

# Первые компакт-диски «Мелодии»

Под этим общим названием мы помещаем две статьи специалистов фирмы «Мелодия», посвященные новому звуконосителю. Авторы рассматривают различные вопросы, связанные с цифровой записью, статьи дополняют друг друга и позволяют заинтересованному читателю создать достаточно полную картину изготовления компакт-диска.

## НОВАЯ СИСТЕМА ЗАПИСИ

Любители грамзаписи уже заметили, что возможности современных проигрывателей высокого класса превосходят параметры обычной пластинки. Звукосниматель такого проигрывателя извлекает всю информацию, записанную в канавке, но качество звучания оставляет все же желать лучшего — недостаточен динамический диапазон, сужен частотный диапазон, даже у совершенно новой пластинки прослушиваются шумы, сопутствующие обычному методу грамзаписи.

Несмотря на то, что уберечь звук от искажений не удается. И все потому, что сегодняшние проигрыватели и грампластинки представляют собой как бы витки одной спирали, которую вот уже почти сто лет неутомимо раскручивают разные поколения конструкторов. Все новшества и улучшения в воспроизводящей звук аппаратуре — лишь доработка первоначальной.

Повысить качество звучания грампластинки оказывается делом не простым. Специалисты вынуждены были констатировать, что техника обычная, или, как ее называют, «аналоговой» записи практически достигла предела своих возможностей. Интенсивные исследования ученых привели к разработке принципиально новой системы записи — цифровой.

Фонограммы, записанные цифровым способом, существенно превосходят обычные. Но в этих условиях особенно отчетливо стало ощущаться несовершенство традиционных черных дисков, с их шумами и искажениями. И следующим этапом закономерно стало создание пластинок нового типа, на которые запись наносится не расшифровываясь — в виде закодированных сигналов.

Революция в области звукозаписи на дисках произошла в 1982 году, когда японская фирма «Сони» и голландская «Филипс», объединившись, выпустили первые миниатюрные цифровые грампластинки, получившие название «компакт-диски».

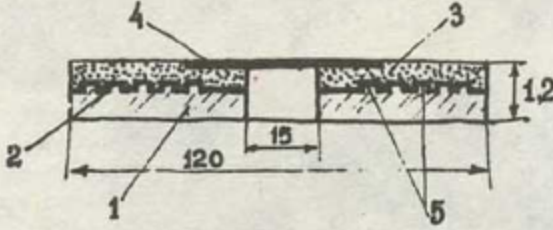
Сейчас компакт-диск (КД) — самый популярный носитель в мире, ежегодно выпускается до 500 млн. таких дисков. Для их воспроизведения существуют специальные проигрывающие устрой-

ства, где иглу заменяет лазерный луч.

Что же представляет собой компакт-диск? Он примерно в три раза меньше нынешнего гиганта (диаметр 12 сантиметров, толщина 1,2 мм, масса 15 г, центровое отверстие 15 мм.) Запись на нем выполняется только на одной стороне, при этом длительность звучания может достигать семидесяти пяти минут.

Способ записи информации на компакт-диске совершенно оригинален. Остроумие и изящество нового технического решения проблемы захватывает само по себе. Первое, на что обращает внимание — это блестящая, как зеркало, поверхность, играющая на свету всеми цветами радуги. Она совершенно гладкая, без каких-либо канавок. Невооруженным глазом на ней ничего не увидишь. Однако, если воспользоваться достаточно сильным микроскопом, станут заметными мельчайшие продолговатые углубления (питы), размер которых составляет доли микрона. Все они имеют одинаковую глубину и ширину: изменяется лишь их длина и расстояние от одного углубления до другого.

Сам диск состоит из трех слоев (см. рисунок): пластмассовой прозрачной подложки, несущей информацию



(1), алюминиевой отражающей пленки, нанесенной на подложку (2), лакового непрозрачного защитного слоя (3) с этикеткой (4). Цифрой 5 обозначены питы, образующие «дорожку» записи.

Таким образом, дорожка записи располагается между твердым защитным слоем и пластмассовой основой диска; другими словами, она находится внутри пластинки. Дорожка с питы направлена по спирали от центра к краю диска. Внутренний диаметр зоны записи равен 50 мм, наружный 116 мм. Вне этой зоны располагается зона «вода и вывод», содержащая служебную информацию, которая позволяет автоматизировать процесс проигрывания.

Всего концентрических дорожек с информацией — около 20000, общая длина — примерно 5 км. На каждом миллиметре по радиусу помещается около 700 витков спирали — примерно в 70 раз больше, чем на обычной пластинке.

Информационная емкость компакт-диска огромна — три миллиарда бит.

Все эти биты разбиты на группы по 16 бит, которые представляют собой единицу звука.

Для удобства эксплуатации лазерного проигрывателя в цифровой поток компакт-диска введена дополнительная (служебная) информация, содержащая сведения о номере воспроизводимого музыкального фрагмента, времени его звучания и т. д. Это позволяет запрограммировать последовательность воспроизведения отдельных фрагментов по желанию слушателя. Кроме того на диске записаны специальные сигналы, защищающие звук от ошибок при воспроизведении (от шумов, щелчков, провала звука). Качество воспроизведения беспрецедентно для бытовой аппаратуры, и именно оно, а не компактность и удобство хранения, является основным его достоинством.

Цифровые пластинки обеспечивают воспроизведение в максимально возможной полосе частот от 20 Гц до 20 кГц, при динамическом диапазоне 80 дБ, при полном отсутствии импульсных помех (щелчков, потрескиваний) и шумов, характерных для обычных грампластинок. Практически полное отсутствие стереоканалов (лучшее воспроизведение стереофонической картины). Достижение какого-то следующего уровня качества воспроизведения не имеет практического смысла, так как оно уже будет находиться за пределами возможностей человеческого слуха.

В чем же особенность звучания компакт-диска?

Прежде всего тишина, из которой льется музыка во всем своем совершенстве: ни шума, ни треска, создаваемого пылью, электростатическими зарядами и так далее. Эта тишина настолько впечатляет, что требуется несколько мгновений, чтобы привыкнуть к неожиданному появлению звуков музыки без предварительного легкого шума трения иглы. Однако это не означает, что угнетается вся микроинформация от отражения звука, «дыхания» концертного зала, от атмосферы студии звукозаписи.

Преимущество расширенного динамического диапазона компакт-диска особенно очевидно в случае микроинформации. Число деталей звуковой картины, получаемой при тщательной записи звука с использованием цифровой техники, производит большое впечатление и превышает возможности лучших аналоговых систем звуковоспроизведения.

Другая особенность — возможность воспроизведения быстрых переходных процессов без искажений. Это обеспечивает очень высокую четкость всех регистров, их резкость, динамику, стабильность в звуковом пространстве и настоящий стереоэффект в этом

диапазоне. Вместе с тем, цифровое звуковоспроизведение подчеркивает искажения, допущенные при записи. Частотная характеристика всех музыкальных компонентов становится настолько осязательной, что слышны малейшие просчеты. При неудачном размещении микрофонов становятся более заметными все неточности музыкального и стереофонического баланса; фазовые дефекты, узость базы, недостаточная глубина звукового изображения. Цифровая техника требует от звукорежиссера более тщательной подготовки к записи.

В заключение несколько советов. Особых проблем цифровые пластинки не вызывают. Однако, следует избегать их хранения вблизи отопительной системы и источников влаги. При резких изменениях окружающих условий на поверхности компакт-дисков может появиться роса. Для ее устранения достаточно обмахнуть пластинку чистой тканью.

Хотя цифровые диски не нуждаются в тщательной очистке поверхности от пыли и загрязнений, тем не менее следует следить за их чистотой. Например, прилипшие частички пыли и грязи можно удалить мягкой тканью. Сильно загрязненную поверхность диска следует протереть влажной тряпочкой и сразу после этого подуть на нее.

Юрий КОЗЮРЕНКО

## СОВЕТСКИЕ КОМПАКТ-ДИСКИ

В феврале этого года состоялось официальное открытие первого в СССР производства компакт-дисков, организованного на Московском опытном заводе «Грампластик». На открытие собрались многочисленные советские и зарубежные гости, это событие отметили ряд газет и центральное телевидение. Однако до этого, уже в январе 1990 г., на прилавках магазинов появились первые десять наименований компакт-дисков. Дело в том, что реконструкция завода, монтаж оборудования и тестовые испытания проводились в 1989 году и первая пробная продукция была реализована до официального открытия.

К одним из главных достоинств производства на ВТПО «Фирма Мелодия» следует отнести наличие участка записи мастер-диска, так как далеко не все предприятия имеют соответствующее оборудование, технологию и вынуждены заказывать мастер-диски на стороне. Мастер-диск изготавливается по технологии и на оборудовании фирмы «Филипс — ОДМ», Голландия.

Производство осуществляется в помещении с классом чистоты «100», что означает наличие в каждом кубическом футе воздуха не более 100 пылинки размером 0,5 мкм. Для сравнения можно сказать, что в обычных помещениях эта цифра увеличивается в 1000 раз.

Исходными данными для изготовления мастер-диска являются: стеклянная подложка — отполированный диск диаметром 240 мм из чистого стекла и мастер-кассета типа V-matic с цифровой звукоинформацией, кодом и служебной информацией. Запись на мастер-кассету осуществляется на Всеобщей студии грамзаписи. После очистки и инспекции стеклянного диска на него наносится слой фоторезиста толщиной 0,12...0,15 мкм. Дальнейший процесс изготовления предусматривает автоматическое манипулирование диском с помощью специально сконструированной кассеты. Система записи преобразует цифровую аудио- и служебную информацию в необходимый канал битов, модулирует лазерный луч и обучает диск с резистом.

Следующими по технологической схеме являются операции изготовления оригиналов и матриц. Наращивание никеля происходит в комнате класса «100» на установках фирмы «Тулкс-Альфа», Швеция. Мастер-диск вращается на катодном вале, ток подается через контактное кольцо. Осуществляется циркуляция электролита строго заданной температуры, концентрации и чистоты. Последней операцией в условиях «чистой» комнаты является нанесение защитного слоя, после чего матрицу можно выносить за пределы «чистой» комнаты. Далее производится полировка тыльной стороны, центровка и проверка в соответствии со специальной тестовой программой. Готовые матрицы устанавливаются на термопластмассовые автоматы, которые разработаны и изготовлены на фирме «Тулкс-Альфа» специально для литья компакт-дисков в «чистых» комнатах.

Основной компакт-диска является отливка из поликарбоната диаметром 120 мм и толщиной 1,2 мм. На МОЗ «Грампластик» используется поликарбонат марки «тейджин», произведенный в Японии. Материал очень гигроскопичен. Для того, чтобы можно было его использовать, содержание влаги не должно превышать 0,02%. Цикл литья на автомате — 10 секунд. Режимы литья программируются, все параметры выводятся на дисплей. Съем дисков автоматический, с укладкой по сто восемьдесят штук на накопитель. На таких накопителях компакт-диски проходят через все операции вплоть до автомата упаковки. Диски проверяются на отсутствие внутренних напряжений и на соответствие заданным размерам. Отливка уже несет на себе всю информацию в виде питов (углублений), которые располагаются на диске по спирали. Поскольку расстояние между витками составляет всего 1,6 мкм, то общая длина дорожки рав-

на примерно 5 км. Для считывания всей этой информации на диск необходимо нанести отражающий слой из алюминия. Это достигается нанесением слоя толщиной 50—70 нанометров в вакууме на автомате металлизации. Операция является одной из наиболее важных и сложных. В этом специалисты завода убедились во время наладок и тестовых испытаний. Однако в настоящее время трудности преодолены. Для характеристики уникальности операции можно сказать, что чистота применяемого алюминия превышает 99,999%. После нанесения поверх алюминия слоя лака, полимеризующегося под действием ультрафиолетовых ламп, компакт-диск уже не боится пыли, царапин и прочих мелких повреждений, которые так огорчают коллекционеров грампластинок.

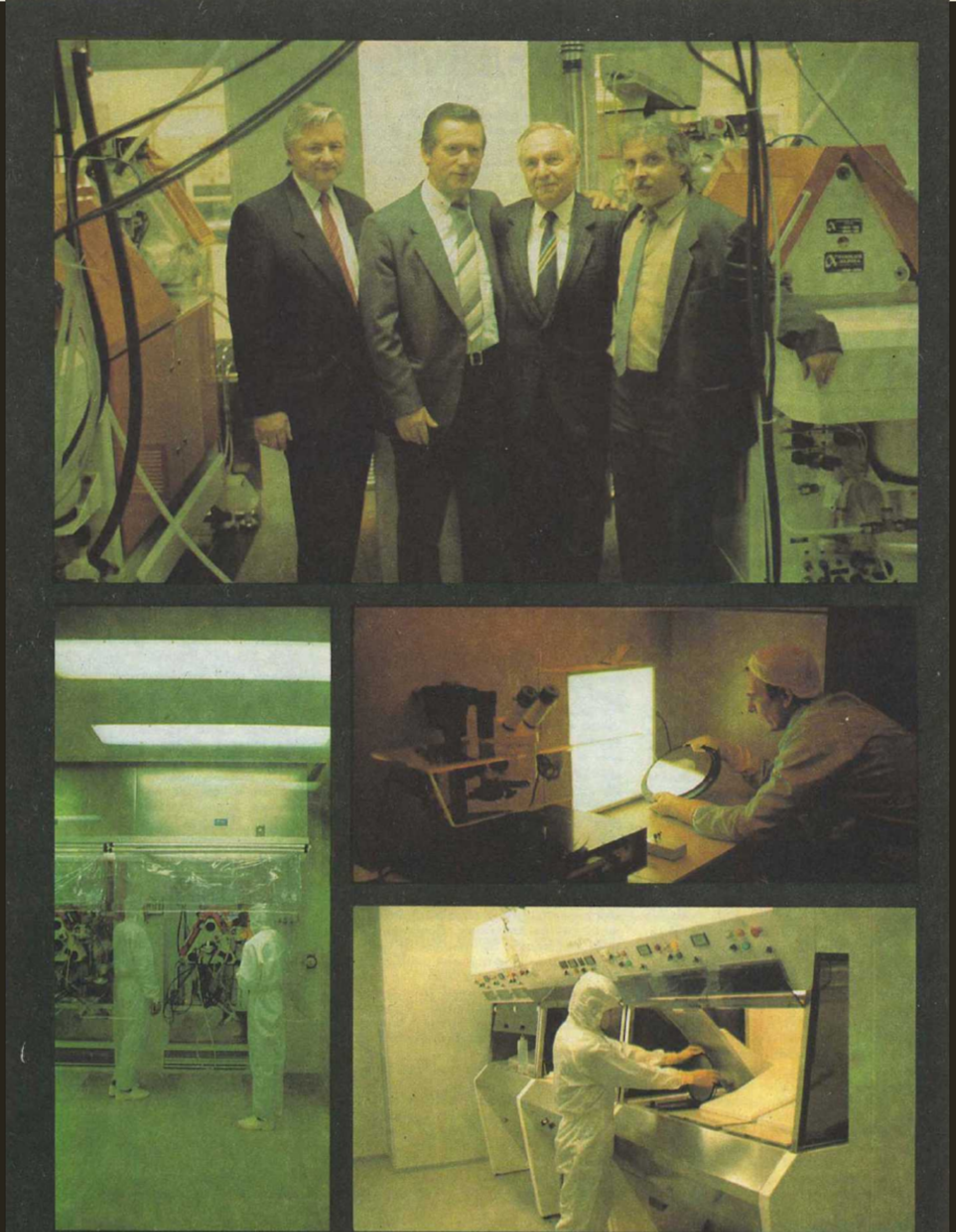
Особо следует сказать о контроле качества в процессе производства. После металлизации еще внутри «чистой» комнаты на специальной стойке проходят контроль первые диски, полученные с каждой новой матрицы. Стойка укомплектована семью проигрывателями «Сони», компьютером, дисплеем и принтером. После лакировки все компакт-диски (100% контроль) проходят проверку на лазерном и автомате «сици», ФРГ. Цикл инспекции — 2 секунды. При этом каждый диск проверяется на наличие царапин, дефектов металлизации («дырки»), пузырей и загрязнений. Таким образом потребитель получает полную гарантию высокого качества продукции. Все компакт-диски, выпускаемые на МОЗ «Грампластик», соответствуют международному стандарту — «Красной книге Филипс».

После печати этикеток методом шелкографии на автомате «КАММАНН», ФРГ, диски поступают на упаковку. Как уже могли убедиться покупатели, первые советские компакт-диски выглядят элегантно благодаря красочным буклетам и затяжке футляра в полипропиленовую пленку с обандероливающим поясом.

В завершение следует сказать, что в осуществлении проекта большую помощь оказали зарубежные специалисты. Реализация проекта оказалась сложным, но чрезвычайно интересным делом. В 1989 г. на завод был принят ряд молодых, способных инженеров специалистов по электронике. Группа сотрудников производства компакт-дисков выезжала на обучение и стажировку в ФРГ, Швецию, Голландию.

Ведущие зарубежные фирмы в настоящее время делают следующие шаги в направлении организации производства стираемых компакт-дисков. Диски для однократной записи уже выпускаются рядом фирм. В ближайшее время ожидается появление дисков для многократной перезаписи. Подробно об этом мы сообщим в следующих номерах нашего журнала.

Виктор КУЗИН



На верхнем снимке: Мильтон Гельфанд, президент «Аудиоматик», Анатолий Мазин, директор Московского опытного завода «Грампластик», Джеймс Р. Вильямс, президент фирмы «Гаусс», Виктор Кузин, начальник производства компакт-дисков.