

# Точное копирование звуковых компакт-дисков

© [Е.Музыченко](#)

Копирование звуковых компакт-дисков (CD-DA, или аудиодиски) - один из камней преткновения в области современного цифрового звука. Читая различные журналы, в том числе и аудиофильские, участвуя в сетевых форумах, можно встретить совершенно противоположные мнения. Одни утверждают, что копирование такого диска ничем не отличается от копирования обычного файла - вставил и переписал, другие считают, что точно скопировать звуковой диск в принципе невозможно. Часто диски CD-DA уподобляют дискам CD-ROM, невзирая на принципиальные различия их форматов и способов работы с ними.

В этой статье пойдет речь о создании точных копий звуковых данных с компакт-дисков. При этом единицей копирования, как правило, является дорожка диска, а не весь диск целиком, ибо точное копирование последовательности дорожек и пауз между ними является гораздо более простым процессом, нежели точное копирование содержимого самих дорожек. При необходимости можно сделать точную копию и всего диска в целом, с сохранением присущего именно этому диску уникального кода, по которому происходит идентификация дисков в централизованной базе данных (CDDDB).

## Структура информации на диске CD-DA

В предельном случае можно считать, что информационная структура дорожки CD-DA - двухуровневая. Верхний уровень информации - поток амплитудных значений (отсчетов) цифрового звука - представляет собой звучание дорожки. При изготовлении диска из потока отсчетов путем кодирования и перемежения ("размазывания" по поверхности диска) формируются так называемые кадры, которые и записываются на диск в виде последовательности отражающих и неотражающих пятен (питов). Последовательность битов, представленная питами на дорожке - это нижний информационный уровень, который представляет собой носитель информации.

Преобразование данных из верхнего уровня в нижний является взаимно однозначным. Это означает, что один и тот же поток данных верхнего уровня при кодировании всегда даст один и тот же поток данных нижнего уровня. Обратное же преобразование, за счет корректирующих кодов, в общем случае взаимно неоднозначно - при искажении или выпадении отдельных битов и их групп все равно получается один и тот же поток данных верхнего уровня, если количество и плотность ошибок не превышают корректирующей способности кода.

В свете сказанного, термин "точная копия" корректно применять лишь к информации верхнего уровня. Получение же точной копии информации на нижнем уровне требует сверхточных технологий, является практически нереальным, а главное - совершенно бессмысленным, так как требуется создать копию самого звучания, а не его материального носителя.

## Разница в звучании оригинала и копии

Надо заметить, что даже получение абсолютно точной цифровой копии информации верхнего уровня диска не может гарантировать неотличимости его звучания от звучания оригинала в различных дисковых проигрывателях (CDP). Дело в том, что воспроизведение диска - это своего рода интерпретация записанной на нем цифровой информации, и не все CDP умеют делать это технически верно. Из-за дефектов прессования (у штампованных дисков) или записи (у матриц CD-R) информация на нижнем уровне может существенно различаться, однако в пределах запаса, создаваемого избыточным кодом, звуковые кадры верхнего уровня восстанавливаются одинаково. Технически правильный проигрыватель должен полностью отсеять различия нижнего уровня, не допуская их влияния на звук; на практике многие CDP этого не выполняют.

Процесс можно сравнить с изготовлением некоей смеси по рецепту. Если один и тот же текст рецепта напечатать на бумаге разного цвета, шрифтом разного типа и размера, то эти различия могут повлиять на эмоциональное состояние человека, готовящего смесь, в результате чего он может "недомешать", "перелить", или еще что-нибудь, даже соблюдая условия рецепта с достаточной точностью. И тщательным анализом можно будет обнаружить разницу в составе смесей - как опытный "слухач" обнаруживает разницу в звучании оригинала и копии одного и того же диска, в то время как рядовой слушатель этой разницы совершенно не замечает.

Справедливости ради надо сказать, что большинство слушателей не замечает разницы даже в звучании оригинального диска и сделанного с него сжатого файла MP3, а уж там различия в кодировании цифровой информации возникают кардинальные. Это говорит о том, что точным копированием имеет смысл заниматься только в тех случаях, когда крайне важна предельная точность переноса информации, и слушатели в состоянии обнаружить ее нарушение.

## Разница между дисками CD-DA и CD-ROM

Формат CD-DA - самый основной, первичный формат, из которого растет все дерево форматов компакт-дисков (CD-I, Video-CD, CD-Text, CD-R, CD-RW и т.п.). Он определяет способ кодирования информации на диске и его структуру: до 99 "дорожек", каждая из которых обычно представляет собой одно музыкальное произведение.

Весьма распространены домыслы, что на CD-DA якобы нет защиты от ошибок чтения, и что любая пылинка или легкая царапинка приводит к сбоям в звуковом потоке, как на грампластинке, и эти сбои исправляются только путем сглаживания (интерполяции), что портит качество звучания диска. И что якобы только на CD-ROM есть нормальное обнаружение ошибок и их коррекция.

На самом же деле защита от ошибок в формате CD-DA есть, и весьма серьезная - информация как бы "размазана" по диску, и блоки собственно звуковых данных собираются при чтении из совершенно несмежных между собой кадров низкого уровня, а большинство возникших ошибок исправляется (корректируется) при помощи специального избыточного кода, способного исправлять как единичные, так и множественные ошибки. Избыточность (доля дополнительной информации в ее общем объеме) корректирующего кода Рида-Соломона в CD-DA составляет 25%, а поверх этого кода накладывается еще канальный код 8/14, так что окончательная избыточность равна 57%. Иными словами - больше половины всей информации на диске занимают проверочные и корректирующие данные.

Адресация звуковых блоков (кадров) в CD-DA выполняется по меткам в так называемых подканалах (subchannels), которые кодируются вместе со звуковой информацией. Один кадр имеет длительность 1/75 секунды и вмещает 2352 байтов данных (588 стереофонических звуковых отсчетов).

Формат CD-ROM базируется непосредственно на формате CD-DA. Вдобавок к корректирующей способности CD-DA в CD-ROM добавлен еще один уровень защиты от ошибок и их коррекции (дополнительно 12% избыточности), за счет чего надежность чтения CD-ROM заметно возрастает. Впрочем, она тоже не дает никакой гарантии - это хорошо видно на многих китайских дисках, которые надежно читаются только в первые несколько месяцев с момента выпуска, после чего "навороченность" привода уже перестает играть заметную роль - диск уверенно не читается нигде.

Адресация блоков данных в CD-ROM выполняется по специальным адресным заголовкам, которые записываются в каждом кадре CD-DA. Поиск блока происходит вначале грубо, по меткам из адресного подканала, а затем - точно, по адресному заголовку из кадра.

## Как происходит чтение с CD-DA и с CD-ROM

Чтение информации с CD-DA и CD-ROM - одновременно и очень схожие, и принципиально разные процессы. При чтении CD-DA происходит восстановление кадра (2352 байта), который сразу же подается на цифроаналоговый преобразователь (ЦАП) в случае воспроизведения, и на магистраль данных контроллера - в случае прямого (так называемого сырого, или raw, чтения). При чтении CD-ROM восстановленный кадр CD-DA подается на дополнительный декодер, который выделяет из кадра 2048 байтов данных, 288 байтов корректирующего кода и 16 байтов адресного заголовка, и при необходимости исправляет возможные ошибки в области данных, используя эти дополнительные байты корректирующего кода.

Однако задачи привода в случае разных форматов диска принципиально различны. При чтении CD-ROM необходимо обеспечить абсолютно точное считывание ранее записанного блока данных, даже если для этого потребуются серия повторных чтений, которые нередко сопровождаются перепозиционированием (привод характерно "дергается"). Если привод не может считать блок за установленное количество попыток - он возвращает признак ошибки, и читающая программа даже не пытается использовать полученные данные, даже если реально в них испорчен всего один бит.

Совершенно иная ситуация - с чтением CD-DA в режиме воспроизведения. В этом случае задача привода - постараться не породить паузы в звучании диска, даже ценой замены нескольких ошибочных отсчетов, которые не удалось полностью исправить, на рассчитанные по соседним, правильным отсчетам (интерполированные). На дисках с нормальным качеством, читаемых в хорошем приводе, интерполяция случается редко, а вот на некачественных или поврежденных дисках, а также - в приводах низкого качества, она происходит почти постоянно.

Таким образом, грамотно построенный привод CD-ROM, читающий диск CD-DA в режиме "грабления", должен работать в совершенно ином алгоритме, нежели в режиме воспроизведения, причем логика работы должна меняться в первичном декодере формата CD-DA, а не во вторичном декодере CD-ROM. К сожалению, далеко не все приводы умеют правильно читать CD-DA в режиме прямого чтения (называемом еще Digital Audio Extraction - DAE), и в результате либо теряют синхронизацию между кадрами, либо отдают на магистраль блоки с интерполированными отсчетами, никак не информируя контроллер об ошибках чтения. Выловить такие ошибки можно только путем многократного (3-5 раз) чтения одних и тех же дорожек диска с последующим сравнением получившихся файлов.

## Тонкости процесса прямого чтения звука

Несмотря на то, что адреса дорожек CD-DA в оглавлении диска указаны с точностью до кадра (1/75 сек), различные приводы по-разному позиционируются на начало читаемого участка, отчего воспроизведение или чтение начинается не точно с начала первого кадра, а на какую-то часть кадра раньше. Причины этого явления ясны недостаточно, поскольку производители не раскрывают точного алгоритма работы контроллеров в своих приводах. Возможно, это связано с тем, что расшифровка кадра происходит постепенно, путем сборки воедино "размазанных" по потоку данных нижнего уровня кодовых блоков. При различных алгоритмах сборки момент восстановления адресной метки кадра будет различным; если привод начинает отдавать накопленные во внутреннем буфере звуковые данные сразу же, как произойдет совпадение адресной метки, то читающая программа получит какую-то часть предыдущего кадра, которую еще не успели перекрыть данные текущего кадра.

При прослушивании возникающий сдвиг незаметен, однако при чтении в файл с помощью разных приводов получаются файлы, отличающиеся размером и содержимым небольших (несколько килобайт) начального и конечного участков. Хорошо хотя бы то, что обычно конкретный привод ошибается на одну и ту же величину, так что все копии дорожки, полученный с его помощью, имеют одинаковую длину.

По той же самой причине многие приводы теряют синхронизацию с дорожкой между операциями чтения. Чтение с CD выполняется блоками, включающими целое число кадров, и внутренний буфер привода непрерывно заполняется данными, считанными с дорожки, периодически отдавая их читающей программе. Если программа делает паузу - для записи блока данных на диск или по причине вытеснения другой программой - объема буфера привода может не хватить для сохранения данных до следующего обращения от программы; в таком случае привод вынужден позиционироваться заново, а из-за неточности самого позиционирования возникает повтор или выпадение серии отсчетов. Надежно сохранять синхронизацию умеет достаточно небольшая часть распространенных приводов.

Для борьбы с нарушениями синхронизации используется программное решение - чтение блоков "внахлест", когда программа запрашивает каждый очередной блок данных с отставанием, и определяет, где начинается очередная нужная последовательность кадров (так называемый режим Sync Read). Это позволяет хоть как-то работать с некорректными приводами, однако в несколько раз снижает скорость чтения.

## Можно ли точно скопировать звук с компакт-диска?

Можно, хоть это и может потребовать значительных затрат времени для подбора и настройки системы копирования. Необходимо правильно подобрать аппаратуру (приводы CD-ROM и CD-R) и программное обеспечение для работы с ними, и корректно выполнить все необходимые процедуры.

Для того, чтобы дорожки звукового диска были скопированы точно, необходимо выполнение следующего ряда условий:

- Исходный диск должен иметь качество поверхности, достаточное для его уверенного чтения в данном приводе. Иначе говоря - все ошибки низкого уровня, которые возникают в процессе чтения, должны быть полностью исправимыми посредством корректирующего кода.
- Используемый для чтения привод должен иметь достаточное качество считывающей системы, чтобы уверенно читать данный диск. Например, со временем в приводах "салятся" лазеры, загрязняется линза фотоприемника, ухудшается точность следования луча по дорожке, и т.п.
- Читающий привод должен уметь правильно и надежно синхронизироваться по последовательности звуковых кадров, либо должен использоваться режим программной синхронизации.
- Читающий привод не должен читать данные со смещением, либо это смещение должно компенсироваться программой чтения.
- Программа записи, преобразующая набор звуковых WAV-файлов в образ звукового диска, не должна вносить в них какие-либо изменения. Некоторые программы могут пытаться самовольно убирать щелчки, обрезать тишину в начале или конце дорожки, а также незаметно сглаживать фонограмму, чтобы копия не была точной и не нарушались слишком явно авторские права.
- Записывающий привод должен точно и аккуратно записывать на матрицу поданные ему программой звуковые данные, не внося в них ни малейших изменений, лишних пауз в начале/конце дорожки и т.п. Большинство пишущих приводов по непонятной причине создают смещение между адресной информацией и данными, отчего возникает сдвиг начальных адресов звуковых дорожек. Желательно компенсировать смещение программой записи, а если она этого не поддерживает - косвенно, программой чтения.

Критерием правильного копирования может служить совпадение всех WAV-файлов, "сграбленных" с копии, с оригинальными файлами, с которых делалась запись, либо исходного и полученного образов всего диска. В таком случае качество копирования считается идеальным. Несовпадение чаще всего порождается смещениями данных в читающем и пишущем приводах, которые не удается компенсировать программно; в этом случае копия получается точной по звучанию, однако длительность начальных/концевых пауз на дисках Track-At-Once (ТАО) и моменты стыков дорожек на дисках Disk-At-Once (DAO) будут различаться на несколько сотых долей секунды. Этим можно пренебречь, однако необходимо иметь в виду, что при копировании копий полученные различия будут усугубляться, и последовательное копирование по цепочке в конце концов приведет к слышимому накоплению ошибок на стыках дорожек диска DAO.

## Правовые аспекты цифрового копирования

Не стоит забывать, что по международным и российским законам для копирования любой информации, подпадающей под положения об авторских правах, необходимо иметь соответствующую лицензию. Несанкционированное копирование является уголовным преступлением. Разумеется, вас никто не станет преследовать за изготовление нескольких копий с дисков из чьей-то коллекции, однако занятие подобным промыслом в массовом порядке вполне может привести к возбуждению уголовного дела.

## Выбор приводов и программ для копирования

Для достижения хороших и повторяемых результатов весь набор "железа" и "софта" должен быть правильно подобран и протестирован. Наиболее критичным узлом является пишущий привод (рекордер), ибо даже если читающий привод не гарантирует точного чтения, его в ряде случаев можно добиться простым повтором, и выбором одного из нескольких совпадающих файлов.

Рекордеры обычно сделаны так, что они в состоянии хорошо читать звуковые диски. Например, мой Teac W54E справляется с этим отлично, а вот при работе в свое время с HP 6020 повторяемости добиться не удалось никакими усилиями. В то же время, W54E пишет с постоянным смещением, а HP7010 записывал диски DAO абсолютно точно.

Вообще, после тестирования ряда приводов на точность чтения/записи остается стойкое ощущение, что их производители старались как можно больше затруднить пользователям создание точных копий дисков, причем весьма странным способом - чтением и записью со смещением. Если бы перед ними стояла задача исключить точное копирование звучания - они могли бы ввести интерполяцию, повтор или выбрасывание отдельных отсчетов, что изменило бы звук на всем протяжении дорожки, однако сами данные почти всегда переносятся точно, а вот их позиции "плавают" на сотые доли секунды, и бороться с этим чрезвычайно сложно.

Из обычных читающих приводов хорошие результаты всегда давали марки Panasonic, Pioneer, Sony, Teac, Plextor. Большинство из них надежно поддерживает синхронизацию, хотя и страдает отклонениями в начальном позиционировании, из-за чего файл, считанный на одном приводе, может отличаться длиной и содержанием начального участка от файла, считанного на другом. Из приводов выпуска до 97-98 годов (модели до 12х) многие марки, в том числе и перечисленные, не отличались хорошим качеством прямого чтения звука, однако в настоящее время ситуация гораздо лучше, и даже таким маркам, как Samsung и Asus, обычно можно доверять. Марки же Mitsumi и особенно BTC, а также другие малоизвестные, так и остались дешевыми и малопривлекательными в работе приводами.

Из программ чтения наиболее известны AudioGrabber ([www.audiograbber.com-us.net](http://www.audiograbber.com-us.net)), Audio Catalyst ([www.xingtech.com](http://www.xingtech.com)), Exact Audio Copy, или EAC ([www.exactaudiocopy.de](http://www.exactaudiocopy.de)), Easy CD-DA Extractor ([www.poikosoft.com/cdda](http://www.poikosoft.com/cdda)), WinDAC ([www.windac.de](http://www.windac.de)). Большинство из этих программ имеют в своем составе также и кодировщики в форматы MP3/AAC/VQF/WMA и другие, что в нашей задаче будет абсолютно лишним. Я пользуюсь EAC 0.9 preBeta 9 - компактной и удобной программой, в которой нет излишних красивостей, зато есть возможность компенсации смещений, вносимых приводами, и многие другие полезные удобства. По словам автора, программа EAC создавалась именно для предельно точного копирования звуковых дисков, и пока она остается единственной в своем роде.

## Проверка точности чтения звуковых данных

Прежде всего необходимо добиться точного и однозначного чтения звуковых данных с диска. Для этого берется диск хорошего качества, достаточно новый, с чистой и неповрежденной поверхностью, и несколько звуковых дорожек с него считывается подряд в файлы с разными именами, после чего сравнивается длина и двоичное содержимое полученных файлов.

Если длины файлов всегда одинаковы, остается лишь сравнить содержимое - программой FC с ключом /b, которая запускается из окна DOS, функцией Advanced Compare в FAR, функцией Wave Compare в EAC, либо чем-то подобным. Расхождения будут говорить о том, что привод либо ошибается при чтении, либо умышленно подмешивает к считанному звуку почти неслышимый шум, дабы исключить получение точной цифровой копии.

Если при одинаковых длинах файлов повторяемости нет, или диск читается неуверенно, с повторами - можно попробовать очистить линзу привода. Лучше всего это поручить квалифицированному специалисту, однако при наличии технических навыков можно сделать и самому, аккуратно вскрыв привод и промыв линзу кусочком натуральной ваты, смоченной теплой водой с мылом, после чего столь же осторожно и мягко промокнув насухо кусочком мягкой и гигроскопичной ткани. На линзе не должно остаться каких-либо видимых следов загрязнения, и она должна остаться свободно подвешенной на своей магнитной системе.

Другой способ попытаться избавиться от несовпадений - включить режим программной синхронизации в программе чтения. Это значительно замедлит чтение, однако может спасти ситуацию и обеспечить повторяемость. В EAC этот режим задается в параметрах привода (Drive Options) и носит название Secure Mode, в противоположность быстрому Burst Mode.

Если длины считанных файлов различны, это плохой признак - привод не в состоянии даже начинать и заканчивать чтение на одних и тех же адресах, и его лучше заменить на другой. Можно, конечно, методом поиска и сравнения определить, совпадают ли основные, серединные, части дорожек, однако это - весьма нетривиальное и муторное занятие.

## Вычисление смещения, вносимого приводами

Наилучший способ определить смещение, вносимое приводом при чтении - воспользоваться специально для этого разработанной функцией EAC, вызываемой из формы параметров привода. Для этого необходимо раздобыть хотя бы один, а еще лучше - два-три эталонных компакт-диска, список которых приведен в файле eac.txt из дистрибутивного архива, а также - в файле eacdoc.pdf, который можно отдельно скачать с сайта. Диски лучше брать оригинальные (в списке указаны их выходные фирменные коды). Вставив эталонный диск в привод, нужно запустить его анализ кнопкой Detect read sample offset correction. Если диск опознан успешно, EAC попытается найти на нем эталонный фрагмент (passage), адрес которого заранее известен, и вычислить смещение, вносимое приводом.

Для надежности операцию нужно повторить несколько раз с каждым эталонным диском, и выбрать наиболее правдоподобную величину смещения. Полученное смещение заносится в параметры привода кнопкой Apply или вручную. Положительное смещение означает, что привод начинает чтение раньше, чем нужно, добавляя лишние отсчеты в начало фрагмента, отрицательное - что опаздывает, теряя начальные отсчеты.

Если эталонных дисков найти не удалось, можно записать несколько тестовых WAV-файлов с известным содержанием где-нибудь на приводе, который заведомо не вносит адресных погрешностей. Тогда разность между адресом начала фрагмента в считанном с диска файле и его началом в исходном файле даст величину смещения в байтах, а количество отсчетов получается из него делением на 4. Можно воспользоваться функцией Wave Compare в EAC, которая сама определит величину смещения.

И наконец, если нет доступа к другим пишущим приводам - остается воспользоваться величиной суммарного смещения (combined offset), вычисленной путем сравнения любого эталонного WAV-файла, записанного в приводе, с файлом, считанным с записанного диска. Однако в этом случае последующее копирование дисков должно выполняться полностью на этом приводе: сначала чтение, потом запись на нем же; использовать для чтения другой привод будет некорректно. Суммарное смещение заносится в поле Combined read/write sample offset, для активизации которого нужно переключить режим коррекции на Use combined read/write sample offset. В этом случае EAC будет корректировать смещение при чтении и расставлять адресные метки при записи таким образом, чтобы результирующие смещения чтения и записи были компенсированы заданным значением.

Автоматизировать процесс определения суммарного смещения можно при помощи программы CDSpeed99 ([www.cdspeed2000.com](http://www.cdspeed2000.com)), имеющей функцию создания тестового диска с последующим его анализом.

## Запись диска

Наиболее популярные программы для записи дисков - Easy CD Creator ([www.adaptec.com](http://www.adaptec.com)), WinOnCD ([www.cequadrat.com](http://www.cequadrat.com)), Nero ([www.ahead.de](http://www.ahead.de)) и т.п. - отлично справляются с записью и копированием дисков CD-ROM, но, к сожалению, очень плохо приспособлены для качественного копирования звуковых дисков. Как правило, эти программы выполняют чтение и запись звуковых данных простейшими способами, даже не пытаясь обнаруживать и корректировать погрешности приводов. Поэтому для точного копирования звуковых дисков удобнее всего пользоваться "связкой" из EAC и CDRWin ([www.goldenhawk.com](http://www.goldenhawk.com)). В принципе, EAC тоже содержит все необходимые средства для записи дисков, однако эта часть программы пока недостаточно отлажена и часто зависает после окончания записи или стирания диска (хотя диск при этом записывается или стирается полностью и верно).

Возможно два способа копирования звуковых дорожек с диска на диск. В первом способе выбранные дорожки исходного диска читаются в набор WAV-файлов на винчестере, после чего полученные файлы в обычном порядке подаются любой программе записи звуковых дисков. Во втором способе формируется один сплошной образ (image) непрерывной звуковой дорожки, к которому создается индексная карта (CUE

sheet), где указаны адреса начала каждой из отдельных дорожек диска. По сути, любой рекордер записывает на диск именно непрерывную дорожку, которая потом снабжается индексным указателем (оглавлением, или TOC). Другое дело, что большинство программ записи формируют TOC сами, не давая пользователю доступа к этому процессу.

Наиболее надежным является второй способ, при котором за раз считывается в файл весь образ исходного диска, и так же за раз записывается на диск-результат. Все, что нужно в этом случае для компенсации смещений - это скорректировать адресные метки, что автоматически сделает EAC при создании CUE Sheet. При копировании дисков, записанных без пауз, когда дорожки состыкованы без разрыва, лучше пользоваться именно этим способом. При копировании обычных дисков с паузами, можно пользоваться любым способом, но все равно желательно как можно точнее выставить величину смещения для компенсации.

"Снятие" образа и индексной карты с исходного диска выполняется в EAC функцией Copy image & Create CUE sheet. В результате создается WAV-файл, содержащий звуковые данные всего диска (с паузами или без пауз - как построен диск), и CUE-файл, содержащий адреса отдельных дорожек диска. Если диск был предварительно опознан через базу данных (CDDDB) - в файле CUE будут прописаны также названия дорожек, вместе с названием автора/альбома.

Запись диска-результата из отдельных WAV-файлов можно делать практически любой программой записи. С осторожностью относитесь к Nero - версия 5.0 в моих экспериментах самовольно обрезала конец последней дорожки. Хорошие результаты при записи из готовых WAV-файлов всегда давал Easy CD Creator.

Запись из образа и карты выполняется либо в самом EAC - функцией Write CD-R, либо в CDRWin. И там, и там есть операция Load CUE Sheet - загрузка карты, после чего остается лишь указать скорость и запустить саму запись. В этом режиме запись всегда идет методом DAO (Disk-At-Once), когда паузы между дорожками создаются средствами программы, а не рекордера.

Для получения надежно читаемого бытовыми проигрывателями диска-копии лучше не увлекаться повышенными скоростями записи, ограничившись двукратной, или даже однократной. Тогда цепочка сформированных лазером питов будет наиболее четкой и долговечной.

Если вы владеете английским - постарайтесь внимательно прочитать документацию к EAC, там могут быть важные для вашей системы моменты. В частности, это касается использования режима DMA при работе с рекордером; иногда отключение DMA может помочь избавиться от "плавающих" ошибок.

При правильной настройке EAC и соблюдении всех перечисленных условий на выходе получится диск, дающий при чтении WAV-файлы с точно такими же длинами и содержанием, что и считанные с исходного диска. В ряде случаев возможно расхождение "хвостов" - размера и концевой части последней дорожки, однако эти различия будут за концевой меткой дорожки, что не отражается на ее звучании. Полные образы дисков в больших WAV-файлах, полученных посредством функции Create CUE Sheet, также будут совпадать. Корректно скопированный целиком диск будет также успешно опознаваться при запросах к централизованной базе данных (CDDDB), так как для запроса используется совокупность адресов и длин всех звуковых дорожек диска, то есть - его индексная карта.

Тренироваться на этапе определения смещений, подбора оптимальных режимов и т.п. лучше всего на матрицах CD-RW, если у вас перезаписывающий привод. В противном случае можно испортить десятки обычных матриц, прежде чем система будет настроена, как надо. Перед записью матрицу CD-RW достаточно стереть в режиме Quick Erase, что занимает около минуты. Большинство современных приводов умеет воспроизводить (Play) матрицы CD-RW в формате CD-DA, как и другие звуковые диски, а иногда на это способны и бытовые проигрыватели; таким образом удобно проверять на слух правильность стыковки дорожек и расстановки пауз между ними.

*Если вас преследуют хронические неудачи - "плавают" смещения, нет повторяемости и т.п. - можно попробовать обновить прошивку (firmware) привода. Найти обновления можно на сайте производителя привода, либо путем поиска в Интернет по марке привода и ключевым словам firmware, update, upgrade, drive и т.п. Перед запуском найденной программы обновления необходимо внимательно прочитать инструкцию и в точности следовать ее рекомендациям, иначе привод можно угробить насовсем.*