

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Модуль военно-технической (военно-специальной) подготовки

Раздел №2. «Основы радиоэлектроники.

Радиосвязное оборудование воздушных судов»

Тема № 4. Радиосвязное оборудование воздушных судов

Лекция № 31. Бортовые средства объективного контроля. Принцип магнитной звукозаписи. Бортовые системы записи речевой информации – магнитофоны самолетные. Аппаратура речевых сообщений

лектор - кандидат физико-математических наук,
подполковник запаса
Межетов Муслим Амирович

Бортовые средства объективного контроля

Бортовые средства объективного контроля — технические средства, предназначенные для регистрации и сохранения полетной информации, характеризующей условия полёта, действия экипажа и функционирование бортового оборудования. СОК используются для: анализа причин и предупреждения лётных происшествий; технической диагностики бортового оборудования и прогнозирования его технического состояния; оценки действий летного состава при выполнении полетного задания.

Существует два вида СОК — бортовые устройства регистрации и бортовые магнитофоны. В последнее время начинают разрабатываться интегральные устройства, совмещающие в себе функции обоих видов.

Бортовые устройства регистрации (БУР) предназначены для автоматической записи параметров полёта (высоты, скорости полёта, частоты вращения ротора авиадвигателей, углов атаки, ускорений) и параметров наиболее важных агрегатов и систем.

По функциональному назначению БУР подразделяются на аварийные, эксплуатационные и испытательные.

Аварийные БУР для накопления и сохранения полетной информации, которая может быть использована при расследовании инцидентов, аварий и катастроф.

Эксплуатационные системы регистрации записывают значительно большее число параметров, чем аварийные БУР. Накопитель эксплуатационного регистратора защиты не имеет и при авариях не спасается.

Испытательные системы регистрации используются при проведении различного рода летных испытаний образцов авиационной техники.

По принципу записи информации БУР делятся на механические, оптические (осциллографические), магнитные и электронные с твердотельными ЗУ; в механических и оптических накопителях сигнал записывается в аналоговой форме, в магнитных и электронных — в цифровой.

БУР с механической записью использовались на старых типах ЛА и имели малое количество записываемых параметров. К таким устройствам относятся, например, барограф-высотописец АД-2, где запись производилась чернилами на бумажной ленте, или регистраторы перегрузок КЗ-63, в которых запись осуществлялась процарапыванием эмульсии на прозрачной пленке.

БУР с оптической записью также являются устаревшим видом оборудования, накопитель информации в них является шлейфовым осциллографом с фотопленкой в качестве носителя информации. Примером оптических БУР может служить САРПП-12, применяющийся на вертолетах МИ-8 и некоторых военных самолётах.

В магнитных БУР в качестве носителя используется магнитная лента, иногда проволока, запись информации производится в виде время-импульсного, частотного или цифрового кода. Примерами магнитных БУР могут служить МСРП-12-96, МСРП-64, МСРП-256.

БУР с твердотельным накопителем — новое поколение устройств регистрации, примеры таких устройств: ТБН-К-4 — эксплуатационный и ЗБН-1-3 — защищенный (аварийный).

Бортовые магнитофоны предназначены для записи речевой информации — переговоров экипажа по внешней или внутренней связи (в некоторых специальных случаях возможно применение в качестве СОК видеоманитофонов — для записи видеоинформации о происходящем на борту). Бортовые магнитофоны можно классифицировать по разным типам применяемых носителей информации:

Магнитофоны с записью на стальную проволоку, например: МС-61Б, П-503Б

Магнитофоны с записью на магнитную ленту, например: МАРС-БМ

Магнитофоны с записью на твердотельное ЗУ, например: П-507М

Накопитель информации СОК, используемых для расследования авиационных происшествий, должен иметь жаро- и ударопрочный герметичный корпус, окрашенный в ярко-оранжевый цвет (невыгорающей краской), с предупреждающими надписями на разных языках (английский — обязателен). Как правило, если это конструктивно возможно, корпус делают в виде шара или цилиндра.

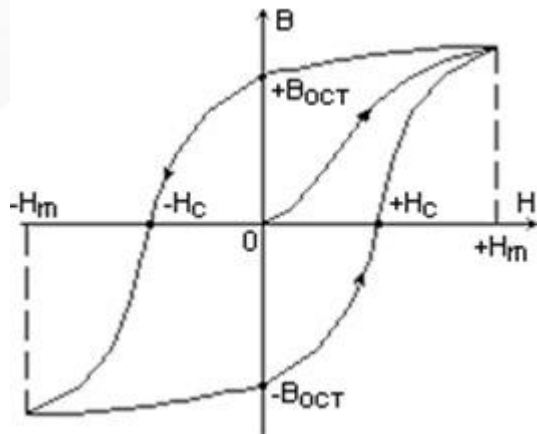
Регистрирующие устройства с небольшим количеством записываемых параметров (два — три) устанавливались на отечественных самолетах еще с первых лет Великой Отечественной войны.

В мае 1965 года Международная организация гражданской авиации (ИКАО) рекомендовала всем государствам уделять особое внимание применению средств объективного контроля, однако, в нашей стране их бурное развитие началось только после вступления СССР в ИКАО в 1970 году, так как полет самолетов на международных линиях разрешен только с использованием СОК. За рубежом большой вклад в разработку первых бортовых средств объективного контроля внесли француз François Hussenot и австралийский инженер David Warren.

Принцип магнитной звукозаписи

Принцип действия магнитной звукозаписи чрезвычайно прост — использование остаточного намагничивания ферромагнитных материалов. Звуковые сигналы подаются на миниатюрный электромагнит — головку записи (ГЗ), мимо которой с постоянной скоростью движется лента, способная к намагничиванию. Ее частицы намагничиваются и при движении ленты мимо другой головки — воспроизводящей (ГВ), создают в ней ЭДС переменного тока звуковой сигнал. После усиления он поступает на громкоговоритель.

В таком описании упущена одна важная деталь — остаточная намагниченность $B(H)$ ленты не получается пропорциональной силе магнитного поля записывающей головки (H). Намагничивание ленты идет по довольно сложной нелинейной кривой, именуемой петлей гистерезиса магнитного материала.



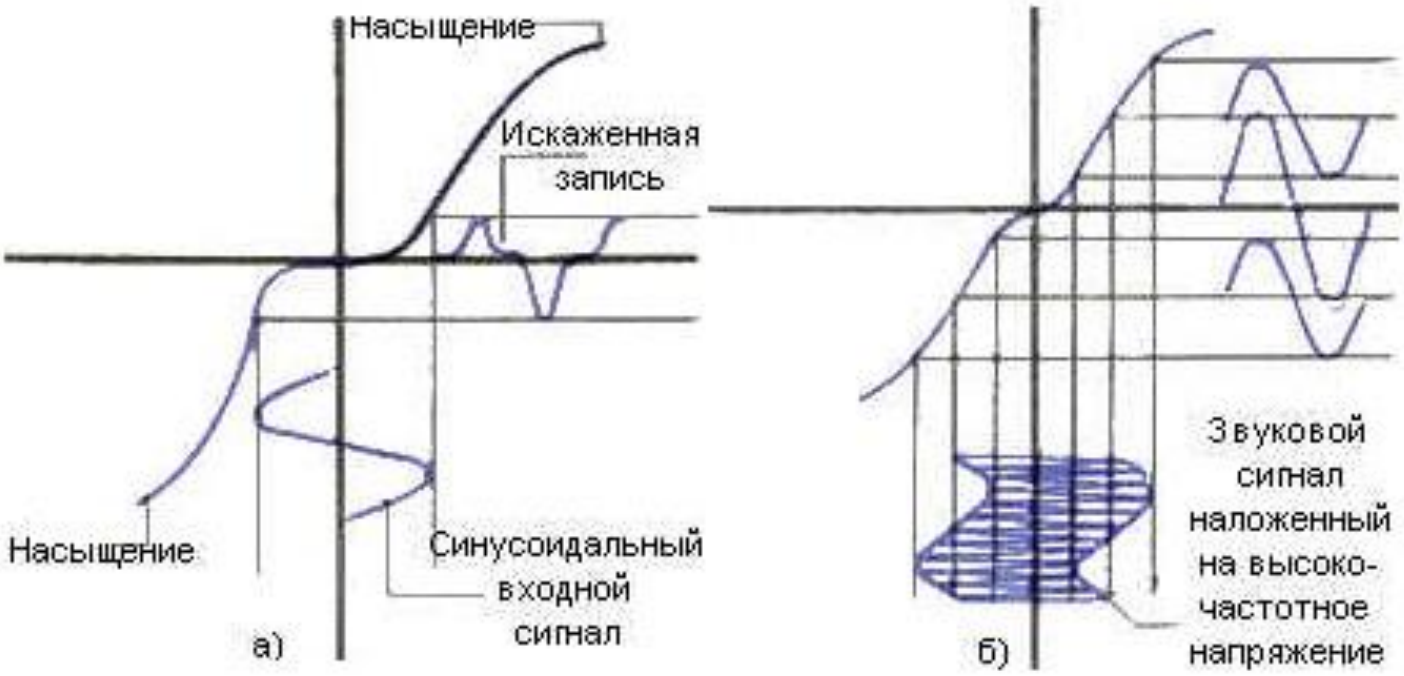
Даже упуская наличие гистерезиса (расщепления кривой), придется считаться с тем, эта кривая намагниченности имеет резко нелинейный характер. В частности, остаточная намагниченность при малой напряженности магнитного поля близка нулю, что приводит к огромным нелинейным искажениям даже при слабых уровнях записываемого сигнала.

Если записывающая магнитная головка создает синусоидальное во времени магнитное поле, то зависимость намагниченности отдельных «магнетиков» (именуемых именами) ленты от расстояния вдоль ее длины будет не синусоидальной. Здесь присутствуют явно выраженные искажения, напоминающие искажения типа «ступеньки» (при переходе сигнала через 0) и типа отсечки (при большой амплитуде сигнала) в усилителях. Ясно, что для линеаризации передаточной характеристики записи надо сместить «рабочую точку» на кривой намагниченности на ее линейный участок. Можно это сделать, используя подмагничивание ленты постоянным магнитным полем — но тогда будет использована только половина кривой намагниченности ленты и ее отдача упадет вдвое. Поскольку эта кривая симметрична, то переход к несимметричному намагничиванию чреват массой нежелательных последствий — достаточно отметить, что будут, не полностью использованы возможности материала, и он будет иметь постоянную намагниченность, возможно постепенное размагничивание ленты или, напротив, намагничивание в поле близко расположенных магнитов и даже в магнитном поле земли.

Был найден весьма остроумный метод — высокочастотного подмагничивания. При нем в головку записи подают ток высокой (десятки—сотни кГц) частоты, амплитуда которого такова, что соответствует средней ординате кривой намагниченности. Сам по себе такой ток создает в записывающей головке переменное магнитное поле, постепенно спадающее по мере удаления от центра щели и оставляющее магнитный слой ленты размагниченным. Более того, если он был намагничен, то происходит частичное размагничивание магнитного слоя. Но если наряду с ВЧ-током подмагничивания подать на головку записываемый сигнал, то он нарушает симметрию ВЧ-колебаний и вызывает возникновение остаточной намагниченности той или иной полярности, в зависимости от полярности записываемого сигнала.

Поскольку ВЧ-сигнал вывел «рабочую точку» на середину каждого участка кривой намагниченности, то зависимость остаточной напряженности от тока НЧ-сигнала в записывающей головке даже при малых токах сигнала записи в ГЗ становится линейной. Конечно, при большой величине НЧ-сигнала наступает насыщение намагниченности и эта кривая приобретает плоский участок. В «среднем» лента записи размагничена, т.е. постоянной составляющей намагниченности, вредно сказывающейся на шумах и ее динамическом диапазоне нет.

Как сделать, чтобы кривая намагниченности ленты при ВЧ-подмагничивании имела как можно более линейный характер и большее значение предельной намагниченности, — это уже дело разработчиков материалов для магнитных лент.



Процесс магнитной записи: запись без подмагничивания (а); запись с высококачественным подмагничиванием (б).

Первое время для размагничивания лент (стирания записи) применяли сильные постоянные магниты. До сих пор стирающие головки в виде маленьких магнитиков, отводимых от ленты при воспроизведении, можно встретить в самых простых магнитофонах — скорее, уже в игрушках, чем в промышленных моделях даже невысокого класса. Поскольку для реализации ВЧ-подмагничивания нужен ВЧ-генератор синусоидальных колебаний, то разумно применить его и для питания стирающей головки. Поэтому упомянутый генератор обычно называют генератором стирания и подмагничивания. При этом стирающая головка требует заметно больших токов, чем записывающая головка.

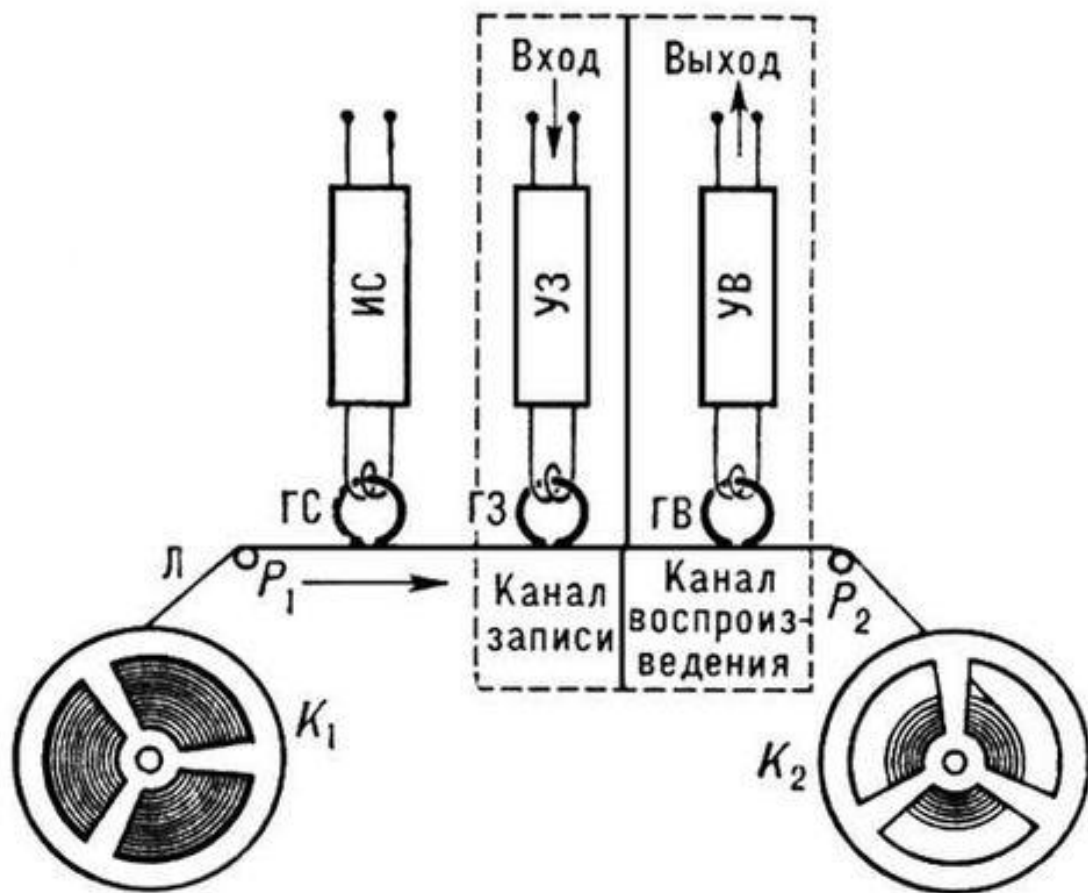
Частота генератора тока ВЧ-подмагничивания должна в 4-6 раз превышать верхнюю граничную частоту звукового диапазона, т.е. при записи частот до 20 кГц она может достигать до 120-150 кГц. Иногда применяют две синхронные частоты — достаточно низкую для стирания и вдвое большую для подмагничивания. Генератор токов стирания и подмагничивания должен иметь синусоидальную форму с минимумом гармоник. Теперь коротко рассмотрим процессы при воспроизведении магнитной записи. При ней намагниченная лента проходит мимо воспроизводящей головки, которая конструктивно похожа на записывающую - в ряде магнитофонов и впрямь для этого применяют ту же самую головку (она называется универсальной). При воспроизведении приходится сталкиваться с тремя фундаментальными проблемами:

1. ЭДС, наводимая в головке, определяется скоростью изменения магнитного потока и потому оказывается прямо пропорциональной частоте записанного сигнала;

2. если ширина щели головки приближается по порядку величины к длине магнитного участка сигнала, то ЭДС стремится к нулю (эти искажения получили название щелевых искажений);

3. ЭДС головки в области средних частот (порядка 1000 Гц) мала и составляет обычно доли милливольт для низкоомных головок и до нескольких милливольт для высокоомных (в транзисторных магнитофонах они применяются редко).

Рост уровня сигнала воспроизводящей головки от частоты наблюдается в диапазоне частот от самых нижних до примерно 5—10 кГц. Далее он замедляется и даже переходит в спад из-за щелевых искажений. Чем меньше ширина щели воспроизводящей головки, тем при более высоких частотах наблюдаются щелевые искажения.



Бортовые системы записи речевой информации – магнитофоны самолетные

Самолетные магнитофоны обеспечивают запись переговоров членов экипажа между собой, с экипажами других самолетов, участвующих в совместном полете, а также с аэродромами и наземными пунктами управления. Такая документированная запись позволяет объективно анализировать правильность действия экипажа самолета, содержание команд, поступающих с наземных пунктов управления и передаваемых с летательного аппарата. Эта информация используется при разборе полетов, а также в случае аварии или катастрофы самолета. Для сохранения записанной на магнитофоне информации принимаются следующие меры: магнитофон устанавливается на самолет в специальный бронированный контейнер (бронекожух), защищенный от больших ударных воздействий, запись осуществляется на достаточно прочный проволочный носитель, обеспечивается резервирование путем установки на самолет двух магнитофонов и т.п.

В настоящее время в ВВС применяются бортовые магнитофоны типа МС-61, П-503, П-507, МАРС-БМ.

Принцип работы любого магнитофона состоит в намагничивании носителя информации сигналами регистрируемой речи, сохранении этого состояния звуконосителем сколь угодно долго и возможности последующего воспроизведения сделанной записи. Бортовой магнитофон работает только в режиме записи. Воспроизведение записанной информации производится с помощью специальных наземных магнитофонов.

Пульт управления размещается в кабине летчика и обеспечивает дистанционное (на расстоянии до 30 м) включение, выбор режима работы и контроль за работой магнитофона, подключение к нему СПУ, микрофона (ларингофона), авиационной гарнитуры. На одноместных самолетах пульт управления магнитофона не устанавливается. Магнитофон в этом случае включается в режим непрерывной записи с помощью специального тумблера, размещенного в кабине летчика.

Предусматривается два режима работы: непрерывной записи или с автоматическим включением записи. При непрерывном режиме магнитофон работает постоянно и всегда готов к записи. В режиме автопуска он включается напряжением, поступающим от блока автопуска каждый раз с началом разговора, и исчезает, если речевой сигнал от СПУ отсутствует. Режим непрерывной работы является, как правило, основным, так как при этом обеспечивается уверенная запись всей информации без потерь отдельных звуков, как это имеет место в режиме автопуска, хотя в первом случае будет больше расход носителя записи.

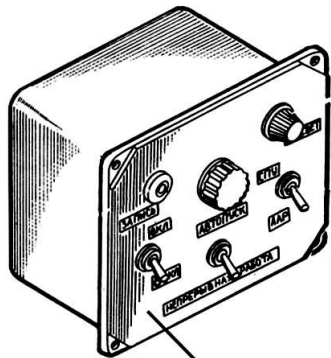
При включении питания протяжный механизм обеспечивает движение звуконосителя в магнитном поле стирающей и записывающей головок с постоянной скоростью. Записывающая и стирающая головки представляют собой кольцевые электромагниты с зазором, в котором создается мощное магнитное поле. Вначале носитель информации проходит в магнитном поле стирающей головки ГС, на которую с генератора стирания подается переменное напряжение ультразвуковой частотой 30 кГц. Высокочастотное подмагничивание применяется для уменьшения нелинейных искажений при магнитной записи.

Происходит стирание ранее сделанной записи – размагничивание носителя информации. На записывающую головку ГЗ с усилителя записи подается электрическое напряжение, полученное в ларингофонах или микрофонах путем преобразования звуковых сигналов. Эти сигналы поступают от СПУ через пульт управления и усилитель записи. Усилитель записи обеспечивает усиление и автоматическую регулировку уровня сигнала.

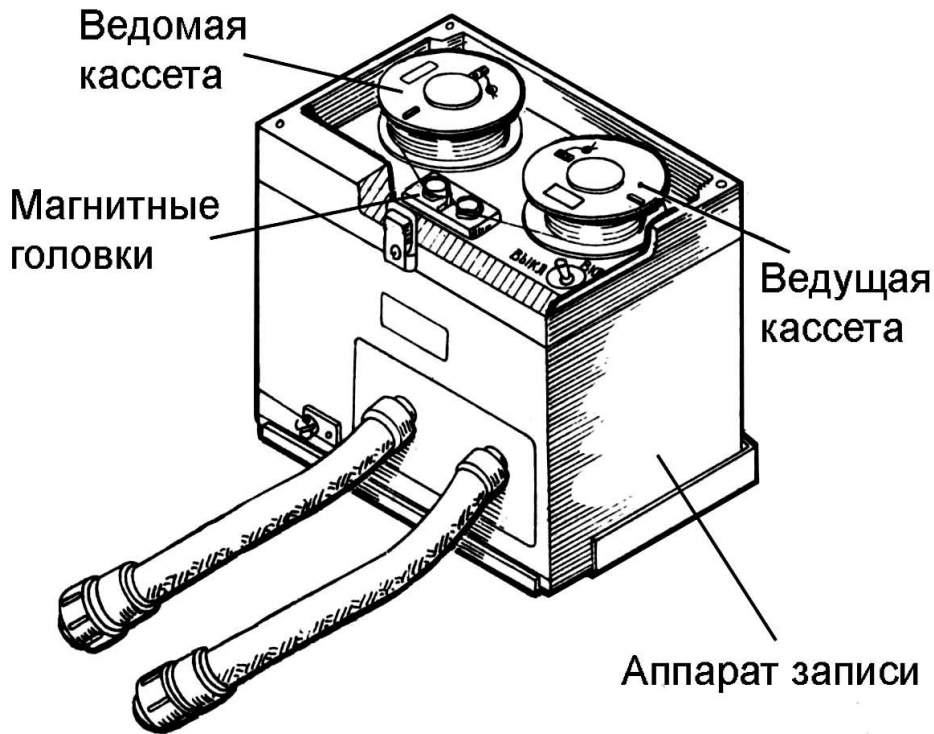
Схема управления обеспечивает коммутацию цепей питания магнитофона, управление протяжным механизмом основного аппарата, запуск резервного магнитофона при окончании или обрыве носителя и других неисправностях основного аппарата. От этой схемы включается индикация на пульте управления, сигнализирующая о неисправности магнитофона. Для контроля работоспособности магнитофона предусмотрено самопрослушивание записи с помощью усилителя самопрослушивания.

Блок записи обеспечивает транспортирование звуконосителя и запись на него речевой информации и сигналов времени. Он включает в себя электродвигатель, редуктор, устройство привода вращения катушек со звуконосителем, каретки с магнитными головками записи и стирания и другие элементы кинематической схемы. Запись переговоров членов экипажа, а также передаваемых и принимаемых сигналов бортовыми радиостанциями производится через СПУ. Этот режим является основным. Запись с микрофона используется, главным образом, для контроля работоспособности магнитофона. Воспроизведение записи осуществляется на специальных наземных магнитофонах типа МН-61.

Комплект бортового магнитофона МС-61



Пульт управления



Ведомая кассета

Магнитные головки

Ведущая кассета

Аппарат записи

Бортовой магнитофон МС-61, устанавливается на самолетах Ту-22МЗ, Ил-76МД, Су-24, вертолетах Ми-8, Ми-24 и многих других.

Особенностью магнитофона МС-61 является применение в качестве носителя информации тонкой металлической проволоки диаметром 0,05 мм.

Самолетный магнитофон МС-61 имеет следующие технические характеристики:

- длительность непрерывной записи не менее 5,5 часов;
- линейная скорость носителя записи 145–195 мм/с;
- носитель записи проволочный с диаметром 0,05 мм;
- потребляемая мощность не более 20 Вт;
- масса магнитофона около 4 кг.

Аппаратура речевых сообщений

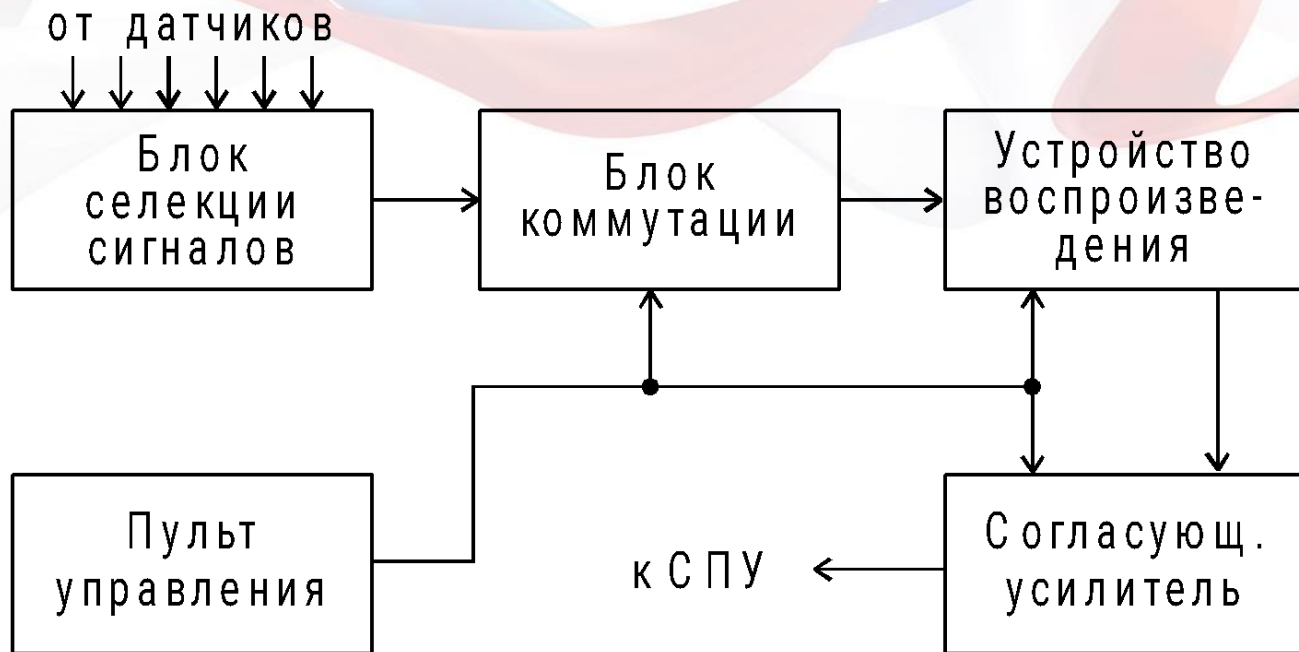
Важность обеспечения безопасности полетов вызывает необходимость установки на самолеты и вертолеты специального оборудования, позволяющего контролировать действия экипажа, информировать его о параметрах полета и исправности основных агрегатов, особенно в аварийных ситуациях. К таким устройствам, в частности, относятся самолетные магнитофоны и речевые информаторы.

Речевые информаторы обеспечивают оповещение членов экипажа и оператора наземного командного пункта (через бортовую радиостанцию) об аварийных ситуациях и опасных режимах в полете и выдачу им рекомендаций для принятия правильного решения. Они могут быть также использованы для воспроизведения стандартных команд, поступающих от быстродействующей аппаратуры связи. Применением на борту летательного аппарата речевых информаторов достигается повышение безопасности полетов и снижение аварийности. Летчику в процессе полета приходится решать большой объем задач, связанных с пилотированием самолета и применением оружия.

Особенно велика нагрузка на его зрительное восприятие, так как на приборной доске самолета расположено большое количество приборов от различных систем и агрегатов, показаниями которых он пользуется для поддержания заданного режима полета. Кроме того, летчик должен внимательно наблюдать окружающую обстановку, изображения на экранах индикаторов в процессе поиска цели, прицеливания и применения оружия. Установлено, что слуховое восприятие летчика имеет определенный резерв. Поэтому применение речевых информаторов, особенно в экстремальных ситуациях, весьма целесообразно. Речевой информатор представляет собой специальный магнитофон с записанными на его звуконосителе короткими сообщениями (инструкциями), и обеспечивает по сигналу с вынесенных датчиков автоматический выбор и воспроизведение соответствующих сообщений. Бортовые информаторы работают только в режиме воспроизведения.

Запись осуществляется с помощью специального наземного магнитофона, который является одновременно контролирующим прибором. Многоканальная запись производится параллельным размещением нескольких звуковых дорожек по ширине ленты. Для воспроизведения применяются специальные магнитные головки, объединенные в блоки по 6 или 8 штук. Количество записанных команд может быть различным (16 или 48) в зависимости от типа речевого информатора.

Структурная схема речевого информатора



Сигналы с датчиков состояния агрегатов самолета в виде постоянных напряжений поступают в блок селекции сигналов, в котором производятся их нормализация и классификация по приоритету прохождения. Затем под действием этого сигнала в блоке коммутации производится подключение на вход усилителя воспроизведения соответствующей данному каналу магнитной головки и включение электродвигателя для протяжки магнитной ленты в нужном направлении.

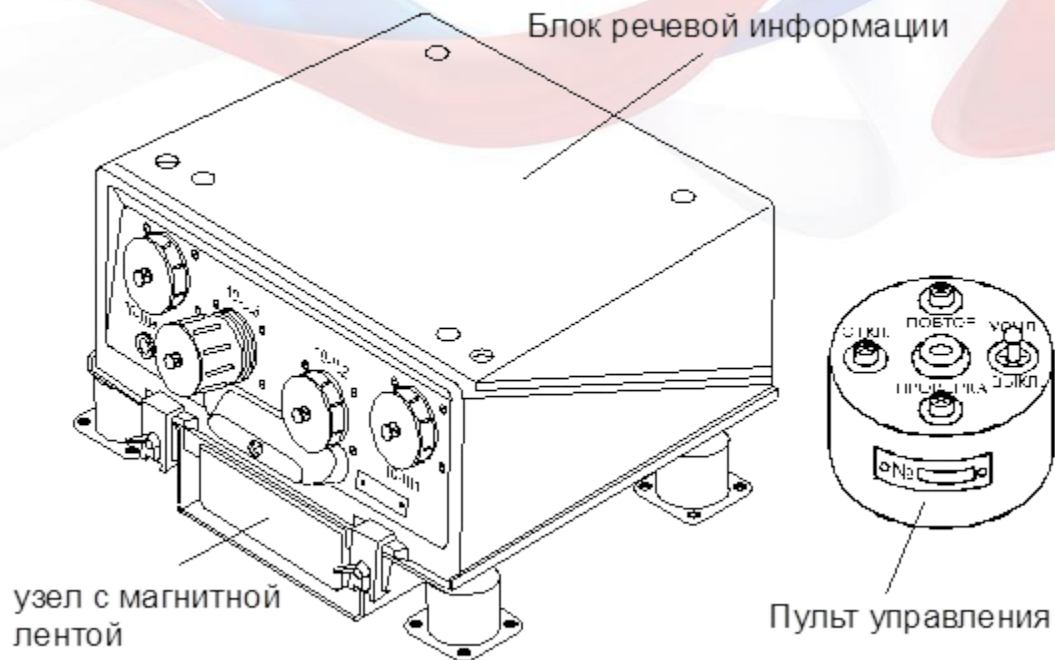
Электрические сигналы звуковой частоты, снимаемые с головки воспроизведения, после предварительного усиления в согласующем усилителе поступают на телефоны летчика через СПУ. После прекращения воспроизведения команды электрическая схема и механизмы аппарата возвращаются в исходное состояние.

Если на вход речевого информатора поступают одновременно сигналы от нескольких датчиков, то с помощью блока коммутации обеспечивается поочередное их прохождение в порядке возрастания их нумерации (например, 2, 13, 34 и т.д.). В связи с этим при записи команд дорожки распределяются по важности сообщений, т.е. наиболее важные сообщения записываются на дорожках с наименьшим порядковым номером.

С пульта дистанционного управления производится включение речевого информатора, включение на повторное прослушивание сообщения, проверка работоспособности в полете и т.д.

В ВКС широко применяются речевые информаторы типа РИ-65, П-591, АЛМАЗ и некоторые другие.

Комплект речевого информатора РИ-65



Речевой информатор РИ-65, применяемый в авиационных системах связи, имеет следующие основные технические характеристики:

- количество каналов воспроизведения до 16;
- длительность одного цикла работы (воспроизведение, возвращение в исходное состояние) не превышает 12 с;
- разборчивость слов не хуже 95 % при прослушивании в акустических шумах до 120 дБ;
- напряжение электропитания +27 В.

ВЫВОДЫ



Таким образом, на сегодняшнем занятии рассмотрены вопросы: Бортовые средства объективного контроля. Принцип магнитной звукозаписи. Бортовые системы записи речевой информации – магнитофоны самолетные. Аппаратура речевых сообщений

Задание на самостоятельную работу

Прочитав конспект лекций ответить на следующие вопросы:

- 1. Пояснить назначение системы СОК?**
- 2. В чем заключается особенность магнитной записи?**
- 3. Изобразить структурную схему типового самолётного магнитофона?**
- 4. Назначение самолетных магнитофонов?**
- 5. Для чего предназначены речевые информаторы?**
- 6. Изобразить структурную схему речевого информатора**