основном окне к целой партии или нескольким выделенным партиям, и в редакторе к выделенной группе нот.

Из меню Functions или нажатием клавиши Q можно вызвать функцию Over Quantize или полное выравнивание, при котором все ноты перемещаются на равные позиции в зависимости от значения в окошке Quantize, а длина нот остается прежней. А именно сдвигаются не только позиции нажатия на клавишу, но и позиции отпуская клавиши. Функцию Over Quantize следует использовать тогда, когда в партии имеются короткие ноты, находящиеся очень далеко от нужной позиции.

При использовании рассмотренной выше функции Note On Quantize или выравнивание нажатий на клавишу, на равные позиции перемещаются только начала нот, т.е. MIDI-события *нажатие на клавишу*. Но при этом длина каждой выровненной ноты изменяется, поскольку время отпуская клавиш данная функция не затрагивает. Функцию Note On Quantize следует использовать тогда, когда время отпуская клавиш музыкально согласовано с какими-либо другими параметрами, как, например, с педализацией в партии рояля.

Более сложной является функция Iterative Quantize или итеративное выравнивание, которую можно вызвать из меню Functions или нажатием клавиши E. Перед ее использованием нужно выбрать пункт Setup Grooves из меню Functions. В открывшемся диалоговом окне в поле Iterative Q нужно установить параметр Strength, который определяет, на сколько процентов сдвинутся ноты от своей первоначальной позиции до равной позиции из окошка Quantize. Использование итеративного выравнивания позволяет оставлять без изменения различные мелизмы, форшлагги, мелкие длительности, специальные художественные неровности и т.д. благодаря параметру Don't Quantize, который устанавливается в том же диалоговом окне Setup Grooves. Этот параметр указывает, на какое максимальное количество тиков нота может отстоять от равной позиции, чтобы выравнивание ее не затрагивало.

Функция Analytic Quantize или аналитическое выравнивание позволяет программе самой принять решение о выравнивании разных участков партии без участия пользователя. Функция Groove Quantize или выравнивание по шаблону используется для придания исполнению определенного ритмического стиля. В этом случае ноты расставляются по позициям, указанным в выбранном в окне Setup Grooves шаблоне.

Выравнивание Match Quantize или соответственное выравнивание используется тогда, когда необходимо одну партию ритмически точно сопоставить с другой похожей на нее партией. Чтобы это сделать, нужно нажав правую кнопку мыши выбрать инструмент Match Q. Указателем мыши, принявший вид буквы Q, нужно перетащить партию, являющуюся образцом, на партию, подлежащую выравниванию. На появившийся после этого вопрос Include Accents? можно ответить Copy для копирования еще и значения velocity, а можно ответить Merge и значения velocity просто повлияют, но не скопируются.

Теперь рассмотрим, какие в программе Cubase имеются форматы сохранения файлов. На самом деле их шесть: Song, Arrangement, Part, Drumsets, Grooves, Setup. Для

сохранения MIDI-информации служат Arrangement с расширением .arr, сохраняющий композицию из текущего окна и Song с расширением .all, сохраняющий все установки и пьесы из всех открытых окон программы. Формат Part (.prt), сохраняет только выделенную партию, а форматы Drumsets, Grooves и Setup позволяют сохранить созданные в процессе работы наборы ударных, шаблоны для выравнивания и установки Cubase. Чтобы сохранить информацию в виде с расширением .mid нужно выполнить команду File /Export MIDI File. Чтобы загрузить MIDI-файл в программу, нужно выполнить команду Import MIDI File.

Рассмотрим, как можно перемещать и копировать партии с помощью мыши в основном окне программы, и другие возможности редактирования и структурирования материала. Конечная позиция при перемещении партий также как и при перемещении нот зависит от значения, установленного в окошке Snap в верхней части основного окна. Нужно отметить, что в основном окне Snap может принимать несколько иные значения. Значения 1/2, 1/4 и т.д. соответствуют указанным длительностям, а значение Bar означает, что партия может быть перемещена мышью только на начало такта. Для того чтобы скопировать партию, нужно при перемещении удерживать клавишу Alt. Можно при перемещении партий удерживать клавишу Ctrl, чтобы вместо простого копирования создать призрачные копии, которые будут содержать только ссылку на MIDI-информацию из основных партий, но не саму эту информацию. Такие призрачные копии экономят память и место на диске, и изменяются вместе с изменением оригинальной партии.

В основном окне, нажатием правой кнопки мыши, также можно вызвать набор инструментов для работы с партиями. *Карандаш* рисует новые пустые партии и изменяет длину старых; *ластик* стирает любую партию; *луна* позволяет прослушать любое место любой партии; *ножницы* разрезают партию на две части в любом месте, учитывая параметр Snap; *тюбик с клеем* склеивает любые две партии находящиеся на одной дорожке, только щелкнуть тюбиком нужно на левой из них; *крест* заглушает партию.

В левой части основного окна находятся переключатели режимов mute и solo, чтобы заглушить дорожку или заглушить все дорожки, кроме солирующей.

Когда возникает необходимость вырезать или вставить несколько тактов в MIDI-пьесу, чтобы не разрезать партии на каждой дорожке и затем не передвигать их по отдельности нужно использовать команды структурирования. Для того чтобы вырезать несколько тактов из пьесы нужно слева и справа ограничить их локаторами и выбирать из меню Structure команду Global Cut.

Для вставки нескольких тактов в пьесу, левый локатор нужно установить на месте вставки, а правым локатором нужно указать количество вставляемых тактов, и выбрать в меню Structure команду Global Insert. Нужно иметь в виду, что на заглушенные дорожки не действуют команды Global Cut и Global Insert и все остальные команды из меню Structure. Чтобы разрезать все партии на всех дорожках пьесы, нужно локаторами обозначить границы фрагмента и выбрать в меню Structure команду Global Split и все партии на всех дорожках будут разрезаны по границам фрагмента по локаторам, а весь фрагмент будет выделен.

Чтобы скопировать фрагмент музыки в другое место пьесы, нужно выделить этот фрагмент с помощью локаторов, а текущую позицию установить на то место, куда его необходимо скопировать и выбрать команду Copy Range из меню Structure.

Чтобы каждому MIDI- каналу соответствовала отдельная дорожка нужно в меню Structure выбрать команду Remix.

Чтобы MIDI-информацию с нескольких дорожек, выходящих на различные MIDI-каналы, собрать на одну дорожку, нужно в меню Structure выбрать команду Mixdown. Нужно иметь ввиду, что перед выполнением этих команд, необходимо обязательно расставить левый и правый локаторы, чтобы указать область действия команд.

Для быстрого перемещения по композиции очень удобно пользоваться клавишами на цифровой клавиатуре. Нажатие на 0 в режиме воспроизведения означает «стоп», следующее нажатие на 0 перемещает текущую позицию к левому локатору, и третье нажатие перемещает ее к началу композиции к позиции 0001.01.000. Нажатие на 1 перемещает текущую позицию к левому локатору, а нажатие на 2 — к правому. Можно создать закладки с помощью сочетания Shift+цифра и использовать клавиши от 3 до 8, для перемещения текущей позиции к соответствующим закладкам.

Рассмотрим, что еще есть в основном окне Cubase.

В окошке Bank можно выбрать номер банка. В окошке Prg можно установить номер инструмента. В окошке Volume указывается громкость. В окошке Transp можно указать, на какое количество полутонов транспонировать всю дорожку. В окошке Veloc также можно изменить значение. В окошке Delay можно указать значение количества тиков, на которое будут сдвинуты все MIDI-события на дорожке. В окошке Length можно установить значение процента, на которое изменится длина всех нот. В окошке Compr можно установить значение процента, на которое изменится параметр velocity. В окошке Pan можно установить пространственную локализацию

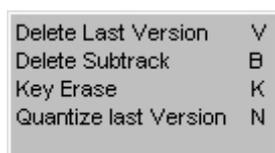
Теперь рассмотрим панель управления.



Кнопка  Punch In предназначена для автоматического включения записи при прохождении текущей позиции через левый локатор. Кнопка  Punch Out предназначена для автоматического выключения записи при прохождении текущей позиции через правый локатор. Если нажата кнопка  Auto Quantize, то при нажатии на «стоп» в конце записи, ко всем только что записанным нотам автоматически применяется функция полного выравнивания Over Quantize.

Кнопка  Cycle, предназначена для включения режима цикла, при котором будет бесконечно проигрываться фрагмент между левым и правым локаторами. Цикл обычно используется в режиме записи. Существует три разновидности режима цикла при записи. Переключение этих режимов осуществляется в левом нижнем углу кнопкой Cycle Rec, и названия режимов отображаются над ней. В режиме Mix ноты, записанные при новом проходе, будут накладываться на ранее записанные. В режиме Punch при каждом новом проходе записи, ранее записанные ноты будут стираться с того места, откуда началась игра на инструменте новых нот. В режиме Normal все ранее записанные ноты будут стираться, если в новом проходе записи была сыграна хоть одна нота. Наиболее используемым обычно считается режим Mix.

У кнопки Cycle Rec есть еще дополнительное меню, доступное только в процессе циклической записи для ее корректировки, и вызываемое с помощью мыши.



Команда Delete Last Version удаляет все, что было записано на последнем цикле записи. Команда Delete Subtrack удаляет все, что было записано во время этого сеанса циклической записи. Команда Key Erase удаляет только ноты определенной высоты, для ее исполнения нужно сначала нажать и удерживать соответствующую клавишу на MIDI-клавиатуре. Команда Quantize Last Version выравнивает ноты, записанные во время последнего цикла записи.

Правее черного окошка текущей позиции на панели управления находится еще одно окошко, в котором также отображается текущая позиция, но не в формате такт/доля/тик, а час/минута/секунда/кадр. Эта информация может быть полезной при синхронизации музыки и видео и как информация о времени звучания.

На панели инструментов под окошками темпа и размера расположены кнопки Click, Sync и Master. Click включает и выключает метроном. Кнопка Sync предназначена для включения внешней синхронизации Cubase с внешним MIDI-устройством. Для точности синхронизации в меню Options/ Synchronization нужно установить значение MIDI timecode, MIDI clock, MIDI-вход.

Кнопка Master используется следующим образом. В Cubase предусмотрена специальная мастер-дорожка (Master-Track), в которой записываются изменения темпа и размера. Если кнопка Master включена, то значения темпа считываются из мастер-дорожки, а значения темпа в окошке на панели управления игнорируются. Если кнопка Master выключена, то значение темпа берется из окошка на панели управления, а значения из мастер-дорожки игнорируются. Обычно мастер-дорожка используется, когда в музыке необходимы ускорения, замедления, внезапные изменения темпа и другие темповые отклонения. Эту дорожку можно редактировать в виде списка или в виде графика. Графически ее можно редактировать в окне, вызываемом из меню Edit/Mastertrack/Graphic, с помощью карандаша. Но редактор в виде списка позволяет редактировать мастер-дорожку удобнее и точнее. Также при необходимости в нем можно устанавливать изменения музыкального размера.

Рассмотрим теперь еще некоторые функции меню Functions. В пункте Functions/Logical есть различные подменю, в которых находятся шаблоны установок логического редактора:

Functions/Logical /Delete Notes - удаляет все ноты из выделенной партии, но сохраняет все другие MIDI-события;

Functions/Logical/Delete Short Notes - удаляет только ноты, длина которых меньше 15 тиков и используется для чистки партии от мелкой мази во время записи;

Functions/Logical/Random Notes - транспонирует каждую ноту в партии на случайную высоту;

Functions/Logical/Fix Velocity - устанавливает значение параметра velocity у всех нот равным 100;

Functions/Logical/Random Velocity - устанавливает случайное значение параметра velocity в диапазоне от 0 до 90 у всех нот;

Functions/Logical/Fade Out Velocity - постепенно уменьшает значения velocity от 110 у первой ноты до 0 у последней;

Functions/Logical/Push Forward - сдвигает вперед на 4 тика все MIDI-события в партии; Functions/Logical/Push Back - сдвигает назад на 4 тика все MIDI-события в партии;

Functions/Logical/Double Tempo и Half Tempo - перемещают MIDI-события на другие позиции так, что общий темп становится вдвое быстрее или медленнее, без изменения параметра темп.

Функция Functions/Legato предназначена для связывания последовательных нот одноголосных мелодий. Эффект, производимый этой функцией, зависит от параметра, который нужно установить в диалоговом окне Setup Grooves, в секции Legato в окошке Overlap. Положительное значение в этом окошке продлевает каждую ноту так, чтобы перекрывать следующую ноту на соответствующее количество тиков. Отрицательное значение в этом окошке укорачивает ноты так, чтобы между ними были промежутки в соответствующее количество тиков.

Функция Functions/Length Size выравнивает время окончания нот в соответствии с параметром в окошке Quantize.

Функция Functions/Fixed Length, делает все ноты в партии одинаковой длины в соответствии с параметром в окошке Quantize.

Функция Functions/Delete Doubles позволяет удалить все дублирующиеся MIDI-события и оставляет только по одному экземпляру таких дублирующихся нот.

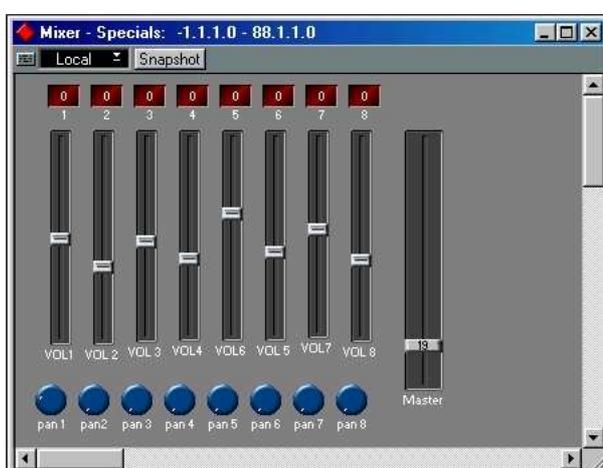
Функция Functions/Transpose/Velosity позволяет транспонировать всю партию на указанное в диалоговом окне количество полутонов. При этом можно отметить галочкой окошко Scale correction и подкорректировать звукоряд. В Cubase имеется возможность выбора большого количества различных звукорядов. Там же в выпадающем меню можно указать параметры изменения velocity. Чтобы значение velocity осталось без изменения, нужно выбрать None. Чтобы значение velocity изменилось на указанное количество процентов, нужно выбрать Compress/Expand. Чтобы к значению velocity прибавилось указанное значение, нужно выбрать Add/Subtract. Чтобы ограничить значения velocity сверху и снизу, нужно выбрать Limit.

Рассмотрим теперь, как использовать в Cubase для сведения всей MIDI-композиции микшер-дорожки.

Для создания микшер-дорожки нужно создать пустую новую дорожку, щелкнув мышкой на этой дорожке в колонке C, из выпавшего меню выбрать пункт Mix Track и создать на этой дорожке партию длиной во всю композицию.



Двойной щелчок мыши по этой партии открывает окно микшера, в котором можно создавать свою собственную конфигурацию. В конфигурации микшера, предлагаемой по умолчанию, содержится 16 ползунковых регуляторов для изменения уровня громкости на каждом из 16 MIDI-каналов, 16 круглых ручек для регулирования панорамы на 16 каналах, 16 цифровых объектов для установки номера программы и один большой ползунковый регулятор Master, изменяющий одновременно значения всех 16 регуляторов громкости.



Сверху расположено меню для переключения режимов микшера.

В режиме Local можно слушать результаты изменения положения всех регуляторов, не запоминая их. В режиме Write, программа запоминает все изменения положений регуляторов при воспроизведении и записывает их на микшер-дорожку. В режиме Replace изменяются значения уже существующих на микшер-дорожке событий, но новые события не добавляются. С помощью правой кнопки мыши можно выбрать один из трех инструментов для удаления событий. Ластик со стрелкой вправо удаляет все события, начиная от текущей позиции до конца партии. Ластика со стрелкой влево удаляет все события от начала партии до текущей позиции. Ластика с двумя стрелками удаляет все события между правым и левым локаторами.

В Cubase для редактирования MIDI-материала, кроме рассмотренного выше клавишного редактора Key Editor, существует еще три редактора партий и логический редактор.

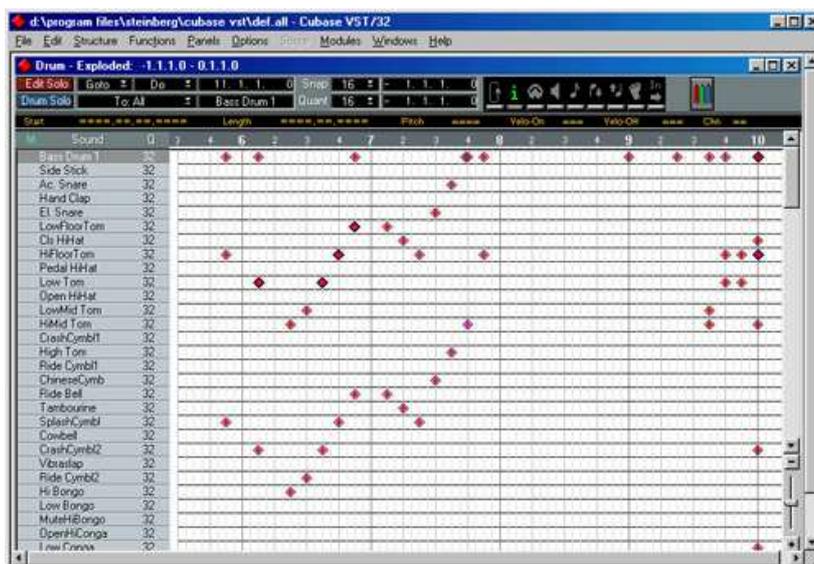
Из меню Edit/List можно вызвать редактор-список List Editor. Его окно состоит из двух частей. Слева расположен список всех MIDI-событий в партии в том порядке, в каком они расположены в файле. В этом списке, легко найти и откорректировать лишнее или неправильное MIDI-событие. Список всех MIDI-событий выводится в восемь колонок.

Из меню Edit/Score можно вызвать нотный редактор Score Editor, в котором можно просматривать и редактировать одну или несколько партий, расположенных на

различных дорожках. При этом одновременно звучащие партии открываются в виде партитуры.

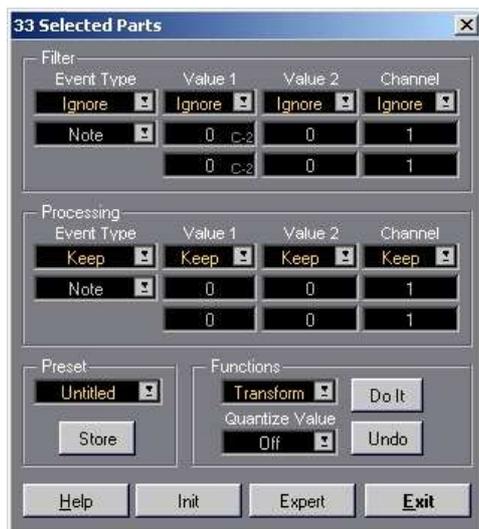
В нотном редакторе из всех MIDI-событий отображаются только ноты, причем в обыкновенном нотном виде. Редактировать MIDI-музыку в этом редакторе не очень удобно, но можно ставить дополнительные нотные знаки, оформлять и распечатывать партитуру.

Из меню Edit/Drum можно вызвать редактор ударных инструментов, который используется в том случае, если есть инструменты, в которых на каждую клавишу назначен свой тембр.



Правая часть этого редактора и способы редакции во многом повторяют клавишный редактор. Только инструмент карандаш заменен здесь барабанной палочкой, которой можно создавать или удалять ноты. Для каждого объекта здесь предусмотрен свой параметр для выравнивания, указываемый в колонке Quant. Также можно определить длину всех создаваемых нот в колонке Len. С помощью кнопки Drum Solo можно прослушать каждый объект отдельно.

Логический редактор можно вызвать либо из основного окна, либо из окна любого редактора. В заголовке окна логического редактора всегда указывается область его действия, определяемая значением меню To, потому что он может быть применен либо ко всем MIDI-событиям партии, либо только к выбранным.



Рассмотрим использование логического редактора на следующем примере. Если в процессе работы над произведением появилась необходимость облегчить и укоротить множество форшлаггов, то проделать такую работу вручную в клавишном редакторе с каждым форшлаггом было бы слишком трудоемко и долго. В логическом редакторе это сделать гораздо проще. Нужно построить следующую логическую конструкцию: все ноты, длина которых меньше 70 тиков, укоротить на 25 тиков, сдвинуть вправо на 25 тиков и уменьшить их velocity в 2 раза и нажать на кнопку Do It. В случае сложных преобразований бывает необходимо выполнить несколько логических шагов.

В программе Cubase помимо MIDI-информации есть возможность записи аудиоинформации: голоса или музыкального инструмента, которую можно совместить с MIDI-информацией. Аудио записывается на аудиодорожку. Для создания аудиодорожки нужно создать пустую новую дорожку, и щелкнув мышкой на этой дорожке в колонке C, из выпавшего меню выбрать пункт Audio Track. Можно создать сколько угодно аудиодорожек, но звучать одновременно будут столько, сколько на выходе в Cubase определено виртуальных аудиоканалов. Каждую новую аудиодорожку следует направлять на свой аудиоканал, потому что если несколько аудиодорожек направлены на один аудиоканал, то звучать будет только одна из них. Также как и MIDI-каналы, аудиоканалы можно переключать в основном окне в колонке Chn.

Чтобы начать запись на выбранной аудиодорожке нужно нажать клавишу «*». После отсчета пустых тактов начнется запись, источник которой определяется установками системного микшера.

После окончания записи нужно нажать «стоп» или клавишу пробел. Записанную партию можно редактировать во внутреннем аудиоредакторе, который открывается двойным щелчком мыши по ней. В этом редакторе с помощью ножниц партию можно разрезать на отдельные сегменты, которые можно удалять, перемещать, копировать и выравнивать стартовую позицию. Поскольку для редактирования аудио существуют специальные программы, можно из меню Audio/Set Wave Editor определить, каким внешним звуковым редактором следует воспользоваться.

В Cubase можно открыть видеофайл в формате AVI и синхронизировать его с MIDI-музыкой. Если в меню Modules установить модуль AVI Monitor, то кнопки управления будут управлять и MIDI-последовательностью и воспроизведением AVI-файла.

Теперь коротко о некоторых других профессиональных программах-секвенсорах. В принципе в любой программе-секвенсоре можно записывать MIDI-последовательности, воспроизводить и редактировать их. С записью и воспроизведением одинаково хорошо справляется большинство таких программ. Но качество секвенсорной программы зависит в основном от удобства и функциональности редактирования. Существенно различаются они также по возможностям, размеру и цене.

Большое распространение получила программа **Sakewalk Pro Audio** компании **TwelveTone Systems**. Основное окно программы похоже **Cubase**, также имеются клавишный и нотный редакторы, редактор-список и отдельный редактор, работающий с контроллерами. В **Sakewalk Pro Audio** имеется возможность конвертирования аудиоинформации в MIDI-информацию, но, к сожалению, очень низкого качества.

Вообще на сегодняшний день есть множество способов перевести MIDI в аудио, но возможности качественного перевода аудио в MIDI пока нет.

Еще можно упомянуть профессиональную очень ресурсоемкую программу-секвенсор **Logic**, а пользователи **Macintosh** часто выбирают программу **Studio Vision**.

Рассмотрим теперь следующий тип программ.

Программы для работы с аудио

Такие программы предназначены для записи живого звука и редактирования. С их помощью звук можно преобразовывать, улучшая его качественные характеристики, привнося тембровые изменения, накладывая различные эффекты. Как уже упоминалось выше, программы-секвенсоры способны записывать не только MIDI, но и аудио дорожки, но для высококачественной работы со звуком необходимо вызвать внешнюю программу для работы со звуком или аудиоредактор. В этом классе программ качество программы зависит не столько от удобства пользования и наличия дополнительных плагинов, сколько от алгоритмов обработки. Разные программы построены на использовании совершенно разных алгоритмов обработки звука, и при выполнении одной и той же задачи на одном и том же звуковом материале разные программы могут дать абсолютно непохожие результаты. Лучшими признаны алгоритмы звуковой обработки программ **Sound Forge** и **Cool Edit Pro**.

Для записи звука в компьютер очень хорошо зарекомендовала себя программа **Sound Forge**. Рассмотрим ее подробнее.

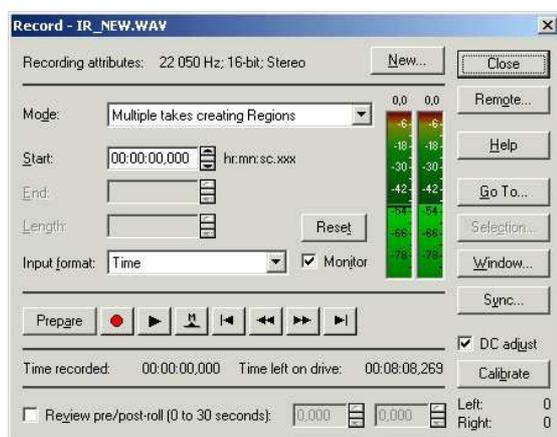
Источником аудиозаписи может являться микрофон, с линейного входа звуковой карты, со встроенного синтезатора звуковой карты или со звукового компакт-диска, проигрываемого в дисковом CD-ROM. Чтобы запись началась, нужно нажать кнопку с красным кружком на панели **Transport** или сочетание клавиш **Ctrl+R**. В меню **Special/Transport/Record** можно задать частоту дискретизации сигнала **Sample Rate**, которая может изменяться от 2 до 96 кГц. Но необходимо иметь в виду, что заданная частота дискретизации должна поддерживаться звуковой картой компьютера. Здесь же имеется возможность задать амплитудное разрешение **Bit Rate** и количество каналов моно или стерео.

Запись осуществляется в одном из пяти режимов, которые можно выбрать в окне записи в выпадающем списке **Mode**. В режиме **Automatic retake** каждая новая запись

затирает старую, т.к. начинается с одной и той же позиции, указанной в окошке Start. В режиме Multiple takes creating Regions новая запись будет продолжаться с того места, где закончилась предыдущая, и каждый раз при этом будет создаваться новый регион. В режиме Multiple takes (no Region) новая запись будет продолжаться с того места, где закончилась предыдущая, но без создания новых регионов. В режиме Create a new window for each take для каждой новой записи будет создаваться новое звуковое окно.

В режиме Punch-In в окошках Start и End необходимо указать начало и конец будущего фрагмента записи, только внутри которого и будет разрешена запись.

Чтобы во время записи отображался уровень входного сигнала, нужно отметить галочкой флажок Monitor. Чтобы максимальный уровень сигнала остался отмеченным на индикаторе, нужно в контекстном меню индикатора отметить галочкой пункт Hold Peaks. Если над индикаторами появляется красная надпись Clip, то это означает, что уровень входного сигнала превышает максимально допустимый и его необходимо уменьшить.



С помощью кнопочной панели в окне Record, аналогичной панели Transport, можно включать и останавливать запись, проигрывать записанное. Чтобы запись началась сразу же после нажатия кнопки записи, предварительно нужно нажать кнопку Prepare. Кнопка с буквой M служит для установки маркера во время записи. Чтобы вернуться в основное окно Sound Forge, после окончания записи нужно нажать кнопку Close. В основном окне оцифрованный звук отображается графически в виде волны.

В программе Sound Forge во всех окнах обработки звука есть кнопка Preview, для прослушивания результата какого-либо эффекта, без применения его к звуковому файлу.

После записи и перед дальнейшей обработкой звук, прежде всего, необходимо очистить от лишнего шума.

Это делается в окне Noise Reduction. Для достаточно качественного шумопоniżения, необходимо чтобы в записи был участок «чистого» шума без полезного сигнала. Тогда программа сможет проанализировать фрагмент шума, найти этот шум и отделить его от полезного сигнала.

Перед тем как открыть окно Noise Reduction, нужно выделить фрагмент чистого шума, т.е. участок звука, где нет полезного сигнала. Далее, открыв окно Noise Reduction, нужно нажать кнопку Get для определения спектральных полос расположения шума в этой записи. После этого нужно нажать кнопку Fit, чтобы

построить корректную спектральную огибающую образца шума автоматически. Можно также воспользоваться ручным способом построения спектральной огибающей на графике, в этом случае можно добиться лучшего шумопонижения. Затем, чтобы очистить от шума весь файл, нужно отметить галочкой переключатель Apply to all и нажать ОК. Если отметить галочкой флажок Keep residue, то можно услышать только подготовленный для удаления шум и проверить, соответствует ли он слышимому шуму записи, и не присоединился ли к шуму случайно и полезный сигнал. В случае присутствия шума после процедуры шумопонижения, можно сдвинуть движок Reduce noise by немного правее и тем самым увеличить количество децибел, на которое будут ослаблены спектральные составляющие, содержащие шум. Как правило, этот движок устанавливается на 20-30 дБ, но в случае очень сильного шума нужно увеличить это значение, и тогда шум будет вычищаться тщательнее, но может исказиться тембр полезного сигнала, т.к. в нем могут содержаться те же спектральные составляющие, что и в шуме.

Этот алгоритм шумопонижения дает хорошие результаты, если спектр шума постоянный. При изменяющихся спектрах шума более эффективны другие средства, такие как программа DART Pro или плагин Ray Gun.

В случае, когда шум слышен только в паузах, а во время звучания полезного сигнала практически не распознается, то вместо Noise Reduction нужно воспользоваться модулем Noise Gate из меню Effects. В его окне с помощью вертикального ползункового регулятора нужно указать порог уровня сигнала, и тогда все сигналы ниже порога заменяются на молчание, а все сигналы выше порога не изменяются.

Для очищения от тресков и щелчков, которые могут появляться в записи из-за электрических перепадов или других причин, можно воспользоваться Click Removal из меню Tools. В его подменю есть пункт Settings, где с помощью переключателя Method можно выбрать один из трех способов действия: Find only - поиск щелчков и установка курсора на месте щелчка для редакции вручную или иными методами; Replace all - автоматическое устранение щелчков с помощью замены; Interpolate all - интерполяция.

В большинстве случаев лучше выбирать последний метод, но иногда он может вызывать ненужный эффект эха. Другие пункты подменю Click Removal производят однократное действие: Find находит следующий щелчок, а Interpolate и Replace устраняют его соответствующим способом.

После очищения записи от шума можно приступить к монтажу: перестановке и удалению фрагментов записи. Выделить фрагмент, который необходимо удалить или переместить, можно графически, воспользовавшись мышкой, а можно указать цифровые значения позиций начала и конца фрагмента в окне Set Selection, которое открывается сочетанием клавиш Ctrl+D.

Для монтажа можно использовать стандартные команды вырезания, копирования и вставки через буфер обмена. Выделенный фрагмент вырезается и помещается в буфер обмена как обычно командой Edit/Cut, копируется - Edit/Сору, вставляется - Edit/Paste. Прежде чем вырезать фрагмент желательно предварительно прослушать запись без выделенного фрагмента с помощью команды Edit/Preview Cut/Cursor, чтобы удостовериться правильности выделения.

Такой способ монтажа называется деструктивным, потому, что изменяет структуру первоначального файла, и после монтажа возвращение к нему уже невозможно. И еще такой способ монтажа занимает много времени.

Существует другой метод компьютерного монтажа — недеструктивный, при котором исходный файл остается неизменным.

В этом случае отмечаются фрагменты, называемые регионами, которые нужно пропускать или воспроизводить и указывается последовательность, в какой их воспроизводить и сколько раз. Правда, при недеструктивном монтаже нет возможности наложения или перекрестного слияния сигналов, инверсии фазы и проигрывания фрагментов в обратную сторону.

Чтобы воспользоваться недеструктивным способом монтажа, нужно открыть специальные окна Regions List и Playlist из меню View. В окне Regions List указываются регионы, подлежащие исполнению или удалению из записи, а в окне Playlist порядок, в котором они должны исполняться. Регион определяется следующим образом, нужно выделить фрагмент звукового файла, с помощью мыши перетащить его в окно Regions List, дать ему название и нажать кнопку ОК.

Вообще нужно отметить, что любая команда из меню или соответствующего сочетания клавиш применяется к выделенному фрагменту, но в случае, когда нет выделенного фрагмента, то ко всему файлу.

В Sound Forge недеструктивным может быть только монтаж, поэтому все описанные далее команды редактирования являются деструктивными.

Рассмотрим теперь операции с громкостью звука и тембром.

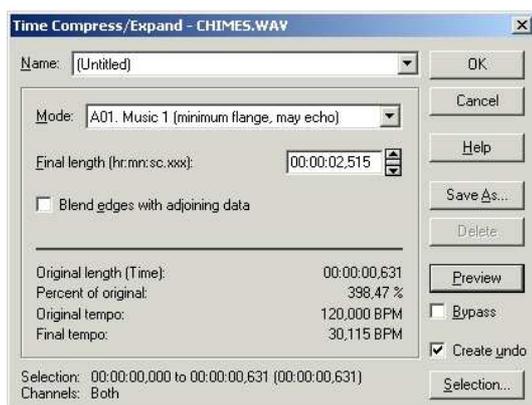
Громкость выделенного фрагмента можно изменить в окне изменения громкости, которое открывается из меню Process/Volume. Всегда нужно следить, чтобы при увеличении громкости не возникло перегрузок и искажений звука, которые появляются при значении амплитуды сигнала больше 0 дБ. В случае, когда необходимо максимально увеличить громкость без риска перегрузки, целесообразнее воспользоваться командой Process/Normalize. С помощью этой команды программа находит максимальный уровень амплитуды выделенного фрагмента звука, затем она изменяет амплитуду сигнала так, чтобы максимальный уровень соответствовал требуемому значению, а все остальные уровни изменяет на соответствующую величину. Чтобы получить максимально возможный уровень сигнала, нужно передвинуть ползунковый регулятор в положение 0 дБ, а параметр Normalize using установить в положение Peak level.

При необходимости можно изменять громкость постепенно, с помощью меню Process/ Fade/In осуществляется постепенное нарастание громкости, а с помощью Process/Fade/Out осуществляется постепенное затухание громкости выделенного фрагмента.

Что касается изменения тембра, то самым простым средством для этого являются фильтры и эквалайзеры, представляющие собой наборы полосовых фильтров, частотные полосы которых перекрывают весь воспроизводимый диапазон. С помощью команды меню Process/EQ/Graphic можно вызвать графический 10-полосный эквалайзер с ползунковыми регуляторами каждой полосы.

Можно также изменять тембр звука путем усиления или ослабления частот, близких к половине частоты дискретизации с помощью команды меню Process/Smooth/Enhance. Усиление этих частот делает тембр жестче, а ослабление делает тембр мягче.

Кроме того, в программе Sound Forge имеется большое количество разнообразных звуковых эффектов, используя которые можно добавлять различные акустические эффекты и даже полностью изменять звучание. С помощью команды меню Process/Time Compress /Expand можно растянуть или сжать продолжительность звучания сигнала.



Для этого в поле Final length нужно указать желаемую продолжительность звука после преобразования, а продолжительность исходного сигнала указана в поле Original length. Чаще всего при растяжении и сжатии звука, в зависимости от алгоритма преобразования, возникают некоторые искажения различного характера. В поле Mode можно выбрать из 26 алгоритмов преобразования наиболее подходящий для каждого конкретного случая, например, для преобразования речи оптимальным будет алгоритм Speech, а для преобразования звука ударных инструментов нужно выбрать алгоритм Drums.

Для транспонирования звука можно воспользоваться командой меню Effects/Pitch/Shift.

В поле Semitones to shift pitch by нужно указать, на сколько полутонов необходимо транспонировать звук, при этом транспозиция вверх выражается положительными числами, а транспозиция вниз – отрицательными. При необходимости в поле Cents to shift pitch by можно указать, на сколько центов, или сотых долей полутона, вверх или вниз нужно транспонировать звук. Флажок Preserve duration позволяет сохранить длительность звука при транспонировании.

С помощью команды меню Effects/Vibrato можно придать звуку эффект вибрато различной частоты и глубины.

Следующие эффекты, такие как хорус, эхо, флэнджер и реверберация основаны на задержке сигнала. С помощью команды меню Effects/Chorus можно получить эффект хоруса и, в зависимости от различных значений параметров, множество других эффектов. Эффект эха достигается из меню Effects/Delay/Echo/Simple, а эффект флэнджера из меню Effects/Flange/Wah-Wah.

Для создания вокруг звука эффекта нахождения в каком-либо помещении нужно открыть окно реверберации командой меню Effects/Reverb. В поле Reverberation mode можно выбрать режим реверберации Concert Hall - концертный зал, Small room - маленькая комната и т.д. Можно также регулировать ручную Early reflections style - стиль пучка первичных отражений, Decay time - общее время затухания и Pre-delay - время предзадержки.

Программы многоканального сведения

Очень часто при работе со звуком возникает необходимость свести вместе звучание нескольких звуковых файлов. В принципе это можно сделать в программах звуковой обработки, но сведенные в них звуковые файлы больше нельзя будет разделить, и сводить этим способом более двух файлов не очень удобно. Гораздо лучше воспользоваться для этих целей специальными программами многоканального сведения звуковых файлов, которые позволяют обращаться со звуковым материалом так же, как на многоканальном магнитофоне. В этих программах можно управлять параметрами воспроизведения каждой дорожки в отдельности как на микшерском пульте и других студийных приборах, а редактирование по умолчанию является неdestructивным, т.к. исходные звуковые файлы остаются неизменными.

Самой высокопрофессиональной в этом классе является компьютерная система многоканального сведения ProTools, выпускаемая как для Macintosh так и для PC. Она называется системой, потому что состоит из аппаратной и программной частей. Аппаратная часть для Macintosh выглядит как обычный рэк-модуль, от которого зависит, какое количество параллельных стереоканалов можно одновременно прослушивать. В аппаратной части ProTools для PC имеется только интерфейс ввода-вывода, и нет сигнальных процессоров (DSP), поэтому всю работу по многоканальному сведению осуществляет центральный процессор компьютера. В принципе можно работать с системой, используя любой другой интерфейс ввода-вывода. Как в MIDI-секвенсорах в главном окне программы отображаются дорожки со звуковыми фрагментами, называемыми здесь - регионами. Регионом может быть любая часть звукового файла. Над регионами можно производить различные неdestructивные преобразования, например, изменять динамику звучания региона, рисуя амплитудную огибающую прямо на дорожке.

Дальнейшее рассмотрение этой системы не входит в задачу данного пособия, т.к. она является одной из самых дорогостоящих в своем классе программ и поэтому мало используется.

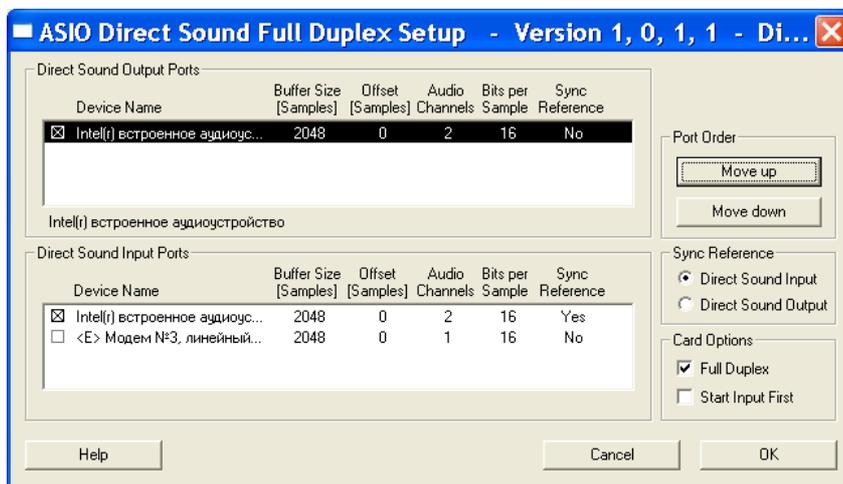
Хорошо зарекомендовали себя среди пользователей также **программа DDClip**, разработанная новосибирской компанией SoftLab, в которой можно сводить MIDI, звук и видео, и **программа Samplitude 2496**, в которой, кроме всего прочего, можно осуществлять запись на компакт-диск.

К этому же типу программ, можно отнести такие программы как **Vegas Pro**, **SAW plus** и **Session 8**, хотя их возможности сравнительно небольшие.

Одной из самых популярных и мощных программ этого класса является **Программа Nuendo** фирмы Steinberg, предназначенная для профессиональной работы со звуком, многоканального сведения аудио. Также ее можно назвать системой для создания цифрового аудио (digital audio production system). Разработчики выпустили

уже несколько версий программы. Рассмотрим подробнее работу с этой программой версии Nuendo 2.

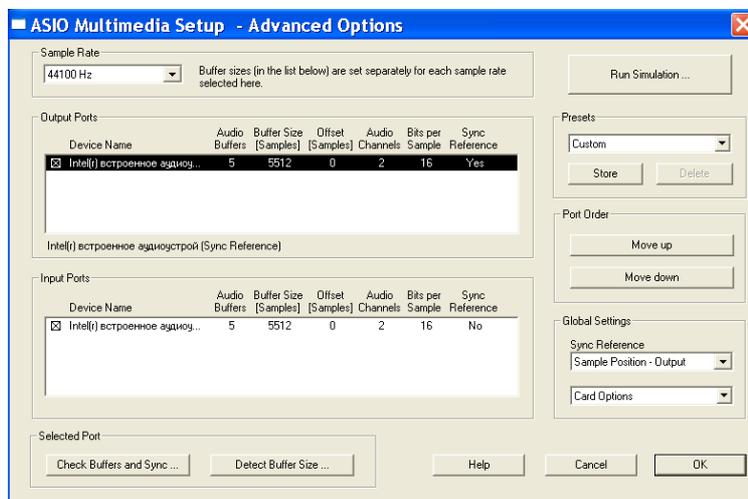
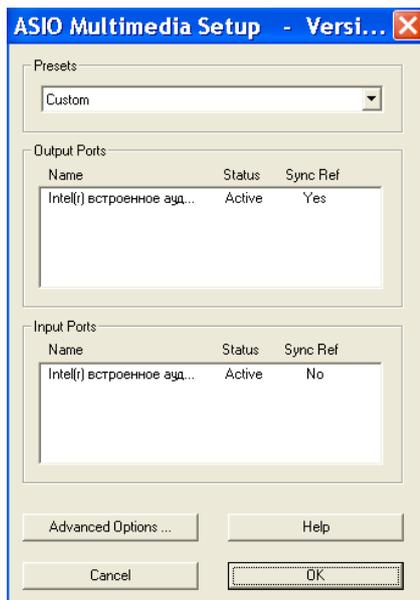
Для оптимальной работы программы с учетом специфических свойств звуковой карты, использующейся в конкретном компьютере, прежде чем начать работать с программой, необходимо ее настроить. При использовании полнодуплексного DirectX драйвера, нужно выбрать пункт в меню Пуск / Программы / Steinberg Nuendo / ASIO DirectX Full Duplex Setup, который открывает окно для настройки звуковой платы



В этом окне находятся два списка устройств: в верхней части перечисляются все возможные выходные устройства, а в нижней - все входные. Крестиком отмечаются те устройства, которое нужно активизировать. В этом окне также отображаются размер буфера (Buffer Size) в семплах, сдвиг позиции (Offset) в семплах, количество звуковых каналов (Audio Channels), разрядность (Bit per Sample) и источник синхронизации (Sync Reference) каждого устройства. В случае активизации нескольких входов, в качестве источника синхронизации по умолчанию назначается первый из них. С помощью кнопок Move Up и Move Down можно изменить порядок входов и выходов

В поле Sync Reference выбирается источник синхронизации: Direct Sound Input или Direct Sound Output. В случае использования полнодуплексной звуковой платы нужно отметить галочкой пункт Full Duplex в поле Card Options. Если отметить галочкой пункт Start Input First, то при загрузке Nuendo будет осуществляться проверка входов звуковой платы.

Если же используется драйвер ASIO Multimedia Driver (который является стандартным компонентом Nuendo и используется по умолчанию, как совместимый с любым даже непрофессиональным звуковым оборудованием), окно настройки звуковых плат открывается с помощью пункта меню Пуск / Программы / Steinberg Nuendo / ASIO Multimedia Setup. Все проделанные настройки здесь можно сохранять, используя пункт Presets. Ниже этого пункта в окне располагаются списки всех возможных входных и выходных устройств, работающих с указанным драйвером.

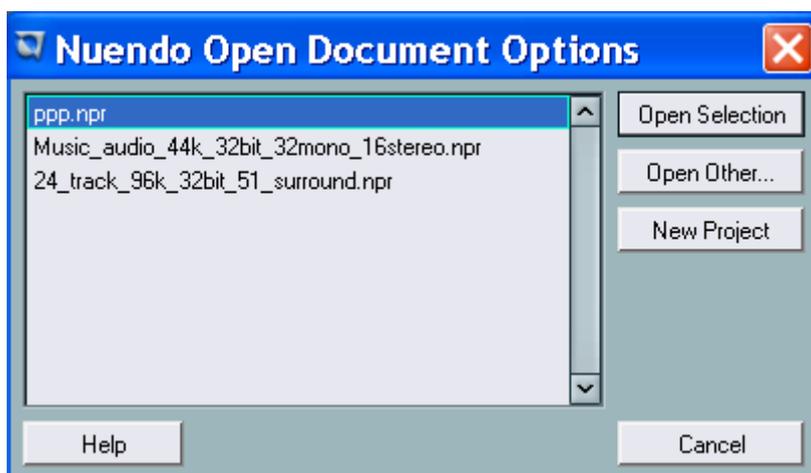


С помощью кнопки **Advanced Options** открывается окно для детальной настройки звуковых плат. В верхнем левом углу окна располагается раскрывающийся список **Sample Rate**, в котором производится переключение частоты дискретизации. Для разных частот дискретизации можно устанавливать разный размер буфера для разных входов и выходов. Ниже расположены списки выходных и входных устройств. Здесь также можно активизировать устройство, посмотреть его размер буфера, сдвиг позиции и количество каналов, поменять порядок устройств в списке.

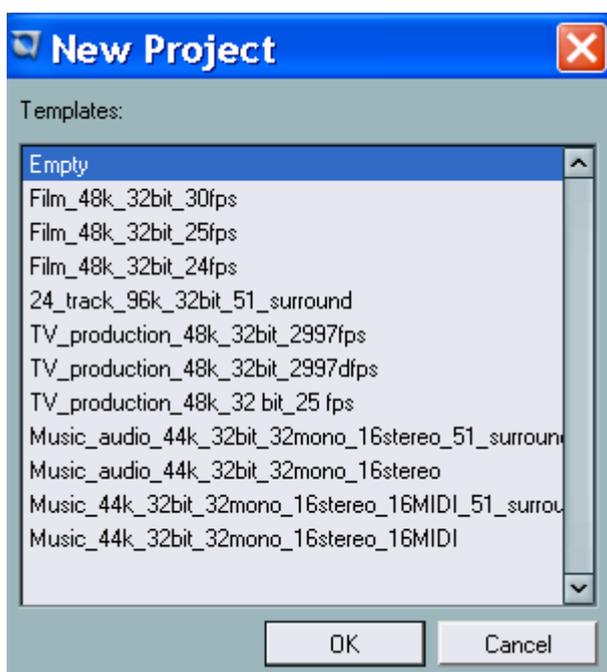
В поле **Global Settings** устанавливаются способ синхронизации и другие настройки звуковой платы. Возможна синхронизация от входа и выхода звуковой платы или DMA. Также можно включить режим полного дуплекса, проверки входов платы при загрузке программы и режим работы только с 16-разрядным сигналом. С помощью кнопок **Check Buffers and Sync** и **Detect Buffer Size** осуществляются настройки синхронизации. Раскрывающийся список **Presets** позволяет сохранять все установки.

Во время работы программы Nuendo, создается не просто один файл, а целый проект (Project), состоящий, помимо основного файла расширением .prg, из нескольких папок и вспомогательных файлов. У проекта есть его основное окно, которое открывается при создании нового проекта, либо при открытии сохраненного.

При запуске программы Nuendo 2 появляется диалоговое окно, в котором предлагается либо открыть один из сохраненных проектов, либо создать новый с помощью кнопки New Project:



После нажатия кнопки New Project появляется следующее окно:

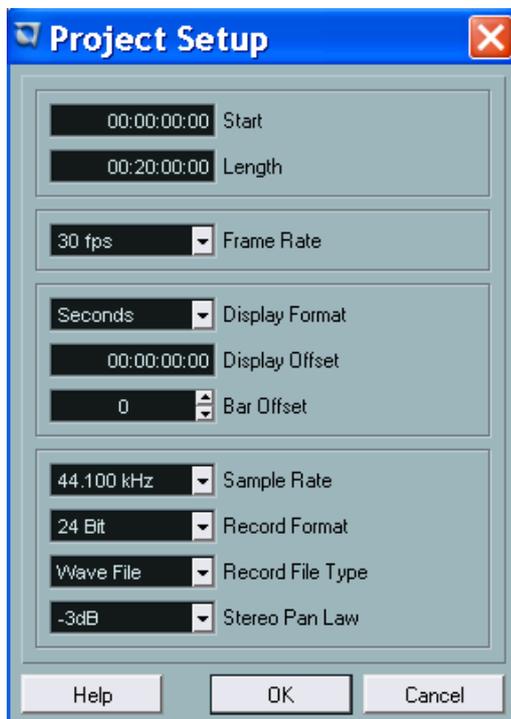


в котором можно выбрать новый проект либо пустой, либо с использованием одного из предлагаемых шаблонов. После того как выбор сделан, программа предложит выбрать либо создать, с помощью кнопки Create, папку, в которой будет находиться весь проект:



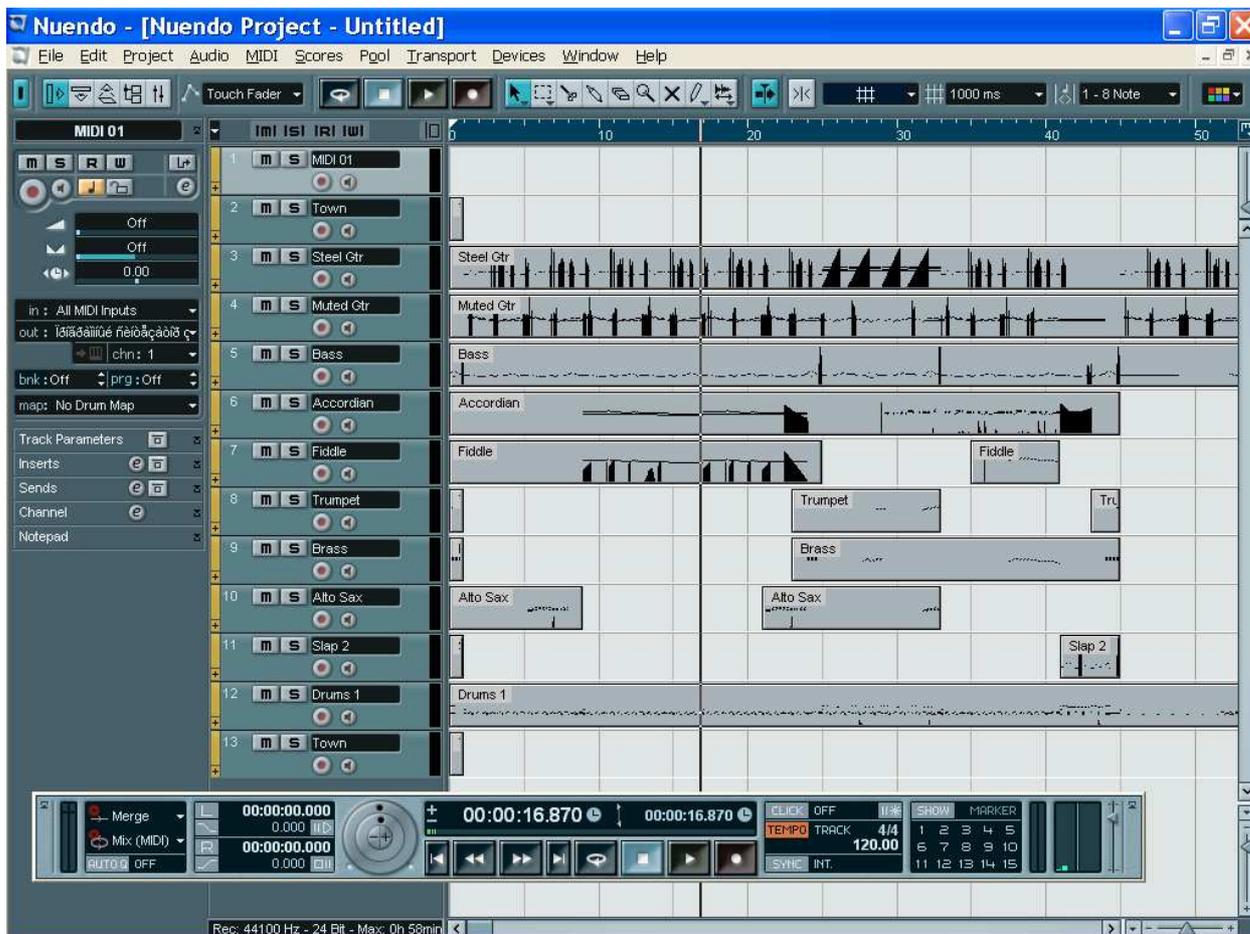
После этого появится основное окно программы, которое будет рассмотрено ниже.

Прежде, чем приступить к работе, над новым проектом, необходимо выбрать разрядность и частоту дискретизации всех звуковых дорожек проекта, либо в меню Project/ Setup, либо нажатием клавиш Shift+S. При этом возникает окно Project Setup.



В этом окне устанавливается время начала (Start) и длина (Length) проекта, формат SMPTE для синхронизации (Frame Rate), формат отображения времени на дисплее транспортной панели (Display Format), а также частота дискретизации (Sample Rate) и разрядность звуковых файлов (Record Format).

Рассмотрим теперь основное окно программы:



В самой большой части окна отображаются дорожки (tracks) проекта, которые можно тут же редактировать, перемещать, резать, склеивать и т. д. Слева располагается информация о дорожках проекта.

В верхней части окна находятся панель инструментов, информационное поле, в котором отображаются сведения о текущем выделенном объекте проекта, а также линейка.

На панели инструментов можно отображать различные группы кнопок.



По умолчанию там находятся следующие кнопки (слева направо): кнопка активизации проекта, необходимая для переключения с проекта на проект в случае, если открыто несколько проектов. Кнопка  служит для показа или скрытия поля Inspector в левой части окна, предназначенного для отображения всех свойств выбранной дорожки. Следующие две кнопки предназначены для отображения или скрытия информационного поля  и строки Overview в верхней части окна проекта . На информационном поле отображаются данные выделенного объекта. В зависимости от типа объекта, некоторые параметры (например, начальную и конечную позиции объекта) можно изменять прямо на информационном поле.

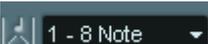
Name	Start	End	Length	Offset	Mute	Lock	Transpose
Muted Gtr	00:00:00.000	00:01:17.000	1:17.000	0.000	-	-	0

Следующие две кнопки служат для открывания окон Pool  и микшера Track Mixer . Далее расположена группа кнопок для прослушивания, остановки, записи и цикла .

Далее расположены кнопки выбора инструментов : выделения объектов , выделения области , "разрезания" и "склеивания" объектов  и  соответственно, удаления объектов , изменения горизонтального масштаба окна , заглушения , рисования и редактирования , прослушивания . В нижней части некоторых кнопок есть маленькие треугольники, которые позволяют выбирать дополнительные инструменты. Например, вместо карандаша, рисующего точечные объекты (такие, как точки перегиба кривых автоматизации), можно выбрать прямую линию, позволяющую нарисовать плавное изменение редактируемого параметра. Выбор инструмента можно производить не только нажатием соответствующей кнопки на панели инструментов, но и правой кнопкой мыши.

Далее расположена кнопка , предназначенная для включения режима автоматической прокрутки изображения дорожек при воспроизведении, записи или перемотке (Auto Scroll). То есть можно будет следить за перемещением курсора по всей длине проигрываемого произведения.

При нажатии на кнопку Snap  можно задать точное перемещение объекта на величину, характеризующуюся тем, что установлено в окошке рядом с этой кнопкой. Если в окошке стоит Grid, то перемещение возможно на величину, совпадающую с форматом линейки. Если в окошке установить Event, то перемещаемый элемент будет стремиться встать сразу же после предшествующего. При выборе Shuffle перемещаемый элемент меняется местом с тем элементом, на место которого его и перемещают. Есть и комбинированные способы перемещения. Если же кнопка Snap  отжата, то объекты могут перемещаться при помощи мыши на произвольное расстояние.

Последнее окошко  называется Quantize, в нем устанавливается размер квантизации. В этом же окошке есть и пункт Setup, выбрав который, можно установить тип квантизации, "степень свинга" в процентах и степень ритмического тяготения. Собственные установки квантиза можно сохранять.

Справа и внизу главного окна проекта расположены ползунки, с помощью которых можно менять масштаб дорожек по горизонтали, и по вертикали.

Проект Nuendo может содержать несколько видов дорожек. Основными являются звуковые дорожки (Audio), добавление которых в проект производится либо выбором пункта меню Project / Add Track / Audio, либо щелчком на пустом месте левой части главного окна проекта правой кнопкой мыши и выбором пункта Add Audio Track. На этой дорожке можно либо разместить уже заранее записанный звуковой материал с помощью меню File/ Import/ Audiofile выбрать нужный файл, либо записать с помощью микрофона или другого источника записи в системном микшере.

Очень большим удобством является возможность добавления сразу нескольких звуковых дорожек (пункт Multiple Audio). Так же добавляются и другие виды дорожек проекта: Marker (эта дорожка в центральной части главного окна проекта указывает

установленные маркеры, на позицию которых можно вернуться в любой момент при работе над проектом), MIDI, Group Channel (предназначена для создания групп микширования и объединения в эти группы нескольких каналов), Master Automation (предназначена для автоматического управления мастер-секцией микшера программы), Plug-in Automation (предназначена для автоматизации управления подключаемыми модулями формата VST), Video.

В левой части каждой дорожки находится поле, где расположено ее название (которое можно изменить), а также кнопки управления свойствами дорожки.



Аудиодорожка состоит из событий (Event) и частей (Part). Когда создается новая дорожка и на ней производится запись, полученная полоса на экране компьютера в главном окне проекта и является событием. Если склеить несколько таких событий, то получится часть. Части и события можно склеивать, разрезать, перемещать на любое расстояние с точностью до сэмпла. Количество уровней отмены не ограничено.

Если выделить событие, щелкнув на нем мышью, вокруг него появляется красное обрамление



Красные квадраты в нижних углах при этом являются маркерами начала и конца партии. Потянув за них мышью, можно увеличить или уменьшить партию. Что касается синих треугольников в верхних углах партии, то, перемещая их, можно назначить каждой партии плавное, усиление звука в начале (Fade In) или затухание в конце (Fade Out).

В окне программы имеется панель Transport, с помощью которой осуществляется запись, воспроизведение, перемотка и другие функции управления проигрыванием композиции.



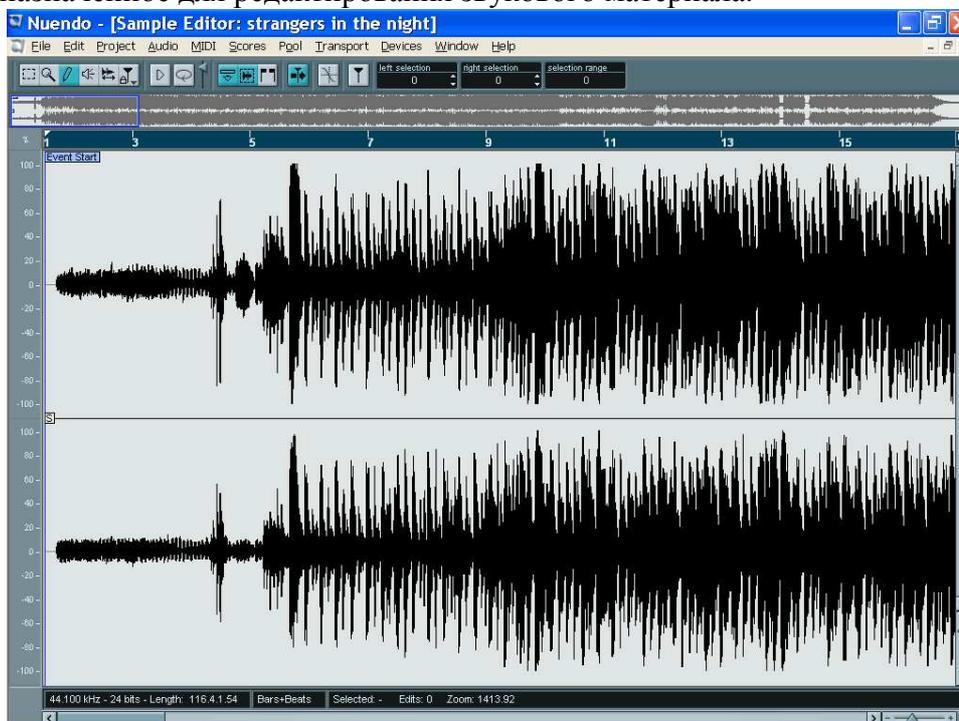
Перемотку вперед можно осуществлять клавишей «+» на цифровой клавиатуре, а перемотку назад — клавишей «-» на цифровой клавиатуре. Основные горячие клавиши управления: запись включается клавишей «*» цифровой клавиатуры, воспроизведение — клавишей Enter цифровой клавиатуры, останов — клавишей 0 цифровой клавиатуры, цикл — клавишей «/», включение метронома производится клавишей C, а включение режимов Punch In и Punch Out — соответственно клавишами I и O. Клавиши 1 и 2 цифровой клавиатуры перемещают текущую позицию к локаторам, а остальные цифры — к пользовательским маркерам. Установка локаторов и маркеров в программе Nuendo производится только в окне Marker (оно вызывается нажатием на кнопку Marker Show на панели Transport).

Партию на аудиодорожке можно свободно перемещать как по горизонтали (во времени), так и по вертикали (на другую дорожку). Если при перемещении партии удерживать клавишу Alt, то партия будет скопирована (причем вместе с аудиоматериалом, чтобы можно было независимо совершать в обеих копиях деструктивные изменения). А если при перемещении удерживать клавишу Ctrl, будет создано нечто вроде «виртуальной копии» — в проекте будет создана копия партии, но без физического копирования материала на диске.

Для того чтобы разделить партию на несколько частей и манипулировать ими независимо друг от друга, нужно использовать инструмент «ножницы»  (Split). Можно также производить обратную операцию: склеивать части в одно целое с помощью инструмента «клей»  (Glue). Правда, в большинстве случаев такая склеенная партия будет все равно состоять из двух аудиособытий. Если дважды щелкнуть мышью по партии, она откроется во встроенном аудиоредакторе. При этом внутри аудиоредактора будут по отдельности видны все аудиособытия. Там же можно установить для них маркеры начала и конца, а также Fade In/Out. Но при этом нужно иметь в виду, что нарастание и затухание для партии в целом, если она состоит из нескольких аудиособытий, невозможно.

С помощью инструмента «ластик»  (Erase), можно удалить ненужную партию, просто щелкнув по ней. А щелчок по партии инструментом  (Mute) позволяет заглушить партию, не удаляя ее. При этом партия отображается на экране в серых тонах.

Двойным щелчком мыши по событию вызывается окно Sample Editor, предназначенное для редактирования звукового материала.



В окне Sample Editor, как и у практически любого звукового редактора, большую часть занимает поле, в котором отображается волновая форма. В верхней части окна находится панель инструментов, под которой расположена полоса с изображением всего редактируемого события. В этой полосе можно выделить область события, которая будет отображаться в окне редактора. В нижней части окна располагается

информационное поле, в котором отображаются частота дискретизации и разрядность события, а также позиция начала и конца его выделенной области.

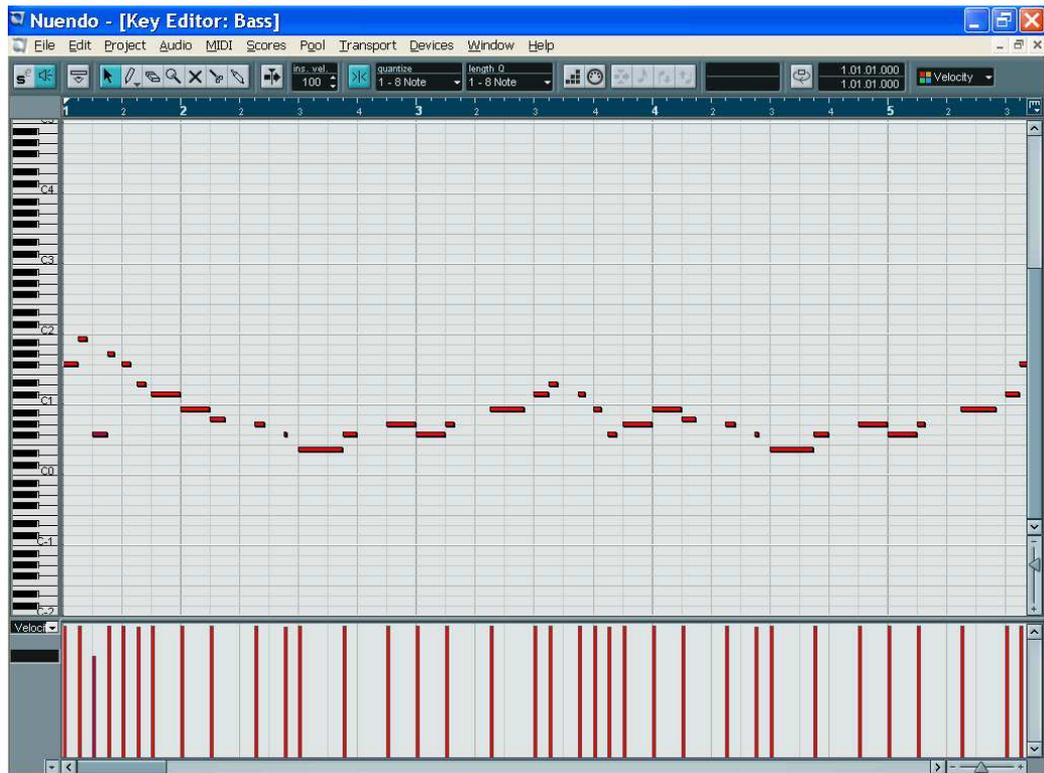
Редактирование звука в Nuendo неdestructивное, то есть неразрушающее и не изменяющее исходный звуковой файл. Для монтажного редактирования в меню Edit находятся команды копирования, вырезания, вставки. Из меню Audio/ Process можно произвести изменение огибающей (Envelope), фейды (Fade In и Fade Out), изменение уровня (Gain), микширование с выделенной областью другой области, предварительно скопированной в буфер (Merge Clipboard), нормализацию уровня (Normalize), изменение направления воспроизведения (Reverse), замену области тишиной (Silence), замену друг на друга каналов стереофонической области (Stereo Flip), удаление постоянной составляющей (Remove DC Offset). Также возможно изменение высоты тона (Pitch Shift), фазы (Phase Reverse), есть пороговый шумоподавитель (Noise Gate) и имитатор акустики помещения по образцу (Acoustic Stamp). Выделенную область можно обработать встроенными подключаемыми модулями, находящимися в меню Audio / Plug-ins: Delay, Distortion, Dynamics, Filter, Modulation, Restoration, Reverb, Surround и т.д.

С помощью меню Device/ Mixer или функциональной клавиши F3 вызывается окно микшера:

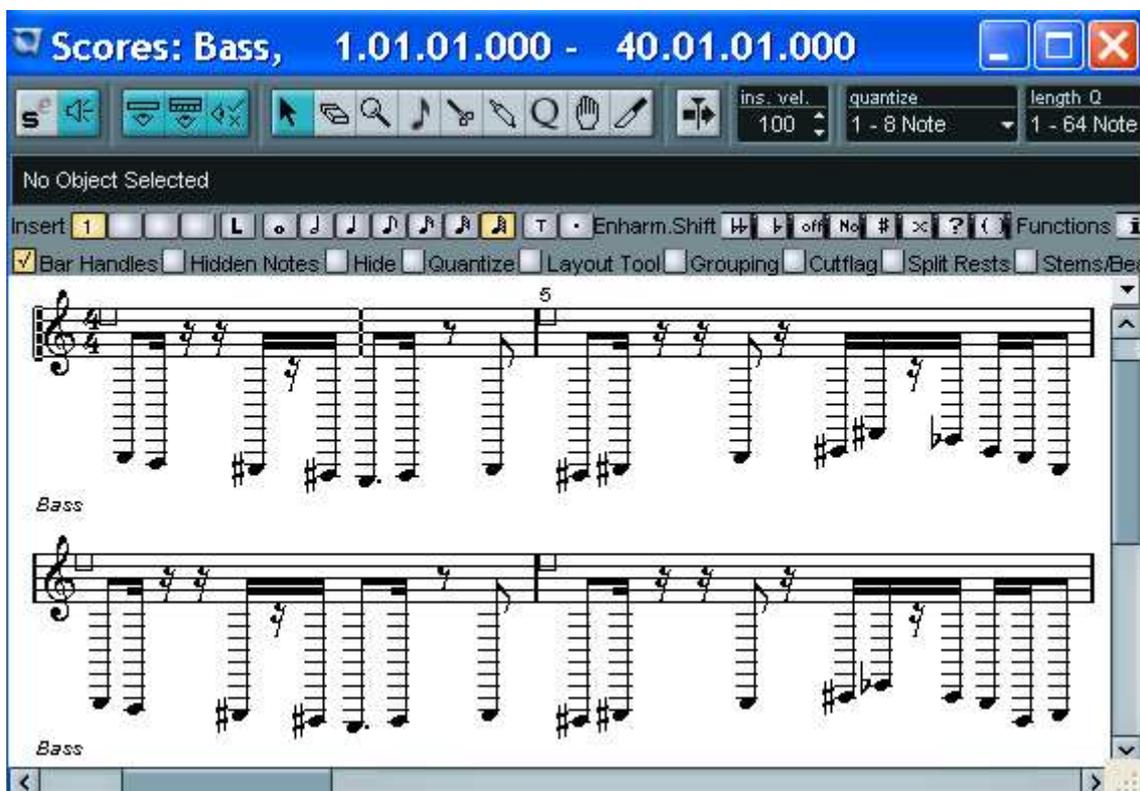


Программа Nuendo умеет работать не только со звуковым материалом. Кроме работы с аудио, можно также работать с MIDI. Можно выбрать пункт меню Project/Add Track/MIDI, и вместо звуковой дорожки появится MIDI-дорожка на которой можно записывать, проигрывать и редактировать MIDI-материал. В заголовке дорожки можно установить MIDI-выход, канал, номер банка и программы. Кроме того, здесь для каждой MIDI-дорожки можно выбрать свой MIDI-вход.

Двойным щелчком по MIDI-событию открывается окно MIDI-редактора. Слева - клавиатура, справа - ноты в виде линий разной длины и цвета. С помощью инструмента «карандаш»  можно «нарисовать» любую партию. При помощи пунктов меню MIDI и кнопок на панели инструментов окна MIDI-редактора можно производить разные типы квантизации нот, удаление дублированных нот и нот определенной длины и динамики, удаление контроллеров, транспонирование, поиск нот по динамике, выравнивание длины нот и изменение динамики.



При необходимости можно также открыть нотный редактор для MIDI с помощью меню MIDI / Open Score Editor:



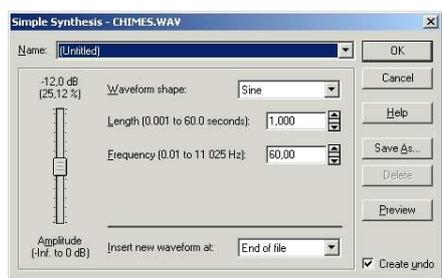
Что касается импорта существующих MIDI-аранжировок, то Nuendo может импортировать не только стандартные MIDI-файлы, но и файлы Steinberg Cubase типа Song (с расширением .all).

Помимо всего прочего в программе Nuendo можно работать еще и с видео. С помощью меню Project/Add Track/Video можно создать видеодорожку, импортировать туда видеоматериал из формата AVI и работать с ним. В одном проекте Nuendo можно создать только одну видеодорожку. При необходимости можно звук AVI-файла отделить от изображения и записать на отдельную звуковую дорожку, для этого во время импорта AVI-файла нужно отметить галочкой пункт Extract Audio.

Программы для синтеза звука

Обычно звуковые программы работают с заранее записанными звуками. У пользователя может возникнуть вопрос, а можно ли создать новый звук как бы из «ничего»? Ответ на этот вопрос будет утвердительный. Есть специальные программы звукового синтеза, а в некоторых программах звуковой обработки, таких как Sound Forge и Cool Edit Pro, есть встроенные модули звукового синтеза.

В программе Sound Forge можно синтезировать простейшую волновую форму. Для этого в меню Tools/Synthesis можно выбрать команду Simple. После этого появляется диалоговое окно:



Форма волны выбирается в выпадающего меню Waveform shape, длина волны устанавливается в поле Length, частота определяется в поле Frequency, а громкость можно определить с помощью ползунка.

Если в меню Tools/Synthesis выбрать пункт FM появляется возможность синтезировать необычные звуки при помощи четырехоператорного FM-синтеза.

В появившемся диалоговом окне редактируется каждый их четырех операторов и выбирается конфигурация соединения операторов.

В программе Cool Edit Pro возможности создания новых звуков находятся в меню Generate.

Надо отметить, что в этих программах возможности синтеза звука несоизмеримо слабее, чем в специальных программах ориентированных и созданных только для этих целей. Одной из таких программ является Virtual Waves.

Программа Virtual Waves. В окне программы отображаются различные генераторные и преобразовательные модули, которые можно настраивать и коммутировать между собой в различные конфигурации. Работа с модулями программы не составляет особого труда. Например, если пользователь хочет использовать метод аддитивного синтеза для получения звука, то нужно модуль аддитивного синтеза связать с модулем выхода звука. Чтобы это сделать, нужно в окне Modules в разделе Generators выбрать пункт Additive Synthesis и далее щелкнуть мышкой в окне Synthesizer. После этого символ модуля аддитивного синтеза появится в окне

Synthesizer. Затем из раздела Processes нужно выбрать модуль Output и также щелкнуть мышкой в окне Synthesizer.

На символических изображениях этих модулей есть маленькие треугольные стрелки. Стрелка наружу обозначает виртуальный выход, а стрелка внутрь, соответственно - вход. Можно соединить модули между собой, проведя мышкой с нажатой левой клавишей от одной стрелки до другой. Информация, полученная на вход модуля звукового выхода, и является результатом синтеза.

Чтобы настроить любой модуль нужно дважды щелкнуть на нем мышкой. После двойного щелчка на модуле аддитивного синтеза появится окно, где находится восемь синусоидальных гармонических составляющих, изменяя амплитуду которых с помощью регуляторов в разделе Global Volume можно получать различные звуки. Новый звук синтезируется из суммы этих восьми составляющих и отображается в виде волны в окне Waveform. Можно также определить частоту нижней составляющей (основную частоту) Frequency и длительность синтезируемого звука Duration. При необходимости можно выбрать любую из восьми гармоник и наглядно изобразить ее амплитудную огибающую, нарисовав ее в разделе Amplitude Envelope. Для графического изображения огибающей имеется набор из пяти инструментов. Для прослушивания сгенерированного звука нужно нажать кнопку с изображением динамика.

Программы различного назначения

Программа коррекции звука Antares Autotune DX.

С появлением компьютерных программ для звукозаписи, появились специальные программы, предназначенные для корректировки фальшиво спетых или сыгранных во время записи нот.

Одной из лучших программ, помогающих не очень хорошим певцам и исполнителям хорошо звучать, является Antares Autotune DX.

Эта программа является встраиваемым плагином к мультиплатформенным программам, таким как Steinberg Cubase, Steinberg Nuendo, Cakewalk Sonar и т.д. С ее помощью исправляются проблемы интонации в вокале или инструментальном соло, в реальном времени, без искажения или артефактов, при сохранении всех выразительных нюансов оригинального исполнения со звуковым качеством настолько первозданно, что единственное различие между тем, что входит и что выходит - интонация.

После исправления, невозможно сказать, что звук был обработан, за исключением того, что это совершенно соответствует тональности.

Auto-Tune давно стал излюбленным инструментом многих тысяч звуковых профессионалов во всем мире.

Он позволяет экономить студийное время записи и время редактирования, освобождает пользователя от бесконечной перезаписи дублей и помогает создавать поразительные специальные эффекты.

Звук, поступающий на вход, сверяется со стандартными нотами, находящимися в памяти программы. В зависимости от того, к какой ноте он оказывается ближе, к такой он и будет преобразован. Это простейший случай, когда певец ошибается менее чем на

четверть тона. Если же неточность пения больше, то исправление будет производиться по-другому. Уже будет приниматься во внимание лад и тональность произведения, и неточная нота будет преобразована в соответствии с этим. С помощью Auto-Tune возможна коррекция любых видов инструментов и голосов.

В Auto-Tune можно работать в двух режимах: автоматическом и графическом.

В автоматическом режиме могут быть исправлены самые общие проблемы высоты звука. Кнопка переключения режимов находится в верхней части окна.

Автоматический режим мгновенно обнаруживает высоту тона на входе, определяет самую близкую высоту тона в указанной пользователем шкале (включая минор, мажор, хроматические, микротональных и 26 исторических шкал), и исправляет входную высоту тона в соответствии с высотой тона шкалы. В случае же точного соответствия высоты входного тона тону шкалы, звук не подвергается обработке, и остается как есть.

Для правильной работы программы в этом режиме необходимо задать тональность в поле Key и лад в поле Scale.



В Auto-Tune 4 можно работать с большим количеством разнообразных ладов, такими как мажор, минор, хроматический, а также с различными историческими ладами, такими как китайский, греческий, индийский, арабский и т.д. Кроме того есть лады с большим количеством тонов, микротональные гаммы.

Также имеется возможность редактирования шкалы допустимых тонов Edit Scale. Здесь можно задать некоторые ноты лада, которые будут оставаться неизменными, когда тон на входе близок к данным нотам. Некоторые ноты можно вообще удалить из шкалы, если это необходимо.

Вверху слева в поле Input Type устанавливается тип звуков, подлежащих обработке: женские и мужские голоса, музыкальные инструменты, басы.

Внизу слева находится ручка Retune, устанавливающая значение скорости корректировки. Для длинных распевных нот лучше устанавливать большие значения, для быстрых и отрывистых нот - меньшие значения.

С правой стороны находится поле Vibrato, для придания звукам более глубокой и выразительной окраски. Здесь можно задать вид графика для вибрато из имеющихся, задать частоту и задержку, получить интересные спецэффекты.

Наверху в центре находится кнопка Select Pitch Ref. с помощью которой выбирается стереоканал L или R корректируемого сигнала.

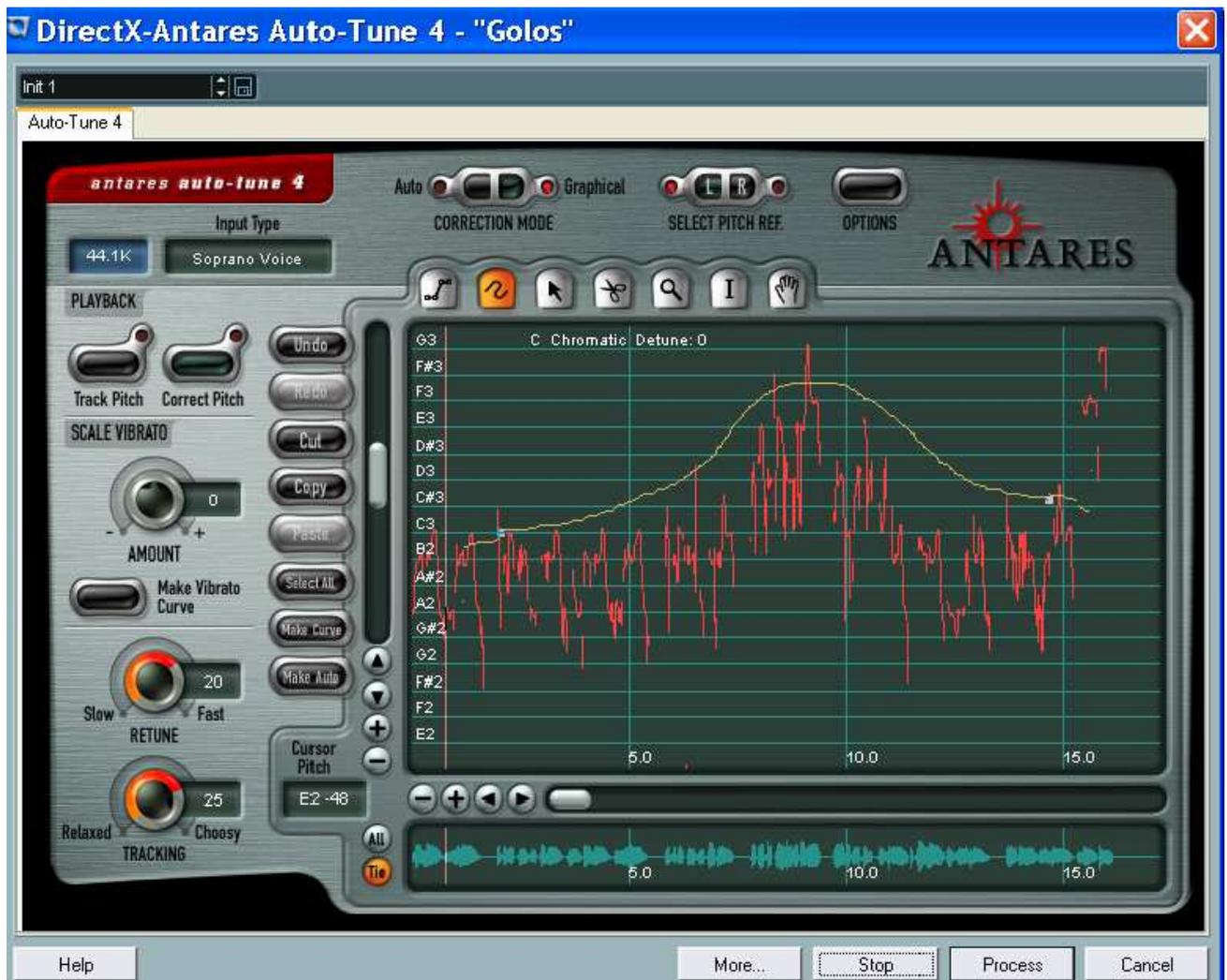
Слева находится поле MIDI. Здесь в зависимости от выбранной кнопки можно корректировать тон либо непосредственно с MIDI клавиатуры, либо сверяясь с заранее записанным MIDI треком. MIDI трек должен быть записан в основную программу, в которую встроен Auto Tune. Используя эти средства можно добиться практически идеально чистого звучания.

Графический режим показывает обнаруженную высоту входящего тона и позволяет рисовать нужную высоту, используя разнообразие графических инструментов.

Центральное место в графическом режиме занимает поле, в котором отображаются графики высоты тона входного сигнала (красный) и корректирующие линии (желтый). Для отображения красного графика входного сигнала, нужно выбрать в основной программе записанный трек и нажать кнопку Track Pitch.

Желтые корректирующие линии проводятся пользователем с помощью инструментов рисования.

Чтобы откорректировать звук на записанном треке, нужно нажать кнопку Correct Pitch.



Программы распознавания нотного текста. Для распознавания отсканированного нотного текста и перевода его в MIDI-файл разработана программа Midiscan. У этой программы есть ряд существенных недостатков и ограничений, например ноты должны быть очень четкими и довольно крупными. Распознанный текст можно отредактировать прямо в программе и уже после корректировки конвертировать в MIDI-формат.

Программы эмуляции синтезаторов и сэмплеров. Существует ряд специфических программ, с помощью которых можно превратить компьютер в имитацию какого-либо популярного аппаратного синтезатора или сэмплера. Так например благодаря программе Retro AS можно получить вместо компьютера частотно-модуляционный синтезатор, а благодаря программе Gigasampler - известный сэмплер AKAI. На мониторе компьютера отображаются пульта управления реального синтезатора или сэмплера с привычными для пользователя ручками и регуляторами.

Литература:

Е.Медведев, В.Трусова Реальность виртуального звука. Виртуальная аудиостудия нового поколения SAW STUDIO. Звуковая лаборатория NUENDO. Маршрутизация объектов и микширование SAMPLITUDE и PRODUCER., «БХВ-Петербург» Санкт-Петербург, 2002.

Тим Кинтцель Руководство программиста по работе со звуком., ДМК, 2000.

Р.Петелин, Ю.Петелин Музыкальный компьютер., АРЛИТ, 2003.

Р.Петелин, Ю.Петелин Cubase SX. Секреты мастерства – СПб.: БХВ-Петербург, 2003.

Ю.Ковалгин, Э.Вологдин Цифровое кодирование звуковых сигналов. 2004г. РФ

Ш.А.Гафурова Основы работы с нотным редактором Encore 4.0., Темирйулчи, Ташкент, 2003.

Гущин В.Н., Насыров М.З. Оборудование студий и системы звукозаписи часть I 2004г. Узбекистан.

СОДЕРЖАНИЕ:

Введение	4
Цифровой звук	4
Звуковая карта	10
Оборудование.....	11
Простые звуковые и музыкальные программы	13
Программы-секвенсоры	14
Программы для работы с аудио.....	26
Программы многоканального сведения.....	31
Программы для синтеза звука	42
Программы различного назначения.....	43
Литература:.....	47