

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра систем телекоммуникаций

**В. И. Шалатонин**

***ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВ МИКШИРОВАНИЯ  
АУДИОСИГНАЛОВ И СОЗДАНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ  
ЗВУКОВЫХ ЭФФЕКТОВ***

**Лабораторный практикум**

по дисциплине  
«Радиовещание и электроакустика»  
для студентов специальности  
I-45 01 02 «Системы радиосвязи, радиовещания и телевидения»  
дневной формы обучения

Минск 2007

УДК 654.19(075.8)  
ББК 32.884 я 73  
Ш 18

**Шалатонин, В. И.**

Ш 18 Изучение устройств микширования аудиосигналов и создания специальных звуковых эффектов : лаб. практикум по дисц. «Радиовещание и электроакустика» для студ. спец. I-45 01 02 «Системы радиосвязи, радиовещания и телевидения» днев. формы обуч. / В. И. Шалатонин. – Минск : БГУИР, 2007. – 26 с. : ил.

ISBN 978-985-444-191-1

Приведено описание лабораторной работы, связанной с обработкой сигналов звукового вещания и созданием специальных звуковых эффектов с помощью микшерного пульта. Рассмотрены структура и назначение микшерных пультов, описаны технические задачи, решаемые звукорежиссером, приведены краткое описание и технические характеристики микшерного пульта EURORACK UB1832FX – PRO.

**УДК 654.19(075.8)**  
**ББК 32.884 я 73**

**ISBN 978-985-444-191-1**

© Шалатонин В. И., 2007  
© УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», 2007

## Цель лабораторной работы

*Цель работы:* получить практические навыки по частотной обработке входных аудиосигналов и созданию специальных звуковых эффектов с помощью микшерного пульта EURORACK UB1832FX – PRO.

*Задание к работе:*

1. Изучить устройство, структурную схему и технические характеристики микшерного пульта EURORACK UB1832FX – PRO, познакомиться с конструкцией и с расположением блоков и органов управления.

2. Ознакомиться с последовательными и параллельными специальными звуковыми эффектами, которые могут быть созданы с помощью сигнального процессора пульта EURORACK UB1832FX – PRO.

3. Изучить структурную схему, назначение и основные характеристики устройств и приборов, входящих в лабораторную установку.

4. Выполнить необходимые настройки и провести микширование входных аудиосигналов (музыкального, речевого и шумового).

5. Создать частотную характеристику пульта, при которой достигается наилучшая разборчивость речевой передачи при наличии шумовой помехи.

6. Исследовать заметность частотных искажений.

7. Создать необходимые специальные звуковые эффекты.

8. Провести анализ полученных результатов.

### 1. Цели и задачи обработки сигналов звукового вещания

Важная роль в создании программы принадлежит режиссеру (постановщику) программы и звукорежиссеру. На режиссере лежит вся постановочная часть работы. Главная задача звукорежиссера – создание *художественного образа программы*. Звукорежиссер устанавливает звуковые планы, соотношения громкостей и тембров оркестровых групп и голосов солистов, их расположение в пространстве, вводит звуковые эффекты, решает много других творческих задач. Для информационного вещания главная задача связана, прежде всего, с обеспечением высокой разборчивости речи при сохранении естественного динамического диапазона звуковых сигналов. Наряду с этим звукорежиссер должен решать и полностью *технические задачи*.

Необходимо поддерживать электрические уровни сигналов в пределах, установленных правилами технической эксплуатации. Прежде всего нельзя допускать превышения уровнями сигнала номинального уровня, иначе возникает опасность увеличения коэффициента гармоник в магнитофонах, модуляторах передатчиков и усилителях мощности, увеличиваются переходные помехи при передаче вещательных сигналов по многоканальным системам междугородной связи. Необходимо поддерживать минимальные уровни сигналов такими, чтобы они не маскировались помехами. Наконец, нужно добиваться желаемого *баланса звучностей*, под которым понимают соразмерность звучания оркестровых групп или групп голосов хора, отсутствие излишнего подчеркивания звуков отдельных инструментов. Оценка качества звучания производится с помощью контрольных громкоговорителей, установленных в аппаратной. При этом оценивают также уровень помех и степень искажения сигнала. Субъективный контроль дополняется контролем сигналов с помощью измерителей уровня.

В СНГ и большинстве стран Европы величину вещательных сигналов контролируют с помощью квазипиковых измерителей уровня, а в США, Франции и некоторых других странах контроль осуществляется измерителями средних значений. Показания квазипикового измерителя уровня характеризуют величину коэффициента модуляции передатчика, а показания измерителя среднего уровня более соответствуют ощущению громкости звукового сигнала.

Уровни спектральных составляющих речевых сигналов в области высоких частот уменьшаются с ростом частоты, а помехи в каналах звукового вещания (ЗВ) часто имеют равномерный спектр, поэтому высокочастотные спектральные составляющие речевых сигналов сильнее маскируются помехами, чем низкочастотные. При передаче речевых сигналов звукорежиссер может изменять амплитуды спектральных составляющих сигналов, что позволяет повысить разборчивость речевых информационных передач в условиях помех. Исследования показывают, что частотная характеристика, заметно повышающая разборчивость речевых сигналов, должна иметь подъем в сторону высоких частот примерно 6 дБ на октаву.

Таким образом, основная задача обработки вещательных сигналов заключается в искусственном изменении параметров сигналов для обеспечения максимально возможной художественной или информативной ценности передачи при ограниченных технических возможностях канала звукового вещания.

## 2. Назначение и структура микшерных пультов

Наиболее важные и сложные устройства тракта формирования программ, предназначенные для регулирования и преобразования вещательных сигналов и управления процессами формирования и выпуска программ, сосредоточены в аппаратных аппаратно-студийных комплексах радиодомов. Главным из них является микшерный пульт звукорежиссера. С его помощью звукорежиссер решает в основном творческие задачи, кратко описанные выше. Микшерные пульта, таким образом, предназначены для обработки звуковых сигналов, подготовки, формирования и выпуска программ звукового вещания. Современные пульта являются наиболее сложными устройствами в трактах формирования программ. В их состав входит большое число различных устройств и органов управления.

Микшерные пульта (МП) предназначены для выполнения следующих основных функций по обработке звуковых сигналов:

- высококачественное усиление сигналов;
- регулировка уровней звуковых сигналов от отдельных источников и их микширование (смешивание) в необходимом соотношении;
- формирование из многих индивидуальных входных сигналов нескольких групповых сигналов с возможностью регулировки уровня и частотной характеристики каждого из них;
- изменение частотного спектра звуковых сигналов;
- создание специальных акустических эффектов.

Источниками аудиосигналов могут быть отдельные музыкальные инструменты и их группы, вокалисты, магнитофоны, звуковые карты компьютера и другие источники, подключенные к соответствующим входам микшерного пульта. В настоящее время существует определенное разделение МП по своему назначению и функциональным возможностям.

По назначению различают звукорежиссерские микшерные пульта записи, микшерные пульта перезаписи, монтажа и вещательные МП.

*Звукорежиссерские МП* записи в зависимости от числа индивидуальных микрофонных входов разделяют на малые (6–12 каналов), средние (16–20 каналов) и большие (24–40 и более каналов). По числу последовательно включенных каналов пульта записи подразделяют на двух- и трехзвенные. Трехзвенные пульта содержат индивидуальные (микрофонные), групповые и общие каналы. Двухзвенные пульта групповых каналов не имеют. Коммутация каналов осуществляется с помощью специальных шин.

*Микшерные пульты перезаписи и монтажа* обычно бывают самыми простыми и содержат четыре–шесть входных и два выходных канала.

*Вещательные МП* содержат шесть–восемь входных каналов и два выходных канала. Все входные каналы либо являются универсальными (высокого и низкого уровня), либо два из них предназначены для сигналов низкого уровня (на них подают сигналы с микрофона), а остальные – для сигналов высокого уровня.

Органы управления пультом звукорежиссера можно условно разделить на две группы: оперативные и неоперативные. К первой группе относятся регуляторы уровня, ко второй – регуляторы АЧХ (эквалайзеры), коммутационные устройства, устройства спецэффектов. Доля неоперативных органов управления достигает 90–98 % от общего количества органов управления. Наиболее трудоемкой и занимающей основную часть времени подготовки пульта к работе является настройка пульта, т.е. установка органов управления в исходное положение. Примерно третью часть времени подготовки пульта к работе занимает установка в нужное положение неоперативных органов управления.

К настоящему времени разработаны и выпускаются полностью цифровые пульты. На вход пульта сигналы поступают в цифровой или аналоговой форме. На входе пульта имеется аналого-цифровой преобразователь. Регулирование и преобразование цифровых сигналов происходит в реальном масштабе времени с помощью цифрового процессора. Программы обработки сигналов хранятся в памяти и извлекаются из нее по мере надобности. В цифровом виде проводятся все операции по регулированию и преобразованию сигналов, регулированию уровней и спектра, сжатию динамического диапазона (компрессированию) и др. Наибольшее распространение получили МП гибридного типа, в которых большая часть операций производится над аналоговым сигналом. Исключение составляют операции, которые технически проще реализуются в цифровой форме, – например, звуковые спецэффекты и некоторые операции контроля и управления.

По совокупности параметров пульт EURORACK UB1832FX – PRO, используемый при выполнении лабораторной работы, относится к двухзвенному гибриднему МП, который может быть использован не только в различных студиях, но и, например, в сценических постановках.

### **3. Автоматическая обработка сигналов звукового вещания**

Наблюдая за показаниями измерителя квазимаксимальных (пиковых) значений уровня сигнала ЗВ, звукорежиссер изменяет коэффициент передачи канала, обеспечивая поддержание заданного пикового уровня и сохранение перепадов громкости. Практика работы показывает, что время реакции звукорежиссера на изменение уровня составляет 1,5–2,0 секунды. Погрешность регулирования при этом составляет  $\pm 4$  дБ, а допуск на превышение уровня на входе междугородного канала звукового вещания составляет 1 секунду. Поэтому, кроме ручной обработки сигналов ЗВ с помощью МП всегда проводится их автоматическая обработка с помощью дополнительных устройств, специально включенных в тракт ЗВ. Для этого используются автоматические устройства, компенсирующие шумы канала ЗВ (компандерные, пороговые), инерционные и безынерционные ограничители максимальных уровней (лимиттеры), регуляторы динамического диапазона сигналов (компрессоры, экспандеры). Применяются также системы регулировки громкости, позволяющие выровнять громкость сигналов ЗВ, которые обладают одинаковым пиковым уровнем, но разной мощностью (речь – музыка). Регулирование уровня производится путем изменения коэффициента передачи устройства, что обеспечивает приемлемые искажения сигнала. Качество регулирования во многом определяется временными характеристиками регулятора – временем срабатывания и временем восстановления исходного коэффициента передачи.

Однако автоматическое регулирование имеет свои особенности, которые необходимо учитывать при подготовке и выпуске в эфир программ ЗВ. В частности, автоматические регуляторы, как правило, улучшают передачу семантической (смысловой) информации и ухудшают передачу эстетической (эмоциональной) информации.

### **4. Краткое описание и технические характеристики микшерного пульта EURORACK UB1832FX – PRO**

Микшерный пульт EURORACK UB1832FX – PRO представляет собой устройство, способное микшировать до шести монофонических и четырех стереосигналов в общий аудиоканал. Внешний вид пульта приведен на рис. 1.1

и 1.2. Структурная схема микшерного пульта UB1832FX – PRO приведена в Приложении.

Моносигналы или стереосигналы подаются от микрофонов либо от иных внешних источников (магнитофоны, проигрыватели CD или DVD, устройства для акустических эффектов, синтезаторы и др.) на соответствующие входы МП. В каждом из каналов пульта имеется встроенный предварительный усилитель с возможностью регулировки усиления микрофонного (MIC) или линейного (LINE) тракта с помощью одного и того же регулятора GAIN. **Этот регулятор должен быть выведен влево при подключении/отключении любого из источников звукового сигнала.** Необходимо учитывать, что для микрофонного входа цифры на регуляторе показывают уровень усиления, а для линейного – входной уровень сигнала (от +10 до –40 dBu), гарантирующий оптимальную настройку усилителя. Все усилители рассчитаны на работу в диапазоне частот (по уровню 3 дБ) от 10 Гц до 200 кГц с отношением сигнал/шум 110 дБ (или 112 дБА), что существенно превосходит требования к параметрам вещательного звукового канала высшего класса качества. Полный коэффициент нелинейных искажений усилителя составляет всего 0,005 %. На монофонических линейках пульта (рядом с регуляторами GAIN) расположены кнопки LO CUT, предназначенные для включения/отключения низкочастотного (НЧ) фильтра, убирающего, при необходимости, частотные компоненты сигнала ниже 75 Гц.

Микрофоны, используемые для подключения к данному устройству, могут быть как динамическими, так и конденсаторными. Для питания последних на все микрофонные разъемы МОНО каналов (см. рис. 1.1, шесть разъемов сверху) подается фантомное напряжение +48 В (см. рис. 1.2, правый выключатель с левой стороны). Совместное использование конденсаторных и динамических микрофонов допустимо. Однако при этом необходимо применять только балансное включение динамических микрофонов. Следует помнить, что перед включением фантомного напряжения акустическая система и мощные усилители должны быть отключены, в противном случае они могут выйти из строя. При включенном фантомном напряжении нельзя подключать или отключать микрофоны. После включения данного напряжения необходимо выдержать одну минуту перед включением усилителя и акустической системы, поскольку коэффициент усиления всей системы имеет большое время установления. Микрофоны подключаются к разъемам типа XLR (см. рис. 1.1) по балансной (симметричной) или небалансной (несимметричной) схеме. При подключении по балансной схеме используются все три контакта разъема, в



небалансном режиме контакты 1 и 3 соединяются между собой. Небалансное подключение для

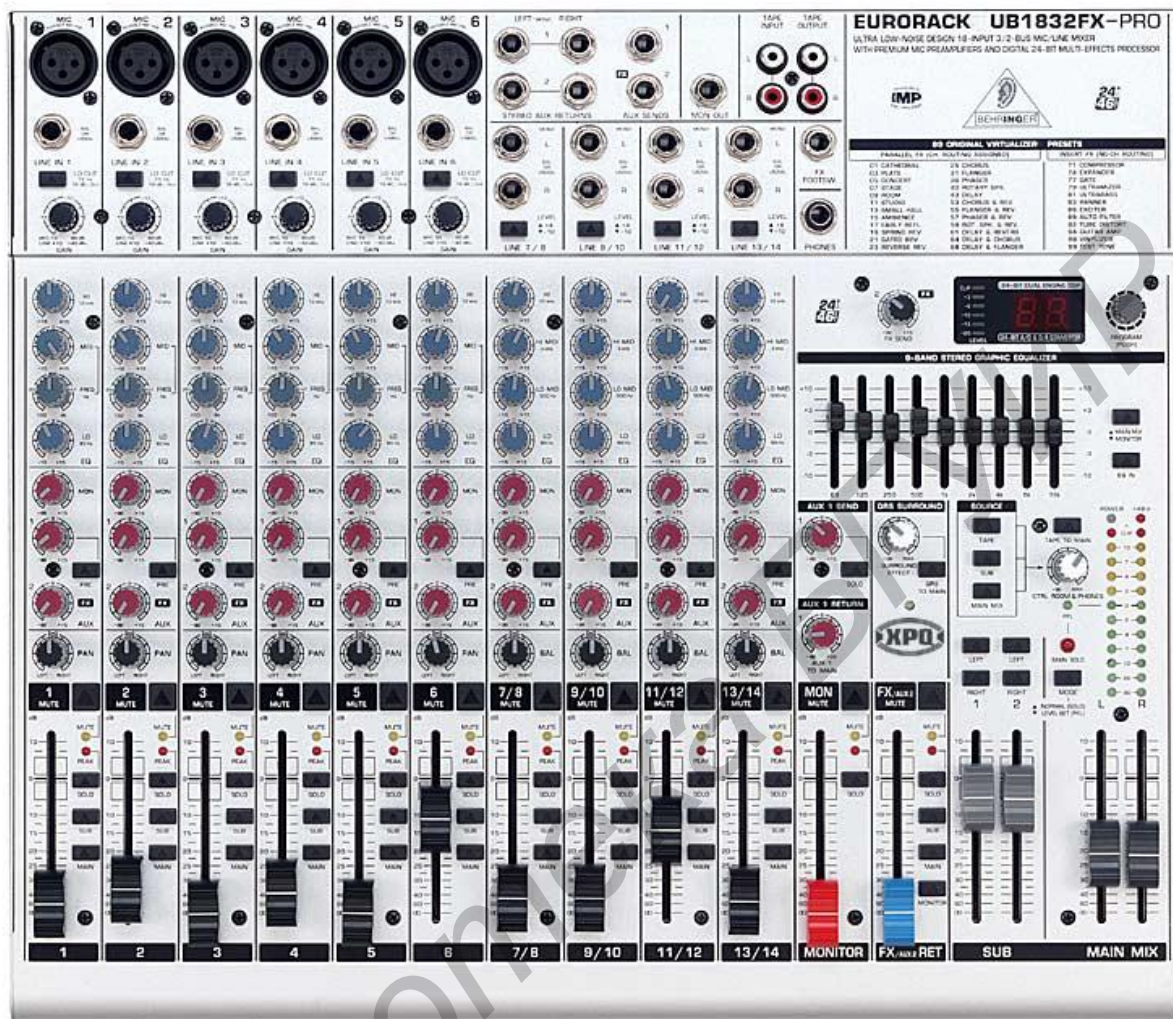


Рис. 1.1. Микшерный пульт EURORACK UB1832FX – PRO (вид сверху)



Рис. 1.2. Микшерный пульт EURORACK UB1832FX – PRO (вид сзади)

конденсаторных микрофонов недопустимо. Приведенный уровень шума усилителя на микрофонных входах находится в пределах от  $-135,7$  до  $-129$  дБ в зависимости от сопротивления источника сигнала (до 150 Ом). Максимальный входной уровень по микрофонному входу равен  $+12$  dBu при усилении  $+10$  dB. Входное сопротивление микрофонного входа составляет 2,6 кОм в балансном режиме.

Максимальный входной уровень по линейному входу равен  $+30$  dBu. Входное сопротивление линейного входа – примерно 10 кОм в небалансном режиме и 20 кОм в балансном. Линейные источники сигнала подключаются четвертьдюймовыми TS (моно) или TRS (стерео) штекерами.

**На каждый вход микшера подается сигнал от линии или от микрофона, но не от обоих источников сигнала одновременно.**

В каждом моноканале пульта установлен трехполосный эквалайзер EQ (рис. 1.3, четыре верхних регулятора) с полупараметрическими средними полосами. Средняя частота коррекции на НЧ (регулятор LO) равна  $80$  Гц/ $\pm 15$  дБ, на ВЧ (регулятор HI) –  $12$  кГц/ $\pm 15$  дБ. На СЧ (регулятор FREQ) средняя частота коррекции выставляется в диапазоне  $100$  Гц ...  $8$  кГц. Запас коррекции также равен  $\pm 15$  дБ. Для среднего диапазона ширина полосы фильтра составляет одну октаву с диапазоном перестройки от  $100$  Гц до  $8$  кГц. Установка центральной частоты фильтра производится регулятором MID.

Шины мониторов и звуковых эффектов Aux Send (три регулятора AUX, расположенные ниже регуляторов EQ) предназначены для отбора сигнала с одного или нескольких каналов и их объединения на одной шине. Этот общий сигнал поступает на разъем AUX SEND (для мониторинга – MON OUT) и может быть направлен, например, на сценическую акустическую систему (монитор MON) или на внешний процессор звуковых эффектов. В последнем случае обработанный сигнал с выхода процессора эффектов возвращается обратно в пульт через входы Aux Returns. Шина монитора необходима для акустической системы, которая устанавливается на сцене перед исполнителями для прослушивания собственного исполнения. Все шины Aux являются монофоническими, с отбором сигнала после эквалайзера и возможностью регулировки громкости в каждом канале с помощью регулятора (фейдера) MON (коэффициент передачи от  $-\infty$  до  $+15$  дБ). Для задания уровня звучания данного канала в общем аудиосигнале используется отдельный регулятор с коэффициентом передачи от  $-\infty$  до  $+15$  дБ (регулятор 1 линейки AUX). В большинстве случаев при необходимости применения звуковых эффектов

сигналы для шины Aux Send должны быть взяты с выхода фейдера 1 линейки AUX (постфейдерное включение). В этом случае громкость обработанного сигнала зависит от положения канального фейдера. В противном случае сигнал с выхода процессора эффектов соответствующего канала будет слышен даже при отсутствии этого сигнала на выходе МП (канальный фейдер установлен в положение  $-\infty$ ). При нажатой кнопке PRE отбор сигнала на шину AUX происходит перед фейдером. Для мониторинга сигналы на шине Aux Send обычно формируются в префейдерном режиме и не зависят от положения фейдера.

Постфейдер со значком FX (регулятор 2), включенный после фейдера и кнопки MUTE (см. рис. 1.3), предназначен для подачи сигнала на встроенный процессор аудиоэффектов. С помощью кнопки MUTE происходит отключение цепи сигнала перед канальным фейдером, и канал, таким образом, отключается. Одновременно отключаются все сигналы Aux, подключенные после фейдера соответствующего канала. Вместе с тем мониторные префейдерные тракты остаются включенными. При отключении канала начинает светиться светодиод MUTE.

Нижняя линейка регуляторов (см. рис. 1.3) используется для регулировки виртуального положения звукового сигнала данного канала в стереопанораме (PAN) и коммутации канала в 2 субгруппы (кнопка SUB+фейдер PAN):

1-я: SUB+PAN влево,

2-я: SUB+PAN вправо,

а также для отключения данного канала от шины микшера (кнопка MUTE), направления канала на шину отдельного прослушивания (кнопка SOLO) и направления канала на главную шину микшера (кнопка MAIN). Управление уровнем сигнала на главной микшерной шине осуществляется логарифмическим потенциометром в пределах от  $-\infty$  до +10 дБ. Для индикации режима отключения от главной шины служит светодиод MUTE. Слишком большой уровень сигнала индицируется светодиодом PEAK. Кнопка SOLO используется для направления канального сигнала на шину PFL (Pre Fader Listen) или на стереошину SOLO (Solo in Place). При этом появляется возможность отдельного прослушивания сигнала соответствующего канала (без воздействия на параметры суммарного сигнала на выходе МП).

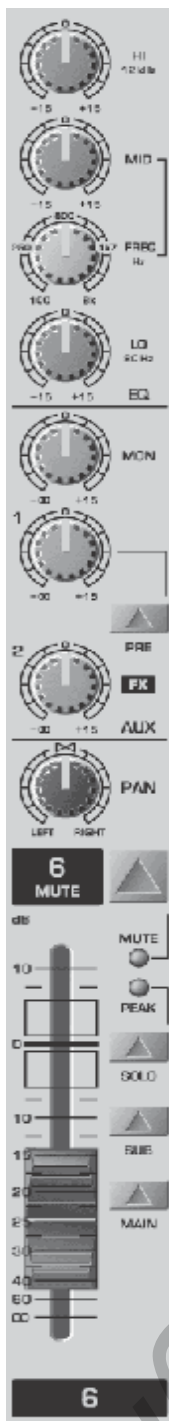


Рис. 1.3.  
Органы  
управления  
моноканалом

Органы управления стереоканалами аналогичны. Четыре стереоканала сгруппированы правее шести моноканалов (см. рис. 1.1) и могут быть при необходимости использованы в монофоническом режиме. В последнем случае звуковой сигнал следует подавать на вход левого канала. Входное сопротивление стереоканалов 20 кОм, максимальный входной уровень +22 dBu.

Для общего управления процессом микширования аудиосигналов служат линейки регуляторов MONITOR, FX/aux 2 RET, SUB, MAIN MIX (рис. 1.4). Потенциометр MONITOR служит для регулировки уровня громкости смеси сигналов, подаваемых с соответствующей шины на монитор через гнездо MON OUT. Потенциометр FX/aux 2 RET регулирует уровень сигналов, направляемых через гнезда AUX send 1 к внешнему эффект-процессору, либо, при использовании собственного процессора, – уровень сигнала спецэффектов. Обратный сигнал от внешнего процессора направляется на вход AUX return 2 при нажатой кнопке MONITOR линейки FX/aux 2 RET. На данной линейке расположен также регулятор эффекта расширения стереобазы SURROUND EFFECT. Потенциометры SUB регулируют относительные уровни субгрупп 1 и 2, в которые могут объединяться отдельные источники сигналов.

Потенциометр MAIN MIX регулирует уровень сигнала на основных выходах микшера (см. рис. 1.2). Основные выходы микшера характеризуются выходным сопротивлением 240 Ом (симметричное подключение), 120 Ом (несимметричное подключение) и максимальным выходным уровнем +28 dBu.

Для адаптации сигнала к акустике помещения используется графический эквалайзер, включаемый кнопкой EQ IN. Кнопка MAIN MIX/MONITOR MIX переключает эквалайзер между главной микшерной шиной и шиной монитора.

Кнопки выбора источника (SOURCE) подключают к основной шине магнитофон (TAPE), субгруппы (SUB) или основные каналы (MAIN MIX).

Введение спецэффектов осуществляется с помощью сигнального процессора фирмы Texas Instruments (24 бит), который обрабатывает выборки

сигнала с частотой дискретизации 46,875 кГц. Управление уровнем спецэффекта осуществляется регулятором FX SEND (рис. 1.5), а выбор типа спецэффекта – вращением ручки PROGRAM и ее нажатием после индикации номера необходимого эффекта. Аналого-цифровой преобразователь построен на базе сигма-дельта-модулятора. Спецэффекты разделены на две группы: параллельные (PARALLEL FX) и последовательные (INSERT FX).

К параллельным эффектам относятся эффекты, связанные с микшированием (смешением) основного выходного сигнала МП с преобразованным сигналом, полученным на выходе процессора эффектов. Для смешивания сигналов и получения нужного баланса необходимо воспользоваться фейдером на линейке FX AUX 2 RET (см. рис. 1.4) и канальными постфейдерами. К параллельным эффектам относятся эффекты хора, флэнджера, малого и большого помещения, временные задержки и их комбинации и другие.

Для получения последовательных эффектов необходима полная обработка выходного сигнала. Такую обработку нельзя путать с эффектами микширования. При работе с этими пресетами не следует включать канал на главную шину или подгруппы – кнопки MAIN и SUB рядом с канальным фейдером (см. рис. 1.3). Необходимо лишь подключить сигнал эффекта к главной шине MIX с помощью фейдера на линейке FX AUX 2 RET. К последовательным эффектам относятся: компрессор, экспандер, ограничитель, усилитель басовых составляющих сигнала, эффект гитарного усилителя, эффект старой грампластинки и другие.

Особенностью пульта является также наличие собственного тестового генератора с частотой 1 кГц для проверки прохождения сигнала по тракту (пресет 99 TEST TONE на панели процессора эффектов). Для подключения головных телефонов используется гнездо PHONES, а для подключения магнитофона – стереогнезда TAPE INPUT / TAPE OUTPUT.

Подключение пульта к сети ~220 В производится с помощью выключателя POWER, который находится на задней панели (см. рис. 1.2). **При подсоединении прибора к сети выключатель POWER должен находиться в положении «ВЫКЛ».**

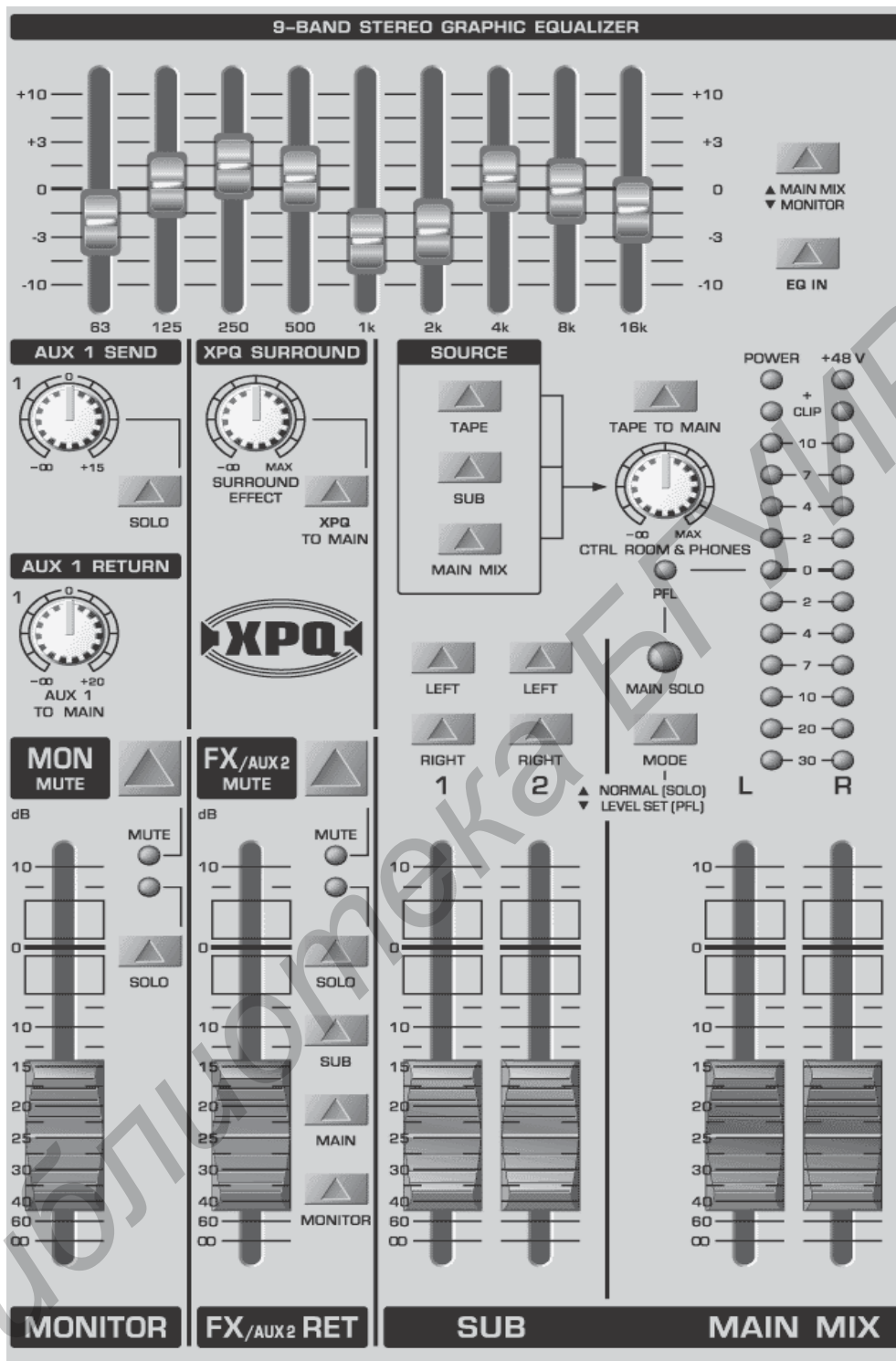


Рис. 1.4. Органы управления микшерным пультом

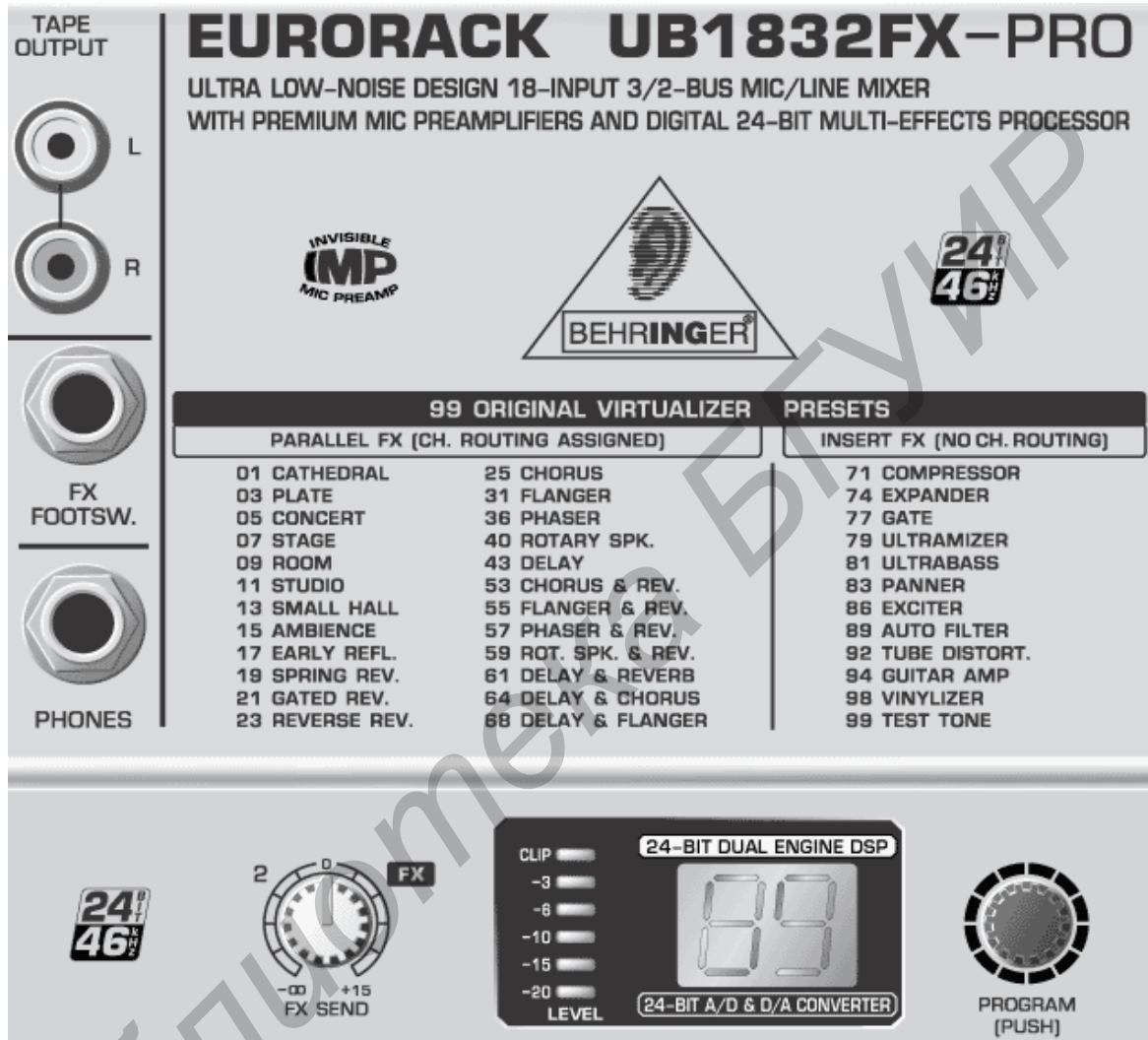


Рис. 1.5. Органы управления встроенным процессором спецэффектов

## 5. Описание лабораторной установки для исследования микшерного пульта EURORACK UB1832FX – PRO

### 5.1. Используемое оборудование и структура установки

В лабораторной работе используется следующее оборудование: микшерный пульт EURORACK UB1832FX – PRO, усилитель аудиосигналов «Санда 35 У–107 С», трехполосная акустическая система «Амфитон 100 АС–022». В качестве источников сигналов используются микрофон студийный конденсаторный С–1, стереопроигрыватель компакт-дисков, генератор узкополосных шумовых сигналов ГШС и переносной радиоприемник «Океан РП 222». Используемое оборудование соединено следующим образом:

- конденсаторный микрофон С–1 подключен ко входному разъему XLR первого монофонического канала МП (см. рис. 1.1);
- выход ГШС и низкочастотный выход радиоприемника «Океан РП 222» с помощью звуковых кабелей подключены ко входным несимметричным разъемам второго и третьего входов МП (см. рис. 1.1);
- выходы стереопроигрывателя компакт-дисков соединены с входными разъемами L и R первого стереоканала МП (см. рис. 1.1);
- выходы левого и правого каналов МП (см. рис. 1.2, разъемы L и R, обозначенные как MAIN OUTPUTS) с помощью кабелей соединены с соответствующими входами усилителя «Санда 35 У–107 С»;
- выходы левого (Л) и правого (П) каналов усилителя нагружены на акустические системы «Амфитон 100 АС–022».

Краткое описание основных технических характеристик и особенностей эксплуатации используемых устройств приведено ниже.

### 5.2. Акустическая система «Амфитон 100АС–022»

Акустическая система имеет высшую группу сложности и предназначена для высококачественного воспроизведения звуковых программ при совместной работе с различными видами трактов усиления звуковой частоты с максимальной выходной мощностью не более 80 Вт на активной нагрузке 4 Ом.



Акустическая система (АС) представляет собой трехполосную АС, в которой используются единичные громкоговорители 75 ГДН–3, 20 ГДС–3 и 6 ГДВ–7.

Акустическое оформление – ящик-фазоинвертор. Частоты разделения фильтра – 550 и 5000 Гц.

Для изменения тембровой окраски звучания прослушиваемых программ в акустической системе имеются два регулятора уровня звукового давления средних и высоких частот в диапазонах от 550 до 5000 Гц и от 5 до 25 кГц соответственно.

Основные технические характеристики АС:

- номинальное электрическое сопротивление – 4 Ом,
- уровень характеристической чувствительности в диапазоне частот 100–8000 Гц при мощности 1 Вт – не менее 86 дБ,
- предельная кратковременная мощность – 150 Вт,
- предельная синусоидальная мощность – 50 Вт,
- долговременная предельная мощность – 100 Вт,
- предельная шумовая мощность – 80 Вт,
- масса акустической системы – не более 24 кг,
- синусоидальная мощность для проведения контроля дребезжания – 2,5 Вт.

**При работе АС не увеличивайте громкость до того уровня, при котором загорается индикатор «Опасная перегрузка» или искажения звука становятся заметными. Это может вызвать необратимые повреждения громкоговорителей АС.**

### 5.3. Усилитель аудиосигналов «Санда 35 У–107 С»

Усилитель «Санда 35 У–107 С» стереофонический стационарный предназначен для высококачественного усиления сигналов от различных источников звуковых программ. Усилитель обеспечивает возможность подключения на его выход двух акустических систем с максимальной шумовой мощностью не менее 50 Вт и номинальным сопротивлением 8 Ом (зажимы АС Л и АС П). На соответствующие входы усилителя для независимого прослушивания могут быть поданы сигналы от любого из четырех источников звуковых программ: электропроигрывателя (проигрывателя CD или DVD),

тюнера, двух магнитофонов. Выбор программ производится с помощью селектора входов – ВХОД на передней панели усилителя.

Для расширения возможности коммутации источников программ при записи в усилителе применен отдельный переключатель записи ЗАПИСЬ. При нажатии кнопок ЭП или ТЮНЕР этого переключателя запись с соответствующих источников может производиться одновременно на магнитофон 1 МФ1 и магнитофон 2 МФ2 или на любой из них в отдельности. При нажатии кнопок МФ1-2 или МФ2-1 можно производить перезапись соответственно с магнитофона 1 МФ1 на магнитофон 2 МФ2 и наоборот. Переключатели входов ВХОД и записи ЗАПИСЬ работают независимо друг от друга.

Акустические системы включаются нажатием кнопки АС, при этом должен засветиться индикатор включения АС. Регулировка уровня громкости производится при помощи кнопок регулятора ГРОМКОСТЬ «←» и «→», при этом число светящихся элементов индикатора регулировки уровня будет пропорционально установленному уровню громкости. При работе усилителя на больших уровнях громкости может срабатывать индикатор перегрузки ПЕРЕГРУЗКА. Для неискаженного прослушивания следует выбирать уровень громкости таким, чтобы индикатор перегрузки не загорался. Диапазон регулирования усиления регулятором ГРОМКОСТЬ – не менее 66 дБ. В соответствии с руководством по эксплуатации общие гармонические искажения усилителя в нормальных рабочих условиях не превышают 0,01 %, а отношение сигнал/взвешенный шум в номинальных условиях – не менее 85 дБ. При необходимости оперативно уменьшить громкость звучания необходимо нажать кнопку ТИХО. Это приведет к уменьшению громкости до уровня, соответствующего начальной установке при включении усилителя. Выходная мощность усилителя, ограниченная нелинейными искажениями (номинальная выходная мощность), для каждого канала на частоте 1000 Гц при сопротивлении нагрузки 8 Ом – не менее 35 Вт. Кратковременная максимальная выходная мощность – не менее 50 Вт.

Усилитель обеспечивает возможность регулировки тембра по низким и высоким частотам с возможностью отключения темброблока. Индикатор включения и отключения регуляторов тембра (ТЕМБР) находится на передней панели, а именно: левая сторона, третий индикатор сверху. Регуляторы тембра по высоким частотам (ТЕМБР ВЧ) и по низким частотам (ТЕМБР НЧ) расположены с правой стороны лицевой панели. Здесь же находятся регулятор баланса левого (правого) канала БАЛАНС ЛП и регулятор глубины

тонкомпенсации ТОНКОМПЕНСАЦИЯ. Регулятор БАЛАНС позволяет установить желаемое соотношение громкости звучания левого и правого каналов. Регулятор тонкомпенсации позволяет сохранить естественность звучания при прослушивании программ с малой громкостью звучания.

При необходимости регуляторы тембра можно отключить нажатием кнопки ТЕМБР. При этом индикатор включения и отключения регуляторов тембра погаснет.

#### 5.4. Генератор узкополосных шумовых сигналов ГШС

Генератор предназначен для формирования на выходах 1, 2 шумовых сигналов с огибающими спектра, близкими по форме к кривой нормального распределения вероятности. Сигналы на выходах 1 ( $\varphi = 0$ ) и 2 ( $\varphi = \pi/2$ ) имеют фазовый сдвиг  $90 \pm 5^\circ$  для средних частот шумового спектра от 0,01 до 30 кГц. Номинальные значения средних частот спектра могут быть выбраны следующими: 10, 20, 50, 100, 200, 500, 750, 1000, 2000, 3000, 6000 Гц. Ширина спектра сигнала по уровню 0,7 может устанавливаться равной 10, 50, 100, 200 Гц с погрешностью  $\pm 15\%$  и 500, 670, 1000, 2000, 3000, 6000 Гц с погрешностью  $\pm 10\%$ . Напряжение на выходе генератора на нагрузке  $150 \pm 7$  Ом составляет не менее 2 В в диапазоне частот от 10 до 30 000 Гц. Выходное сопротивление на частоте 500 Гц при выведенном ослаблении аттенуаторов составляет  $100 \pm 20$  Ом.

#### 5.5. Студийный конденсаторный микрофон С-1

Микрофон С-1 фирмы BEHRINGER является современным устройством, предназначенным для применения в студиях звукозаписи и в звуковом вещании. Питание микрофона производится от источника фантомного напряжения (от +36 до +52 В), предусмотренного в микшерном пульте EURORACK UB1832FX – PRO. Для его подключения к пульту используется микрофонный кабель, имеющийся в комплекте поставки микрофона. Диапазон рабочих частот – от 40 до 20 000 Гц при кардиоидной диаграмме направленности. Выходное сопротивление микрофона – 100 Ом, потребляемый ток – 2,5 мА, вес – приблизительно 0,45 кг. Чувствительность микрофона при ненагруженном выходе составляет  $-33 \pm 2$  dBV ( $0 \text{ dBV} = 1 \text{ V/Pa}$ ).

## 5.6. Переносной радиоприемник «Океан РП 222»

Радиоприемник предназначен для приема программ радиовещательных станций в диапазонах длинных, средних, коротких и ультракоротких волн. Приемник имеет 8 диапазонов: длинноволновый (ДВ), 2 средневолновых (СВ1 и СВ2), 4 коротковолновых (КВ1–КВ4) и ультракоротковолновый (УКВ). Диапазон воспроизводимых частот по звуковому давлению для ДВ, СВ, КВ равен 200–3500 Гц, для УКВ – 125–10 000 Гц. В приемнике предусмотрена плавная регулировка тембра по высоким и низким звуковым частотам. Прием в диапазонах КВ и УКВ производится с помощью телескопической антенны.

Настройку на станцию в метровом диапазоне (УКВ) следует производить при выключенной автоматической подстройке частоты (АПЧ) – кнопка АПЧ нажата. После настройки на станцию необходимо повторным нажатием кнопки включить АПЧ, что обеспечит стабильность приема. Для уменьшения шумов и искажений при настройке на станцию в диапазоне УКВ предусмотрена система бесшумной настройки (БШН), которая включена при отжатой кнопке БШН и отключается при нажатии этой кнопки.

Монофонический вход микшерного пульта подключается с помощью специального штекера к розетке для подключения головных телефонов (при этом громкоговоритель приемника отключается), размещенной на правой боковой стороне приемника.

## 6. Порядок выполнения работы

1. Внимательно изучить разделы 4, 5.
2. Подключить конденсаторный микрофон С-1 к гнезду XLR первого канала микшерного пульта.
3. Подключить источник стереосигналов к первому стереоканалу и наушники к соответствующим гнездам.
4. Проверить правильность предварительной установки всех регуляторов пульта. Включить микшерный пульт и источник фантомного напряжения.
5. На процессоре звуковых эффектов выбрать программу 99 (тестовый сигнал).

6. Включить усилитель «Санда 35У–107С» (кнопка СЕТЬ) и акустическую систему «Амфитон 100АС–022» (кнопка АС на передней панели усилителя): проверить прохождение тестового сигнала по акустическому тракту. Установить приемлемый уровень громкости. Выключить процессор эффектов.

7. Включить радиоприемник: для этого нажать красную кнопку на нижней панели с кнопками. Включить диапазон УКВ: для этого нажать кнопку, расположенную над кнопкой включения. Ручкой настройки произвести настройку на одну из радиовещательных станций. Подключить радиоприемник к микшерному пульта. Убедиться в наличии сигналов на левом и правом звуковых каналах. Включить эквалайзер. Составить субъективное впечатление об изменении тембра речевого и музыкального сигналов при изменении частотной характеристики тракта. Выключить эквалайзер. Снять сигнал с помощью канального фейдера.

8. Проверить правильность подключения ГШС к МП. Установить регулятор выхода в крайнее левое положение. Включить ГШС. Установить: 1)  $F_{cp} = 4000$  Гц,  $\delta F = 6000$  Гц,  $U_{вых} = 0,1$  В; 2)  $F_{cp} = 2000$  Гц,  $\delta F = 2000$  Гц,  $U_{вых} = 0,1$  В.

9. Осуществить микширование речевого сигнала с выхода радиоприемника и шумового сигнала с выхода генератора ГШС. Установить такое их соотношение, чтобы разборчивость речи на фоне шума была неудовлетворительной.

10. Применить к зашумленному сигналу частотную обработку с помощью эквалайзера в канале MAIN MIX. Добиться улучшения разборчивости речи. Зарисовать форму АЧХ для двух вариантов шумовых сигналов.

11. Выполнить пункты 9,10 при отключенном приемнике. В качестве речевого сигнала используйте сигнал, полученный на выходе микрофона, например при чтении текста.

12. Убрать шумовой сигнал. Для этого регулятор выхода ГШС вернуть в крайнее левое положение. Регуляторы эквалайзера поставить в положения, обеспечивающие равномерную АЧХ тракта. Включить приемник и произвести его настройку на станцию, транслирующую музыку. Применить параллельные спецэффекты. Найти спецэффект, обеспечивающий, по вашему мнению, улучшение качества звучания. Дать сравнительную оценку качества звучания музыкальных (речевых) сигналов до и после введения спецэффекта. С помощью канального фейдера убрать сигнал радиоприемника.

13. Включить стереопроигрыватель компакт-дисков. Применить к стереосигналу последовательные спецэффекты. Описать различия в звучании музыки до и после применения эффектов 71, 74 (компрессор и экспандер). Выключить стереопроигрыватель.

14. Привести органы регулировки МП в исходное состояние. Выключить МП и другое оборудование.

## **7. Содержание отчета**

1. Структурная схема подключения источников звуковых сигналов к микшерному пульта с обозначением необходимых разъемов оборудования.

2. Структурная схема прохождения тестового сигнала с выхода процессора звуковых эффектов до акустических систем.

3. Частотные характеристики тракта прохождения сигнала (положение регуляторов эквалайзера МП), при которых наблюдалась наибольшая разборчивость речевого вещательного сигнала.

4. Частотные характеристики тракта прохождения зашумленного речевого вещательного сигнала, при которых наблюдалась наибольшая разборчивость речи.

5. Выводы, объясняющие результаты, полученные при выполнении исследований по пунктам 7, 10, 11, 12, 13 разд. 6.

## **8. Контрольные вопросы**

1. Расскажите о целях и задачах обработки вещательных сигналов.
2. Расскажите о назначении и классификации микшерных пультов.
3. Как производится обработка сигнала звукорежиссером?
4. Назначение автоматической обработки сигналов ЗВ.
5. Дайте определения следующих уровней вещательных сигналов: а) квазимаксимального, б) квазиминимального.
6. Почему речевой и музыкальный сигналы при одинаковых квазимаксимальных (пиковых) уровнях вызывают различное ощущение громкости?

7. Какие частотные искажения вводят в тракт с целью улучшения разборчивости речевых информационных передач? Почему такие искажения повышают разборчивость?

8. Дайте определения следующих динамических диапазонов: а) вещательного сигнала, б) канала звукового вещания.

9. Чем вызвана необходимость сжатия динамического диапазона вещательных сигналов?

10. Какое основное условие необходимо выполнять при сжатии динамического диапазона сигналов ЗВ?

### Литература

1. Радиовещание и электроакустика : учебное пособие для вузов связи / С. И. Алябьев [и др.]; под ред. Ю. А. Ковалгина. – М. : Радио и связь, 2002. – 792 с.

2. Мартинак, Ф. Модули микшерного пульта / Ф. Мартинак; пер. с франц.; под общ. ред. Е. А. Тихомирова. – М. : ДМК Пресс, 2002. – 144 с.

3. Шкритек, П. Справочное руководство по звуковой схемотехнике / П. Шкритек; пер. с нем. – М. : Мир, 1991. – 446 с.

4. Акустика : справочник / А. П. Ефимов [и др.]; под ред. М. А. Сапожкова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Радио и связь, 1989. – 336 с.

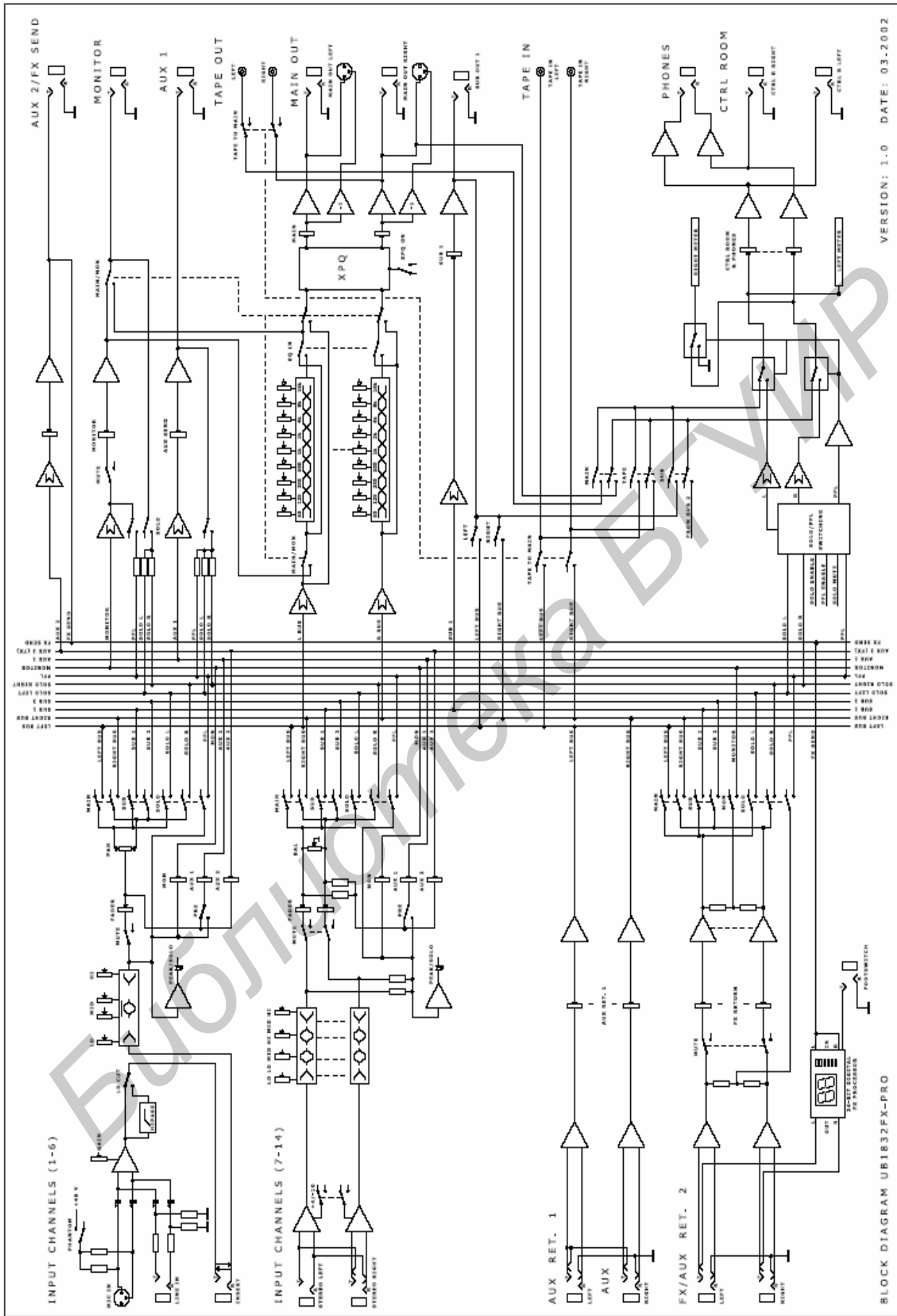
5. Шалатонін, В. І. Электраакустыка і радыёвяшчанне: Асноўныя ўласцівасці маўлення і слыху : вучэб. дапаможнік. – Мінск : БДУІР, 1997. – 79 с.

6. Руководство по установке и эксплуатации микшерного пульта EURORACK UB1832FX – PRO.

Приложение

Библиотека БГУИР





Структурная схема микшерного пульта EURORACK UB1832FX – PRO

## СОДЕРЖАНИЕ

Цель лабораторной работы.....	3
1. Цели и задачи обработки сигналов звукового вещания.....	3
2. Назначение и структура микшерных пультов.....	5
3. Автоматическая обработка сигналов звукового вещания.....	7
4. Краткое описание и технические характеристики микшерного пульта EURORACK UB1832FX – PRO.....	7
5. Описание лабораторной установки для исследования микшерного пульта EURORACK UB1832FX – PRO.....	16
5.1. Используемое оборудование и структура установки.....	16
5.2. Акустическая система «Амфитон 100 АС-022».....	16
5.3. Усилитель аудиосигналов «Санда 35 У-107 С».....	17
5.4. Генератор узкополосных шумовых сигналов ГШС.....	19
5.5. Студийный конденсаторный микрофон С-1.....	19
5.6. Переносной радиоприемник «Океан РП 222».....	20
6. Порядок выполнения работы.....	20
7. Содержание отчета.....	22
8. Контрольные вопросы.....	22
Литература.....	23
Приложение. Структурная схема микшерного пульта EURORACK UB1832FX – PRO.....	24

Учебное издание

**Шалатонин Валерий Иванович**

**Изучение устройств микширования  
аудиосигналов и создания специальных  
звуковых эффектов**

**Лабораторный практикум**

по дисциплине

«Радиовещание и электроакустика»

для студентов специальности

I-45 01 02 «Системы радиосвязи, радиовещания и телевидения»

дневной формы обучения

Редактор С. Б. Саченко  
Корректор М. В. Тезина

---

Подписано в печать 11.10.2007.  
Гарнитура «Таймс».  
Уч.-изд. л. 1,3.

Формат 60x84 1/16.  
Печать ризографическая.  
Тираж 100 экз.

Бумага офсетная.  
Усл. печ. л. 1,74.  
Заказ 190.

---

Издатель и полиграфическое исполнение: Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»  
ЛИ №02330/0056964 от 01.04.2004. ЛП №02330/0131666 от 30.04.2004.  
220013, Минск, П. Бровки, 6