

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ВОЛОГОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

А.В. Ударатин, О.И. Степанов

**УСТРОЙСТВО И РЕМОНТ БЫТОВОГО
И ОФИСНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**

II ЧАСТЬ

*Утверждено редакционно-издательским советом ВоГТУ
в качестве учебного пособия*

Вологда

2011

УДК 621.315.592.9
ББК 32.843.2.32.843.3
У 28

Рецензенты:

Орлов В.В., канд. техн. наук, доцент, ведущий инженер
отдела балансов электроэнергии, департамента транспорта электроэнергии
ОАО «МРСК Северо-Запада» «Вологдаэнерго»

Вахнина В.В., канд. техн. наук, доцент, зав.кафедрой
«Электроснабжение и электротехника»
Тольяттинского государственного университета

Ударатин А.В.

У 28 **Устройство и ремонт бытового и офисного электрооборудования:**
В 2-х частях. II часть: учебное пособие / А.В. Ударатин, О.И. Степанов. –
Вологда: ВоГТУ, 2011 – 132 с.

В учебном пособии изложены краткая характеристика устройств бытовой и офисной техники, её состав и принципы построения. Отмечены возможные неисправности техники, характер их проявления и пути распространения. Изложены общие сведения об электроизмерениях и методики измерения основных электрических величин. Приведены наиболее характерные методы и способы работы с электрорадиоэлементами в процессе их проверки и замены.

Особое внимание уделено вопросам обслуживания и ремонта компьютерной техники и техники телефонной и беспроводной связи.

Рекомендовано для студентов, обучающихся по специальности 140610 «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений», для подготовки бакалавров и магистров по направлениям 140600 «Электротехника, электромеханика, электротехнологии» и 140400 «Электроэнергетика и электротехника» (профиль «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений»).

УДК 621.315.592.9
ББК 32.843.2.32.843.3

© ВоГТУ, 2011
© А.В. Ударатин, О.И. Степанов, 2011

ВВЕДЕНИЕ

В настоящем пособии приведена краткая классификация бытовой и офисной техники, рассмотрены основные материалы, электронные элементы и устройства, а также инструменты и оборудование для её сборки и ремонта. Предпочтительными при этом являются современные полупроводниковые элементы и устройства.

Поскольку довольно значительное количество техники имеет двоякое предназначение и, соответственно, может быть отнесено к категории как бытовой, так и офисной, в пособии не проводится чёткой границы между ними. Значительное место и особое внимание уделяется компьютерам со всеми периферийными устройствами и средствам проводной и беспроводной связи.

Кроме того, учитывая, что любой ремонт не может обойтись без проведения электрорадиоизмерений, в пособии содержится информация об основах измерений, измерительной технике и методике измерений и проверки исправности основных элементов.

Вторая часть пособия посвящена практическим вопросам обслуживания и ремонта бытовой и офисной техники, от широко распространенных персональных компьютеров до автоматических телефонных станций. Также рассмотрены способы определения и устранения отказов электрооборудования, даны основы диагностики динамических схем.

Учебное пособие может быть использовано студентами различных специальностей для ознакомления с широким спектром видов современной бытовой и офисной техники.

УСТРОЙСТВО, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ БЫТОВОГО И ОФИСНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Практика эксплуатации технических устройств бытового назначения и оргтехники показывает, что по мере увеличения степени интеграции схем ремонтпригодность техники понижается. Это происходит вследствие трудностей в проверке и замене комплектующих блоков, узлов и элементов.

Одним из способов преодоления таких трудностей является разделение схем на легкопроверяемые и заменяемые или так называемые ТЭЗы (типовые элементы замены). Но относительно высокая стоимость ТЭЗов, их ограниченное количество, а часто и отсутствие в комплектах запасного имущества приводит к тому, что на практике восстановление ТЭЗов происходит без изъятия их из комплекта устройства.

1. СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И УСТРАНЕНИЯ ОТКАЗОВ, ОБОРУДОВАНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА

В ходе выполнения технического обслуживания или проведения ремонтно-восстановительных работ может возникнуть необходимость замены отдельных элементов на монтажных платах блоков аппаратуры. Если монтажные платы выполнены печатным способом, то наиболее сложной операцией является непосредственно сама замена отдельных элементов (резисторы, конденсаторы, полупроводниковые приборы и т.д.). Это обусловлено тем, что:

- затруднён доступ к отдельным элементам из-за большой плотности монтажа;
- возможно отслаивание контактных площадок от подложек из-за перегрева при пайке;
- возможно коробление платы и возникновение микротрещин и обрывов в печатных проводниках при эксплуатации.

Ремонт неисправных узлов производится с помощью ремонтно-технологического оснащения и инструмента, а технология проведения ремонтных работ составляется в соответствии с перечнем характерных неисправностей, которые могут возникнуть при эксплуатации.

При внешнем осмотре двухсторонних печатных плат необходимо проверить целостность печатных проводников, убедиться в отсутствии микротрещин, разрывов, прогоревших участков, повреждений изолирующего слоя между проводниками и проводящего слоя в местах сильного разогрева и пайки навесных элементов. Для устранения отслаивания фольги от подложки необ-

ходимо тщательно очистить повреждённые участки от загрязнения, после чего в месте повреждения между фольгой и подложкой нанести тонкий слой клея (БФ-4 или подобного) и для ускорения склейки провести горячим паяльником по этому участку фольги. Затем следует убедиться в отсутствии паразитных замыканий и обрывов. При наличии незначительных разрывов или микротрещин печатных проводников необходимо зачистить их в точке разрыва, обезжирить спиртом и спаять. В случае разрыва более 1 мм впаять в повреждённый участок медный одножильный провод без изоляции диаметром около 0,5 мм.

Демонтаж и монтаж резисторов, конденсаторов и большинства полупроводниковых приборов не вызывает трудностей при полном соблюдении рекомендаций по работе с ними. Наиболее трудоёмкими являются работы по демонтажу и установке микросхем, резисторных, диодных и транзисторных микросборок. Демонтаж отдельных навесных элементов зависит от вида их выводов и производится в следующем порядке.

а) при планарных выводах:

1. Скальпелем (монтажным ножом) удаляется защитный лак с контактных площадок;
2. Паяльником со специальной насадкой одновременно нагреваются все выводы и снимается микросхема;
3. При последовательной распайке контактов выводы нагреваются поочерёдно и также поочерёдно пинцетом отделяются от контактной площадки.

б) при штырьковых выводах:

1. На поверхность контактной площадки демонтируемого элемента устанавливается фреза и полностью удаляется лак;
2. Острогубцами откусываются выводы навесных элементов, а оставшиеся выпаиваются;
3. Припой из отверстий удаляется либо паяльником с вакуумным отсосом, либо острозаточенной спичкой.

После выполнения перечисленных выше операций поверхность тщательно промывается спирто-бензиновой смесью.

Монтаж новых элементов производят следующим образом:

- формируют выводы устанавливаемых элементов при помощи специальных приспособлений или пинцета с соблюдением установленных норм для расстояния от корпуса до мест изгиба и пайки выводов;
- установку микросхем в корпусах типа 1 на коммутационную плату в металлизированные отверстия осуществляют без дополнительного крепления с зазором 1 мм между основанием корпуса и платой. Микросхемы в корпу-

сах типа 2 устанавливают на платы с металлизированными отверстиями с зазором между платой и основанием корпуса, обеспечивающимся конструкцией выводов. Микросхемы в корпусах типа 3 с неформируемыми (жесткими) выводами устанавливают на плату с металлизированными отверстиями с зазором 1 мм. Микросхемы с формируемыми (мягкими) выводами устанавливают на плату с зазором 3 мм. Допускается установка жесткой прокладки из электроизоляционных материалов, которая приклеивается к основанию корпуса. Микросхемы в корпусах типа 4 с сформированными выводами устанавливают вплотную на плату или на прокладку с зазором 0,3 мм, причём дополнительное крепление обеспечивается обволакиванием лаком. Приклеивание микросхем к коммутационным платам рекомендуется производить клеем БК-9 или АК-20, или мастикой ЛН.

- выводы элементов смачивают жидким флюсом ФКПС и припаивают к контактным площадкам припоем ПОС-61. Запрещается при исправлении дефектов пайки микросхем со штырьковыми выводами проводить пайку со стороны установки корпуса на плату;
- остатки флюса смывают тампоном, смоченным спирто-бензиновой смесью в отношении 1:1;
- качество пайки проверяют визуально;
- проводят местную лакировку отремонтированных мест.

Изменения в конфигурацию рисунка соединения приходится вносить при аннулировании некоторых связей печатного монтажа (КЗ между слоями) и прокладке дополнительных проводников (без аннулирования или разрыва печатных проводников). Для аннулирования связи в ДПП достаточно просто перерезать печатный монтаж в любой точке проводника. В МПП оборвать связь можно, как выпаивая микросхему или элемент, так и не выпаивая. В первом случае металлизированное отверстие печатной платы, к контактной площадке которого подходит проводник, подлежащий обрыву, рассверливается острозаточенным спиральным сверлом из быстрорежущей стали Р18 с углом заточки 65 -80°. Диаметр сверла выбирается на 0,5 мм больше металлизированного отверстия. При этом обрываются все связи, подходящие к контакту элемента или микросхемы. Для удаления печатного проводника без выпаивания элемента или микросхемы необходимо предварительно удалить припой паяльником с вакуумным отсосом, а затем металлизированные отверстия высверлить трубчатой фрезой. После установки элемента или микросхемы в отверстие печатной платы на изолированный вывод надевают фторопластовую трубку и изо-

лирующую шайбу, а на вывод элемента устанавливают проводную перемычку, предварительно подготовленную и облуженную, с применением сухой канифоли марки А. Перемычка восстанавливает нужные связи.

К паяному соединению предъявляются следующие требования:

- форма должна быть скелетной;
- припой монтажных отверстий должен быть на всю толщину платы (заклёпочный припой). Допускается частичное незаполнение монтажного отверстия, но не более чем на $\frac{1}{3}$ толщины печатной платы;
- поверхность паяного соединения должна быть блестящей (в противном случае это т.н. «холодная пайка»).

На рис. 1. показаны правильные способы пайки проводников между собой.

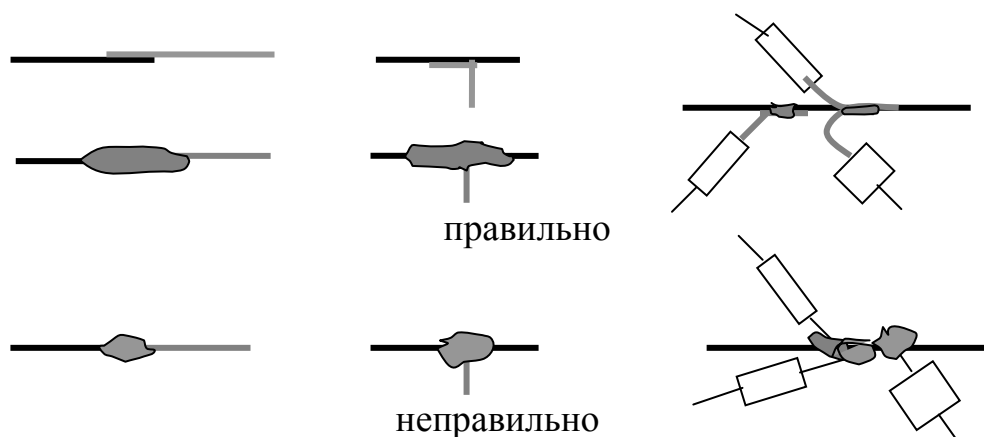


Рис. 1. Способы пайки проводников

Для проволочного навесного монтажа используют медный посеребрённый или лужёный провод диаметром 0,6-1,5 мм. Так как при навесном монтаже провода находятся на сравнительно большом расстоянии (2-10 мм), то необходимости защищать их от соединений нет. При длинных перекрещивающихся проводах, их необходимо изолировать изоляционными трубочками. Для обеспечения механической и электрической надёжности соединения проводники предварительно закрепляются. Жгутовый монтаж выполняется гибким многожильным проводом с одно- или двухслойной нитяной оплёткой и пластмассовой оболочкой. Для того чтобы жгут сохранял круглую форму, его либо обвязывают нитками, либо крепят скобками, клейкой лентой или клеем.

Жгуты обвязывают ниткой так, чтобы при её продёргивании получались самозатягивающиеся петли (рис. 2).

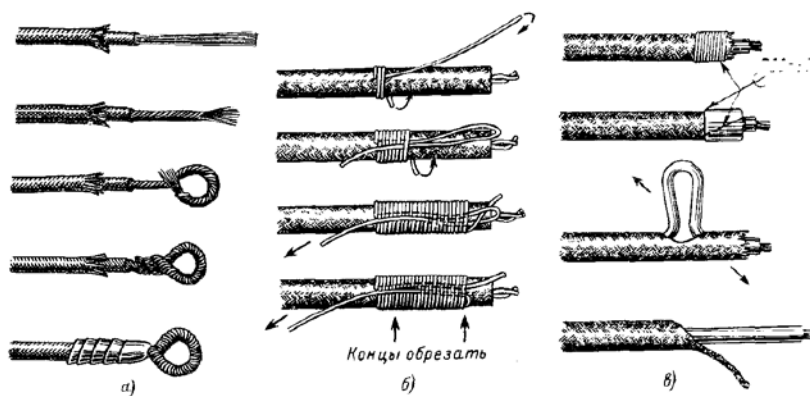


Рис. 2. Примеры выполнения жгутового монтажа

Аккуратно и эстетично смонтированный прибор будет работать лучше и надёжнее. Для того чтобы монтаж и сборка были на уровне, необходимо как можно лучше оборудовать рабочее место. Список ос-

новных инструментов и материалов, которые необходимо иметь на рабочем столе, специфичных для монтажа, отладки и ремонта, включает следующие позиции:

а) инструменты:

- три паяльника разной мощности с подставкой;
- микродрель с набором цанговых зажимов и набором свёрл;
- врачебный пинцет;
- бокорезы;
- малогабаритные пассатижи (утконосы);
- лупа диаметром не менее 5-7 мм;
- часовые отвёртки;
- скальпель или бритвенный резак;
- специальные инструменты.

б) расходные инструменты:

- припой: свинцово-оловянный ПОС-30(40) в прутке без канифоли;
- припой: свинцово-оловянный ПОС-61 в проволоке $d = 1-2$ мм с канифолью;
- активный флюс;
- пассивный флюс (канифоль в кусочках и её спиртовой раствор);
- шкурка мелкая и крупная на бумажной и тканевой основе;
- раствор спиртовой технический;
- чистый бензин (типа «Галоша» или «для зажигалок»);
- ацетон или аналогичный растворитель;
- клей «Момент» или подобный;
- фольгированный стеклотекстолит $d=1,5$ мм;
- макетные платы;
- термопаста;

- кембриковые (изолирующие) трубки (термоусадочные и обычные), $d=1,5-10$ мм;
- клейкая полихлорвиниловая изоляционная лента (по возможности импортная);
- скотч.

в) специальные приспособления:

- клещи для зачистки проводов;
- отсос для расплавленного припоя;
- обжимные клещи для плоских кабелей;

Паяльники по мощности предназначаются для проведения следующих работ:

- пайка выводов микросхем и других компонентов с выводами до 1 мм, а также тонких проводов (15 – 20 Вт);
- пайка компонентов с толстыми выводами и толстых проводов (40-65 Вт);
- пайка крупногабаритных деталей (150-200 Вт).

При работе с паяльником необходимо проверить изоляцию и доработать жала. Для проверки изоляции необходимо: взять мультиметр, установить его на самом верхнем пределе измерения сопротивления (10Мом), один из щупов плотно прижать к жалу паяльника, другим по очереди коснуться контактов сетевой вилки. Мультиметр должен показать полный разрыв цепи.

При доработке жала его необходимо вытащить из паяльника, на плоской поверхности большим молотком расплющить так, чтобы толщина его постепенно сходилась на нет, зажать расплющенное жало в тиски и большим плоским напильником придать ему нужную форму. Для паяльников средней мощности плющить жало необязательно, нужно опилить его, чтобы оно сужалось к концу.

Для правильного выбора мощности нужно коснуться разогретым жалом паяльника кусочка канифоли и если она плавится (5-10 сек.), а потом дымится – всё в порядке. Если канифоль плавится плохо, а жало потом дымится длительное время – паяльник недогрет. Если канифоль мгновенно вскипает и сразу испаряется – паяльник перегрет. Для устранения этих явлений нужно попробовать использовать жало большей или меньшей длины.

Затем жало паяльника следует облудить, для чего жало хорошо зачистить шкуркой и после прогрева окунуть в канифоль. Следя за тем, как канифоль растекается, а температура уже достигла точки плавления припоя нужно водить жалом по припою, стараясь, чтобы он растёкся по как можно большей площади и как можно более равномерно.

Необходимо помнить, что припой постепенно растворяет медь или латунь, из которых обычно изготавливаются жала и поэтому кончик его периодически следует затачивать.

Мультиметры

Их ещё часто называют «тестерами». Выбираются они по количеству функций и диапазонам измерений. Основными функциями являются следующие:

- измерение постоянного напряжения (2 мВ – 600 В);
- измерение постоянного тока (2 мА – 10 А);
- измерение переменного напряжения (1 – 700 В);
- измерение переменного тока (20 мА – 10 А);
- измерение сопротивления (100 Ом – 10 М) + функция «прозвонки».

Кроме того, желательно иметь функции:

- измерение ёмкости;
- измерение индуктивности;
- измерение параметров полупроводниковых приборов;
- измерение температуры.

Слабым местом всех мультиметров является функция измерения тока, т.е. режим амперметра. Достаточно перепутать и включить амперметр не последовательно, а параллельно источнику питания, как через него в полном соответствии с законом Ома потечёт огромный ток, ограниченный только возможностями источника и которого вполне бывает достаточно, для того чтобы прибор сгорел. Обычно, в хороших мультиметрах внутри стоит плавкий предохранитель, возможно даже самовосстанавливающийся.

При работе с мультиметром необходимо заранее устанавливать его на тот диапазон, в котором предполагается проводить измерения. Если пределы измеряемой величины неизвестны, то прибор устанавливается на максимальный диапазон.

Флюсы для пайки

В 99% случаев для получения надёжных результатов можно обойтись всего двумя рецептами; обычным пассивным спиртово-канифольным раствором и специальным активным флюсом для пайки плохо залуженных поверхностей.

В качестве обычного спиртово-канифольного флюса используется широко распространённый флюс, известный под названием «ЛТИ». Это спиртово-канифольный раствор с активизирующими добавками, которые превращают жидкость в пасту. Однако, следует иметь в виду, что под названием «ЛТИ» также продают активный флюс, в состав которого входит солянокислый диэтиламин, выделяющий при нагревании пары соляной кислоты, очищающие место пайки. В то же время основной недостаток такого флюса заключается в

наличии электропроводности и необходимости каждый раз после пайки тщательно смывать его спиртом, ацетоном или растворителем. В качестве активного флюса для пайки незалуженных поверхностей используют «паяльную кислоту» на основе хлористого цинка или «ХАФ» на основе хлористого аммония.

Платы

В настоящее время все схемы располагаются на печатных платах, которые изготавливают из фольгированного стеклотекстолита, представляющего собой стеклоткань, пропитанную эпоксидным составом и покрытую с одной или с двух сторон тонкой медной фольгой. Ранее основой для плат служил гетинакс – пропитанная синтетической смолой бумага. Стеклотекстолит бывает разной толщины, а платы соответственно – однослойные и многослойные, которые делают, склеивая между собой несколько односторонних.

После нанесения на плату тонким водостойким фломастером чертежа схемы её необходимо просушить и подготовить к травлению. Для травления лучше всего использовать концентрированный раствор хлорного железа, который не выделяет в процессе работы газов и потому не повреждает рисунок фломастера. После травления плату нужно тщательно промыть тёплой водой, высушить, а оставшуюся краску смыть ацетоном. Все дорожки на плате следует облудить.

Если схема отлажена, то наиболее быстрый и надёжный способ монтажа заключается в следующем: первым делом в плату «натыкиваются» компоненты, причём выводы не следует откусывать по необходимой длине, пусть они торчат. Плату, заполненную деталями следует расположить компонентами вниз на поролоновой подкладке (чтобы они прижались к плате и не выпадали), после чего приступить к собственно пайке. При пайке нужно следить, чтобы компоненты не перегревались. Использовать для пайки нужно тонкий припой с канифолью внутри.

Если для монтажа попадутся отечественные детали, изготовленные давно (резисторы, конденсаторы), ножки которых при хранении чернеют, перед пайкой их выводы необходимо зачистить тонкой шкуркой-нулёвкой и облудить, нанося как можно меньше припоя. При распайке компонентов на платах промышленного изготовления, в процессе производства которых контактные площадки и дорожки покрываются сплавами, имеющими очень низкую температуру плавления, необходимо иметь в виду следующее: припаивая к ним вывод некоего компонента, не следует удерживать этот вывод на весу, трясущейся рукой с пинцетом – припой застынет тогда, когда тонкий слой сплава на по-

верхности дорожки ещё будет жидким и очень надёжное по внешнему виду паяное соединение на поверку окажется просто блямбой припоя, слегка прижатой к контакту на плате за счёт упругости вывода.

После пайки выводы откусывают на нужную длину: для промышленных плат с металлизированными отверстиями достаточно, чтобы места пайки выступали на 1 мм над поверхностью платы, а для доморощенных оставлять несколько больше.

При демонтаже компонентов, когда их следует заменить или удалить, сначала выкусывают использованный компонент бокорезами, причём детали с двумя выводами (резисторы, диоды) можно попробовать выпаять, для чего плату нужно закрепить в тисках, а деталь подцепить отвёрткой или пинцетом и коснуться паяльником места пайки – вывод вылезет из отверстия сам. После удаления обязательно нужно прочистить отверстия, которые оказываются заполненными припоем и обрезками выводов. Для этого смачивают нужные места канифольным лаком и закрепляют плату в тисочках в вертикальном положении. Затем тонкую деревянную заострённую палочку (напр. зубочистку) как можно сильнее прижимают к залитому припоем контактной отверстию, стараясь направить в центр и касаются паяльником припоя вокруг этого отверстия. Если отверстие металлизированное, то паяльник нужно направлять с обратной стороны платы, если нет - касаться им рядом с палочкой. Остатки припоя вместе с оставшимися выводами нужно отломить пинцетом.

При монтаже не следует стараться провести проводники «красиво» (по прямым или перпендикулярным линиям) – наоборот качество и надёжность схемы будет выше, если все соединения разведены по кратчайшему пути. Следует стараться, чтобы провода были припаяны «внатяг», а не змеились по плате. Короткие соединения, например перемычки, удобно делать неизолированными обрезками выводов от сопротивлений и диодов. Не следует припаивать выводы деталей, особенно провода для внешних соединений платы, просто к контактной площадке или дорожке – их по мере возможности следует просовывать в предусмотренные отверстия. Для внешних соединений лучше всего в отверстия заклёпывать специальные штырьки, к которым уже припаивается обёрнутый (обязательно) вокруг них провод.

Жгут внешних проводов обязательно крепится к плате хомутиком.

В зависимости от монтажной плотности соединительные платы бывают однослойными, многослойными или полислойными.

Однослойная плата представляет собой кашированную с обеих сторон печатную плату со сквозными гальванизированными отверстиями. Толщина платы составляет 1,6 мм.

Многослойная плата состоит из двух однослойных плат, разделенных между собой изоляционным слоем. Максимальная толщина такой платы составляет 3,8 мм.

Полислойная плата может состоять из 16 и более слоев с печатными проводниками, разделенных между собой изоляционными слоями (препрегами) и запрессованных в монолитную печатную плату. В зависимости от числа слоев толщина полислойной платы может составлять до 3,8 мм.

Современным методом безопасного электромонтажа соединительной платы модульной кассеты, который обеспечивает герметичное, вибростойкое и электрически устойчивое соединение между ножевыми контактами разъемных соединителей и соединительной платой, является запрессовка. Для этого для каждого штырькового вывода предусмотрена специально профилированная контактная площадка (прямоугольное поперечное сечение).

2. УСТРОЙСТВО, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ

Слово «компьютер» в переводе с английского означает «вычислитель», используемый не только для производства каких-либо расчётов, но и создания макетов книг и журналов, иллюстраций, музыкальных произведений, картотек документов, приёма и передачи сообщений электронной почты, поиска информации в Интернете и т.д. Общая схема такого устройства представлена на рис. 3.

Перевод команд в вычислительные инструкции для центрального процессора, а ответные действия процессора в понятные нам образы обеспечивают программы. Прodelывая над числами десятки миллионов операций в секунду, компьютер позволяет работать с текстами, рисунками, звуками и т.п. Однако, для того чтобы научить вычислениям электронное устройство, необходимо было создать систему счисления, понятную машине, поскольку естественным элек-

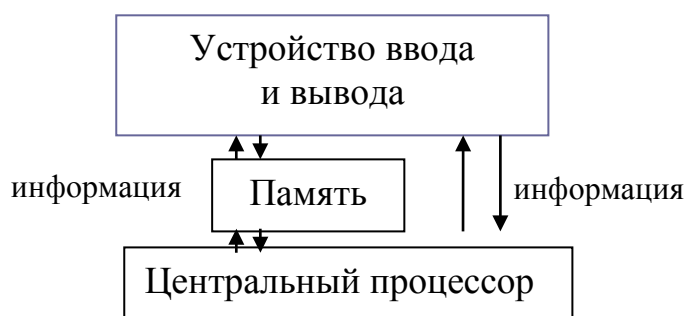


Рис. 3. Обобщённая структурная схема компьютера

тронным способом счёта является: «нет сигнала/есть сигнал» и основанная соответственно на двух цифрах – «0» и «1».

Для обозначения двоичных цифр применяют термин *бит* (binary digit-bit). Одним битом можно выразить только два числа – 0 и 1, двухбитовых комбинаций может быть четыре (2^2) – «00» -0, «01» -1, «10» -2, «11» -3, трёхбитовых – восемь (2^3) и т.д. В восьми битах «умещается» 256 (2^8) целых чисел – вполне достаточно для того, чтобы дать уникальное восьмибитовое обозначение каждой заглавной и строчной букве двух алфавитов, всем цифрам, знакам препинания, некоторым другим необходимым символам и служебным кодам для передачи информации. Единицей измерения компьютерной информации служит восьмибитовое число - *байт* (byte).

Для манипуляции числами, представляющими сотни тысяч и миллионы байт, разработана система более крупных единиц измерения объёмов информации (табл. 1).

Таблица 1

Система единиц измерения объемов информации

1024 (2^{10}) байт	килобайт	Кбайт
1 048 576 (2^{20}) байт	мегабайт	Мбайт
1 073 741 824 (2^{30}) байт	гигабайт	Гбайт
1 099 511 627 776 (2^{40}) байт	терабайт	Тбайт
1 125 899 906 842 620 (2^{50}) байт	петабайт	Пбайт

В табл. 2 приведёно соответствие двоичных чисел привычным нам десятичным.

Таблица 2

Соответствие двоичных и десятичных чисел

Двоичные	Десятичные	Двоичные	Десятичные
00000000	0	00001000	8
00000001	1	00001001	9
00000010	2	00001010	10
00000011	3	00001011	11
00000100	4	00001100	12
00000101	5	00001101	13
00000110	6	00001110	14
00000111	7	00001111	15
		00010000	16

Существует также и такая единица информации, как *слово*, которое составляет из 16 бит, т.е. из двух байт. 2^{16} равняется 65536 и значит 16-

разрядным словом можно выразить натуральные числа от 0 до 65 535, либо целые от -32 768 до 32 767. Компьютеры, работающие с 32-разрядными числами, используют 32-битовые двойные слова.

В ряде случаев удобнее пользоваться не двоичным и не десятичным, а шестнадцатеричным представлением чисел. «Цифры» от 10 до 15 в шестнадцатеричной системе изображаются символами от A до F и они обычно записываются в виде XXXh. 1 Мбайт в шестнадцатеричной форме равен 100000h байт.

Примеры шестнадцатеричного выражения десятичных чисел приведены в табл. 3.

Таблица 3

Примеры шестнадцатеричного выражения чисел

16-я система	Десятичный вид	16-я система	Десятичный вид
0h	0	Ch	12
1h	1	Dh	13
2h	2	Eh	14
3h	3	Fh	15
4h	4	11h	16
5h	5	12h	17
6h	6		
7h	7	400h	1024
8h	8		
9h	9	FFFFh	65 535
Ah	10		
Bh	11	100000h	1 048 576

Осязаемая часть компьютера – его аппаратное обеспечение (hardware): электронная «начинка», монитор, клавиатура, дисководы, мышь, принтер, сканер, модем и т.д.

Для нормального функционирования компьютера необходимо программное обеспечение (software). При этом равноправие понятий «hardware» и «software» логически неразрывно, но поскольку программы жизненно необходимы для работы, они не могут быть бесплатным приложением к аппаратуре.

Программное обеспечение (ПО) обычно делят на системное и прикладное.

Системные программы абсолютно необходимы для работы, они являются, в сущности, продолжением аппаратного обеспечения компьютера. Специальным видом системного программного обеспечения является операционная система, без которой вообще невозможно осмысленное взаимодействие пользователя и компьютера. Операционная система нужна для того, чтобы пользова-

тель мог управлять машиной, она определяет общие правила запуска программ, управления данными и доступа к ресурсам компьютера. Подмножеством системного программного обеспечения следует считать сервисные программы, которые не являются жизненно важными, как операционные системы, но также помогают управлять компьютером и оптимизировать использование его ресурсов. Если на компьютере функционирует операционная система, то через её посредство можно обращаться к прикладным программам, которые служат для удовлетворения наших непосредственных нужд и решения практических задач, таких как ввод текста, создание иллюстраций, вывод документов на печать, передача и приём сообщений электронной почты и пр.

Общение пользователя с компьютером протекает при посредстве устройств ввода-вывода. Различные электронные компоненты, такие как микропроцессор, память и интерфейсные микросхемы – адаптеры (контроллеры) располагаются на объединительной или материнской плате (motherboard). Устройства ввода-вывода стыкуются с компьютером через адаптеры и контроллеры. Устройства ввода-вывода делятся на стандартные и нестандартные, которые часто называют «периферией».

Нестандартные устройства ввода-вывода, кроме системного блока и консоли показаны на рис. 4:



Рис. 4. Основные устройства ввода – вывода

- *принтер и плоттер – устройства графического вывода на бумагу;
- *мышь, сканер и дисковод для компакт-дисков – устройства ввода разного типа;
- *модем – устройство для ввода и вывода с использованием телефонной сети;
- *магнитные носители и др.

Совместное функционирование многих компьютеров в системе одного учреждения достигается монтажом локальной вычислительной сети, возможная структура которой приведена на рис. 5.

При выходе компьютера из строя, прежде чем обращаться в сервисный центр, можно и нужно попытаться самому разобраться с возникшей проблемой и первое, что необходимо сделать в случае поломки, – это определить характер и причину неисправности.

1. Если неполадки возникают при загрузке операционной системы или при работе в ней, то это неисправность программного характера. Чаще всего в таком случае достаточно переустановить или настроить некоторые программы или операционную систему.

2. Если неполадки возникают сразу после включения компьютера (до загрузки операционной системы), это свидетельствует об аппаратной неисправности. В этом случае необходимо более или менее точно определить возможную причину поломки.

3. Если после включения компьютера на экране монитора ничего не отображается, а слышны звуковые сигналы, то для определения причины следует воспользоваться таблицей с расшифровкой этих сигналов (Приложение 1, табл. П1.1-П1.3).

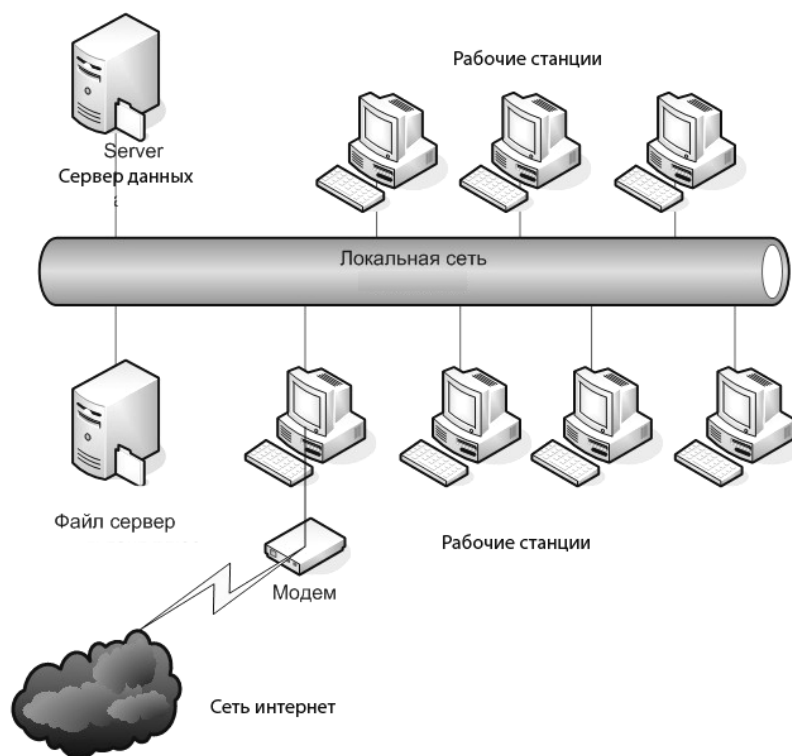


Рис. 5. Структура локальной вычислительной сети

4. Если компьютер вообще не включается, то для определения причины поломки необходимо разобрать системный блок.

После снятия крышки системного блока нужно внимательно осмотреть его содержимое и проверить, не исходит ли оттуда какой-либо неприятный запах, поскольку любая серьёзная поломка часто сопровождается появлением запаха и видимым повреждением электронных компонентов.

Характерный запах из блока питания означает, что как минимум одна его цепь вышла из строя, а значит, для ремонта потребуются дополнительные компоненты и в этом случае необходимо решить, учитывая относительно невысокую стоимость блока питания, отремонтировать его или приобрести новый. При отсутствии запаха из блока питания необходимо проверить вращается ли в нём вентилятор и если вращается, то это означает, что блок исправен.

При осмотре материнской платы, в первую очередь обращается внимание на работу вентилятора, охлаждающего процессор. Если он не работает, то возможно серьёзно повреждена материнская плата или неверно определена работоспособность блока питания.

5. Если компьютер включается, то после его включения необходимо прислушаться и определить, есть ли звук инициализации жёсткого диска, что свидетельствует об исправности винчестера. Наличие индикации приводов компакт-дисков и звуков раскрутки их двигателей говорит об исправности приводов.

6. Если устройства хранения информации исправны, а программа самотестирования POST молчит, то причина неисправности кроется в материнской плате.

Необходимо отметить, что каждый компонент компьютера имеет свой ресурс, по истечении которого устройство может продолжать работать, а может начать постепенно выходить из строя.

Неисправности, не связанные с естественным старением устройства, не поддаются прогнозированию: в этом случае невозможно угадать, какая поломка ожидает компьютер в ближайшем будущем.

Аппаратные неисправности являются более сложными и дорогими, поскольку требуется замена определённых компонентов. Чем сложнее устройство, тем выше вероятность его поломки, причём возникновение неисправности связано как с естественным старением компонентов, так и с неумелым обращением с ними. Часто причиной сбоев в работе становятся не зависящие от пользователя ситуации (например, нестабильное электроснабжение).

Рассмотрим наиболее часто встречающиеся неисправности отдельных составных частей компьютера.

Блок питания – это самое простое и, однако, самое важное устройство, обеспечивающее стабильным напряжением все остальные устройства, а его поломка может привести к неисправности почти всех комплектующих (рис. 6).

Для того чтобы блок питания работал достаточно длительное время и стабильно необходимо соблюдать всего два правила: 1) нормальные условия питания; 2) нормальный температурный режим.

Для подключения питания нужно использовать фильтр, а лучше блок бесперебойного питания. По возможности подключать компьютер к заземлённой линии. Если при эксплуатации блок питания перегревается и периодически отключается из-за перегрузки, нужно обеспечить дополнительное охлаждение и создать условия для оптимальной циркуляции воздуха внутри системного блока. Со временем внутри блока питания скапливается достаточно много пыли, что вместе с влажностью приводит к тому, что она начинает проводить электричество. Поэтому периодически рекомендуется пылесосить блок питания, воспользовавшись для этого одним из вентиляционных отверстий.

Основной причиной выхода из строя блока питания является нестабильное переменное напряжение. Чтобы обезопасить компьютер, рекомендуется приобрести источник бесперебойного питания (ИБП).

Для ремонта блока питания вне пределов сервисного центра или специализированной мастерской необходимо иметь опыт в ремонте подобных устройств. При отсутствии такого опыта или недостаточной квалификации блок питания ремонтировать не рекомендуется и неисправный блок лучше всего заменить новым. Максимум, что можно сделать, проверяя исправность блока питания, это убедиться в целостности предохранителя и поверхностно осмотреть его компоненты. Большое количество подключаемых устройств оказывает серьёзную нагрузку на блок питания, что приводит к его быстрому естественному старению.



Рис. 6. Внешний вид блока питания компьютера

Срок службы блока питания среднего качества составляет от трёх до семи лет. Приближающуюся «кончину» блока питания можно предвидеть. Об этом свидетельствует:

- внезапные перезагрузки или зависания компьютера во время обычной работы;
- ошибки оперативной памяти, как при начальном тестировании, так и при работе в операционной системе;
- прекращение работы устройств хранения данных (при пропадании напряжения на выводах блока питания);
- чрезмерное повышение температуры в блоке питания и корпусе компьютера (из-за выхода из строя вентилятора или вентиляторов, установленных в блоке питания);
- появление напряжения на корпусе компьютера, что можно ощутить, приложив руку к корпусу или разъёмам на задней стенке;
- появление странных ошибок в работе операционной системы и программ.

Прежде чем приступить к ремонту блока питания, необходимо изучить схему и принцип его работы. Логически блок питания можно разделить на несколько модулей, каждый из которых выполняет определённую задачу (рис. 7).

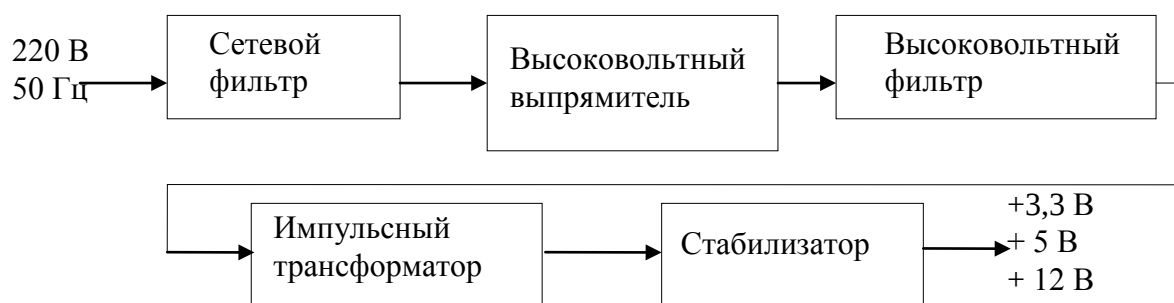


Рис. 7. Структурная схема блока питания

Сетевой фильтр осуществляет первичную обработку поступающего на вход блока питания переменного напряжения, защищает входные устройства от пульсации и помех, создаваемых подключёнными к электрической сети приборами, которые потребляют большое количество энергии и не оборудованы специальными фильтрами. В качестве фильтра, как правило, используется катушка индуктивности и конденсатор небольшой ёмкости.

Высоковольтный выпрямитель представляет собой сборку из четырёх высоковольтных диодов, включённых по специальной схеме. Он служит для преобразования переменного напряжения в постоянное.

Высоковольтный фильтр представляет собой несколько электролитических конденсаторов большой ёмкости (20 – 1000 мкФ), подключаемых параллельно друг другу.

Импульсный трансформатор служит для преобразования выпрямленного и отфильтрованного постоянного импульсного напряжения.

Перед тем как попасть на импульсный трансформатор, напряжение поступает на специальный высоковольтный ключ, находящийся под управлением специальной схемы, с частотой нескольких десятков килогерц. Трансформатор обеспечивает понижение напряжения до уровня $\pm 5\text{В}$; $\pm 12\text{ В}$.

Стабилизатор построен на основе интегральных схем и состоит из нескольких каналов, каждый из которых рассчитан на обработку и контролирование конкретного напряжения. Параллельно с каналами действует ещё одна схема управления, отвечающая за формирование сигнала Power Good.

В дешёвых и, соответственно не особо качественных блоках питания, могут отсутствовать некоторые мелкие, но необходимые элементы (например, фильтры, конденсаторы и пр.).

Если выход из строя блока питания сопровождался определённым звуком и запахом, то ремонт следует начинать с внимательного осмотра печатной платы и её компонентов и замены подозрительных деталей. Следует помнить, что блок питания не должен работать без нагрузки. В качестве нагрузки можно использовать резистор сопротивлением 2 – 5 Ом и мощностью 25 Вт, соединив его одним выводом с напряжением + 5В, а другим – с корпусом.

Большая часть блоков питания, как и многие бытовые устройства, снабжена плавким или керамическим предохранителем, основное предназначение которого – срабатывание и перегорание при повышенном потреблении тока или резком скачке напряжения. Для проверки предохранителя нужно отключить блок питания от сети и выкрутить из корпуса. Снять защитный кожух и внимательно осмотреть плату - предохранитель устанавливается непосредственно за кабелем питания и искать его надо в месте, где кабель припаян к печатной плате.

После замены предохранителя и подачи напряжения на блок питания возможны следующие варианты:

- блок питания начинает работать, предохранитель не перегорает, компьютер включается и загружается. Вероятной причиной неисправности в этом случае можно считать случайный скачок напряжения или кратковременную перегрузку блока питания;

- блок питания не начинает работать, предохранитель перегорает. Причиной этого служит короткое замыкание в первичных цепях, например на высоковольтном выпрямителе или фильтре;

- блок питания не начинает работать, предохранитель не перегорает. В этом случае вероятнее всего неисправна вторичная система блока питания, например стабилизатор.

При проверке высоковольтного выпрямителя необходимо внимательно его осмотреть и, при отсутствии явных признаков возгорания, мультиметром прозвонить каждый диод и во всех случаях проверить их сопротивление. Сопротивление диода в прямом направлении должно составлять примерно 500-600 Ом, а в обратном – 1,1 – 1,3 Мом. Если сопротивление диода не соответствует приведённым показателям, то его следует заменить.

Иногда совместно с высоковольтными диодами дополнительно работают высоковольтные транзисторы, которые устанавливаются на радиаторах с целью исключения их перегрева. Транзисторы тестируются на замыкание и на внутренний обрыв, поэтому нужно точно знать, где какая ножка находится. Рабочий транзистор должен «прозваниваться» от базы к эмиттеру и коллектору, а между эмиттером и коллектором – нет. Сопротивление переходов у транзисторов примерно такое же, как и у диодов, т.е. в одну сторону 100-300 Ом, а в обратную – больше 1 Мом.

Если тестирование высоковольтного выпрямителя не дало результатов, необходимо проверить высоковольтный фильтр, электролитические конденсаторы которого рассчитаны на конкретное напряжение и имеют определённую ёмкость. Конденсатор может выйти из строя, если на него подаётся слишком высокое напряжение, а теряет ёмкость в случае высыхания или вытекания электролита. Все конденсаторы следует прозвонить, выпаяв их из платы. У исправного конденсатора сопротивление находится примерно на одном уровне и не уменьшается. Если же сопротивление конденсатора постепенно уменьшается, то он неисправен, и его необходимо заменить.

Поскольку стабилизатор построен на основе ИМС и работает по принципу широтно-импульсного (ШИМ) генератора, для его проверки требуется осциллограф. Однако, для определения стопроцентной неисправности ИМС можно воспользоваться следующим методом. В роли стабилизатора, как правило, используется микросхема TL494 или её аналоги. Она имеет 14 выводов, каждый из которых предоставляет определённое напряжение. Суть метода заключается в проверке стабилизатора, который находится внутри микросхемы. Для этого на 12-ю ножку следует подать постоянное напряжение от +9 до

+12 В, а на 7-ю – от -9 до -12 В, отключив при этом блок питания от сети. Напряжение на 14-й ножке должно быть +5В. Если отклонение от этого значения достаточно сильное (более 0,5В), то внутренний стабилизатор микросхемы неисправен, и ИМС нужно заменить.

Как правило, блоки питания оборудуются несколькими подстроечными резисторами, позволяющими регулировать определённые показатели, а именно:

- амплитуду выходных напряжений блока питания;
- уровень срабатывания защиты;
- уровень напряжений стабилизатора.

Материнская плата – это наиболее сложное по компоновке устройство, что и является основной причиной довольно частых поломок.

На материнскую плату устанавливаются платы расширения, процессор и оперативная память (рис. 8).

Внешний вид разных моделей материнских плат может быть различным и зависит от того, из каких компонентов состоит устройство.

Хотя материнская плата и служит основой, на которой крепятся другие устройства, основная её задача заключается в другом. Она отвечает за организацию взаимодействия между установленными на ней устройствами, обеспечивая их не только нужным напряжением, но и необходимыми частотными и модуляционными характеристиками.

Причина неисправностей материнской платы может заключаться в нестабильности напряжения, поступающего с блока питания, а также неаккуратной установке плат, процессора, устройства охлаждения процессора («кулера») и т.п. Учитывая сложность и многослойность материнской платы (примерно шесть слоёв печатных проводников), ремонт этого устройства является очень трудным, однако возможным при определённом умении и терпении. Самостоятельно можно восстановить внешние дорожки, оторванные компоненты, заменить порты и пр.

Большинство неисправностей материнской платы возникает по вине пользователей. Наиболее распространёнными из них являются следующие:

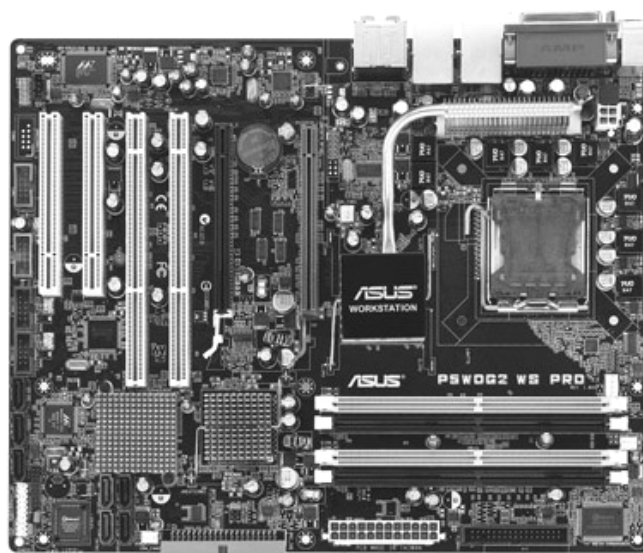


Рис. 8. Материнская плата

- разрыв печатных проводников;
- отрыв конденсаторов или резисторов;
- короткое замыкание в электрических цепях;
- разрушение контактов и слотов;
- поломка процессорного разъёма;
- сгорание портов ввода-вывода;
- микротрещины в плате;
- некачественные платы расширения;
- некачественное питание;
- перегрев компонентов.

Обрыв печатных проводников можно исправить, если на плате повреждены внешние дорожки. При внутреннем обрыве проводников плата практически к восстановлению не подлежит.

Для исправления внешнего обрыва проводников необходимо подготовить тонкий медный провод и скальпель. Зачистить сам провод и оба конца обрыванного проводника, нанести паяльную жидкость или канифоль, пинцетом приложить подготовленный проводок к проводнику и быстрым точечным нагревом припаять его с двух сторон. После этого протереть место восстановления спиртом, а остатки припоя убрать скальпелем.

При ремонте микросхем можно попытаться выровнять повреждённые выводы, чтобы избежать короткого замыкания. Замена всей микросхемы представляет довольно трудную задачу и представляется наиболее целесообразной в специализированных сервисных центрах.

Для восстановления оторванных конденсаторов и резисторов нужны аналогичные элементы по параметрам. После того как подготовлены необходимые детали, находится место пайки, удаляются остатки повреждённой детали и затем скальпелем и спиртом очищается место пайки от лишнего припоя. Удерживая пинцетом деталь, точным коротким нагревом её припаивают с двух сторон и опять очищают место пайки.

Каждый раз после подачи питания на материнскую плату запускаются подпрограммы BIOS, одной из которых является программа самотестирования POST. Она сообщает о результатах тестирования с помощью серии звуков, текстовых сообщений и POST-кодов.

Процессор представляет собой большую интегральную схему со множеством полупроводниковых элементов (в основном транзисторов). Процессор выполняет все задачи, связанные с вычислениями, и от его скорости работы зависит скорость работы всей системы. В нормальных условиях процессор ра-

ботает долго и без срывов. Однако, многие пользователи, стремясь повысить производительность системы, разгоняют процессор. Это негативно влияет на стабильность его работы и в несколько раз сокращает ресурс его работоспособности. Главной причиной выхода из строя процессора является перегрев или неполадки с питанием. При разгоне процессора нужно контролировать температуру поверхности устройства, а при необходимости – заменить «кулер» более мощным.

Отремонтировать процессор невозможно.

Температурный режим и стабильная работа процессора определяются также тем, насколько прочно установлен «кулер». Чтобы обеспечить оптимальные условия передачи тепла от процессора радиатору используются специальные смеси – пасты, которые наносятся на поверхность процессора. Эта паста изначально имеет светлый цвет, а после длительной выработки становится тёмной и постепенно теряет свои свойства. Наиболее широкое распространение получили: теплопроводная кремнийорганическая паста КПТ-8 и паста силиконовая «Н».

Процессор охлаждается разными методами: от воздушного до водяного. Наиболее распространённым является воздушное охлаждение – «кулер», состоящий из радиатора (алюминиевого или медного) и вентилятора.

Основной частью «кулера», которая может выйти из строя является вентилятор. Причиной этого может быть естественное старение компонентов, неправильное питание или скопление пыли. При плохом охлаждении компьютер может зависать. Чтобы заменить теплоотводящую пасту, нужно снять «кулер» с процессора, помня при этом, что в зависимости от процессорного слота используются разные методы крепления «кулера». Затем очищается от остатков пасты поверхность процессора и радиатор «кулера», лучше всего куском бинта смоченным в спирте. После подготовки радиатора на процессор наносится теплопроводящая паста, обычно тонким равномерным слоем по поверхности процессора. Затем «кулер» устанавливается на место.

Для охлаждения нагретого радиатора используется вентилятор, продолжительная и надёжная работа которого обеспечивается периодическим проведением профилактических работ. Эти работы в основном заключаются в очистке от пыли и смазке оси вентилятора специальным маслом. Очищать пыль с лопастей вентилятора можно, не вытягивая крыльчатку из гнезда, палочкой с ватой, смоченной в спирте.

Крепёжный механизм крыльчатки находится под наклейкой в нижней части гнезда для вентилятора. После выемки крыльчатки внутренняя часть гнез-

да протирается палочкой с ватой, смоченной в спирте, и отверстие смазывается специальным маслом.



Рис. 9. Жёсткий диск (винчестер)

Жёсткий диск – это устройство для хранения больших объёмов данных, необходимое для нормальной работы компьютера (рис. 9). Важными характеристиками винчестера являются скорость работы и способность хранить определённое количество данных. Несмотря на то что после изготовления винчестер уже имеет брак поверхности, при нормальных условиях эксплуатации он будет служить долго и надёжно.

Жёсткий диск состоит из следующих компонентов:

- блок магнитных пластин, на которых хранятся данные;
- блок головок для чтения и записи информации;
- двигатель, который раскручивает пластины и перемещает блок головок;
- контроллер, с помощью которого происходит управление устройством;
- микропроцессор, выполняющий встроенные команды;
- сепаратор и преобразователь данных, служащие для преобразования данных из физического представления в логическое, с которым работает пользователь;
- кэш-память, предназначенная для ускорения обмена информацией за счёт кэширования нужных данных;
- микросхема BIOS, в которой хранится специальное программное обеспечение контроллера.

К неисправности винчестера приводят тряска, удары, падения, особенно если он используется для переноса информации с одного компьютера на другой. *Самостоятельный ремонт винчестера не рекомендуется.* Единственное, что можно сделать – с помощью специальных утилит исправить сбойные участки на поверхности магнитных дисков. Неисправности жёсткого диска могут быть разного характера и проявляться по-разному. Начинается всё с того, что операционная система всё чаще предлагает выполнить проверку диска или сообщает, работа системы была завершена некорректно. Неисправности жёсткого диска могут быть следующих видов:

- логическая неисправность;
- неисправность контроллера жёсткого диска;

- потеря или разрушение служебной информации;
- физическая неисправность.

При логической неисправности загрузка операционной системы с жёсткого диска невозможна, а при подключении его в качестве вторичного не отображается содержимое логических дисков или сами диски. Такой винчестер корректно распознаётся в BIOS и при проверке не выявляется никаких физических повреждений. Логическую неисправность можно устранить только с помощью специализированных утилит, которые на низком уровне восстанавливают разделы и файловую структуру винчестера.

Следует помнить, что любое вмешательство в структуру диска может привести к потере информации. К такому эффекту могут привести встроенные в жёсткий диск средства диагностики, например, технология S.M.A.R.T. или переназначение диска, поэтому при первых признаках неисправности средства диагностики следует отключить.

Неисправности контроллера жёсткого диска связаны с физическими повреждениями компонентов контроллера: перегоревшими микросхемами, повреждёнными головками, оторванным интерфейсным кабелем и т.д. Такие неисправности можно определить двумя способами:

1. Признаки разрушения компонентов контроллера выявляются при внешнем осмотре;

2. Видимых повреждений нет, но диск ведёт себя нестандартно. При этом нестандартное поведение характеризуется следующим:

- двигатель не раскручивается, никаких звуков не слышно;
- двигатель не раскручивается, появляется вибрация или тихие тикающие звуки;
- двигатель раскручивается, слышен щелчок;
- двигатель раскручивается, однако диск не определяется или определяется неверно;
- после некоторого времени работы двигатель перестаёт вращаться, появляется стук или скрежет;
- слышен периодический стук.

Неисправности, связанные с потерей или разрушением служебной информации, проявляются по-разному. Чаще всего жёсткий диск неверно определяется в BIOS, в результате чего включается безопасный режим, при котором доступ к винчестеру возможен лишь в технологическом режиме. Другой признак подобных неисправностей заключается в появлении сообщений типа PRIMARY MASTER DISK FAIL в самом начале загрузки компьютера. Обычно

это означает, что на жёстком диске повреждена нулевая дорожка, на которой записана служебная информация.

В процессе работы жёсткого диска необходимо периодически проводить его профилактику, о чём свидетельствует: более медленная работа диска; появление сбоев; более заметное нагревание; появление ошибок чтения и т.п. Основными мерами профилактики являются:

- проверка логического и физического состояния диска с помощью диагностических утилит типа scandisk. Такая проверка позволяет не только исправить логические ошибки, но и узнать о появлении сбойных секторов, которые утилита соответствующим образом помечает;
- дефрагментация файлов с помощью стандартных утилит или утилит стороннего производителя. Фрагментация – это разбиение одного файла на несколько фрагментов и размещение их на разных участках диска, а дефрагментация – соответственно, соединение фрагментов одного файла. После дефрагментации увеличивается скорость доступа к информации;
- наблюдение за температурой диска с помощью специализированных утилит.

Приступая к устранению неисправностей жёсткого диска необходимо отключить от него шлейф данных, отключить питание от установленных устройств хранения данных, что позволит слышать все звуки, издаваемые (или нет) жёстким диском при подаче на него напряжения питания.

Если жёсткий диск исправен, то при подаче на него питания он должен раскрутиться, инициализироваться и распаковать головки (5-10 с).

В зависимости от услышанного можно определить, в каком состоянии находится винчестер:

1. Жёсткий диск совершил все необходимые действия и ждёт дальнейшего указания. Это сигнализирует о том, что, по крайней мере, контроллер, двигатель и головки находятся в рабочем состоянии;

2. Диск не раскручивается и не слышно никаких звуков. Это свидетельствует о том что неисправна система питания жёсткого диска или повреждён двигатель. Возможен также выход из строя стабилизатора питания на контроллере или большинства узлов контроллера. В этом случае целесообразно неисправный винчестер отнести в сервисный центр, где, во-первых, точно скажут, подлежит ли он восстановлению, а, во-вторых переписут с него всю важную информацию;

3. Диск раскручивается, при этом слышен сильный скрежет и ощущается сильная вибрация. При появлении признаков такой неисправности винчестер включать не следует, поскольку могут разрушиться пластины. Эта неисправ-

ность не подлежит ремонту даже в условиях специализированных сервисных центров;

4. Диск раскручивается, слышен стук. Это означает, что неисправны многие компоненты винчестера, начиная с системы позиционирования и заканчивая повреждением головок, а также наличие сбойных секторов в загрузочной области.

После определения состояния жёсткого диска нужно подключить шлейф данных и не только услышать издаваемые им звуки, но и увидеть на экране сообщения об ошибках в ходе работы винчестера:

- появление сообщений типа Invalid Drive Specification. Это означает, что в BIOS записана неверная информация о параметрах установленного винчестера или он неверно распознаётся. Последнее говорит о разрушении служебной информации или о повреждении головок, возможно также о поломке контактов интерфейса на плате контроллера или в самом шлейфе данных.
- появление сообщения Disk Boot Fail, что однозначно свидетельствует о повреждении MBR (Master Boot Record) – основной загрузочной записи.
- появление сообщений типа Boot Disk Failed, что означает невозможность загрузки с жёсткого диска из-за наличия сбойных секторов на нулевой дорожке.
- BIOS и операционная система нормально распознают жёсткий диск, однако сама операционная система не отображает логические диски. Причиной такого сообщения, при условии того, что винчестер разбит на логические диски, является наличие сбойных дисков в системной области или разрушение файловой системы, содержащей информацию о текущей конфигурации дисков. Для устранения такой ситуации нужно заново разбить винчестер на логические диски, после чего отформатировать его.
- жёсткий диск распознаётся нормально, однако операционная система загружается не полностью или не загружается вовсе. Причиной такого сообщения служит то, что область винчестера, в которой записаны файлы операционной системы, содержит сбойные секторы. В этом случае следует обратиться к низкоуровневым утилитам, которые пометят сбойные секторы и в случае необходимости перепланируют винчестер.

- при запуске некоторых приложений время от времени появляются сообщения об ошибках чтения, означающие, что участки жёсткого диска, на которых записаны программы, содержат сбойные секторы.

Сбойный сектор – это повреждённый участок на поверхности магнитной пластины, который может появиться в результате удара головки о пластину скачков напряжения, неисправности электроники жёсткого диска и т.д. При этом определённый участок пластины теряет свои магнитные свойства и на него нельзя записывать информацию.

Прежде чем приступать к устранению неисправностей жёсткого диска рекомендуется выполнить его диагностику, воспользовавшись одной из специализированных утилит, работающих с технологией S.M.A.R.T.(Self Monitoring Analysis Reporting Technology) – технологией оценки состояния жёсткого диска, имеющей специальный механизм предсказания его возможных неисправностей.

Кроме универсальных программ диагностики, существуют «родные» утилиты диагностики, поставляемые производителями жёстких дисков. Однако, все программы диагностики обладают общим свойством – они могут работать только в операционной системе MS-DOS, поэтому для использования таких программ нужно иметь загрузочный диск с Windows 98. Следует также помнить, что в среде MS-DOS без специальных драйверов невозможно работать с разделами жесткого диска NTFS.

Существуют и универсальные утилиты (напр. MHDD), которые для устранения неисправностей выполняют следующие функции:

- очищают главную загрузочную запись жёсткого диска (MBR);
- корректно разбивают винчестер на логические диски;
- выбирают нужный режим Ultra ATA;
- сканируют поверхность магнитных пластин с целью обнаружения программных и обычных сбойных секторов;
- уничтожают программные и помечают обычные сбойные секторы;
- заполняют необходимыми данными нулевую дорожку, проверяют поверхность пластин в выбранном диапазоне адресов;
- перепланируют винчестер;
- выполняют низкоуровневое форматирование.

Привод компакт-дисков

Наличие привода компакт-дисков или DVD привода свидетельствует о том, что компьютер является современным и многофункциональным.

Работа любого устройства, предназначенного для сохранения данных, напрямую связана с самим носителем информации, т.е. в нашем случае компакт-диском или диском в формате DVD.

Компакт-диски обычно изготавливаются из полимера, имеющего несколько слоёв, часть из которых покрыта металлическим напылением, на котором собственно и хранится информация. Остальные слои предназначены для защиты несущих слоёв. Лазерный луч, проходя через защитный слой компакт-диска, попадает на металлическое напыление и отражается от него. Поскольку напыление неравномерное, между участками разной площади существуют пустые области, попадая на которые луч не отражается, а распыляется. В итоге получается набор электрических сигналов, которые процессор декодирует в двоичные значения.

Любой привод состоит из достаточно большого количества компонентов, основными из которых являются:

- корпус – «коробка», внутри которой располагаются все компоненты привода;
- лоток – механизм, устанавливающий, центрирующий и загружающий компакт-диск в привод;
- главный двигатель – механизм, предназначенный для раскрутки установленного диска до нужной скорости;
- серводвигатель – пошаговый двигатель, который передвигает оптический блок (лазер, линза, зеркало, фотодатчик) к указанной дорожке на диске;
- лазер – специальный луч определённой длины, с помощью которого происходит чтение и запись информации на компакт-диск; отражаясь от поверхности диска, луч попадает на зеркало, а затем на линзу;
- фокусирующая линза – устройство, которое фокусирует рассеянный луч после отражения от зеркала и направляет его на фотодатчик;
- фотодатчик – светочувствительное устройство, главная задача которого – генерировать электрические импульсы определённой величины в зависимости от мощности полученного света;
- процессор - интегральная микросхема, управляющая получением информации от фотодатчика, декодированием её и передачей контроллеру, расположенному на материнской плате.

Нормальная работа приводов зависит, в основном от состояния их оптических составляющих и управляющего оптикой механизма.

Если привод перестал распознавать компакт-диски, которые без каких-либо проблем распознавались ранее, и не читается большая часть новых, значит загрязнилась оптика устройства.

Потускнение оптики приводит к заметному снижению скорости чтения информации. Ремонт привода вне пределов специализированных центров, в основном сводится к периодической очистке оптических компонентов. Линза, которую следует почистить, выглядит как небольшое круглое стёклышко светло-голубого цвета (рис. 10).

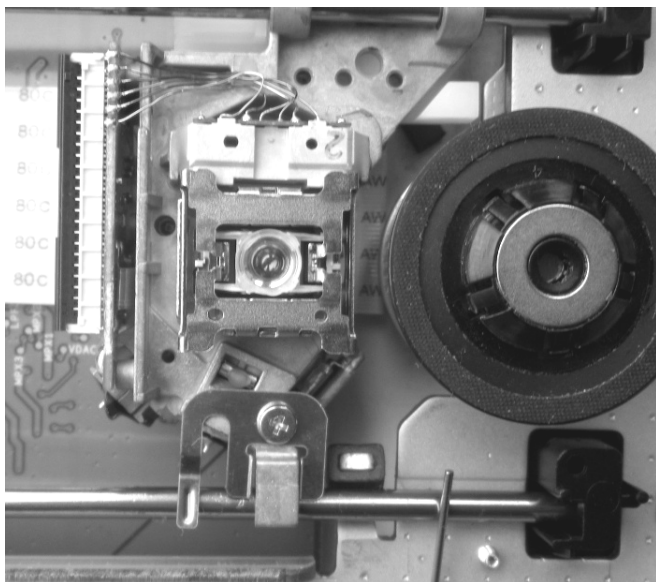


Рис. 10. Привод компакт – дисков

При очистке линзы следует иметь в виду, что она не имеет жёсткого крепления и может прогнуться от слишком сильного нажима.

Срок службы привода составляет около четырёх лет, а затем его необходимо разбирать, чистить оптику и увеличивать мощность лазера.

При использовании некачественных компакт-дисков с неравномерной поверхностью или

даже трещинами и попытке привода его раскрутить, диск может разломаться на мелкие куски. Эта ситуация сопровождается громким хлопком с последующим скрежетом. В том случае, если обломки компакт-диска не испортили оптику, то нужно очистить привод от обломков. Крупные куски удаляются руками, а для удаления мелких используют пылесос. Затем необходимо очистить от осколков плату с электроникой, сняв для этого нижнюю крышку и отключить два шлейфа данных: один – в центре платы (шлейф от блока с двигателем и оптики), другой – сбоку.

Монитор служит для отображения графической и текстовой информации: аналоговой и цифровой, чёрно-белой и цветной.

На сегодняшний день наибольшее распространение получили ЭЛТ-мониторы и ЖК-мониторы.

В основе работы ЭЛТ-монитора, или, как его ещё называют CRT-монитора (Cathode Ray Tube) лежит электронно-лучевая трубка.

ЖК-мониторы являются более прогрессивными и постепенно вытесняют стандартные ЭЛТ-мониторы. Принцип работы ЖК-монитора, или, как его ещё называют, LCD-монитора (Liquid Crystal Display), основан на свойствах вещества цианофенил, которое, находясь в жидком состоянии, обладает способностью пропускать или не пропускать свет.

ЭЛТ-мониторы выходят из строя довольно редко и в основном в результате старения, причём чаще всего страдают кинескопы или входные цепи питания. Широкое использование в настоящее время ЖК-мониторов не позволяет осуществлять их ремонт вне специализированных мастерских, поскольку из всех компонентов ЖК-монитора починить можно только блок питания и входные цепи питания.

Основные неисправности монитора могут заключаться в следующем:

- монитор не включается. В этом случае проверяется кабель питания и наличие напряжения в розетке, а при отсутствии гарантии монитор можно разобрать и проверить гнездо подключения питания, произвести внешний осмотр и, при необходимости, прозвон компонентов;
- монитор выключается через несколько секунд после включения, что свидетельствует о срабатывании системы защиты. Наиболее вероятной причиной этого являются нарушения в питающих сетях. Нужно проверить мультиметром высоковольтный выпрямитель и мощные транзисторы, возможно, один из них сильно нагревается из-за внутренних обрывов или подачи на него слишком высокого напряжения. Также проверке подлежат электролитические конденсаторы;
- слышен высокочастотный писк, который может пропадать после достаточно длительного времени работы монитора. Причиной высокочастотного писка является импульсный трансформатор, когда монитор работает с предельной частотой обновления при максимальном разрешении или если в трансформаторе произошло замыкание, что сопровождается его нагреванием;
- пропадает изображение. Причина может заключаться в нарушении контактов в разъёме питания или видеовхода и нарушении в работе видеоканалов;
- горизонтальные или вертикальные полосы, что характерно при неисправности блоков строчной или кадровой развёртки;
- исчезают цвета. Монитор неожиданно переключается в чёрно-белый режим или теряется один из цветов. Причины такой ситуации связаны с проблемами в блоке видеоусилителей или в нарушении баланса цветовых сигналов;
- тусклое изображение. При невозможности установить требуемые параметры чёткости и яркости изображения ручками настройки нужно заменить кинескоп, поскольку он выработал свой ресурс;
- нет изображения. Если монитор светится – это свидетельствует об отсутствии сигнала на выходе видеокарты или неисправности виде шнура.

ЖК-мониторы обладают целым рядом неоспоримых преимуществ, главным из которых является то, что они практически безвредны для здоровья человека.

Клавиатура и мышь представляют собой средства управления.

Клавиатура – это устройство для ввода текстовой информации, представляющее собой множество клавиш разного назначения, сгруппированных по характерным признакам или предназначению.

Клавиатуры достаточно сильно различаются внешне, по функциональному назначению клавиш и типу подключения к компьютеру.

Малая стоимость клавиатуры делает её ремонт нецелесообразным, а обслуживание заключается в периодической её очистке от грязи. В результате чистки, путём встряхивания, может быть нарушен контакт на плате контроллера клавиатуры, что потребует её разборки с целью доступа к плате электронного управления. К плате подсоединяются два контакта – интерфейсный шнур и шлейф контактных площадок клавиш, который чаще всего одной стороной отсоединяется от разъёма.

Мышь – это устройство, предназначенное для ввода данных в компьютер с помощью указателя, который движется по экрану.

Стандартная мышь имеет не менее двух кнопок, размещённых в её верхней части, а также возможно множество кнопок, которые обычно располагаются по бокам и программируются для различных целей. Наиболее распространёнными в настоящее время являются механические и оптические мыши и несколько менее мыши с радиоинтерфейсом.

Причинами неисправностей мыши являются либо механические воздействия, ведущие к обрывам или нарушениям контактов, либо загрязнение внутренних компонентов (шарика и роликов для механической мыши) и коврика или поверхности стола для оптической.

Принтер – это периферийное устройство для печати на бумаге текстовой и графической информации, хранящейся в компьютере.

Существуют три основных вида принтеров: матричный; струйный и лазерный, различающиеся принципом, качеством и скоростью печати.

Принцип работы матричного принтера достаточно прост: изображение на бумаге формируется с помощью набора иглоков, которые, ударяя по красящей ленте, отпечатывают нужные знаки или изображения.

Матричные принтеры сегодня встречаются крайне редко.

Отличие струйного принтера от матричного заключается в строении печатающей головки. Для формирования изображения в струйном принтере используется система сопел, через которые с большой скоростью и в малом объёме вылетают быстросохнувшие чернила. При этом, чем больше сопел имеет головка, тем выше плотность и качество печати.

Эти устройства выходят из строя довольно часто, причём неисправности могут быть как незначительными (например, засорение печатающих головок), так и весьма серьёзными (например, выход из строя фотобарабанов и печек). Кроме этого, стоимость страницы печати струйного принтера самая высокая из-за необходимости часто менять картриджи с чернилами.

В лазерных принтерах для формирования изображения используется технология фотокопирования, которую часто называют электрофотографической, т.к. она использует электрические заряды разной величины.

Для позиционирования точек используется лазер, который изменяет электрический заряд на фотопроводящей плёнке. Эта плёнка покрывает фотобарабан, отвечающий за перенос изображения на бумагу. Затем на фотобарабан наносится тонер, представляющий собой мельчайшую пыль на основе графита. Под действием статического заряда тонер прилипает к заряженным участкам плёнки фотобарабана. Последним этапом работы печатающего механизма является перенос тонера с фотобарабана на бумагу.

После того как лист с помощью валиков направляется к фотобарабану, бумага заряжается статическим зарядом, противоположным заряду частиц на фотобарабане, что приводит к прилипанию тонера к бумаге. Для окончательного закрепления тонера, лист протягивается между двумя разогретыми до высокой температуры валиками. В результате тонер выжигает нужные участки бумаги, формируя при этом нужное изображение.

Основными неисправностями лазерного принтера являются следующие:

- принтер не включается. Причиной этого может быть отсутствие напряжения в сети, повреждение входных цепей принтера, неисправность платы формирования и распределения импульсных токов по механизмам принтера;
- принтер не затягивает бумагу. Это свидетельствует о повреждении лотка для бумаги, что происходит из-за возникновения трещины на кожухе реверсивной шестерни и нарушении контакта между пружиной и реверсивным механизмом. Если принтер не затягивает бумагу и при этом слышен сильный треск и скрежет, то, возможно вышла из строя шестерня основного двигателя принтера. Сильный треск при выходе бумаги характерен при неисправностях блока закрепления изображения, что также может сопровождаться появлением белых пятен. В этом случае рекомендуется заменить весь термоузел;
- принтер мнёт бумагу. Это происходит в результате загрязнения или неисправности подающего ролика, а также повреждения направляющей бумаги планки или целого блока роликов. Если бумага мнётся на выходе, то

неисправны или перекошены ролики в блоке выдачи бумаги или направляющая планка с роликами выхода бумаги;

- бледная печать. Она появляется в результате выхода из строя магнитного вала картриджа или блока переноса изображения на барабан (неисправен лазерный диод) и ведёт к необходимости замены магнитного вала. Бледные пятна, появляющиеся отдельными местами свидетельствуют о частичном загрязнении оптики или неисправности ролика переноса заряда, который заряжает фотобарабан;
- чёрная вертикальная полоса означает неисправность барабана картриджа и необходимость его замены или замены всего картриджа;
- белая вертикальная полоса говорит о загрязнении оптики принтера и необходимости почистить все компоненты блока переноса изображения на фотобарабан, включая линзы;
- тёмные отпечатки возникают при использовании некачественного тонера или в результате неисправности ракеля картриджа и износа барабана. В этом случае рекомендуется заменить картридж;
- скрежет при печати. При нормальном качестве отпечатков причинами треска могут быть: - загрязнение роликов подачи бумаги; - износ резиновых прокладок на плате шестерёнок мотора принтера из-за их высыхания или полной выработки;
- остановка бумаги внутри принтера показывает на неисправность датчика выхода бумаги, о чём может свидетельствовать также мигание индикатора замятия бумаги практически сразу после включения принтера;
- изображение не закреплено. Если изображение на листе легко смазывается, то возможно неисправен узел термоэлемента вместе с термоплёнкой и её направляющими или используется слишком толстая плёнка;
- тёмно-серая размытая полоса показывает, что повреждена термоплёнка и её следует заменить, т.к. она сильно влияет на компоненты термоузла;
- принтер не печатает. Это может быть из-за неисправности механизмов принтера или возникших программных ошибок.

Поскольку лазерный принтер является одним из сложных устройств для вывода информации на печать и, соответственно, множество узлов и механизмов обуславливают появление разнообразных неисправностей, ремонтировать его вне специализированных сервисных центров не рекомендуется, за исключением устранения лишь некоторых незначительных неисправностей.

Сканер - это устройство, позволяющее переводить графическую информацию в текстовую. Ремонт сканера является делом довольно хлопотным и

самостоятельно можно решить проблемы питания, некачественного распознавания отпечатков и устранить программные неполадки. Следует помнить, что попытки устранить некоторые неисправности могут привести к полной разбалансировке оптики, последующее восстановление которой невозможно.

Программные неисправности

Не все возникающие в компьютере неисправности носят аппаратный характер и часто причиной сбоев в работе являются программные ошибки.

Программные неисправности встречаются намного чаще и устраняются намного легче, а их причинами могут быть следующие:

- несовершенство программного обеспечения;
- несовершенство операционной системы;
- отсутствие ресурсов;
- ошибки в реестре;
- конфликты между устройствами;
- вирусы, троянские кони и «черви».

Большое число существующих программ написано далеко не высококвалифицированными специалистами. Такое программное обеспечение зачастую способно нормально работать только под управлением той операционной системы, для которой создавалось, и только на компьютере определённой конфигурации. Поэтому необходимо уметь адаптировать программу для работы в разных условиях.

Операционные системы, при всей их универсальности и совершенстве, никогда не смогут создать нормальные условия для работы всего существующего программного обеспечения. При этом выпуск каждой новой операционной системы значительно ухудшает их совместимость и поэтому разработчики часто пишут программы, ориентированные на конкретную операционную систему. Пользователь же в этом случае может ориентироваться на работу с сертифицированными программами, либо мириться со складывающейся ситуацией.

Отсутствие ресурсов заключается в том, что часто даже небольшая программа требует большее количество ресурсов, чем ей может предоставить операционная система. В таком случае программа работает, однако возрастает объём файла подкачки, отбирающий оперативную память у других программ, что приводит не только к снижению производительности компьютера, но и к появлению разнообразных ошибок. Устранить такие ошибки можно, увеличив объём оперативной памяти или с помощью специальных утилит.

Ошибки реестра, который является «мозгом» компьютера негативно сказываются на всех процессах, происходящих в компьютере. Причинами возникновения сбоев в реестре являются всё те же программы, прописывающие свои файлы и ссылки в самых различных местах, а также троянские кони и «черви». Для лечения реестра существуют специальные утилиты, умеющие анализировать записи и удалять ошибочные и неиспользуемые данные. При работе с файлами реестра необходимо в обязательном порядке сохранять рабочие версии файлов реестра.

Аппаратное обеспечение, также как и программное, не всегда бывает полностью совместимым. Для проверки совместимости и определения конфликтующих устройств нужно проанализировать используемые ими прерывания и ресурсы, для чего можно воспользоваться Диспетчером устройств. Кроме того, подобные конфликты решаются переустановкой платы расширения в другой слот или вручную, назначив им свободные ресурсы. Также можно заменить операционную систему более функциональной.

Сегодня нет практически ни одного пользователя, который не пользовался бы Интернетом и который не испытал неприятных сюрпризов, какими являются различные вирусы. Во времена первых вирусов главной опасностью было заражение компьютера и офисных документов. Позже были созданы вирусы, способные своими действиями физически повредить комплектующие компьютера. Последние тенденции написания вирусов – любыми способами проникнуть в компьютер пользователя и украсть важную информацию. К вирусам такого рода относятся троянские кони и «черви». Эти вирусы действуют иначе, чем прежде, и поэтому бороться с ними антивирусными программами бесполезно. Для полного контроля над механизмом передачи и получения информации предназначены специальные программы Firewall (фаерволы - сетевые экраны), принцип действия которых заключается в контроле всех портов. Когда какая-либо программа пытается открыть один из портов, на экране появляется вопрос о дальнейших действиях: разрешить или запретить программе проникнуть в компьютер. В программу встроен механизм настройки разрешений на открытие порта, который запускается, как только какая-либо незарегистрированная программа или приложение пытается проникнуть в компьютер.

Часто причиной появления программных ошибок становится отсутствие достаточного объёма свободного места на жёстком диске. В этом случае нужно очистить диск от временных файлов и другой ненужной информации. Существует несколько способов сделать это:

- очистить временные файлы Windows;

- очистить кэш временных файлов Интернета и уменьшить его размер (при использовании браузера Internet Explorer);
- отключить наблюдение за некоторыми дисками и уменьшить за счёт этого отводимый объём винчестера;
- отключить спящий режим;
- деинсталлировать ненужные программы.

Учитывая, что количество установленных в компьютере компонентов очень велико, а стабильность его работы зависит от того, в каких условиях они работают, необходимо обеспечить контроль за ними. В современном компьютере установлено множество термодатчиков: на процессоре, памяти, жёстких дисках и т.д. Поступающая от них информация собирается, анализируется и выводится на экран специальными программами. Такими программами являются: Mother Board Monitor, Speed Fan, CPU Cool, HDD Temperature и т.д.

Базовой системой ввода – вывода, с помощью которой производится начальное тестирование, инициализация устройств и загрузка персональных компьютеров, является BIOS (Basic Input / Output System). Она представляет собой программный комплекс, состоящий из подпрограмм, каждая из которых выполняет вполне определённую задачу. Программное обеспечение BIOS находится в специальной микросхеме (рис. 11) на материнской плате.

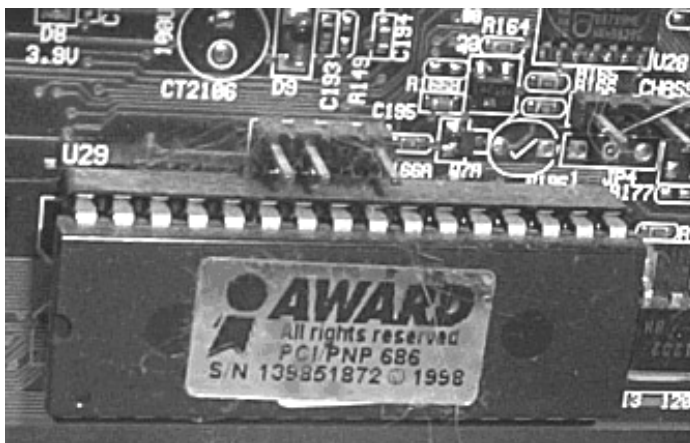


Рис. 11. Микросхема BIOS

Использование такой микросхемы обусловлено тем, что сразу после включения компьютера, устройства хранения данных недоступны и к тому же нельзя надеяться на их работоспособность.

BIOS может храниться на двух микросхемах, а при неисправности одной из них используют другую (Dual BIOS). Наиболее распространёнными на сегодняшний день являются Award BIOS, AMI BIOS и Phoenix BIOS.

Сразу после включения компьютера стартует одна из подпрограмм BIOS – POST (Power On Self Test), которая отвечает за тестирование устройств компьютера. Если во время тестирования обнаруживается ошибка, препятствующая нормальной загрузке, POST предупреждает об этом с помощью серии зву-

ковых сигналов или соответствующего сообщения на экране. Загрузка компьютера прекращается вплоть до полного устранения возникшей неисправности.

Чтобы слышать издаваемые компьютером звуки, необходимо, чтобы системный динамик был подключён к соответствующему разъёму на материнской плате. Контактная площадка для подключения, как правило, располагается в одном из углов материнской платы.

Звуковые сигналы и текстовые сообщения для Award BIOS, AMI BIOS и Phoenix BIOS приведены в Приложении 1 (Табл. П1.1-П1.6).

3. УСТРОЙСТВО, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ

Системы беспроводного доступа служат для удлинения действующих телефонных сетей и сетей передачи данных с использованием радиоканалов на "последней миле", т.е. ответвлениях к пользователям. Эти системы не образуют собственных глобальных сетей, как, например, GSM, а являются продолжением существующих информационных сетей, используя их коммутаторы или маршрутизаторы. Укажем на основные преимущества систем беспроводного доступа:

- развертывание сетей не требует больших затрат и большого времени;
- низкие эксплуатационные расходы;
- возможны разнообразные конфигурации сетей.

Главные проблемы состоят в поддержании стабильных характеристик передачи по радиоканалу, в защите информации на радиоканале и в обеспечении питания базовых станций (точек доступа) и оконечного оборудования.

Традиционный беспроводной доступ ориентирован на передачу по радиоканалам сигналов телефонии и ISDN. Такие системы часто называют беспроводным телефоном. Существует большое число стандартов, обеспечивающих эти услуги: PACS, PHS, Airspan, Airloop, DMS-100 и много других. Наибольшее распространение в мире получил стандарт DECT.

Начало 21 века существенно изменило ситуацию на рынке систем беспроводного доступа. Появились системы беспроводного доступа к компьютерам, прежде всего, ориентированные на обслуживание абонентов с ноутбуками и laptop'ами. Такие системы обеспечивают доступ по радиоканалам к Интернету, обмен файлами между мобильным телефоном и компьютером, управление бытовыми приборами и защиту в "электронном доме" (Smart Home). Хотя пер-

вые стандарты этих систем датированы 1998, 1999 гг., уже сложилась их иерархия по назначению и скоростям передачи информации (рис. 12).

Внизу иерархического древа расположены самые простые и дешевые системы персонального доступа PAN – Personal Area Network. Их типичным представителем является стандарт IEEE 802.15.1, более известный как Bluetooth. Этот стандарт поддерживает передачу по радиоканалу со скоростью до 700 кбит/с и ориентирован на самые простые конфигурации сетей в пределах закрытых помещений.

Следующий уровень LAN – Local Area Network, представлен стандартом IEEE 802.11. Чтобы отличать беспроводные LAN от их кабельной конфигурации, эти сети обычно называют WLAN – Wireless LAN, беспроводной локальный доступ. Сейчас эти сети переживают бум своего развития, а их технология известна как Wi-Fi – Wireless Fidelity. WLAN позволяют организовывать беспроводной доступ к Интернету в зданиях, общественных сооружениях (аэропортах, вокзалах, ресторанах, библиотеках) и просто на открытом воздухе в местах скопления людей.

На трассах WLAN достигнуты скорости передач до 54 Мбит/с.

Сети уровня MAN – Metropolitan Area Network, ориентированы на организацию беспроводного доступа в отдельных “пятнах” на местности: в группе зданий, небольшом квартале, “соте”. Такое “пятно” покрывает сигнал одной базовой станции мощностью до нескольких ватт. На рынке связи сети MAN представлены стандартом IEEE 802.16, обеспечивающим скорость передачи данных до 110 Мбит/с.

Наконец, верхний уровень, WAN – Wide (World) Area Network, распределенная (территориальная, глобальная) сеть. На этом уровне услуги поддерживают сети мобильной связи 3-го поколения. Кроме того, возможно появление сетей нового стандарта IEEE 802.20, разработка которого находится в стадии завершения.

Следует отметить, что все перечисленные стандарты беспроводного доступа принадлежат к одному семейству IEEE 802.X, что позволяет стандартизировать интерфейсы и существенно упростить межсистемные соединения беспроводных и кабельных (Ethernet, Token Bus, Token Ring) сетей связи.

WAN 3G Мобильные сети IEEE 802.20
MAN IEEE 802.16
LAN (WLAN) IEEE 802.11
PAN IEEE 802.15

Рис. 12. Иерархия сетей беспроводного доступа

Стандарт Bluetooth

Стандарт IEEE 802.15.1 (Bluetooth) – универсальный радиointерфейс, обеспечивающий связь на малых расстояниях нескольких электронных устройств. Используя Bluetooth, легко организовать временное соединение между компьютером и MS, между несколькими компьютерами, включая управляющие и исполнительные устройства.

Аппаратура Bluetooth работает в нелицензируемом диапазоне 2,4...2,483 ГГц, где выделено 79 каналов шириной 1 МГц. Каналы пронумерованы: $k = 0 \dots 78$, центральные частоты каналов определяют по формуле

$$f_k = 2402 + k \text{ (МГц)}.$$

Сквозная скорость в радиотракте 1 Мбит/с. При передаче по радиоканалу используют Гауссову ЧММС. По мощности передатчиков устройства Bluetooth делят на 3 класса (табл. 4). В устройствах 1-го класса предусмотрена обязательная регулировка уровня мощности от 20 до 4 дБм. Чувствительность приемника не хуже -70 дБм.

Таблица 4

Классификация устройств Bluetooth

Класс мощности	Максимальная выходная мощность		Минимальная выходная мощность		Дальность связи, м
	мВт	дБм	мВт	дБм	
1	100	20	1	0	100
2	2,5	4	0,25	-6	10
3	1	0	-	-	0,1

Соединения и пикосети Bluetooth построены по иерархическому принципу. В каждой сети есть ведущее устройство – мастер, и одно или несколько ведомых (slave). Мастер управляет процессом обмена информацией, устанавливает в сети временную синхронизацию, регулирует мощность передатчиков ведомых устройств. В пикосети к одному мастеру можно подключить до 7 активных ведомых. Вместе с тем, организация соединений в Bluetooth достаточно “демократична”: устройство, иницилирующее обмен информацией, становится мастером.

Так как в диапазоне 2,4 ГГц, кроме Bluetooth, работают сети стандартов IEEE 802.11b,g, а также разнообразная медицинская, домашняя (СВЧ печки) и другая аппаратура, возникает проблема защиты каналов связи от помех. Для этого в Bluetooth используют передачу с прыгающей частотой, меняющейся по

псевдослучайному закону. Информацию в Bluetooth передают пакетами, размещаемыми во временных интервалах (ВИ) длительностью 625 мкс. В каждом активном Bluetooth модуле работает таймер – счетчик ВИ. Полный цикл составляет 2^{27} ВИ.

Каждый следующий пакет передают на другой частоте в соответствии с часами мастера, под которые подстраиваются все ведомые устройства. Всего за одну секунду происходит 1600 переключений частоты.

Стандарт Bluetooth описан соответствующими спецификациями. Инициатором разработки Bluetooth явилась фирма Эрикссон, но в 1999 г. была организована ассоциация Bluetooth Special Interest Group (SIG), которая занимается развитием стандарта. С 1999 по 2005 гг. принято 3 варианта спецификаций Bluetooth: 1.1; 1.2 и 2.0. Каждая последующая версия стандарта совместима со всеми предыдущими, но расширяет пользовательские возможности. В частности, спецификации 2.0 позволяют увеличить скорость передачи данных в 3 раза за счет перехода в радиоканале от ГЧММС (Гауссовской частотной модуляции с минимальным сдвигом фазы) к 8-ОФМ.

Программное обеспечение Bluetooth построено по модульному принципу и состоит из базового ПО и прикладного, которое определяют в виде профилей Bluetooth. На конец 2005 г. SIG установила 25 профилей и разрабатывает новые.

Обязательным профилем для всех устройств Bluetooth является профиль общего доступа GAP – Generic Access Profile. Он составляет основу всех остальных профилей, обеспечивает обнаружение работающих в зоне действия конкретного Bluetooth устройства других устройств и начальный обмен информацией между ними.

Профиль обнаружения пользовательских приложений SDAP – Service Discovery Application Profile, также является обязательным. Этот профиль организует диалог для выявления стандартных и специфических услуг, поддерживаемых активными Bluetooth устройствами, включая и удаленные серверы, имеющие выход на Bluetooth сети.

Профиль беспроводной гарнитуры HSP – Headset Profile, широко применяют для передачи телефонии между беспроводной гарнитурой и мобильной станцией. Трафик идет по соединению SCO, для организации вызовов и регулировки громкости используют некоторые AT команды спецификации GSM 07.07.

Профиль последовательного порта SPP – Serial Port Profile, основан на спецификациях ETSI TS07.10. Он обеспечивает обмен данными по Bluetooth каналу между двумя компьютерами, моделируя (эмулируя) их соединение че-

рез последовательные порты по интерфейсу V.24 (RS232). При организации передачи файлов используют сигнализацию V.24. Профиль поддерживает передачу данных до скоростей 128 кбит/с.

Профиль передачи файлов FTP – File Transfer Profile, обеспечивает доступ к файловой системе на другом устройстве с просмотром его каталогов и доставку файлов.

Профиль доступа к локальной сети, LAN Access Profile, организует взаимодействие между компьютерами по Bluetooth радиointерфейсу, объединяя их в единую сеть с возможностью подключения к локальной кабельной сети или Интернету через Bluetooth базовую станцию.

Профиль соединения с набором номера DUN – Dial-up Networking Profile, обеспечивает передачу файлов через модем телефонной сети общего пользования с Bluetooth адаптера.

Стандарт IEEE 802.11 (Wi-Fi)

Беспроводные сети стандарта IEEE 802.11 работают в двух диапазонах: 2,4.....2,483 ГГц и в нескольких полосах на 5 ГГц, которые являются нелицензируемыми. При этом возможны несколько вариантов топологий:

- независимые базовые зоны обслуживания (independent basic sets, IBSSs),
- базовые зоны обслуживания (basic service sets, BSSs),
- расширенные зоны обслуживания (extended service sets, ESSs).

Независимая базовая зона обслуживания представляет собой группу работающих в соответствии со стандартом 802.11 станций, связывающихся непосредственно одна с другой. IBSS также называют эпизодической или неплановой (ad-hoc) сетью.

Технология базовых зон обслуживания предполагает наличие особой станции: **точки доступа** AP (access point). Точка доступа – это центральный пункт связи для всех станций BSS. Станции клиентов не связываются непосредственно друг с другом. Вместо этого они передают сообщения точке доступа, а уже она направляет информационные пакеты станции-адресату. Точка доступа может иметь порт восходящего канала (uplink port), через который BSS подключают к проводной сети (например, восходящий канал Ethernet для доступа к Интернету). Поэтому BSS называют сетью с инфраструктурой. На рис. 13 представлена типичная инфраструктура BSS.

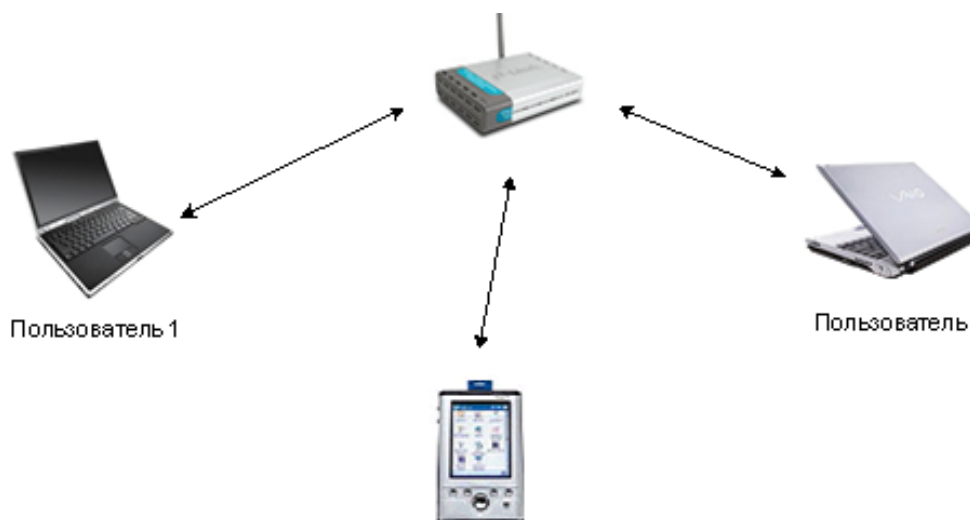


Рис. 13. Беспроводная локальная сеть с инфраструктурой

Несколько инфраструктур BSS могут быть соединены через их интерфейсы восходящего канала. Там, где действует стандарт 802.11, интерфейс восходящего канала соединяет BSS с распределительной системой (distribution system, DS). Несколько BSS, соединенных между собой через распределительную систему, образуют расширенную зону обслуживания (ESS). Восходящий канал к распределительной системе не обязательно должен использовать проводное соединение. Спецификации стандарта 802.11 позволяют построить этот канал как беспроводной. Но чаще восходящие каналы к распределительной системе представляют собой каналы проводной Ethernet.

Территорию, покрытую BSS или ESS с выходом в Интернет, называют hot spot (“горячей точкой”). “Горячие точки” создают в гостиницах, аэропортах, ресторанах, студенческих общежитиях и просто на улицах. В конце 2004 г. в мире работало около 50000 “горячих точек”, а число пользователей ими достигло 50 млн. человек. Быстрое распространение услуг WLAN и большое число производителей аппаратуры требует совместимости аппаратных и программных средств, предлагаемых различными фирмами. С этой целью в 1999 г. была создана организация WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance), вскоре преобразованная в Wi-Fi Alliance. Он включает в себя разработчиков и производителей аппаратуры стандарта 802.11, операторов сетей, экспертов. Главная цель альянса – сертификация выпускаемой аппаратуры с целью обеспечения взаимодействия Wi-Fi устройств, производимых разными фирмами.

Общие принципы работы радиосвязи

Основным видом беспроводной связи является радиосвязь, представляющая собой способ передачи информации на расстояние с помощью электрических сигналов, которые излучаются в окружающее пространство в виде электромагнитных волн (радиоволн).

Под информацией понимается совокупность сведений о событиях в обществе и окружающем материальном мире. Информация может быть представлена в различной форме: в виде речи, текста, последовательности чисел, в виде подвижных и неподвижных изображений и т.п. Форма представления передаваемой информации называется сообщением. Чтобы передать сообщение от источника информации к получателю, необходимо использовать любой физический процесс, способный распространяться с некоторой скоростью от источника к получателю информации: звуковые колебания, электрический ток в проводниках, свет, электромагнитное поле и др. Физическая величина, определяющая данный процесс, изменяющаяся во времени и отображающая передаваемое сообщение, называется сигналом. Сигнал не является передаваемым сообщением, а только отображает его. Электрические сигналы, отображающие передаваемое сообщение (несущие информацию) и способные эффективно излучаться в окружающее пространство, принято называть радиосигналами. Для осуществления радиосвязи в пункте, из которого ведётся передача сообщений (радиопередача), размещают радиопередающее устройство, содержащее радиопередатчик и передающую антенну, а в пункте, в котором ведётся приём сообщений (радиоприём), – радиоприёмное устройство, содержащее приёмную антенну и радиоприёмник.

Радиоволны, излучённые радиопередающим устройством в окружающую среду, распространяются в ней со скоростью, зависящей от характера среды. Максимальная скорость распространения радиоволны имеет место в свободном пространстве (вакууме) и равняется скорости света $c = 3 \cdot 10^8$ м/с. В других средах скорость распространения уменьшается в зависимости от длины волны и параметров среды – их относительных диэлектрической и магнитной проницаемостей и удельной электрической проводимости. Радиосигнал, сформированный и излучённый в окружающую среду в виде радиоволн, распространяясь с определённой скоростью, достигает места расположения получателя информации. При прохождении радиосигнала в среде распространения на него воздействуют другие сигналы, определяемые как свойствами самой среды распространения, так и другими источниками электрических сигналов.

В точке получения переданной информации производится обратное преобразование радиосигнала в сообщение с помощью радиоприёмного устройства. Задача преобразования принимаемого радиосигнала в сообщение более сложная, чем преобразование сообщения в радиосигнал, т.к. преобразованию подвергается не только переданный радиосигнал, а его смесь с другими сигналами (помехами).

Совокупность технических и программных средств, взаимодействующих на основе заданных принципов и обеспечивающих передачу сообщений от отправителя к получателю, называется системой связи. Они классифицируются по различным признакам: характеру передаваемых сообщений, сигналов, среде распространения, виду используемых технических средств, занимаемому спектру и т.д.

Наиболее сложным вариантом системы связи являются сети связи, представляющие собой систему территориально разнесённых объектов, которые включают узлы связи, соединяющие их линии связи и образованные в них каналы.

Источник информации, радиопередающее устройство, среда распространения радиоволн, радиоприёмное устройство и получатель информации образуют линию радиосвязи (рис. 14).

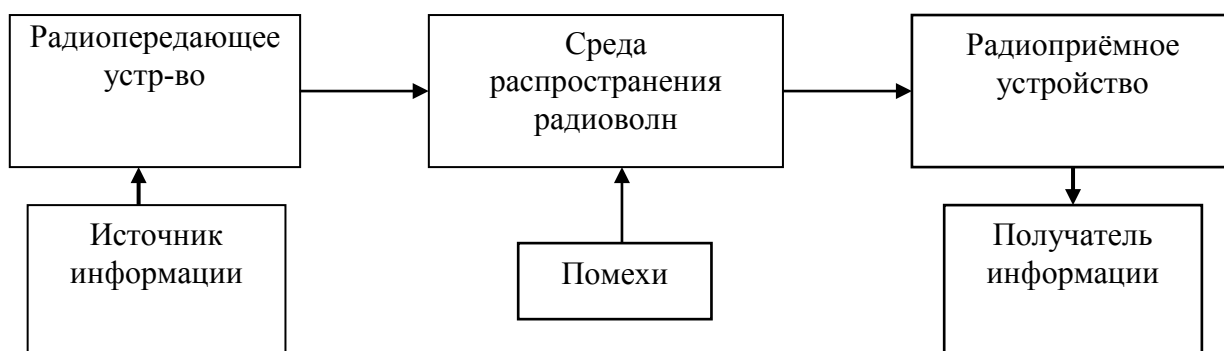


Рис. 14. Линия радиосвязи

Структурная схема линии радиосвязи, показанная на рисунке, обеспечивает передачу сообщений только в одном направлении – от источника информации к получателю, т.е. одностороннюю связь. Для обеспечения двусторонней связи нужно на каждом конце радиолинии иметь радиопередающие и радиоприёмные устройства. При двусторонней радиосвязи режим работы радиолинии может быть симплексным или дуплексным. При симплексном режиме работы приём и передача сообщений на каждом конце линии осуществляются поочерёдно, а при дуплексной радиосвязи обеспечивается одновременная передача и приём информации. Линия радиосвязи, которая позволяет

одновременно передавать несколько сигналов, отображающих независимые сообщения, называется многоканальной. В общем случае под каналом радиосвязи понимают часть радиопередающего устройства, среду распространения радиоволн и часть радиоприёмного устройства. Наиболее часто канал радиосвязи (радиоканал) ограничивается только средой распространения радиоволн.

Обычно, среда распространения ограничена околоземным пространством, включающим в себя околоземную поверхность, в том числе водную, и атмосферу. Земная (водная) поверхность, обладая конечной проводимостью, вызывает поглощение радиоволн, т.е. уменьшение энергии электромагнитного поля в точке приёма. Ионизированные слои земной атмосферы, называемые ионосферой, кроме поглощения вызывают ещё и преломление (рефракцию) радиоволн. Наличие земной поверхности и ионосферы приводит к тому, что радиоволны, излучённые передающей антенной, могут прийти в точку приёма по двум различным путям (рис. 15): распространяясь вдоль земной поверхности и отражаясь (преломляясь) ионосферой. Радиосвязь на расстояния в несколько сотен километров обычно осуществляется земными волнами, а на расстояния, превышающие 300 км – ионосферными. В зависимости от электронной концентрации и её стабильности ионосферу принято разделять по высоте на отдельные области (слои), которые обозначаются латинскими буквами D, E, F1, F2. При этом самая нижняя область ионосферы D существует только в дневные часы и исчезает ночью. Аналогично ведёт себя и область F1, которая существует в основном летом. Наиболее стабильной является область E, а область F2 характеризуется резкими изменениями параметров в течение суток, года и периода 11-летнего цикла солнечной активности.

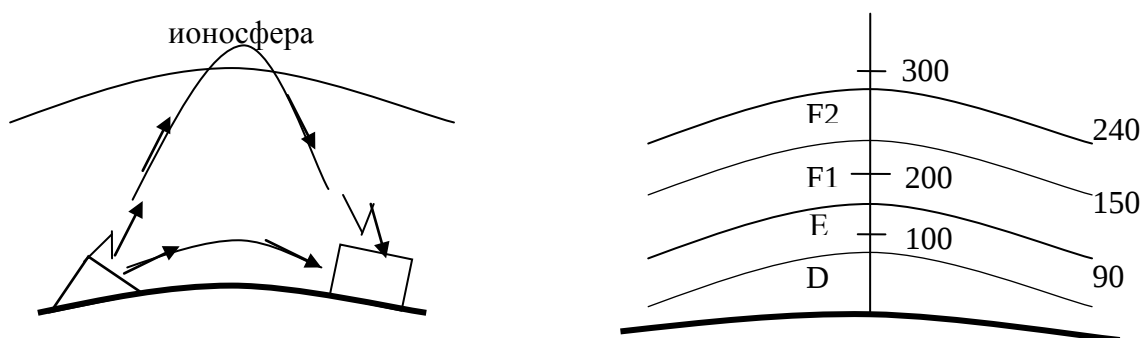


Рис. 15. Распространение радиоволн и строение ионосферы

В табл. 5 приведены данные некоторых наиболее используемых участков диапазона радиоволн.

Таблица 5

Данные диапазонов радиоволн

Условный номер диапазона	Наименование диапазона волн	Наименование диапазона частот	Длина волны (м)	Частота (Гц)
4.	Мириаметровые или сверхдлинные волны (СДВ)	Очень низкие частоты (ОНЧ)	$10^4 - 10^5$	$(3-30) 10^3$
5.	Километровые или длинные волны (ДВ)	Низкие частоты (НЧ)	$10^3 - 10^4$	$(3-30) 10^4$
6.	Гектометровые или средние волны (СВ)	Средние частоты (СЧ)	$10^2 - 10^3$	$(3-30) 10^5$
7.	Декаметровые или короткие волны (КВ)	Высокие частоты (ВЧ)	$10 - 10^2$	$(3-30) 10^6$
8.	Метровые волны (МВ)	Очень высокие частоты (ОВЧ)	$1 - 10$	$(3-30) 10^7$
9.	Дециметровые волны (ДЦВ)	Ультравысокие частоты (УВЧ)	$0,1 - 1$	$(3-30) 10^8$

Мириаметровые (СДВ) и километровые (ДВ) волны испытывают наименьшее поглощение земной поверхностью, слабо поглощаются нижними слоями D и E ионосферы, в то же время хорошо отражаются этими слоями. Поэтому в диапазоне мириаметровых и километровых волн радиосвязь возможна как земными, так и ионосферными волнами на достаточно большие расстояния. Существенным недостатком данного диапазона волн, ограничивающим его широкое использование, является необходимость громоздких антенных устройств при значительной мощности радиопередатчиков. Кроме того, недостатком этого диапазона является его малая частотная ёмкость, которая определяется количеством одновременно работающих линий радиосвязи без создания взаимных помех. Диапазоны СДВ и ДВ находят практическое применение на магистральных линиях радиосвязи большой протяжённости, а также с объектами, расположенными под землёй и под водой.

Гектометровые (СВ) волны в большей степени, чем СДВ и ДВ, поглощаются земной поверхностью и ионизированной областью D ионосферы при её существовании. Поэтому радиосвязь в этом участке диапазона в дневное время возможна только земными волнами и на ограниченные расстояния. В ночное время, когда область D исчезает и поглощение в ионосфере резко уменьшается, гектометровые волны, отражаясь от слоя E, могут использоваться для обеспечения радиосвязи на значительно большие расстояния, чем в дневное время.

Антенные устройства, используемые для излучения волн этого участка, менее громоздки и более эффективны, что позволяет использовать радиопередатчики меньшей мощности. Частотная ёмкость данного диапазона волн более чем в 10 раз превосходит частотную ёмкость диапазона СДВ и ДВ. Основным недостатком заключается в том, что изменяются условия распространения в ночное и дневное время.

Радиоволны этого участка диапазона используются в радиовещании, на флоте и для обеспечения радиосвязи на высоких широтах (в Арктике и в Антарктике) при ионосферных и магнитных возмущениях.

Декаметровые волны наиболее широко используются для радиосвязи практически на любые расстояния. Земные волны данного диапазона испытывают значительно большее поглощение, чем волны предыдущих диапазонов, и поэтому дальность связи в ДКМ диапазоне не превышает 100 – 150 км. ДКМ волны весьма слабо поглощаются нижними слоями ионосферы D и E и хорошо отражаются её верхним слоем F2. Чем выше отражающий слой ионосферы, тем больше дальность распространения ионосферных волн при сравнительно небольших мощностях радиопередатчиков. Антенные устройства для излучения декаметровых волн имеют сравнительно небольшие геометрические размеры, являются более эффективными, что позволяет устанавливать их на подвижных объектах. Частотная ёмкость данного диапазона волн в 10 раз превышает ёмкость диапазона гектометровых волн. Основным недостатком рассматриваемого диапазона, наряду со значительной загрузкой и большим уровнем взаимных помех, является большая зависимость условий распространения от состояния ионосферы, т.е. от 11-летнего периода солнечной активности, от времени года, от времени суток. Так, например, в дневное время радиоволны с длиной волны $\lambda > 25$ м испытывают сильное поглощение в слоях D и E; в ночное же время даже радиоволны, длина которых $\lambda > 100$ м, мало поглощаются нижними слоями ионосферы и могут быть использованы для радиосвязи ионосферными волнами.

Как правило, в дневное время для радиосвязи применяются более короткие волны ($\lambda = 10 - 25$ м), чем в ночное время ($\lambda = 35 - 100$ м).

Метровые волны по условиям распространения существенно отличаются от рассмотренных ранее диапазонов волн. Основное отличие состоит в том, что радиоволны метрового диапазона сильно поглощаются земной поверхностью и практически не отражаются от ионосферы (за исключением случаев ионосферного и тропосферного рассеяния). Однако, несмотря на сильное поглощение для целей радиосвязи используются исключительно земные волны.

Целесообразность их использования объясняется тем, что увеличение потерь в земной поверхности компенсируется применением высокоэффективных малогабаритных антенных устройств. Дальность связи земными волнами в этом диапазоне сравнительно невелика и незначительно превышает дальность прямой видимости между передающей и приёмной антеннами. Для увеличения дальности связи необходимо применять более эффективные, высоко поднятые над землёй антенны. Увеличение мощности радиопередатчиков не приводит к заметному увеличению дальности, а поэтому в диапазоне метровых волн наиболее широко применяются маломощные радиопередатчики (за исключением радиопередатчиков, использующих ионосферное и тропосферное рассеяние волн метрового диапазона).

Если понятие радиоканала ограничить средой распространения радиоволн, то можно в самом общем виде сформулировать присущие ему особенности.

Первая особенность заключается в том, что в процессе распространения радиоволн из-за их рассеяния и поглощения происходит резкое уменьшение мощности радиосигналов на входе радиоприёмников. Поэтому радиоканал рассматривается, в отличие от других каналов связи, как канал с большим затуханием, величину которого можно определить по формуле:

$$d_{(дБ)} = 10 \lg \frac{P_2}{P_{\Sigma}},$$

где P_2 – мощность сигнала на входе радиоприёмного устройства, необходимая для уверенного приёма; P_{Σ} – мощность излучения радиопередатчика.

Достаточно малый уровень принимаемых радиосигналов требует большого усиления в радиоприёмнике, т.к. в большинстве случаев для преобразования их в сообщение необходима мощность $P_{\text{вых}} \geq 1$ Вт. Чтобы обеспечить такую мощность на выходе радиоприёмника, его коэффициент усиления должен иметь величину:

- по мощности: $K_p = P_{\text{вых}} / P_2$;
- по напряжению: $K_U = \sqrt{K_p}$

Уменьшить затухание можно за счёт выбора оптимальных рабочих частот для данного времени и заданной дальности, а также за счёт использования более направленных и эффективных приёмопередающих антенн.

Второй особенностью канала является изменение затухания во времени, в силу чего радиоканал принято считать каналом с переменными параметрами.

Третья особенность радиоканала заключается в его общедоступности, т.е. возможности использования одной и той же среды распространения любыми

радиотехническими устройствами. Эта общедоступность и ограниченная частотная ёмкость диапазона ведут к появлению взаимных (станционных) помех, которые совместно с другими видами помех воздействуют на полезный сигнал, искажая его, а следовательно и первичный сигнал, непосредственно отображающий переданное сообщение.

Степень искажения первичного сигнала определяет правильность принятого сообщения, т.е. его достоверность, которая оценивается вероятностью ошибочного приёма отдельного элемента сигнала:

$$P_{\text{ош.}} = N_{\text{иск.}} / N_{\text{общ.}},$$

где $N_{\text{иск.}}$ – количество искажённых элементов сигнала; $N_{\text{общ.}}$ – общее количество принятых элементов.

При приёме непрерывных сигналов (телефонная работа) оценка достоверности производится по артикуляции (разборчивости речи):

$$A = N_0 / N_{\text{общ.}},$$

где N_0 – количество правильно принятых элементов (отдельные звуки, слоги, слова, фразы); $N_{\text{общ.}}$ – общее количество принятых элементов речи.

Качество телефонной связи принято считать отличным, если фразовая артикуляция не хуже 99% ($A_{\text{фр.}} \geq 0,99$); хорошим, если $A_{\text{фр.}} = 0,97 - 0,99$; удовлетворительным, если $A_{\text{фр.}} = 0,96 - 0,97$.

Поскольку качество связи зависит от уровня помех в точке приёма, а помехи носят случайный характер, определить качество радиосвязи можно лишь с некоторой вероятностью, которая и определяет надёжность или эффективность радиосвязи:

$$P_{\text{пр.}} (p_{\text{ош.}} \leq p_{\text{ош. доп.}}).$$

Количественно надёжность радиосвязи может быть рассчитана по формуле вида:

$$p_{\text{пр.}} (p_{\text{ош.}} \leq p_{\text{ош. доп.}}) = \frac{\sum_{k=1}^m \tau_{np}^k}{\tau_{j, o /}},$$

где $p_{\text{пр.}} (p_{\text{ош.}} \leq p_{\text{ош. доп.}})$ – вероятность выполнения условия $p_{\text{ош.}} \leq p_{\text{ош. доп.}}$; $p_{\text{ош.}}$ – вероятность ошибочного приёма элементов дискретного сигнала и $p_{\text{ош.}} = 1 - A$ – непрерывного сигнала; τ_{np}^k – длительность k -го интервала времени, в течение которого выполняется условие $p_{\text{ош.}} \leq p_{\text{ош. доп.}}$; $\tau_{\text{общ.}}$ – общее время, в течение которого осуществляется радиосвязь.

Возможности уменьшения $p_{\text{ош}}$ оказываются ограниченными и обеспечиваются в основном изменением уровня радиосигнала в точке приёма и выбором вида радиосигнала.

Степень превышения сигнала над помехой определяется отношением амплитуды радиосигнала в точке приёма к эффективному значению напряжения помехи в той же точке:

$$h_2 = U_{\text{мс}}^2 / U_{\text{п.эф.}}^2$$

Сообщения и соответствующие им сигналы подразделяются на непрерывные (аналоговые) и дискретные (рис. 16).

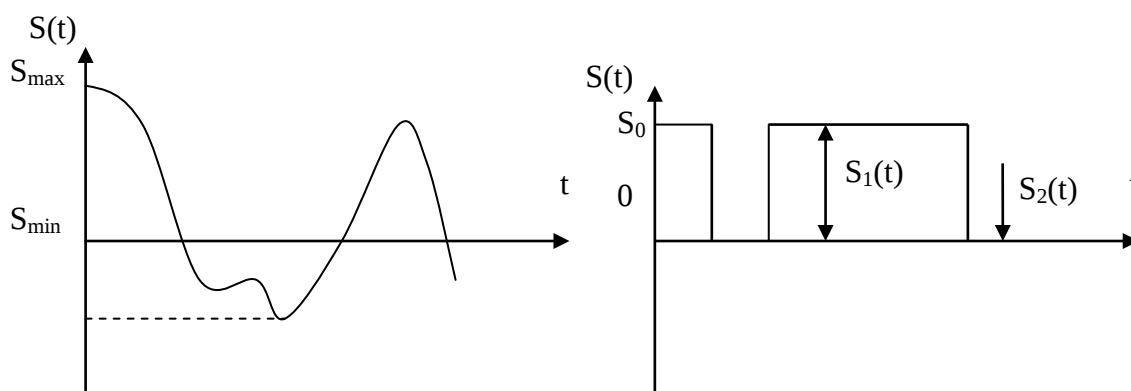


Рис. 16. Непрерывные и дискретные сигналы

Непрерывные сигналы $S(t)$, изменяясь во времени, могут принимать любые значения в некотором интервале, ограниченном значениями S_{min} и S_{max} . К таким сигналам относятся сигналы, отображающие речь, музыку, изменение температуры и т.п.

Дискретные сигналы $S(t)$, изменяясь во времени, могут принимать несколько вполне определённых (дискретных) значений, $s_1(t) = S_0$ и $s_2(t) = 0$. Они широко применяются для отображения сообщений в виде текстов (буквенных и цифровых).

Электрические сигналы (непрерывные и дискретные), в которые непосредственно преобразуются передаваемые сообщения, принято называть первичными. Характерной особенностью первичных электрических сигналов является их сравнительно медленное изменение во времени, т.е. сравнительно низкая частота колебаний. Спектры большинства таких сигналов ограничены максимальной частотой, не превышающей единиц килогерц. Эти низкочастотные сигналы могут эффективно распространяться в проводящих средах, напр. в проводных и кабельных линиях и не могут эффективно излучаться в виде электромагнитных волн. Это объясняется тем, что геометрические размеры излучателей – передающих антенн должны быть одного порядка с длиной

волны излучаемого сигнала. Поскольку длина волны связана с частотой сигнала известным соотношением $\lambda_{(м)} = c / f_{(Гц)}$, где $c = 3 \cdot 10^8$ м/с – скорость света, то чем меньше частота сигнала, тем больше длина волны и тем большие геометрические размеры должна иметь передающая антенна. Уменьшение геометрических размеров антенн без изменения длины волны резко ухудшает их эффективность, что влечёт за собой необходимость значительного увеличения мощности излучаемого сигнала. Поэтому наиболее целесообразным методом повышения эффективности излучения малогабаритных антенных устройств является уменьшение длины волны (увеличение частоты) излучаемых сигналов, поэтому в радиосвязи используется не первичный электрический сигнал, а сигналы высокой частоты – радиосигналы.

Процесс формирования радиосигналов заключается в переносе первичного низкочастотного сигнала $s(F)$ в область высоких частот $f \gg F$, способных эффективно излучаться в окружающее пространство. Этот перенос осуществляется путём воздействия первичного низкочастотного сигнала $s(F)$ на один или несколько параметров вспомогательного высокочастотного колебания (обычно гармонического) с частотой f . Процесс преобразования как аналоговых, так и дискретных первичных сигналов в радиосигналы принято называть управлением колебаниями передатчика. Различают два вида управления колебаниями: модуляцию, если первичный сигнал – аналоговый и манипуляцию, если первичный сигнал является дискретным.

В настоящее время широко используются следующие виды радиосигналов:

- телефонные с однополосной модуляцией (ОМ), когда первичный сигнал воздействует как на амплитуду, так и на частоту высокочастотного колебания;
- телефонные с частотной модуляцией (ЧМ), когда первичный аналоговый сигнал воздействует на частоту высокочастотного колебания;
- телеграфные с амплитудной манипуляцией (АТ – амплитудное телеграфирование), когда первичный дискретный сигнал воздействует на амплитуду высокочастотного колебания;
- телеграфные с частотной манипуляцией (ЧТ – частотное телеграфирование), когда первичный дискретный сигнал воздействует на частоту высокочастотного колебания;
- телеграфные с двойной частотной манипуляцией (ДЧТ), когда два независимых дискретных сигнала воздействуют на частоту высокочастотного колебания;
- телеграфные с относительной фазовой манипуляцией (ОФТ), когда дискретный первичный сигнал воздействует на фазу высокочастотного колебания.

При АМ огибающая амплитуды модулированного колебания изменяется в соответствии с модулирующим колебанием. Спектр амплитудно-модулированного колебания содержит составляющую несущей частоты f_n и две боковые полосы (верхнюю ВБП и нижнюю – НБП), имеющие подобный спектру модулирующего колебания $z(t)$. Структура спектра амплитудно-модулированного колебания допускает различные его формы, связанные с разными видами АМ, что показано на рис. 17.

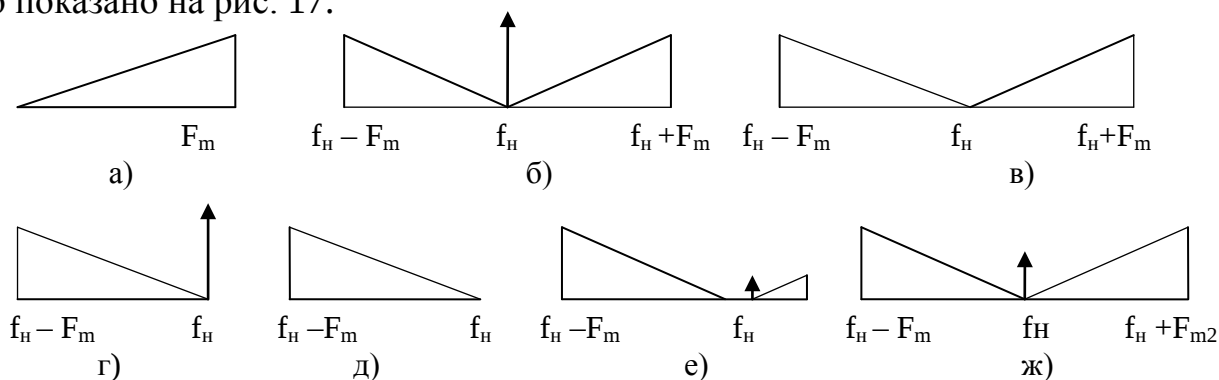


Рис. 17. Спектр амплитудно-модулированного колебания

а – спектр модулирующего колебания $z(t)$; б – спектр двухполосного амплитудно-модулированного колебания; в – спектр двухполосного амплитудно-модулированного колебания с подавленной несущей; г – спектр колебания при однополосной модуляции, когда в нём сохраняется несущая и одна боковая полоса; д – спектр колебания при однополосной модуляции, когда в нём сохраняется лишь одна боковая полоса, а несущая – подавлена; е – спектр колебания с частично подавленной боковой полосой; ж – спектр колебания с двумя независимыми боковыми полосами, каждая из которых определяется своим модулирующим сигналом, а несущая при этом может быть полностью подавлена, либо иметь неподавленный остаток.

В качестве примера на рис. 18 показаны сигналы, соответствующие передаваемой по каналу связи последовательности чисел 101101 – а – амплитудно-манипулированные; б – частотно-манипулированные; в – фазоманипулированные.

Радиопередающие устройства

Обобщённая структурная схема современного радиопередатчика представлена на рис. 19 и в своём составе содержит:

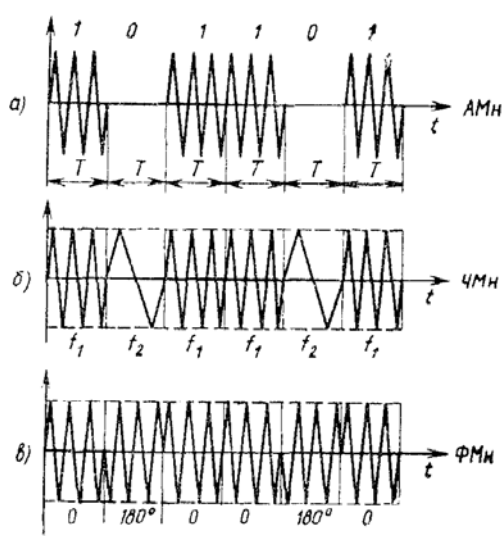


Рис. 18. Спектр амплитудно-манипулированного сигнала

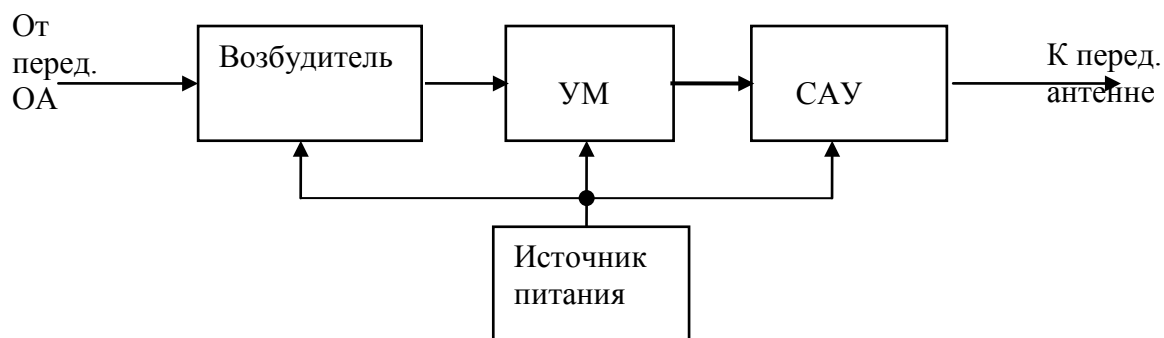


Рис. 19. Структурная схема радиопередатчика

- возбудитель, предназначенный для преобразования первичных электрических сигналов в радиосигналы, формирования сетки высокостабильных частот с заданными интервалами между соседними частотами, с помощью которых осуществляется перенос радиосигналов непосредственно на рабочую частоту в заданном диапазоне;
- усилитель мощности для усиления сигналов, сформированных в возбудителе, до величины, обеспечивающей требуемую дальность связи с заданной надёжностью;
- согласующее антенное устройство, обеспечивающее согласование УМ с передающей антенной, т.е. такой режим работы, при котором антенна излучает максимум мощности, подводимой к ней от УМ;
- источник электропитания представляет собой источник постоянного тока, энергия которого преобразуется в радиопередатчике в энергию электромагнитных колебаний.

Поскольку носимые радиостанции широкого профиля работают в метровом (УКВ) диапазоне, в них преимущественно используется частотная модуляция, при которой амплитуда высокочастотных колебаний остаётся неизменной, а в соответствии с передаваемой информацией изменяется значение частоты излучаемых ВЧ колебаний, т.е. осуществляется девиация (отклонение) частоты. Структурная схема передатчика с применением частотной модуляции показана на рис. 20.

Микрофон обеспечивает преобразование звуковых колебаний в электрический ток, изменение амплитудных значений которого должно строго соответствовать изменениям амплитуды звуковых колебаний. Изменяющееся в процессе передачи сообщений электрическое сопротивление микрофона приводит к возникновению пульсирующего напряжения звуковой частоты, кото-

рое затем трансформируется в повышенное переменное напряжение такой же частоты.

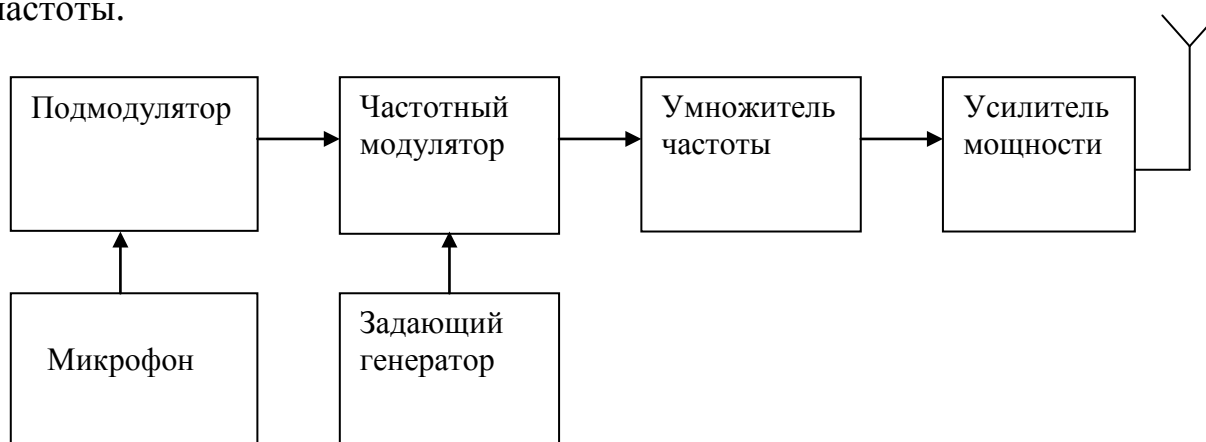


Рис. 20. Структурная схема передатчика с ЧМ

Подмодулятор представляет собой усилитель сигналов звуковой частоты, развиваемых микрофоном до определённого уровня, необходимого для обеспечения требуемой девиации частоты $\Delta f_{\text{чм}} = \pm 5$ кГц при преобразовании первичных сигналов в радиосигналы с частотной модуляцией в возбuditеле с помощью частотного модулятора.

Полученные таким образом электрические колебания, несущие речевую информацию, находятся в области низких частот, между тем как радиосвязь возможна лишь на высоких частотах. Поэтому для передачи информации с помощью радиосредств необходимо ее предварительно перенести в область радиочастот.

Умножитель частоты предназначен для получения колебаний требуемой высокой частоты в передатчике. Принцип его действия основан на выделении второй или третьей гармоники колебаний задающего генератора. Требуемая гармоника выделяется из всех остальных колебательной системой, настроенной на соответствующую частоту. В некоторых передатчиках роль задающего генератора и умножителя частоты может выполнять специальный датчик опорных частот, представляющий собой сложное устройство, вырабатывающее колебания с широкой сеткой стабильных частот.

Требуемая мощность для необходимой дальности радиосвязи повышается одним или несколькими каскадами усилителей мощности высокой частоты.

Первоначальное генерирование высокочастотных колебаний осуществляется задающим генератором (автогенератором) и поскольку рабочая частота всех каскадов передатчика зависит от стабильности работы автогенератора, его выполняют низкочастотным или маломощным с целью предотвращения

нагрева его радиотехнических элементов и, как следствие, изменения их параметров.

Основными техническими характеристиками радиопередающих устройств, которые влияют на дальность действия канала связи, являются:

- *диапазон рабочих частот*, определяющий совокупность частот, на которые может быть настроен данный радиопередатчик для обеспечения радиосвязи. Диапазон определяется двумя параметрами: граничными частотами диапазона $f_{\min}$ и $f_{\max}$, а также коэффициентом перекрытия диапазона по частоте: $K_f = f_{\max} / f_{\min} = \omega_{\max} / \omega_{\min}$.

При заданном интервале между соседними частотами ($\Delta f_{pч}$) диапазон частот определяет их общее количество ($N_{pч}$), на которое может быть настроен передатчик:

$$N_{pч} = \frac{f_{\max} - f_{\min}}{\Delta f_{pч}} + 1;$$

- *виды радиосигналов* (класс излучения, формируемых данным радиопередатчиком. В настоящее время при формировании телефонных радиосигналов наиболее широко используются методы однополосной (ОМ) и частотной (ЧМ) модуляции. Практически не применяются методы амплитудной модуляции (АМ). При работе телеграфными радиосигналами применяются методы амплитудного (АТ), частотного (ЧТ и ДЧТ) и фазового (ФТ) телеграфирования (манипуляции);

- *мощность радиопередатчика*, которая является одной из важнейших характеристик и в значительной степени определяет уровень сигнала в точке приёма, а следовательно дальность связи и надёжность. Под мощностью радиопередатчика понимается средняя мощность радиосигнала, подводимая к передающей антенне или антенному фидеру $\bar{P}_A$. Средняя мощность для различных видов сигналов оценивается по следующим формулам:

1) для всех видов телефонных радиосигналов, кроме ОМ:

$$\bar{P}_{Атлф} = \frac{I_{А.мод}^2 r_A}{2};$$

2) для телефонных радиосигналов с ОМ:

$$\bar{P}_{АОМ} = \frac{I_{А.макс}^2 r_A}{2};$$

3) для телеграфных радиосигналов:

$$\bar{P}_{\text{Антлг}} = \frac{I_{\text{А}(+)}^2 r_{\text{А}}}{2}.$$

В приведённых формулах приняты следующие обозначения: $I_{\text{А}}$ – амплитуда тока радиосигнала на входе передающей антенны; $r_{\text{А}}$ – активная составляющая входного сопротивления антенны.

- *стабильность частоты излучаемых радиосигналов*, которая определяет устойчивость и надёжность радиосвязи, обеспечивает вхождение в связь без поиска корреспондентов и ведение связи без подстройки радиоприёмника по частоте корреспондента. Она количественно оценивается либо абсолютной $\Delta f = f - f_0$, либо относительной $\delta = \Delta f / f_0$ нестабильностью, где f – текущее (измеренное) значение частоты; f_0 – номинальное (требуемое) значение. Чем выше величина относительной нестабильности δ , тем выше стабильность частоты передатчика. В современных радиопередатчиках стабильность частоты достигает величины $10^{-6} - 10^{-7}$ и выше;

- *подавление (фильтрация) побочных колебаний*, под которыми понимаются радиосигналы, излучаемые антенной на частотах, расположенных за пределами спектра основного радиосигнала. Требования по подавлению определены соответствующими нормативно-техническими документами;

- *время перестройки передатчика* с одной частоты на другую, в значительной степени определяющее надёжность радиосвязи, особенно в условиях сложной помеховой обстановки.

Радиоприёмные устройства

Радиоприёмное устройство предназначено для приёма высокочастотных электромагнитных колебаний, их обработки, выделения полезного сигнала и вывода его на оконечный прибор (громкоговоритель).

Основной частью радиоприёмного устройства является радиоприёмник, который предназначен для выполнения следующих функций:

- выделение из всего спектра электромагнитных колебаний ВЧ-колебаний определённой частоты, несущих необходимую информацию (селекция);
- усиление выделенного ВЧ-сигнала;
- преобразование выделенного и усиленного высокочастотного сигнала в сигнал промежуточной частоты и его усиление;
- преобразование сигналов промежуточной частоты в сигналы низкой частоты (детектирование) и их усиление;
- вывод НЧ-сигналов на оконечное устройство (громкоговоритель).

Существуют четыре основные структурные схемы радиоприёмников: прямого усиления без регенерации; прямого усиления с регенерацией; сверхрегенеративная и супергетеродинная.

Приёмники прямого усиления используются в том случае, если исходные требования к чувствительности и избирательности невелики.

Сверхрегенеративные приёмники имеют несколько лучшую стабильность, но отличаются большим уровнем искажений.

Наибольшее распространение для подавляющего большинства радиосистем различного назначения получила супергетеродинная структура приёмника с одно- или многократным преобразованием частоты (рис. 21).

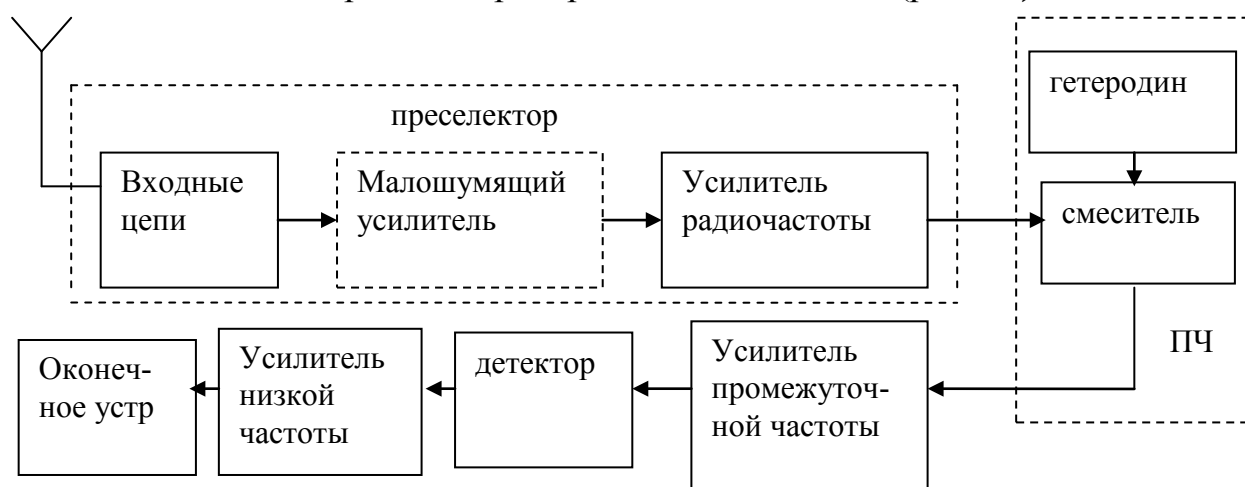


Рис. 21. Структурная схема супергетеродинного приёмника

Входная цепь обеспечивает согласование выхода антенны со входом малошумящего усилителя (или УРЧ). Малошумящий усилитель или (и) усилитель радиочастоты служат для получения максимальной мощности сигнала из антенны, а также обеспечения возможно большей фильтрации сигнала от помех до входа УРЧ. Малошумящие усилители (используемые при необходимости) предназначены для снижения уровня собственных шумов приёмника и определяют чувствительность. УРЧ является основным блоком, обеспечивающим усиление и фильтрацию сигнала по частоте от помех. С выхода преселектора напряжение сигнала и помех поступает на преобразователь частоты, где происходит изменение несущей частоты сигнала f_c . Для этого сигнал и колебания местного гетеродина одновременно воздействуют на смеситель, представляющий собой нелинейный элемент или элемент с переменным параметром. В результате на выходе смесителя возникает колебание, содержащее составляющие с частотой сигнала f_c и его гармоник, гетеродина f_r и его гармоник и большое число комбинационных составляющих, одна из которых использу-

ется в качестве новой несущей частоты выходного сигнала, называемой промежуточной частотой: $f_{\Pi} = f_{\Gamma} - f_c$. Таким образом, в процессе преобразования частоты происходит перенос спектра сигнала $S(f_c)$ в область промежуточной частоты без нарушения амплитудных и фазовых соотношений его составляющих. Частотно-избирательные блоки, расположенные за смесителем, настроены на частоту f_{Π} и называются усилителем промежуточной частоты (УПЧ). Частота f_{Π} всегда фиксирована, не зависит от частоты принимаемого сигнала f_c и выбирается намного ниже частоты сигнала ($f_{\Pi} \ll f_c$). Поэтому на частоте f_{Π} легко обеспечить требуемое устойчивое усиление. Усиленные в резонансном усилителе промежуточной частоты колебания не могут быть непосредственно использованы для их преобразования в звуковые колебания, т.к. их частота выше порога слышимости. Колебания звуковой частоты выделяются с помощью детектора и поскольку они имеют недостаточную мощность для воспроизведения звука требуемой громкости, в приемнике предусмотрен усилитель низкой частоты (УНЧ).

В качестве основного недостатка супергетеродинного приёмника можно отметить наличие соседних и побочных каналов приёма: зеркального, комбинационного, интермодуляционного и прямого, которые значительно снижают качество приёма. Побочные каналы приёма могут быть практически устранены правильным выбором промежуточной частоты, режима работы преобразователя частоты и необходимой частотной избирательности преселектора и усилителя промежуточной частоты.

Основными *техническими характеристиками* радиоприемников служат чувствительность, избирательность, частотная точность, помехоустойчивость, допустимые искажения воспроизводимого сигнала, электромагнитная совместимость, динамический диапазон, параметры ручных и автоматических регулировок, рабочий диапазон частот, мощность и др. характеристики питания.

Чувствительность приёмника определяется минимальной величиной ЭДС в антенне, при которой на его выходе выделяется полезный сигнал достаточного уровня для практического использования. Чувствительность приёмника зависит от уровня шумов, степени усиления сигнала и требуемого превышения сигнала над помехой на выходе приёмника. Количественно она может быть определена по следующей формуле:

$$E_A = 2\sqrt{kT\Delta F_{эфф} N \gamma_A} = 2\beta\sqrt{kT\Delta F_{эфф} N r_A},$$

где $\beta = (U_c / U_{ш})_{вых} = \sqrt{(P_c / P_{ш})_{вых}} = \sqrt{\gamma}$ – отношение напряжения сигнала к напряжению шума на выходе линейного тракта приёмника; $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж./К –

постоянная Больцмана; T – абсолютная температура; $\Delta F_{эфф.}$ – общая эффективная полоса пропускания приёмника; N – коэффициент шума линейного тракта приёмника; r_A – сопротивление антенны при её согласовании с входом приёмника.

Избирательность – это способность радиоприёмника выделять полезный сигнал и ослаблять действие мешающих сигналов (помех) с помощью различных способов избирательности: частотной, временной, пространственной, поляризационной и т.д. Различают также два вида частотной избирательности: линейную (односигнальную) и реальную (многосигнальную).

Частотная точность определяет способность приёмника устанавливать и поддерживать с допустимой погрешностью заданное значение частоты. Количественно частотная точность оценивается величиной абсолютной $\Delta f_{пр.}$ или относительной $\delta_{пр.}$ расстройки приёмника относительно частоты принимаемого сигнала:

$$\Delta f_{пр.} = f_{пр.} - f_c; \delta_{пр.} = \Delta f_{пр.} / f_c,$$

где $f_{пр.}$ – частота, на которую настроен приёмник; f_c – частота принимаемого радиосигнала.

Помехоустойчивость характеризует способность приёмника обеспечить приём переданной или выделенной информации с заданной достоверностью при выбранных видах сигналов и наличии помех.

Электромагнитная совместимость (ЭМС) предполагает совместную работу радиоэлектронных средств при минимальных (или отсутствии) взаимных помехах.

Диапазон рабочих частот определяет область частот настройки, в пределах которой обеспечиваются все другие электрические характеристики приёмника. Диапазон рабочих частот приёмника также как и передатчика определяется двумя параметрами: граничными частотами f_{min} и f_{max} и коэффициентом перекрытия диапазона по частоте $k_f = f_{max} / f_{min}$.

Первые носимые радиостанции специального (в отдельных отраслях народного хозяйства) появились в нашей стране около тридцати лет назад.

И только в последние 10-15 лет радиорынки России и большинства стран СНГ буквально наводнены множеством моделей радиостанций, произведённых, преимущественно в странах дальнего зарубежья, а также на ряде российских заводов.

В то же время предприятия по обслуживанию и ремонту носимых радиостанций практически отсутствуют и пользователи предоставлены сами себе.

Кроме того, документация (техническое описание, схемы, инструкции) на относительно новые отечественные и импортные радиостанции также отсутствует.

В качестве примера представляется целесообразным рассмотреть по одному экземпляру радиостанций отечественного и импортного производства, нашедших наиболее широкое применение.

Принципы построения и работы носимых радиостанций являются общими, а для успешного поиска неисправностей и проведения регулировочных и настроечных работ необходимо чётко представлять функциональное назначение устройства в составе радиостанции и принцип его работы.

Портативная радиостанция MOTOROLA

На российском рынке присутствуют несколько типов портативных радиостанций с маркой «MOTOROLA»: GP 68, P110, P200, GP300.

Основные технико-эксплуатационные характеристики радиостанции «MOTOROLA» приведены в табл. 6, а структурные схемы радиостанции и отдельных её устройств – на рисунках Приложения 2 (структурные схемы радиостанции, приёмника, передатчика, генератора, управляемого напряжением (ГУН), синтезатора, микросхемы звукового фильтра). В таблице П2 Приложения 2 приведена расшифровка схемных обозначений.

Таблица 6

Параметры радиостанции фирмы “Motorola”

Параметры радиостанций	Серийная модель					
	VHF			UHF		
	O93УРС			P94УРС		
Диапазон частот, МГц	136...162	146...174	403...433	438...470	465...495	490...520
Количество каналов	2, 8, 8+2 или 16 каналов					
Размеры, мм	140x59x42					
Масса, гр	509					
	Передатчик					
	VHF			UHF		
	High/5W		Low/1W	High/5W		Low/1W
Выходная мощность						
Стабильность частоты при t — 30...+60° С	±0,0005%					
Макс. глубина модуляции, кГц	±5 (при шаге каналов 25 кГц) ±2,5 (при шаге каналов 12,5 кГц)					
	Приемник					
	VHF			UHF		
	25	12,5		25	12,5	
Шаг каналов, кГц	0,32	0,38		0,32	0,38	
Чувствительность, мВ	70	60		70	60	
Избирательность, дБ						
Выходная мощность, мВт	500					

Радиостанция GP300 функционально состоит из следующих основных устройств:

- микрокомпьютера;
- приёмника;
- передатчика;
- схемы генерации частоты;
- звукового тракта передатчика;
- звукового тракта приёмника.

Опустив принцип работы радиостанции в целом и её отдельных устройств, остановимся более подробно на классификации возможных неисправностей и методике их поиска.

Наиболее характерной и часто встречающейся неисправностью радиостанций подобного типа является излом пружинных контактов аккумуляторного отсека, ремонт которых целесообразно производить напайкой более мощных аналогов отечественного производства.

Для поиска неисправностей приёмного устройства фирма-разработчик предлагает методику, представленную в Приложении 3 (рис. ПЗ.1).

Основными внешними признаками неисправностей передатчика радиостанции GP300 являются:

- отсутствие выходной мощности;
- отсутствие модуляции при наличии несущей;
- отсутствие несущей.

Методика обнаружения неисправностей при отсутствии выходной мощности приведена на рис. ПЗ.2.

При отсутствии модуляции и наличии несущей передатчика порядок поиска неисправностей показан на рис. ПЗ.4.

На рис. ПЗ.3 представлена методика обнаружения неисправности в микропроцессоре, на рис. ПЗ.5 - в генераторе управляемого напряжения, а на рис. ПЗ.6 - в синтезаторе.

При поиске неисправностей во всех устройствах описываемой радиостанции необходимо знать режимы напряжений активных элементов (транзисторов и микросхем) как по постоянному току, т.е. при отсутствии сигналов, так и при их наличии. Режимы основных транзисторов и микросхем даны в таблицах Приложения 4.

Радиостанция «Пилот-101 М»

Радиостанция обеспечивает приём и передачу информации в симплексном режиме. Питание радиостанции осуществляется от:

- от 6-ти элементов А-316, устанавливаемых в отсек питания, суммарным напряжением 9 В;
- 6-ти аккумуляторов, устанавливаемых в отсек питания, суммарным напряжением 7,2 В;
- внешнего стабилизированного источника питания напряжением 9..15 В, подключённого к гнезду на корпусе радиостанции.

Основные эксплуатационно-технические характеристики приведены в табл. 7.

Таблица 7

Эксплуатационно-технические характеристики радиостанции «Пилот-101 М»

Диапазон рабочих частот (кГц)	26960,,,,,,,,,,,,, 27860
Модуляция ЧМ (F3T)	Узкополосная
Число каналов	Один
Выходная мощность передатчика при $U=9В$	2,5
Чувствительность радиоприёмника	0,12
Ток потребления при $U=9В$ в режиме (мА)	
- ожидания	6
- приёма (минимальная громкость)	9
- передачи не более	550

В свой состав радиостанция включает:

- приёмо-передатчик, который структурно состоит из радиоприёмного устройства, радиопередающего устройства и схемы питания с органами управления режимами работы.

- антенну;

-источник питания.

Принципиальная электрическая схема радиостанции «Пилот-101 М» приведена на рис. ПЗ.1.

Структурно в радиоприёмном тракте можно выделить:

- антенный переключатель;

- входной контур;

- усилитель высокой частоты;

- преобразователь частоты;

- усилитель-ограничитель промежуточной частоты;

- частотный демодулятор;
- предварительный усилитель звуковой частоты;
- шумоподаватель;
- оконечный усилитель сигналов звуковой частоты;
- громкоговоритель, в режиме «Передача» используемый как микрофон, а в радиопередающем тракте:
- микрофонный усилитель;
- подмодулятор;
- задающий генератор- модулятор;
- умножитель частоты;
- усилитель мощности передатчика.

После установки переключателя «Вкл/Выкл.» в положение ВКЛ. Замыкаются контакты переключателя SA1 и напряжение питания через открытый ключевой транзистор VT10 подаётся на устройства радиоприёмного тракта и на диод VD12, открывая его.

Сигнал высокой частоты принимаемой радиостанции через антенный ВЧ-соединитель XS4, катушку индуктивности $L_{7\text{фильтра}}$, открытый диод VD12 антенного переключателя поступает во входной контур $C_3L_1C_4$ и далее на базу транзистора VT2 усилителя высокой частоты на транзисторах VT1 и VT2, включённых по каскадной схеме. Последовательно включённый контур на конденсаторе C_6 и перестраиваемой катушке индуктивности L_2 настраивается на рабочую частоту радиостанции. Через разделительный конденсатор C_{12} усиленный радиосигнал подаётся на смеситель преобразователя частоты на транзисторе VT3, в коллекторную нагрузку которого включён фильтр ZQ_7 , на котором выделяется промежуточная частота. Гетеродин преобразователя частоты выполнен на отдельном внешнем транзисторе VT4, частота которого стабилизируется кварцевым резонатором, включённым в цепь базы транзистора. Связь гетеродина со смесителем - трансформаторная через L_3 . С коллекторной нагрузки R_{11} смесителя через фильтр преобразователя частоты сигнал промежуточной частоты поступает на вход усилителя-ограничителя промежуточной частоты, частотного демодулятора и предварительного усилителя звуковой частоты на интегральной микросхеме DA2.

С частотного детектора аудиосигнал через вывод 10 микросхемы и регулятор громкости на переменном резисторе RP1, разделительный конденсатор C_{35} , резистор R_{41} поступает на вход усилителя звуковой частоты на микросхеме DA3. Усиленный сигнал низкой частоты с выхода DA3 через разделительный конденсатор C_{41} поступает на громкоговоритель B2C.

НЧ сигнал с выхода 10 микросхемы DA2 через вывод 12 этой же микросхемы поступает на неинвертирующий вход операционного усилителя микросхемы, с выхода которого через вывод 13 DA2 – на схему шумоподавителя, собранного на транзисторе VT9, диодах VD8 и VD9 и регуляторе шумоподавителя на переменном резисторе RP2.

Радиопередающий тракт радиостанции начинается с громкоговорителя, работающего в режиме «Передача» как микрофон. При нажатии тангенты (клавиши) передачи замыкаются контакты SB1, и напряжение питания подаётся на устройства передающего тракта.

Речевой сигнал с микрофона через разделительный конденсатор C_1 и резистор R_{19} поступает на усилитель микрофонного сигнала на транзисторе VT6 и далее – на усилитель – подмодулятор на интегральной микросхеме DA1, где сигнал усиливается, подвергается частотной коррекции (усиление сигналов высокой частоты). С выхода усилителя – подмодулятора модулирующий сигнал поступает в задающий генератор – модулятор, элементами которого являются варикап VD4, контур на конденсаторах C_{25} , C_{26} , C_{27} и первичная обмотка трансформатора L_4 , транзистор VT5 и кварцевый резонатор в базовой цепи транзистора. Промодулированный высокочастотный сигнал со вторичной обмотки трансформатора L_4 поступает на предварительный усилитель мощности передатчика на транзисторе VT7 и далее на усилитель мощности на транзисторе VT8 и параллельном контуре C_{39} L_7 C_{40} .

Наиболее вероятной из всех возможных неисправностей является отсутствие напряжения на устройствах радиоприёмного или радиопередающего трактов или отсутствие его на всех устройствах радиостанции.

В случае отсутствия напряжения питания на всех устройствах радиостанции – внешними признаками такого случая может быть отсутствие шумов приёмника при выключенном шумоподавители и отсутствие свечения индикатора режима передачи (диод 5) при нажатой тангенте приём/передача – проверить с помощью тестера исправность переключателя SA1 и неисправный заменить.

При отсутствии питания на устройствах радиоприёмного тракта необходимо:

- проверить исправность переключателя SA1
- проверить исправность ключевого транзистора VT10.

Если отсутствует напряжение питания на выводе 15 микросхемы DA2 и наличие его на других устройствах радиоприёмного тракта, нужно проверить исправность стабилитрона VD7.

При отсутствии напряжения питания на устройствах радиопередающего тракта при нажатой тангенте приём/передача, с помощью тестера необходимо проверить:

- исправность переключателя SA1.
- исправность тангенты SB1.

В случае отсутствия напряжения питания на коллекторе транзистора VT6, неинвертирующем входе 3 и выходе 7 микросхемы DA1, при наличии напряжения питания на других устройствах радиопередающего тракта, проверить с помощью тестера исправность стабилитрона VD1.

Из возможных неисправностей радиоприёмного тракта необходимо выделить неисправность:

- высокочастотной части радиоприёмного тракта;
- демодулятора на микросхеме DA2;
- низкочастотной части радиоприёмного тракта;
- шумоподавителя.

При поиске неисправностей в высокочастотной части радиоприёмного тракта целесообразно использовать высокочастотный генератор и высокочастотный милливольтметр, а низкочастотной части – осциллограф и высокочастотный генератор. Проверку всегда следует начинать с низкочастотной части, для чего необходимо:

- с выхода высокочастотного генератора на вход радиостанции, через антенный ВЧ-соединитель XS4 подать на рабочей частоте радиостанции модулированный контрольный сигнал, напряжением 1,5 мВ, уровень которого при необходимости можно увеличить до 15 мВ.
- включить радиостанцию;
- закрытый вход осциллографа подключить к выводу 10 микросхемы DA2.

Наличие на экране синусоиды модулирующего сигнала свидетельствует об исправности высокочастотной части радиоприёмного тракта и микросхемы DA2. Последовательно подключая вход осциллографа к среднему выводу 5 регулятора громкости на переменном резисторе RP_1 , перемычке, соединяющей конденсатор C_{35} и резистор R_{41} , к выводу 3 микросхемы DA3 – усилителя НЧ, затем к выводу 5 микросхемы DA3 и наконец к контакту громкоговорителя B2C, наблюдая при этом за экраном осциллографа.

Наличие на экране синусоиды модулирующего сигнала говорит об исправности проверяемого устройства. Наличие синусоиды на экране осциллографа, вход которого подключён к контакту громкоговорителя, при отсутствии тонального звука из громкоговорителя свидетельствует о неисправности по-

следнего. Подозрительный громкоговоритель следует прозвонить с помощью тестера. Отсутствие синусоиды на выходе проверяемого устройства и её наличие на входе также говорит о его неисправности.

Отсутствие синусоиды модулирующего сигнала на экране осциллографа, вход которого подключён к выводу 10 микросхемы DA2, показывает на неисправность либо высокочастотной части радиоприёмного тракта, либо микросхемы DA2.

Для проверки микросхемы нужно с помощью высокочастотного милливольтметра замерить режимы переменных напряжений на выводах. Выходное напряжение НЧ на выводе 10 должно быть ≥ 90 мВ при $U_g = 5,4$ В (вывод 15), $U_{вх} = 10$ мВ (вывод 1). При отсутствии напряжения на выводе 1 микросхемы проверить исправность высокочастотной части тракта.

Для поиска неисправностей в высокочастотной части радиоприёмного тракта необходимо:

- через антенный ВЧ-соединитель XS4 подать на вход радиостанции на её рабочей частоте с ВЧ генератора немодулированный контрольный сигнал напряжением 15 мВ, уровень которого можно при необходимости повысить до 15 мВ.

- вход ВЧ милливольтметра подключить к базе транзистора VT3 – смесителя преобразователя частоты.

Изменение показаний милливольтметра при очень медленном вращении по часовой стрелке и обратно сердечника катушки индуктивности L2 свидетельствует об исправности входного контура и ВЧ-усилителя на транзисторах VT1 и VT2.

Вход частотомера подключить к эмиттеру транзистора VT4, на котором смонтирован гетеродин преобразователя, и измерить его частоту. Рассчитать номинал частоты и сравнить его с номинальным значением. $F_{пр} = f_r - f_c$.

Изменение показаний милливольтметра, вход которого подключён к выводу 1 микросхемы DA2 при вращении сердечника катушки индуктивности L2 контура УВЧ, свидетельствует об исправности всех устройств высокочастотной части радиоприёмного тракта. Оставить сердечник катушки индуктивности в положении, когда показания милливольтметра максимальны.

Отсутствие изменений в показаниях милливольтметра при вращении сердечника катушки индуктивности говорит о наличии неисправности в проверяемом устройстве, которое затем следует дополнительно проверить с помощью тестера:

- проверить режимы постоянных напряжений на всех элементах неисправного устройства;

- проверить проводимость и сопротивление элементов неисправного устройства на соответствие их схемным значениям.

Неисправности шумоподавителя чаще всего проявляются невозможностью включить шумоподавление неубирающихся шумов приёмника. В этом случае нужно тестером проверить исправность кнопочного выключателя SB2, переменного резистора шумоподавителя диода VD9 и транзистора VT9.

Возможен также и такой вид неисправности шумоподавителя, при которой УНЧ на DA3 не открывается при наличии сигнала на входе радиостанции. При этом виде неисправности нужно проверить переменный резистор RP2, диод VD8, конденсаторы C₄₄, C₃₀, C₂₉, транзистор VT9, выходное напряжение на выводе 13 микросхемы DA2.

Наиболее вероятными неисправностями радиопередающего устройства могут быть:

- отсутствие модуляции несущей частоты;
- отсутствие несущей частоты;
- недостаточный уровень мощности радиопередающего устройства.

Поиск неисправностей в низкочастотной, до задающего генератора части радиопередающего устройства, целесообразно вести с помощью осциллографа, в высокочастотной, после задающего генератора, части – частотомера и измерителя мощности или частотомера и ВЧ-вольтметра.

При поиске неисправностей в радиопередающей части необходимо:

- к антенному ВЧ-соединителю XS4 размонтированной радиостанции подключить штатную антенну или эквивалент (50 Ом);

- нажатием тангенты перевести радиостанцию в режим передачи.

При отсутствии несущей дополнительно нужно:

- закрытый вход осциллографа подключить к выходу 5 микросхемы DA3, в режиме «передача», работающей как генератор тонального вызова, при нажатой кнопке SB2;

- нажимая одновременно тангенту Приём/Передача (SB1) и кнопку тонального вызова SB2 обращаем внимание на экран осциллографа.

Наличие на экране синусоиды генератора тонального вызова показывает исправность кнопки SB2, генератора на микросхеме DA3.

Последовательно подключая вход осциллографа к правой обкладке конденсатора C₄₁, к верхнему выводу конденсатора C₁, верхнему выводу резистора R₁₉, к базе транзистора VT6 микрофонного усилителя, к выводу 3 микро-

схемы DA1 усилителя-подмодулятора, к выводу 6 этой же микросхемы наблюдаем за экраном осциллографа.

Если на экране присутствуют синусоиды генератора тонального вызова, то проверяемое устройство исправно.

Все элементы неисправного устройства проверяются с помощью тестера, в т.ч. и на соответствие схемным значениям их проводимости и сопротивления. Также замеряются режимы напряжения по постоянному току.

При отсутствии несущей частоты необходимо подключить вход частотомера к базе транзистора VT7 и замерить частоту при нажатой тангенте. Наличие показаний частотомера свидетельствует об исправной работе задающего генератора на транзисторе VT5. Последовательно подключая вход частотомера к базе транзистора VT8, центральной жиле антенного фидера у ВЧ-соединителя S4, нужно проследить за показаниями частотомера. Наличие показаний говорит об исправности проверяемого устройства. На всех элементах неисправного устройства провести тестером замеры режимов напряжений по постоянному току, соответствие проводимости и сопротивления схемным значениям.

В случае недостаточной мощности радиопередающего устройства:

- убедиться в исправной работе задающего генератора передающего устройства, измерить его частоту и, при необходимости, (отклонении $\pm 50 \cdot 10^{-6}$) медленным вращением антимагнитной отвёрткой сердечника двухконтурной катушки индуктивности L_4 установить требуемую частоту;

- подключить вход измерителя мощности к центральной жиле антенного фидера у ВЧ-соединителя XS4 и измерить выходную мощность.

Если уровень недостаточен, нужно замерить режимы напряжений по постоянному току на элементах схемы усилителей мощности на транзисторах VT7 и VT8, замерить тестером сопротивление элементов схемы усилителей на их соответствие заданным значениям.

4. АВТОМАТИЧЕСКИЕ ТЕЛЕФОННЫЕ СТАНЦИИ

Телефон остался сегодня основным видом связи, предоставляя услугу передачи речевых сообщений, а телефонная сеть общего пользования (ТФОП) мира насчитывает сегодня свыше 900 млн. телефонов.

Сегодня можно выделить 3 основных этапа развития сетей и услуг связи:

- телефонизация страны; цифровизация телефонной сети; интеграция (объединение) услуг на базе цифровых сетей связи.

Развитие телефонной связи нашей страны связано с созданием коммутационной техники трех поколений.

К первому поколению относятся автоматические телефонные станции декадно-шаговой системы (АТС ДШ) в процессе эксплуатации которых выявился ряд серьезных недостатков:

- низкое качество обслуживания;
- невысокая надежность коммутационного оборудования;
- ограниченное быстродействие;
- наличие большого числа обслуживающего персонала;
- малая проводность линий.

Ко второму поколению систем коммутации относятся автоматические телефонные станции координатного типа (АТСК и АТСКУ). Станции этого типа обладают рядом преимуществ по сравнению с АТС ДШ:

- лучшее качество разговорного тракта;
- уменьшение числа обслуживающего персонала;
- увеличение использования линий;
- увеличение проводности и доступности.

Третье поколение систем коммутации – квазиэлектронные и цифровые телефонные станции. Квазиэлектронные станции устранили ряд недостатков, присущих АТС ДШ и АТС КУ, и используются во многих странах мира.

Создание же полностью цифровых систем стало возможным лишь после применения в них принципа коммутации информации в цифровом виде (импульсно-кодовая модуляция). Цель создания нового поколения коммутационной техники на основе цифровых систем передачи (ЦСП) заключается в повышении гибкости и экономичности системы, в сокращении затрат и трудоемкости эксплуатации, упрощении и удешевлении в производстве, а также в предоставлении новых видов услуг абонентам.

Особенности цифровых коммутационных устройств с импульсно-кодовой модуляцией (ИКМ) сигналов: процессы на входах, выходах и внутри устройств согласованы по частоте и времени (синхронные устройства); цифровые коммутационные устройства являются четырехпроводными в силу особенностей передачи сигналов по цифровым системам.

В цифровой коммутационной системе функцию коммутации осуществляет цифровое коммутационное поле. Управление всеми процессами в системе коммутации осуществляет управляющий комплекс. Цифровые коммутационные поля строятся по звеньевому принципу. Звеном является группа (Т-, S- или S/T-) ступеней, реализующих одну и ту же функцию преобразования ко-

ординат цифрового сигнала. В зависимости от количества звеньев различают двух-, трех- и многозвенные цифровые коммутационные поля.

Большое распространение у нас в стране получила цифровая АТС фирмы SIEMENS – EWSD (Digital Electronic Switching System)- Цифровая Электронная Коммутационная Система. Существует и российская АТС - КВАНТ-Е. Рассмотрим подробнее АТС системы EWSD и КВАНТ-Е.

АТС EWSD

EWSD представляет собой систему, предназначенную для всех видов применений с точки зрения размера узла, его емкости, диапазона предоставляемых услуг и сетевого окружения.

EWSD имеет широкий и ориентированный на будущее спектр применения и может использоваться как:

- местная телефонная станция;
- транзитная телефонная станция;
- цифровой абонентский блок (концентратор);
- сельская телефонная станция;
- CENTREX (central office exchange service) означает придание обычной АТС функций учрежденческой станции (PABX);
- международная телефонная станция;
- коммутаторная система (OSS);
- коммутационный центр для подвижных абонентов;
- коммутационный центр ISDN (цифровой сети интегрального обслуживания);
- узел коммутации услуг как часть интеллектуальной сети (IN).

Модульность и прозрачность аппаратных и программных средств обеспечивают возможность адаптации EWSD к любой сетевой среде. Такая гибкость системы достигается отчасти за счет использования распределенных процессоров с функциями локального управления. Общие функции более высокого порядка реализуются координационным процессором.

Она обеспечивает максимальное количество абонентских линий – 250000, соединительных линий – 60000, коммутируемый трафик – 25600 Эрл., число вызовов в ЧНН (BHCA) – более 2,5 млн.

Цифровая сеть интегрального обслуживания (сеть ISDN) позволяет обслуживать вызовы и передавать информацию от различных услуг по единой сети. В соответствии с рекомендациями ITU-T услуги включают в себя услуги переноса информации с коммутацией каналов и коммутацией пакетов и теле-

услуги с коммутацией каналов. Добавление незначительного объема аппаратных средств и соответствующего программного обеспечения позволяет в любом узле EWSD реализовать функции обработки вызовов ISDN и широкий диапазон абонентских услуг. Благодаря этому, ISDN обеспечивает существенные технические, эксплуатационные и экономические преимущества, как для эксплуатационной компании, так и для абонентов. Наиболее популярными абонентскими услугами являются:

- различные формы переадресации вызовов;
- сокращенный набор номера;
- постановка вызова на ожидание;
- «не беспокоить»;
- установление соединения с занятым абонентом;
- идентификация злонамеренного вызова («хулиган»);
- индикация номера вызывающего абонента;
- группы искания с различными алгоритмами искания.

Структурная схема EWSD с расшифровкой обозначений показана на рис. ПЗ.2.

Аппаратное обеспечение представляет собой физические элементы системы и построено по модульному принципу, что обеспечивает надежность и гибкость системы. Все аппаратные средства (АС) подразделяются на подсистемы, а основу конфигурации составляют пять основных подсистем, каждая из которых имеет, по крайней мере, один собственный микропроцессор:

- цифровой абонентский блок (DLU);
- линейная группа (LTG);
- коммутационное поле (SN);
- управляющее устройство сети сигнализации по общему каналу (CCNC);
- координационный процессор (CP).

Программное обеспечение (ПО) организовано с ориентацией на выполнение определенных задач соответственно подсистемам EWSD. Внутри подсистемы ПО имеет функциональную структуру. Операционная система (ОС) состоит из программ, приближенных к аппаратным средствам и являющихся обычно одинаковыми для всех коммутационных станций. Программы пользователя зависят от конкретного проекта и варьируются в зависимости от конфигурации станции.

Механическая конструкция обеспечивает простой и быстрый монтаж, экономичное техобслуживание и гибкое расширение системы. Ее главными блоками являются:

- съемные модули стандартизированных размеров;

- модульные кассеты, в которых модули устанавливаются с передней стороны, а кабели с задней;
- стативы с защитной обшивкой, организованные в стативные ряды;
- съемные кабели, изготовленные требуемой длины, оснащенные соединителями и прошедшие испытание.

Абоненты включаются в систему EWSD посредством цифрового абонентского блока (DLU).

Блоки DLU могут эксплуатироваться как локально, в станции, так и дистанционно, на удалении от нее. Удаленные DLU используются в качестве концентраторов, они устанавливаются вблизи групп абонентов. В результате этого сокращается протяженность абонентских линий, а абонентский трафик к коммутационной станции концентрируется на цифровых трактах передачи, что приводит к созданию экономичной сети абонентских линий с оптимальным качеством передачи.

Модули являются наименьшими конструктивными компонентами. Основу каждого модуля составляет печатная плата. Все компоненты, используемые в системе EWSD, начиная от дискретных элементов и кончая большими интегральными полупроводниковыми схемами, монтируются на печатной плате, образуя модуль. Модули соединяются с монтажной платой модульной кассеты посредством двух 60-контактных соединительных колодок. Для модулей, требующих более высокую контактную плотность, используются колодки с большим количеством пружинных контактов.

В основном печатные платы для модулей изготавливаются из одно-, двух- или многослойного эпоксидного стеклопластика, плакированного медью.

Для придания модулям механической стабильности и создания электрического контакта между ними, они объединяются в кассеты.

Модули соответственно могут устанавливаться в один ряд (монтажная высота 9х30 мм) или в два ряда (монтажная высота 17х30 мм), один над другим.

Соединительная плата оборудована колодками с ножевыми контактами и контактными колодками для установки модулей и кабелей. Кроме того, она оборудована плоскими разъемами для подключения электропитания, а в зависимости от монтажной плотности соединительные платы бывают однослойными, многослойными или полислойными.

Соединительные кабели – это многожильные кабели, оснащенные на каждом конце кабельным соединителем. Все кабели, используемые на станциях EWSD, являются кабелями съемного типа.

Функции технического обслуживания станции включают проведение испытаний и измерений аппаратных средств и программного обеспечения, причём функции для испытаний и измерений на абонентских (например, телефонный аппарат, линия, цепь) и соединительных линиях интегрированы в систему. Задания на испытания вводятся оператором с терминала ОМТ, а результаты испытания выводятся или на экран ОМТ, или на печатающее устройство. Для устранения ошибок или при первичном монтаже функции телефонного аппарата могут быть испытаны из квартиры абонента без подключения другого персонала. Для этого имеется так называемая услуга “наведение справок” (RBS). Профилактическое обслуживание в EWSD не нужно, так как в процессе эксплуатации выполняется автоматический надзор. Техническое обслуживание ограничивается измерительными проверками и устранением неисправностей.

При появлении сообщения о неисправности оператор в центре эксплуатации и технического обслуживания ОМС определяет местоположение неисправного оборудования, руководствуясь, при необходимости, справочником технического обслуживания. Срочные коррекционные действия не нужны, так как структура EWSD и средства обеспечения надежности (резервированные структуры, дублированность жизненно важных частей системы, автоматическое переключение на резерв и так далее) ограничивают последствия ошибок и предотвращают их распространение за пределы неисправного оборудования. На необслуживаемую станцию посылается техник-специалист, выполняющий замену поврежденного модуля.

Для выполнения необходимых коррекций и расширений система EWSD имеет целый комплект мощных обеспечивающих программных средств.

Функциональный надзор использует самопроверки, детекцию бесконечного цикла и другие методы для обнаружения любых неправильностей в программном обеспечении, могущих повлиять на нормальную работу системы EWSD. Последствия этих явлений ограничиваются различными средствами. После обнаружения неправильности или отклонения операторам выдается вся необходимая информация (например, диагностические рапорты, статистические данные об ошибках) для выполнения коррекции. Центр разработки программного обеспечения проводит коррекцию и документирует ее; кроме того, возможны также быстрые коррекции на уровне машинного языка.

Расширение программного обеспечения включает в себя или увеличение станции (например, подключение специальных групп линейных комплектов, “количественное расширение”), или внедрение дополнительных возможностей (например, система сигнализации ОКС № 7 по МККТТ, “качественное расши-

рение”). Наряду с обеспечением новыми программными подсистемами, можно вводить расширение базы данных. Количественные расширения увеличивают базу данных, а качественные влияют в некоторой степени на их структуру. Программная поддержка используется в таких случаях для расширения или изменения базы данных.

АТС КВАНТ-Е

АТС "КВАНТ-Е" - надежная, экономичная и постоянно совершенствуемая цифровая система коммутации (ЦСК) с гибкой модульной структурой оборудования и программного обеспечения (ПО), разработанная фирмой "KVANT-INTERKOM". Она предназначена в первую очередь для развития сетей электросвязи сельских административных районов (САР). Система может использоваться в сельском административном районе локально, в качестве районной АТС (РАТС), центральной станции (ЦС) или сельско-пригородного узла (УСП) райцентра, узловой (УС) или конечной станции (ОС) сельской местности. Однако рациональным вариантом является комплексное внедрение ЦСК "Квант" в САР, при котором, благодаря наличию выносных коммутационных и абонентских модулей, система охватывает своим оборудованием одновременно все уровни иерархии сети сельского административного района, образуя наложенную цифровую сеть с централизованной технической эксплуатацией.

На городских телефонных сетях (ГТС) с помощью цифровой системы коммутации "Квант" можно создавать наложенную цифровую сеть или цифровые "острова", применяя при этом систему в качестве опорных (ОПС), транзитных (ТС) и опорно-транзитных станций (ОПТС) практически любой емкости и централизуя техническую эксплуатацию соответствующего фрагмента сети. Использование выносных коммутационных модулей в качестве подстанций (ПС) и выносных блоков абонентских линий (БАЛ) в качестве концентраторов резко снижает затраты на сеть абонентских линий (АЛ).

На ведомственных сетях ЦСК "Квант" может использоваться как в качестве автономных учрежденческо-производственных АТС, так и для создания разветвленных цифровых сетей с централизованным техническим обслуживанием и любой требуемой топологией (полносвязной, радиальной, древовидной, смешанной), обеспечивая при этом предоставление ведомственным абонентам широкого спектра разнообразных специфических услуг.

Цифровая система коммутации "КВАНТ" имеет модульное построение, территориально распределенную коммутацию, децентрализованное программ-

ное управление и возможности централизации технического обслуживания. Модульная архитектура системы коммутации "Квант" и наличие двухступенчатой иерархии выносов (опорная станция - выносной коммутационный модуль - выносной абонентский модуль) позволяют распределять оборудование системы по всей территории города или сельского административного района, образуя наложенную цифровую сеть или цифровой "остров" практически любой требуемой конфигурации и емкости с организацией ЦТЭ всего оборудования системы "Квант".

Общая архитектура системы базируется на следующих основных элементах:

- коммутационных модулях (КМ);
- блоках абонентских линий (БАЛ);
- модулях стыка с соединительными линиями (СЦТ, КСЛ);
- модуле технической эксплуатации (МТЭ).

Коммутационный модуль КМ состоит из универсальной коммутационной системы (УКС) и устройства управления (УУ). В состав УКС входят: блок пространственно-временной коммутации емкостью 32 или, в будущем, 128 32-канальных линий ИКМ (УКС-32 или УКС-128) и соответствующее сигнальное, генераторное и управляющее оборудование. Блок УКС выполняет неблокируемые соединения любых каналов любых подключенных к нему групповых трактов (ГТ) ИКМ.

Коммутационные модули группируются для построения опорной, транзитной или опорно-транзитной станции требуемой емкости, либо выносятся в места концентрации абонентов. Такой выносной коммутационный модуль автономно управляет соединениями и в структуре сети является независимой станцией, оставаясь, однако, частью системы коммутации "Квант". Структура АТС «Квант-Е» представлена на рис. ПЗ.3.

Блоки абонентских линий БАЛ-К - на 128 АЛ с концентрацией 4:1. В 1997 г. налажено производство БАЛ-256 (БАЛ-Д), с АК5 на 16 абонентских линий, представляющий собой два блока БАЛ на 128 АЛ, конструктивно размещенных в одной конструктивной кассете. Блок включается в коммутационное поле КМ групповым трактом (ГТ) ИКМ, не предусматривает замыкания внутреннего сообщения и выполняет для абонентов стандартный набор функций BORSCHT.

Модуль технической эксплуатации включает один или несколько компьютеров и, при необходимости, дополнительные внешние устройства ввода, вывода и хранения информации. В минимальной комплектации МТЭ устанавливается на каждой станции в качестве ее центра управления.

Основа МТЭ - компьютер технической эксплуатации (КТЭ) типа IBM-386 или выше. Он соединен через стыки RS 232 с управляющим устройством станции, на которой размещен МТЭ, и со внешними устройствами - накопителями на магнитных дисках, принтером, видеотерминалами дополнительных рабочих мест. Для связи с управляющими устройствами выносных коммутационных модулей и с внешним центром технической эксплуатации (ЦТЭ) КТЭ использует выделенные каналы передачи данных и модемы, обеспечивающие стык Х.25.

КТЭ автоматически или по директивам оператора управляет диагностикой и реконфигурацией оборудования, измерениями параметров нагрузки, электрическими измерениями параметров разговорных трактов и накоплением соответствующей статистической информации. Кроме этого, КТЭ тарифицирует все вызовы, обрабатывает данные аварийной сигнализации и выводит их на дисплей, принтер. Используя КТЭ, оператор может корректировать системные данные разных КМ. На цифровой сети, построенной на базе ЦСК "Квант", КТЭ главной станции выполняет роль центра технической эксплуатации (ЦТЭ). В этом случае все остальные станции и выносные модули системы "Квант" обслуживаются контрольно-корректирующим методом, без постоянного присутствия персонала.

Функции сигнализации ОКС7 реализованы в АТС КВАНТ-Е в виде аппаратно-программного комплекса, включающего в себя следующие компоненты: аппаратная часть, программное обеспечение, системное программное обеспечение, внутрисистемная сигнализация.

Аппаратная часть выполнена на базе индустриальной ЭВМ класса IBM PC и оформлена в виде функционально законченного блока конструкции БНК-4М. Один блок с установленным в нем ТЭЗ ОКС7 способен обслуживать до 2-х направлений (сигнальных линков), а при необходимости увеличения числа направлений требуется дозаказ соответствующего количества блоков.

Программное обеспечение ОКС7 реализует функции первого, второго, третьего и четвертого уровней модели Взаимодействия Открытых Систем (ВОС). Общее программное обеспечение (ПО) и программное обеспечение высших уровней реализовано непосредственно в индустриальной ЭВМ ТЭЗ ОКС7.

Системное программное обеспечение представляет собой рабочую версию программного обеспечения АТС КВАНТ-Е (РВПО), подготовленную на основе базовой версии XXXXXX.07 и обеспечивающую поддержку сигнализации ОКС7.

Сервер ОКС7 представляет собой настольную ЭВМ класса IBM PC 486/586 с установленным специализированным программным обеспечением, обеспечивающим первоначальную загрузку и обслуживание нескольких блоков ОКС7. Кроме того, в составе ПО сервера предусмотрены встроенные средства, облегчающие мониторинг каналов связи в период эксплуатации.

Внутрисистемная сигнализация в цифровой системе коммутации "Квант" организована по шестнадцатым КИ всех внутренних трактов ИКМ между модулями системы (КМ, ВКМ, БАЛ, СЦТ, КСЛ).

Цифровая система коммутации "Квант" предусматривает возможность подключения АЛ и СЛ (каналов) со средним использованием в час наибольшей нагрузки (ЧНН) от 0,2 до 0,9 Эрл. В этом диапазоне нагрузок практически отсутствуют потери из-за занятости или недоступности всех возможных путей установления требуемого соединения в цифровом коммутационном поле. Высокая пропускная способность ЦКП обусловлена использованием неблокирующих УКС и крупных пучков каналов, кратных тридцати, между отдельными УКС.

В ЦСК "Квант" каждый КМ имеет собственное управляющее устройство, т.е. система управления является децентрализованной и ее производительность наращивается одновременно с наращиванием емкости цифровой коммутационной системы.

В предположении, что на станции нагрузки АЛ и СЛ в среднем примерно поровну делятся на исходящие и входящие, а средняя длительность одного занятия порядка 100 с, число вызовов, поступающих на станцию от одной АЛ и СЛ при предельном использовании всех АЛ и СЛ, составляет в среднем 3,6 и 16,2 выз/ч. Учитывая возможную неравномерность распределения нагрузок АЛ и СЛ на исходящие и входящие, а также возможное уменьшение средней длительности занятия, число вызовов, которое должно обслуживаться в ЧНН с гарантией отсутствия перегрузки системы управления, установлено равным $5N_{ал} + 20N_{сл}$, где $N_{ал}$ и $N_{сл}$ - число подключенных АЛ и СЛ.

Устройство управления на базе компьютера IBM-386 может обслуживать до 100000 выз/ч, что позволяет гарантировать отсутствие перегрузок в любых сочетаниях числа АЛ и СЛ.

В ААЛ могут подключаться разнообразные типы абонентских оконечных устройств (терминалов) со шлейфным набором номера дисковыми или тастатурными номеронабирателями:

- обычные телефонные аппараты;

- одно и двухсторонние таксофоны местной связи с кассированием монеты путем переключения полярности проводов ААЛ и с возможностью индивидуального ограничения длительности разговора и ее продления после доплаты;
- одно и двухсторонние таксофоны междугородной связи или универсальные таксофоны местной и междугородной связи с устройствами тарификации, управляемыми переполусовкой проводов ААЛ;
- терминалы телефакса, телетекста, видеотекста, передачи данных и другие с телефонным способом установления соединения и скоростью передачи до 2400 бит/с.

К ААЛ могут подключаться также: ТА спецслужб и районные переговорные пункты (РПП) с серийным исканием при входящей связи; диспетчерские коммутаторы и автоответчики для проверки соединительных линий.

ЦСК "Квант" программным способом предоставляет абонентам обширный набор дополнительных видов обслуживания (ДВО).

Растущие повседневные потребности в услугах Интернет вызывают всё более жёсткие требования к качеству каналов связи. В настоящее время обмен информацией между потребителями и поставщиками услуг осуществляется по коммутируемой или выделенной линии. Коммутируемые линии имеют недостатки в модемной связи, которые в голосовой связи практически никогда не проявляются. Эти недостатки определяются низким качеством коммутационных контактов на АТС, достаточно высоким «шумом станции», сильными перекрёстными помехами в кабельных магистралях (50-100-парный кабель с малым количеством витков на метр).

Часто для объединения локальных сетей двух удаленных объектов (офисов) применяют постоянное модемное соединение не по обычной коммутируемой, а используют прямую (выделенную) линию. По определению прямая линия – это выделенная только для нужд абонента некоммутируемая физическая линия (рис. 22).

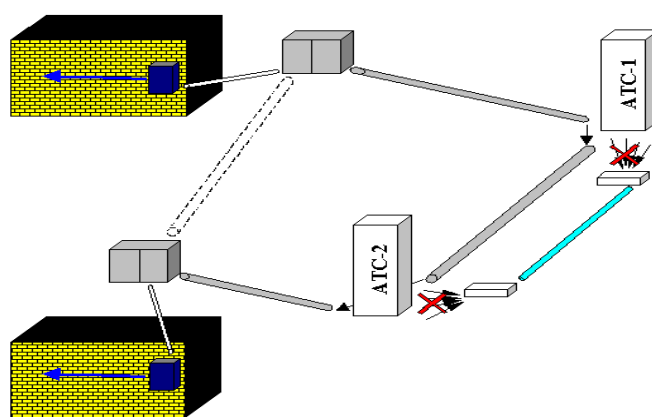


Рис. 22. Вариант соединения локальных сетей удалённых объектов

Предоставление абонентам прямой линии требует выделения свободной пары во всех магистралях по пути ее установки. На станцию пара не заходит, а соединяется с парой из следующей магистрали в кроссе. И важным свойством

прямой линии является то, что она не заходит ни в ИКМ-тракт или другое оборудование уплотнения, а, следовательно, рабочий диапазон частот не ограничен 3,3кГц и нет потерь из-за временных задержек и дрожания фазы. И последним важным фактором является полная длина прямой (чем больше длина, тем хуже параметры линии), и уже имея этот параметр, можно взяться за выбор модели модемов. На сравнительно коротких расстояниях, например: внутри зданий, в пределах территории кампуса или в границах города используются Short-range модемы или модемы "последней мили", представляющие собой устройства, используемые для связи между компьютерами, терминалами, контроллерами и другой аппаратурой передачи данных. Эти устройства проектируются с целью преодоления ограничений в дальности действия интерфейсов канала передачи данных.

Но в связи с вытеснением межстанционных медных магистралей ИКМ-трактами, возможность провести прямую линию абоненту в разных районах города (разные АТС) становится проблемой, которая иногда решается проведением магистралей между распределительными шкафами, а иногда никаких вариантов кроме ввода в ИКМ-тракт нет. Разрешение этого вопроса привело к внедрению в телефонные сети современных цифровых технологий.

Ключевое отличие электронных станций от механических в методе и среде коммутации абонентов. Для примера на рис. ПЗ.4 приведена схема работы цифровой АТС и порядок прохождения сигнала в цифровых сетях.

Аналоговый сигнал от абонента приходит в абонентский комплект, где объединяется с входным потоком и после эхокомпенсации преобразуется с помощью АЦП в цифровой поток 64 кбит/с. Входной поток аналогично преобразовывается и поступает абоненту. Важно заметить, что при коммутации теперь происходит не механическое соединение-разъединение, а манипуляция цифровым потоком во внутриканальном пространстве и распределение этого потока в выделенные интервалы передачи. За счет этого электронные АТС имеют идеальное качество “контакта” и благодаря использованию цифровых технологий “шум станции” на линию не проходит. Однако в этом случае наблюдается так называемый “шум квантования”, характерный для преобразования аналогового сигнала в цифровой перед отправкой по телефонной сети и воссоздания на другом конце в приблизительно соответствующий ему аналоговый исходный сигнал. Разница между оригинальным сигналом и воссозданным - есть шум квантования, который ограничивает скорость модемов. Шум квантования ограничивает скорость приблизительно до 35 кбит/с (по теореме Шенона).

Проблема “последней мили” включает в себя все технологии, кабельные системы и строительные сооружения, с помощью которых телефонные системы общего пользования “дотягиваются” до абонента от своего станционного оборудования (АТС). Проблема “последней мили” делится на 2 части:

- во-первых, низкокачественная абонентская проводка и многопарные магистрали распределительных шкафов, подверженные перекрестным помехам и воздействиям окружающей среды;
- во-вторых, использование в абонентской проводке аналоговых сигналов, а во внутриванционном оборудовании цифровых, усложняет схемы абонентских комплектов и понижает эффективность соединения.

Эффективность соединений повысится, даже если решить только часть проблемы, допустим проводкой оптических линий в каждый дом или применением уже имеющихся высокочастотных СКС (структурированных кабельных систем) кабельного телевидения. Решений второй части проблемы может быть несколько.

Скорость передачи информации ограничивается “шумом квантования”, который проявляется только при аналого-цифровом преобразовании, а не при цифро-аналогом. Поэтому если не существует аналого-цифровых преобразований между серверным модемом и телефонной сетью и если подключенный по цифровому каналу передатчик использует только 255 дискретных уровней сигнала, тогда эта цифровая информация достигает клиентского модема без искажений и потерь данных. В этом заключается основная идея технологии V90.

Сервер соединяется в большинстве случаев по цифровому каналу с телефонной линией, использует только 256 РСМ коды, которые преобразовываются в соответствующий дискретный аналоговый сигнал и посылаются клиентскому модему по аналоговой линии, что исключает потери информации. Клиентский приемник воссоздает дискретный РСМ код из аналогового принятого сигнала.

Асимметричные V90 соединения используют один двунаправленный канал, восходящий и нисходящий. Нисходящий канал (принимающий на клиентской стороне) способен развивать большие скорости, так как не происходит потери информации при цифро-аналогом преобразовании. Восходящий же канал претерпевает аналогово-цифровое преобразование, которое и ограничивает скорость к провайдеру скоростями протокола V.34.

Однако, практически невозможно использование всех 256 дискретных кодов, т.к. соответствующие выходы от цифро-аналогового преобразователя ма-

лых сигналов близки к нулю и теряются на фоне пусть даже малого шума. Таким образом, V.90 кодировщик использует несколько вариантов 256 кодов, которые удаляют сигналы, наиболее близкие к шуму. Например, для передачи данных на скорости 56 кбит/с используются 128-уровневые коды. Использование меньшего числа уровней позволяет стабилизировать передачу данных, но на меньшей скорости.

Структурная схема подключения клиентских и серверных модемов, использующих протокол V 90, показана на рис. П3.5.

В последнее время растет популярность цифровых технологий связи (цифровые мини-АТС, микросотовая связь DECT, сотовая GSM), которые предлагают абоненту качественно новый уровень обслуживания. Российские операторы связи все больше обращаются к примеру зарубежных коллег, и с каждым годом все большее распространение получает ISDN.

По определению, ISDN – это сеть, обеспечивающая полностью цифровые соединения между оконечными устройствами (телефонами, факсами, модемами) для поддержки широкого спектра речевых и информационных услуг, доступ к которым осуществляет с помощью ограниченного набора стандартизированных многофункциональных интерфейсов. То есть упрощенно можно сказать, что это одновременное решение проблемы “последней мили”, ведь скорость 144 кбит/с в 4 раза больше чем 33,6 кбит/с, и проблемы потерь на АЦП/ЦАП, за счет перехода абонента на цифровой сигнал исчезают (см. рис. П.25).

Как видно из рисунка, к абоненту идет два канала приема/передачи данных, их еще называют В-каналами. Это дает возможность одновременно проводить два сеанса связи (например, передача данных и телефонный разговор).

Основные услуги, предоставляемые сетью ISDN:

- Передача цифровой информации без ограничений;
- Пакетный режим передачи информации;
- Телесервис, Телефакс, Телетекст, Видеотелефония;
- Телефония среднего качества (3,1 кГц);
- Телефония высокого качества (7 кГц);
- Телетекст со скоростью 64 кбит/с;
- Видеотекст (удаленный терминал, On-Line служб).

Важным моментом является то, что для перехода с обычной линии не нужно менять абонентскую проводку. Необходимо только переключить линию на абонентский комплект ISDN, а абоненту поменять свое аналоговое оборудование на ISDN оборудование.

Всего несколько лет назад для организации глобальных сетей было необходимо либо использование малоскоростных модемных соединений до 14400 бит/с, либо выделение значительных средств для организации собственных кабельных систем. И операторы связи не проявляли инициативы по организации сетей передачи данных. А желание абонента использовать коммутируемую линию как среду передачи данных, требовало регистрации, с увеличением абонентской платы.

В наши дни, когда естественный процесс перевода межстанционных магистралей на цифровые каналы захлестнул почти все регионы России, некоторые абоненты были недовольны тем, что его законную линию “уплотняют”, полагая, что это отрицательно сказывается на скоростях соединения. Но с появлением электронных станций качество коммутации улучшилось, и на рынке появились модемы с реальной скоростью 33,6 кбит/с и больше, ситуация улучшилась. Это было предпосылкой к более активному использованию ТСОП для передачи данных. Позже появились решения по передаче данных через выделенные медные линии, которые позволяли организовывать каналы со скоростями более 2 Мбит/с, ставшими на сегодняшний день очень популярными. Но это пересекается с развитием электронных АТС и вводом ИКМ-трактов в ВОЛС, что экономически более выгодно и дает возможность предоставлять более качественную голосовую связь. Необходимо было заполнить нишу спроса на высокоскоростные каналы передачи данных.

Решение уже было готово у зарубежных коллег, одно из них – организация сетей передачи данных общего пользования (СПДОП), в России это направление развивалось вяло, ввиду экономического положения страны и огромных расстояний. Другое направление – окончательный переход на универсальные цифровые технологии с интеграцией услуг, таких как ISDN, ATM, SDH. Такой переход требует смены эксплуатируемых АТС на современные электронные, что одновременно повышает качество обслуживания абонента и предоставляет уникальные возможности по передаче данных.

Безусловно, за такими решениями будущее, но нельзя забывать, что с увеличением запросов абонентов будет необходима организация городских СПДОП с широким спектром предоставляемых услуг. Операторы связи, имея уже мощные и структурированные системы передачи данных, используемые как межстанционные тракты, могут сильно ускорить развитие таких сетей. Кроме того, необходимо разделение на ниши ТСОП абонентов разного уровня, а, следовательно, увеличение количества предоставляемых услуг, как для запросов корпораций (Frame relay, ISDN PRI), так и простых решений для дома.

Информационные сети

Любая система передачи и распределения информации имеет сетевую структуру и объединяет с помощью каналов связи большую совокупность пространственно распределённых объектов – источников и потребителей информации, называемых обычно пользователями или абонентами.

Информационная сеть представляет собой совокупность конечных пунктов (ОП), узлов сети (УС) и соединяющих их линий связи, объединяемых единой целью функционирования.

Конечные пункты, содержащие аппаратуру ввода, вывода, а иногда и обработки информации, обеспечивают взаимодействие пользователей с сетью по вводу-выводу и обработке сообщений, но не осуществляют функции транзита. Если ОП расположен непосредственно у определённого пользователя – абонента, он называется абонентским пунктом (АП).

Основное оборудование ОП составляют терминальные (конечные) устройства различного вида (телефонные аппараты, переговорные устройства, аппараты громкоговорящей связи, телетайпы и пр.).

Узлы сети осуществляют распределение информации по сети. Каждый узел содержит каналообразующую аппаратуру, коммутационное оборудование и устройства управления, обеспечивающие распределение сообщений, а также – ЭВМ и др. устройства для хранения и обработки информации.

Отдельные пункты сети (ОП, УС) соединяются между собой линиями связи, содержащими каналы для передачи сообщений. Пункты, непосредственно соединённые линиями связи или пучками (совокупностью) прямых каналов, называются смежными. Канал может соединять либо смежные узлы, либо, проходя с помощью устройств кроссировки через несколько УС, – несмежные. Такие каналы или пучки называются прямыми.

Одной из важнейших характеристик сети является её структура – топология сети. На рис 23 представлены основные типовые структуры сетей:

- а) полносвязная, построенная по принципу «каждый с каждым», в которой любые два пункта соединены непосредственно;
- б) древовидная, где между любыми пунктами возможен лишь один путь;
- в) её разновидность – «звезда»;
- г) петлевая;
- д-ж) типа «сетка», в которой каждый узел смежен только с небольшим числом других узлов, обычно ближайших по расстоянию.

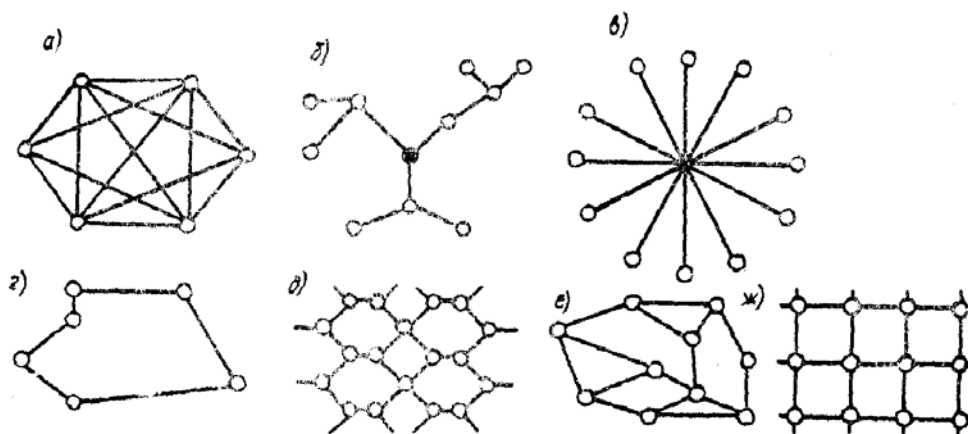


Рис. 23. Топология информационных сетей

Элементы сети могут располагаться не только на местности, но и в пространстве на лётно-подъёмных средствах (самолёты, вертолёт, дирижабли, воздушные шары и искусственные спутники Земли). Характеристика, описывающая пространственное расположение и перемещение элементов сети, называется стереологией.

Сети связи можно, например, классифицировать по следующим признакам:

- виду передаваемых сообщений (телефонная, телеграфная, передачи данных, звукового или телевизионного вещания и т.д.);
- обслуживаемой территории (глобальная, международная, региональная, междугородная и т.д.)
- ведомственной принадлежности;
- сфере применения (общего пользования, частного (специального) пользования);
- способу распределения и доставки сообщений (по прямым каналам или с коммутацией);
- структуре (организации линий или каналов между пунктами сети), используемой для этого техники (кабельные, радио, с ИСЗ и т.д.);
- степени автоматизации;
- степени подвижности элементов сети (мобильные, стационарные).

Для удовлетворения коммуникационных потребностей общества привлекаются самые разнообразные методы и технические средства: тонкоплёночные межсоединения, печатный монтаж, металлические витые пары, коаксиальные кабели, радиорелейные линии, сверхкоротковолновая спутниковая связь и волоконно-оптическая связь.



Рис. 24. Структура системы спутниковой связи на примере сети VSAT ГП "Космическая" связь"

Радиолиния спутниковой связи содержит в своём составе наземные приёмно-передающие станции, расположенные вне зоны прямой видимости и ретранслятор, находящийся на геостационарной, круговой или эллиптической орбите (рис. 24). Спутник – ретранслятор может обеспечивать как пассивную, так и активную ретрансляцию сигналов, для чего в его составе имеются устройства хранения и обработки поступающих от земных станций сообщений. Системы спутниковой связи, использующие активную ретрансляцию сигналов, позволяют обеспечить передачу необходимых потоков информации практически на любое расстояние.

Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС), называемые также световодными системами, представляют собой принципиально новый, отличный от всего предыдущего вид связи. Эта новизна заключается в двух основных моментах: во-первых, информация передаётся не электрическими и не радиосигналами, а короткими световыми вспышками, и, во-вторых, тем, что распространяются эти импульсы внутри очень тонких длинных волокон из прозрачного кварца.

Основу такой линии составляет волоконно-оптический кабель, главным элементом которого является волоконный световод – стеклянное волокно из высококачественного оптического стекла. Процесс светопередачи по оптическому волокну заключается в явлении полного внутреннего отражения, эффект которого состоит в том, что вся энергия падающего луча полностью переходит в энергию луча отражённого (рис. 25). Классический оптический световод представляет собой двухслойное стеклянное волокно, которое имеет сердцевину оптически более плотную, чем оболочка, т.е. такое волокно, у которого выполняется условие $n_c > n_{об}$.

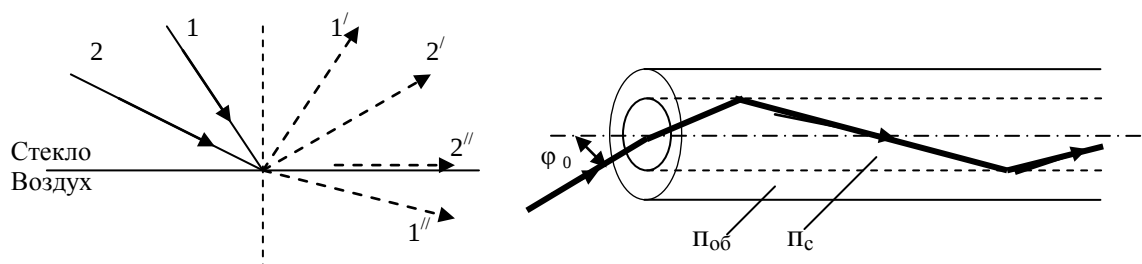


Рис. 25. Принцип светопередачи по оптическому волокну

Фрагмент ВОЛС показан на рис. 1.26

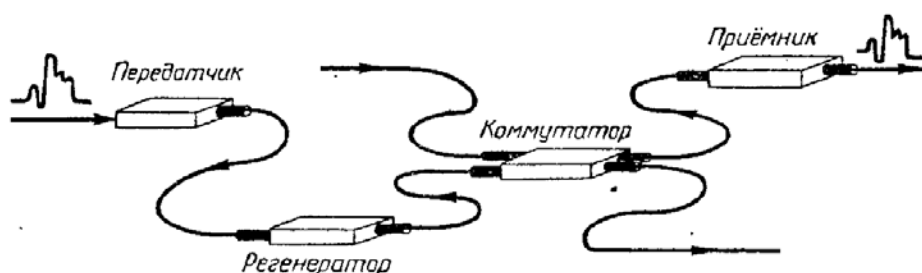


Рис. 26. Структура волоконно-оптической линии

Входной электрический сигнал поступает на вход передающего модуля. Если этот сигнал аналоговый, то он предварительно «оцифровывается», поскольку подавляющее число ВОЛС передаёт по тракту информацию лишь в дискретной форме. В передающем модуле гетеролазер превращает электрические импульсы в световые, которые затем с помощью согласующего устройства и оптического разъёма вводятся в волокно и передаются по нему со скоростью света. На выходном конце линии световые вспышки попадают в приёмный модуль, в котором с помощью фотодиода претерпевают обратное превращение в электрические импульсы, усиливаются микросхемами и поступают в ЦАП. На очень длинных ВОЛС на некотором расстоянии от передатчика в линию может «врезаться» ретранслятор. Применяется в системах с большими зонами обслуживания (радиальные системы) и системах с малыми зонами обслуживания (территориальные системы).

Территориальные системы связи с сотовой структурой позволяют устранить недостатки радиальных систем общего пользования, заключающиеся в том, что при работе в условиях плотной городской застройки не удаётся создать равномерную напряжённость электромагнитного поля от передатчика центральной (базовой) станции на всей обслуживаемой территории и, соответственно, обеспечить одинаковое качество связи.

Понятие *радиосвязь с подвижными объектами* означает радиосвязь между двумя объектами, когда один из них или оба движутся либо занимают относительно друг друга случайное положение. При этом один из объектов может являться базовой станцией.

Системы подвижной связи разделяются на радиопереговорные, диспетчерские, персонального радиовызова, пакетные и телефонные.

а) *радиопереговорные системы* являются дуплексными и содержат до 40 каналов, которыми может пользоваться любой абонент при условии, что они свободны. Эти системы являются бесприоритетными.

б) *диспетчерские системы* используют общий канал связи и при этом любой абонент может слушать оператора и его переговоры с другими абонентами. Абоненты могут вести переговоры только с диспетчером, хотя существует возможность переговариваться между собой по так называемому сквозному каналу.

в) *абоненты системы персонального радиовызова* имеют собственные приёмники (как правило, портативные), которые реагируют только на адресный сигнал, посылаемый оператором. Владелец приёмника слышит прерывистый сигнал, означающий, что он должен позвонить по ближайшему телефону стационарной сети вызываемому абоненту.

г) *пакетная радиосвязь* предполагает использование методов управления многостанционным доступом (МСД). В этом случае рассредоточенные абоненты используют один и тот же радиоканал без взаимных помех. МСД организуется по частотному, временному и кодовому разделению абонентов при их совместном обращении к каналу связи.

Пакетная радиосвязь может быть организована как между портативными станциями, так и между станциями на подвижных объектах. Каждое оконечное устройство такой системы должно содержать приёмник, передатчик и блок управления передачей. Данные между абонентами передаются в виде пакета, который формируется в блоке управления передачей и содержит адрес объекта, которому предназначена информация, и объекта, который её передаёт. Приёмное устройство принимает адресованный ему пакет и, если переданное сообщение не содержит ошибок, передаёт подтверждение о приёме. Передающая станция работает с паузами, необходимыми для приёма подтверждения, а при его отсутствии передача повторяется.

Первыми в эксплуатации появились ведомственные системы подвижной связи, так как в условиях ограничений на использование радиосвязи возможность ее применения для связи с подвижными абонентами предоставлялась

государственным, ведомственным или крупным организациям и предприятиям (полиция, пожарная охрана, такси и т. п.).

Разбиение обслуживаемой территории на соты можно осуществить двумя способами: статистическим, основанным на измерении статистических параметров распространения сигналов в системах связи, или детерминированным, основанным на измерении или расчете параметров распространения сигнала для конкретного района (на рис. 27). Здесь ячейка изображена в форме правильного шестиугольника, хотя на практике длины границ определяются минимально допустимой напряжённостью поля полезного сигнала, при которой сохраняется заданное качество приёма. Базовые станции, установленные в узлах ячеек, в дополнение к обычным для них функциям приёма и передачи, осуществляют также функции контроля и управления. Для полного покрытия территорий ячеек в трёх несмежных узлах ячеек устанавливаются приёмно-передающие антенны.

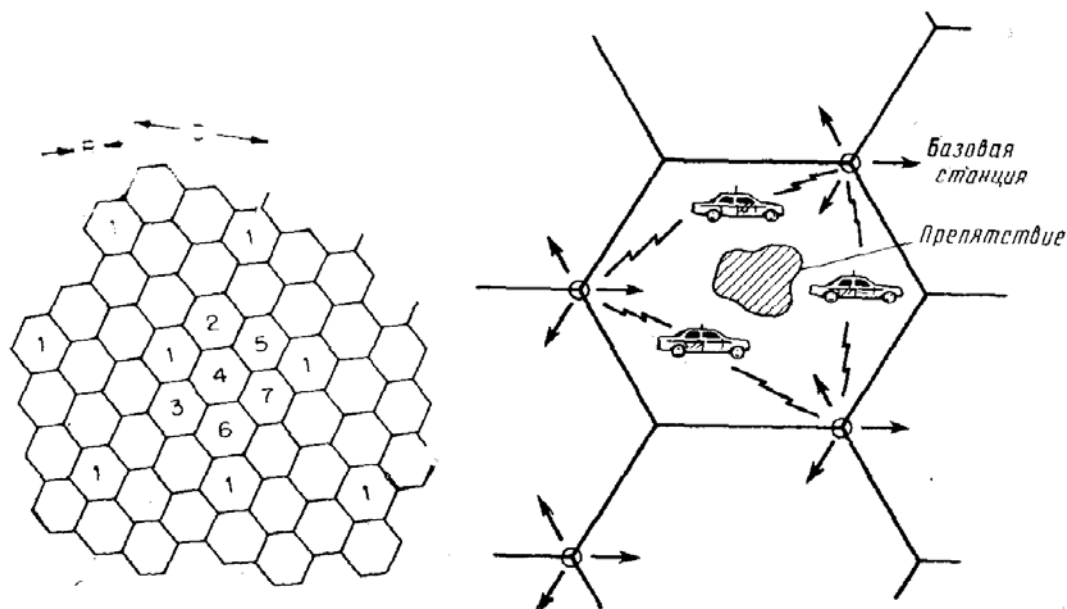


Рис. 27. Вариант разбиения обслуживаемой территории на соты

Если антенну устанавливать в центре шестиугольника, то её круговая форма диаграммы направленности будет покрывать почти всю его площадь.

В идеале абонентская сотовая сеть не должна состоять из ячеек одинакового размера, а должна содержать ячейки различного размера, который зависит от плотности подвижных абонентов, находящихся в данной зоне. На рис. 28 представлены пример разбиения обслуживаемой территории на зоны при неравномерной плотности распределения абонентов и схема установления связи между ПО и абонентом коммерческой наземной телефонной сети.

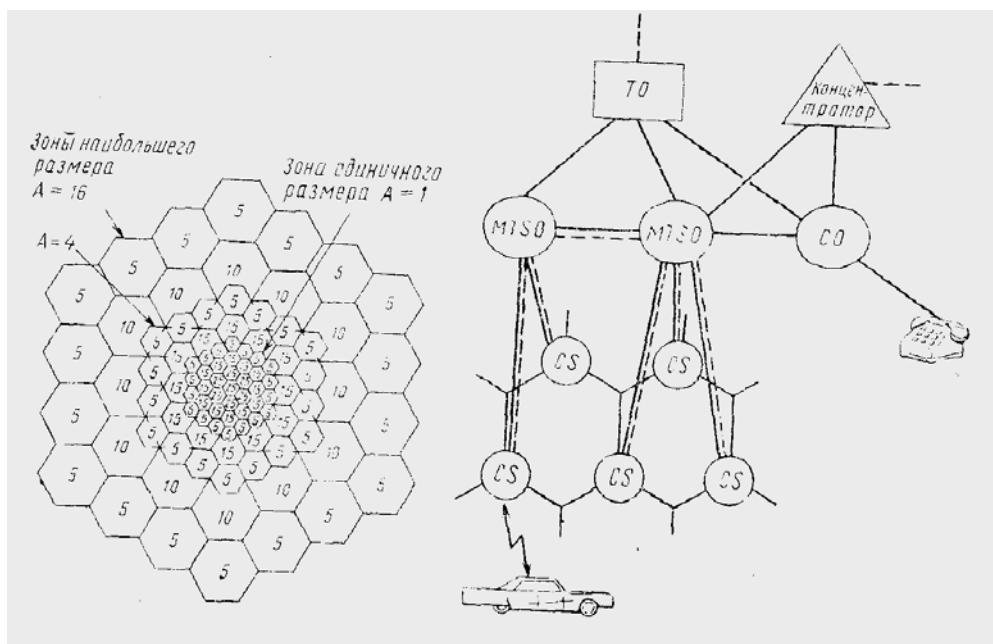


Рис. 28. Схема установления связи ПО с ТЛФ сетью

Для зоны наибольшего размера число свободных каналов, приходящихся на зону единичного размера, составляет $0,625 = 10/16$, где 10 – максимальное число свободных каналов. Для зоны среднего размера число свободных каналов, приходящихся на зону единичного размера, составляет $3,75 = 15/4$, где 15 – максимальное число свободных каналов. Для зоны единичного размера число свободных каналов, приходящихся на эту зону, составляет $25 = 25/1$, где 25 – максимальное число свободных каналов.

На рисунке: CS – базовая станция; MTSO – коммутационная станция; CO – местная центральная телефонная станция; TO – центральный узел связи.

Вызов, поступивший с подвижного объекта или на подвижный объект, обслуживается соответствующей базовой станцией (CS), которая соединена наземной линией с коммутационной станцией (MTSO). Эта станция обеспечивает управление, контроль переговоров и коммутацию подвижных объектов с абонентами коммерческой наземной телефонной сети через местную центральную телефонную станцию (CO), центральный узел связи (TO) и цепочку станций коммутации, необходимых для организации законченных линий до определённого абонента.

Оконечная центральная станция переключает линии к нужному абоненту. Для вызова используются два вида подвижных радиоканалов: каналы персонального вызова и каналы связи. В аппаратуре ПО автоматически осуществляется настройка на наибольший по уровню канал персонального вызова, дей-

ствующий в данной зоне. При падении уровня сигнала ниже допустимого осуществляется автоматическое переключение на другой канал вызова.

При вызове абонента на ПО абонентом телефонной сети осуществляется следующая процедура. Вызов абонентом телефонной сети начинается обычным образом – прямым набором номера с выходом на местную телефонную станцию. Вызов передаётся по телефонной сети на соответствующую ближайшую к зоне, в которой находится вызываемый подвижный абонент. На MTSO осуществляется контроль занятости вызываемого абонента. Если он занят, в обратном направлении посылается соответствующий сигнал, а если свободен, то ему посылается вызов на всех каналах вызова, используемых в базовых станциях.

Аппаратура данной ячейки вызываемого подвижного абонента автоматически опознаёт свой номер и отвечает на запрос на соответствующей частоте канала вызова. Получив ответ от вызываемого абонента, MTSO определяет базовую станцию, которая наилучшим образом может обслужить данный объект и автоматически определяет незанятый канал связи из общего числа каналов, используемых выбранной базовой станцией. После определения незанятого канала связи MTSO даёт команду ПО перейти на этот канал. Вызываемый абонент подсоединяется к созданной временной коммутационной линии, обслуживающей ПО, и на него посылается сигнал вызова.

Каждая базовая станция CS имеет специальный приёмник, который в дискретные моменты следит за занятостью каналов. После того как ТО закончит установление соединения, MTSO через этот приёмник контролирует в определённые моменты времени уровень сигнала ПО. Если в некоторый момент времени средний уровень принимаемого на обслуживающей базовой станции сигнала оказывается ниже заданного уровня, MTSO автоматически, без прерывов связи, переключает подвижный абонент на какой-либо незанятый канал той базовой станции (данной или соседней ячейки), в которой принимаемый сигнал уверенно превышает заданный уровень. Этот коммутационный процесс может осуществляться как внутри ячейки, так и при переходе в новую ячейку.

При вызове с ПО посылается сигнал запроса на обслуживание через канал вызова, на который настроен его приёмник. После определения на MTSO положения базовой станции, которая осуществит обслуживание подвижного абонента, ему предоставляется свободный канал связи и на ПО посылается соответствующий тональный сигнал. Станция MTSO соединяет абонента с СО и постоянно контролирует уровень принимаемого сигнала с ПО для того, чтобы вовремя осуществить необходимые переключения каналов. Таким образом,

абоненты ПО никогда не участвуют в выборе и даже не подозревают о процедуре предоставления и коммутации каналов. Это происходит автоматически под управлением процессора MTSO. Дополнительно к функциям центральной телефонной станции, коммутирующей все вызовы, идущие на или от ПО, MTSO осуществляет функции управления и контроля за предоставлением всех каналов связи, за качеством радиопередачи по работающим каналам.

В настоящее время развитие сухопутных систем связи идёт по двум направлениям: во-первых, создаются ведомственные системы; во-вторых, всё большее развитие получают системы связи с подвижными объектами общего назначения. Системы связи общего пользования строятся в виде базовых станций. Различные MTSO связаны между собой так же, как и обычные телефонные станции.

Радиоканалы ПО во многих отношениях существенно отличаются от каналов проводной связи. Радиоканалы ПО для MTSO являются магистральными линиями связи и представляют собой магистральный выход переключающей матрицы, обслуживающей различные базовые станции.

Действующие в настоящее время ССС по сравнению с централизованными сетями имеют следующие преимущества:

- большое число абонентов;
- высокое качество передачи телефонных сообщений и данных;
- возможность связи с ЭВМ и базами данных;
- высокая эффективность использования спектра радиочастот и лучшая электромагнитная совместимость с другими радиотехническими системами.

В последнее время большое распространение получили системы радиосвязи с ПО, имеющие:

- сотовую или квазисотовую структуры;
- автоматизированное или автоматическое управление;
- возможность входа в сеть общего пользования или сопряжения с другой системой радиосвязи с ПО;
- возможность передачи цифровых сигналов управления и прямого и обратного преобразования информации (в том числе и речи) в цифровую форму и обратно.

Внедрение в сотовые системы цифровых методов обработки информации позволило абонентам получить целый ряд дополнительных услуг: доступ к международным базам данных, факсимильная связь, определение местоположения ПА с большой точностью, получение медицинских данных и т.д.

- Системы подвижной радиосвязи могут быть построены по принципу полносвязной системы или «принципу звезды».

По способу использования каналов связи различают системы (рис. 29):

- с жестко закрепленными за группой абонентов каналами;
- с полnodоступным пучком каналов.

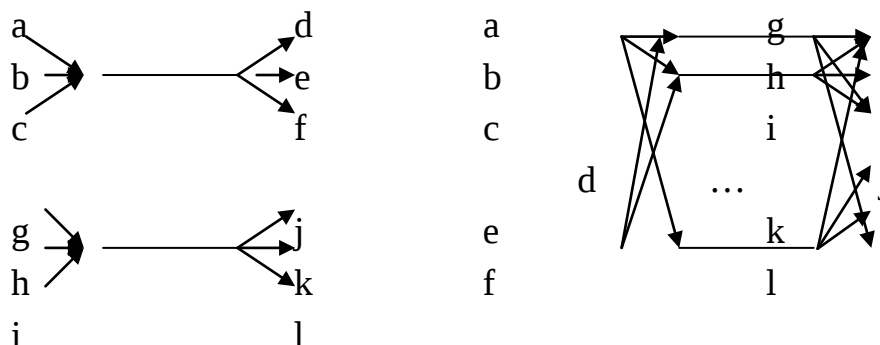


Рис. 29. Способы использования каналов в системах подвижной связи:

жесткое закрепление; пучок каналов – транкинговый принцип

При одинаковых условиях ($P_{отк}=10\%$, $t_{зан.канала}=2,5$ мин/час) в первом случае обслуживается 60 – 70 абонентов, во втором – 420 абонентов, однако, необходимо определять метод доступа.

Транкинговый принцип положен в основу всех коммерческих систем радиосвязи. Наиболее распространенным средством подвижной связи являются наряду с сотовыми, радиально-зоновые (транкинговые) системы.

Транкинговая система представляет собой типичную «звезду».

Достоинством транкинговых систем является простота управления сетью. Недостатком систем является низкая пропускная способность (число абонентов невелико) из-за невозможности повторного использования одних и тех же каналов (частотных) на обслуживаемой территории (50 км при дополнительном усилении).

Транкинговые системы существуют и развиваются, но, главным образом, применяются для так называемой корпоративной связи.

Основные эксплуатационно-технические характеристики аппаратуры сотовых систем подвижной связи и совокупность предоставляемых услуг определены стандартами, которых в настоящее время в мире существует 9 – 1-го поколения и 4 – 2-го поколения.

К 1-му поколению относятся аналоговые стандарты, где основная услуга – передача речи, причем в аналоговой форме при ЧМ и частотном разделении

каналов. Стандарты 1-го поколения разрабатывались независимо в разных странах и предназначались для использования каждой страной своего стандарта. Основные стандарты 1-го поколения: NMT-450 (Скандинавские страны) и AMPS (США).

Стандарты 2-го поколения – цифровые, то есть речь передается в цифровом виде, кроме того, могут передаваться данные с невысокой скоростью (до 9600 бит/сек); используют временное разделение каналов, ФМ и ее варианты, предусмотрен режим роуминга. Стандарты: GSM-900 (Паневропейский) (GSM-1800) с разделением каналов TDMA-FDMA; D-AMPS (Америка) (DCS-180, IS-54, IS-136) с разделением каналов TDMA-FDMA; IS-95 (Америка, Южная Корея, Китай, Гонконг) с разделением каналов CDMA; японский стандарт.

В России в начале 90-х годов GSM-900 был признан федеральным стандартом, однако, наряду с ним было разрешено использовать NMT-450, а в качестве регионального был разрешен AMPS.

Стандарты 3-го поколения являются цифровыми стандартами персональной подвижной радиосвязи, что подразумевает всеобъемлющий охват «где угодно, что угодно, когда угодно». Обеспечивают возможность высокоскоростной передачи данных (Multimedia) – 144 кбит/сек для объектов с высокой подвижностью, 2 Мбит/сек для объектов с низкой подвижностью. Стандарты: UMTS (сочетается с наземной структурой ISDN, B-ISDN), FPLMTS (полностью базируется на радиоканалах).

Поскольку любая сеть состоит из многих разнородных звеньев, поэтому для удобства проектирования ее разбивают на 7 уровней, границы между которыми устанавливают так, чтобы взаимодействие между уровнями было минимальным.

Правило взаимодействия называется межуровневым интерфейсом, а правило взаимодействия элементов одного уровня – протоколом.

Уровни:

- физический;
- канальный;
- сетевой;
- транспортный;
- сеансовый;
- представительный;
- прикладной.

Первые три уровня практически полностью характеризуют ССПС. Четвертый и пятый отвечают за роуминг и т.п. Последние уровни характеризуют абонентов (представление информации).

Проблемы передачи сигналов в системах связи с подвижными объектами в основном связываются с изменяющимся положением и скоростью подвижных объектов, формой передаваемых сигналов и расширением временной задержки, возникающей на трассе распространения.

Так, при увеличении расстояния вероятность ошибки в передаваемых сообщениях возрастает, что можно подтвердить с помощью формулы Шеннона для пропускной способности канала связи:

$$C = B \log (1 + S_c / N) ^*,$$

где C – максимальная пропускная способность канала для заданной скорости передачи информации; B – полоса передаваемых частот; N – шумы приёмника.

Чтобы показать, что вероятность ошибки возрастает с увеличением расстояния даже при уменьшении скорости передачи необходимо выразить величину S_c как функцию расстояния в виде:

$$P_d = P_R + \gamma \log (R / d) ^{(**)},$$

где R – расстояние от подвижного объекта до базовой станции; P_R – величина принимаемой мощности в точке нахождения подвижного объекта; γ – наклон кривой, характеризующей потери на трассе распространения; P_d – мощность несущей принимаемого сигнала или соответственно S_c в формуле (*).

Пропускную способность канала можно определить по формуле:

$$C = B \log (1 + 10^{(P_d - 10 \log N) / 10}) ^{(***)}$$

Эта формула также может быть использована для определения скорости передачи информации и показывает зависимость её от расстояния.

Рассмотрим несколько примеров применения вышеприведённых формул.

Пример №1

Пусть $P_R = -61,7$ дБ/м и соответствует точке приёма удалённой на 1,6 км, наклон кривой потерь $\gamma = 384$ дБ/декада, полоса частот равна 25 МГц, уровень шума составляет – 120 дБ/м.

Определить максимально возможную скорость передачи информации для линии связи 16 км.

Решение:

Принимаемая мощность определяется из формулы (**) и равняется:

$$P_d = -61,7 - 38,4 = -100,1 \text{ дБ/м}.$$

Из выражения (***) найдём максимально допустимую скорость передачи информации для линии связи протяжённостью 16 км.

$$C = 25 \cdot 10^3 \log (1 + 10^{(-100,1 + 120)/10}) = 165,6 \text{ кбит/сек.}$$

Используя эту формулу, можно определить и другие параметры.

Например:

Определить мощность принимаемого сигнала на подвижном объекте, удалённом на 25,6 км от базовой станции, при $P_R = -61,7$ дБ/м для точки, удалённой на 1,6 км и $\gamma = 38,4$ дБ/дек. Вычислить отношение сигнал/шум для уровня шума $N = k T(\text{дБ/м}) + B(\text{дБ}) + \text{вх. шум пр-ка}$, где $kT = -174$ дБ/м при комнатной температуре $t=17^\circ$, полоса фильтра промежуточной частоты $B = 30$ кГц и входной шум приёмника равен 7 дБ.

Решение. Для решения используем формулу (**).

Пример № 2.

Какова максимальная дистанция, на которой может быть принят сигнал, без ухудшения его параметров при ширине полосы канала 25 кГц и максимальной скорости передачи информации 100 кбит/сек.

Решение:

Для определения напряжённости поля в точке приёма или на некотором расстоянии R от неё используется выражение вида:

$$P_R = P_{R0} + \chi_R + \alpha_0 + \alpha_1 + \dots + \alpha_n,$$

где P_R – средний уровень напряжённости поля на расстоянии R ; χ_R – затухание, определяемое дифракцией радиоволн на расстоянии R ; $\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_n$ – совокупность коэффициентов, определяющих затухание сигнала на трассе распространения. Величины этих коэффициентов определяются средними значениями и зависят от следующих причин:

- ориентации улиц и других местных предметов;
- наличия древесных насаждений и листвы на них;
- ослабления сигналов внутри туннелей;
- материалов, используемых для постройки домов, их размеров и расположения.

Так, при увеличении расстояния вероятность ошибки в передаваемых сообщениях возрастает, что можно подтвердить с помощью формулы Шеннона для пропускной способности канала связи:

$$C = B \log (1 + S_c / N) *,$$

где C – максимальная пропускная способность канала для заданной скорости передачи информации; B – полоса передаваемых частот; N – шумы приёмника.

Чтобы показать, что вероятность ошибки возрастает с увеличением расстояния даже при уменьшении скорости передачи необходимо выразить величину S_c как функцию расстояния в виде:

$$P_d = P_R + \gamma \log (R/d)^{(**)},$$

где R – расстояние от подвижного объекта до базовой станции; P_R – величина принимаемой мощности в точке нахождения подвижного объекта; γ – наклон кривой, характеризующей потери на трассе распространения; P_d – мощность несущей принимаемого сигнала или соответственно S_c в формуле (*).

Пропускную способность канала можно определить по формуле:

$$C = B \log(1 + 10^{(P_d - 10 \log N) / 10}). (***)$$

Эта формула также может быть использована для определения скорости передачи информации и показывает зависимость её от расстояния.

Рассмотрим несколько примеров применения вышеприведённых формул.

Пример №1

Пусть $P_R = -61,7$ дБ/м и соответствует точке приёма удалённой на 1,6 км, наклон кривой потерь $\gamma = 384$ дБ/декада, полоса частот равна 25 МГц, уровень шума составляет – 120 дБ/м.

Определить максимально возможную скорость передачи информации для линии связи 16 км.

Решение:

Принимаемая мощность определяется из формулы (**) и равняется:

$$P_d = -61,7 - 38,4 = -100,1 \text{ дБ/м}$$

Из выражения (***) найдём максимально допустимую скорость передачи информации для линии связи протяжённостью 16 км.

$$C = 25 \cdot 10^3 \log(1 + 10^{(-100,1 + 120) / 10}) = 165,6 \text{ кбит/сек.}$$

Используя эту формулу, можно определить и другие параметры.

Пример №2

Определить мощность принимаемого сигнала на подвижном объекте, удалённом на 25,6 км от базовой станции, при $P_R = -61,7$ дБ/м для точки, удалённой на 1,6 км и $\gamma = 38,4$ дБ/дек. Вычислить отношение сигнал/шум для уровня шума $N = k T(\text{дБ/м}) + B(\text{дБ}) + \text{вх. шум пр-ка}$, где $kT = -174$ дБ/м при комнатной температуре $t=17^0$, полоса фильтра промежуточной частоты $B = 30$ кГц и входной шум приёмника равен 7 дБ.

Решение. Для решения используем формулу (**).

Пример № 3

Какова максимальная дистанция, на которой может быть принят сигнал, без ухудшения его параметров при ширине полосы канала 25 кГц и максимальной скорости передачи информации 100 кбит/сек.

Решение:

Для определения напряжённости поля в точке приёма или на некотором расстоянии R от неё используется выражение вида:

$$P_R = P_{R0} + \chi_R + \alpha_0 + \alpha_1 + \dots + \alpha_n,$$

где P_R – средний уровень напряжённости поля на расстоянии R ; χ_R – затухание, определяемое дифракцией радиоволн на расстоянии R ; $\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_n$ – совокупность коэффициентов, определяющих затухание сигнала на трассе распространения. Величины этих коэффициентов определяются средними значениями и зависят от следующих причин:

ориентации улиц и других местных предметов;

наличия древесных насаждений и листвы на них;

ослабления сигналов внутри туннелей;

материалов, используемых для постройки домов, их размеров и расположения.

Для определения порогового значения сигнала в различных точках приёма можно воспользоваться логарифмически нормальным распределением случайных величин, которое записывается в виде:

$$P(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_x} \exp\left[-\frac{(x - P_R)^2}{2\sigma_x^2}\right].$$

Тогда, вероятность того, что сигнал будет иметь значение большее, чем пороговое A , запишется в виде:

$$P_{Pr}(x \geq A) = \int_{(\Phi - 3\sigma) / \sigma_{3\sigma}}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{Z^2}{2}\right) dZ = P\left(Z \geq \frac{A - P_r}{\sigma_{Pr}}\right). \quad (****)$$

Пример № 4

Пусть средняя напряжённость поля сигнала на расстоянии 12, 8 км равна 100 дБ/м, а стандартное отклонение σ_p составляет 8 дБ. Тогда число точек, в которых напряжённость поля сигнала будет превышать 100 дБ/м, можно определить по формуле:

$$P(Z \geq \frac{-110 + 100}{8}) = P(Z \geq -1,25) = 89,44\% .$$

Радиус зоны определяют, исходя из минимально допустимой напряжённости поля сигнала.

Пример № 5

Определить радиус зоны, в которой 75% значений сигнала будут превышать величину P_R , если величина $\gamma = 38,4$ дБ/дек. и $\sigma = 8$ дБ.

Решение.

$$P_R = \gamma \log(R/r). \text{ Отсюда получим } r = 0,72 R = 9,21 \text{ км.}$$

Следовательно, радиус зоны, в которой 75% значений сигнала будут превышать P_R , составляет 9,21 км.

Разнос на значительное расстояние базовых станций, использующих одинаковые частоты, позволяет решить проблемы межканальных помех и уменьшить замирания сигнала. Использование схем разнесённого приёма позволяет обеспечить качество передачи, сравнимое с качеством в обычных проводных сетях связи. На практике используются два вида схем разнесённого приёма, которые определяются как макроразнесение и микроразнесение. Макроразнесение компенсирует крупномасштабные изменения уровня принимаемого сигнала, которые возникают в результате влияния препятствий и крупных неровностей рельефа между абонентами и базовой станцией. Оно обеспечивается установкой направленных антенн в чередующихся узлах ячеек и управляемым переключением связи на антенну, обеспечивающую в данный интервал времени наибольший средний сигнал.

На основе компьютерного анализа сигналов подвижного объекта, принимаемых каждой из трёх базовых станций, одна из них выбирается для обслуживания данного абонента. Периодический анализ используемых каналов определяется как необходимостью переключения альтернативных базовых станций, так и необходимостью переключения на базовую станцию соседней ячейки. Эти переключения осуществляются автоматически без уведомления абонента и вмешательства его и оператора и без прерывания ведущихся переговоров.

Микроскопическое разнесение используется для компенсации малых изменений уровня принимаемых сигналов, которые обусловлены многолучевыми замираниями. Оно обеспечивается использованием двух приёмных каналов на обоих концах линии связи. Эти каналы могут использовать частотное или временное разделение, различные антенны, поляризацию и пр. Сигналы этих каналов могут выбираться по наибольшему уровню или складываться. Сотовая система подвижной связи имеет возможность адаптироваться к увеличению

числа абонентов двумя способами. Во-первых, не все каналы, выделенные на данную ячейку, используются сразу для обслуживания. По мере возрастания числа активных абонентов и увеличения объема информации происходит постепенное выделение дополнительных каналов. Во-вторых, когда число каналов, используемых в ячейке, приближается к максимально возможному, область обслуживания данной ячейки может быть уменьшена. Это позволяет создать большее число ячеек с меньшим физическим (пространственным) разнесением и возросшей повторяемостью одних и тех же канальных частот. Такое изменение конфигурации сотовой сети позволяет при том же числе частотных каналов обслуживать значительно большее число абонентов в пределах большего числа малых по размеру ячеек. В идеале абонентская сотовая сеть не должна состоять из ячеек одинакового размера, а должна содержать ячейки различного размера, который зависит от плотности подвижных объектов, находящихся в данной зоне.

5. ОСНОВЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Основной характеристикой динамической системы является оператор, с помощью которого входные сигналы $Z(t)$ преобразуются в выходные $Y(t)$:

$$Y(t) = A(t;v) Z(t).$$

Оператор $A(t;v)$ зависит от времени t , вектора случайных параметров v и является математическим описанием работы реального устройства. Особенностью динамической системы как объекта контроля является случайность вектора параметров v , связанная с процессом производства и эксплуатацией устройства. Поскольку явления, вызывающие разброс параметров устройств действуют случайно и часто независимо друг от друга, то и параметры являются случайными.

В качестве входных воздействий, поступающих на систему при оценке технического состояния, используются стимулирующие сигналы, формируемые с помощью средств диагностирования. Выходной сигнал, содержащий информацию о состоянии системы, представляет смесь полезного сигнала и помехи. Наиболее часто встречаются аддитивная, мультипликативная и аддитивно-мультипликативная помехи. При аддитивной помехе полезный сигнал и помеха складываются, а при мультипликативной перемножаются. Источником аддитивной помехи являются сами объекты контроля, в которых возникают

помехи, вызванные шумами элементов электронных схем, а также генераторы стимулирующих сигналов.

Мультипликативная помеха связана со случайным изменением параметров системы и причиной её появления могут быть нелинейные преобразования (умножение, детектирование и пр.).

Подача стимулирующих сигналов и наблюдение выходных реакций осуществляются в контрольных точках системы, от выбора которых зависит уровень помех в наблюдаемых сигналах и информативность измеряемых параметров. Число контрольных точек зависит от используемых методов контроля и характера, решаемых задач в процессе оценки технического состояния системы. В процессе контроля системы определяется вид её технического состояния: исправность или неисправность; работоспособность или неработоспособность; правильное или неправильное функционирование.

К основным методам контроля технического состояния относят следующие: параметрический контроль; функциональный контроль; контроль по характеристикам выходных сигналов системы; контроль по показателям качества.

При параметрическом контроле работоспособность оценивается измерением параметров и сравнением их с допусками.

Функциональный контроль используется для качественной оценки функциональных свойств системы (нахождение параметров или характеристик выходных сигналов в пределах, при которых сохраняются функциональные свойства системы).

При контроле системы по характеристикам выходных сигналов на вход подаются изменяющиеся во времени стимулирующие сигналы, измеряются характеристики выходных сигналов и сравниваются измеренные значения с допусками.

Метод контроля по показателю качества позволяет получить объективную оценку работоспособности системы и решить задачи прогнозирования и сравнения технического состояния различного типа систем, предназначенных для выполнения одинаковых задач.

На первом этапе определения технического состояния необходимо убедиться, что система работоспособна, для чего выполняется функциональный контроль.

Функциональный контроль используется для качественной оценки функциональных свойств системы (нахождение параметров или характеристик выходных сигналов в пределах, при которых сохраняются функциональные свойства системы).

Если система работоспособна, то далее вычисляется показатель качества по результатам измеренных значений параметров в соответствии с известной функциональной зависимостью

Для получения объективных оценок технического состояния необходимо, чтобы контроль проводился в условиях, соответствующих условиям эксплуатации.

Процесс оценки технического состояния можно формально изобразить в виде совокупности преобразований сигналов в информационной системе диагностирования, схема которой показана на рис. 30.

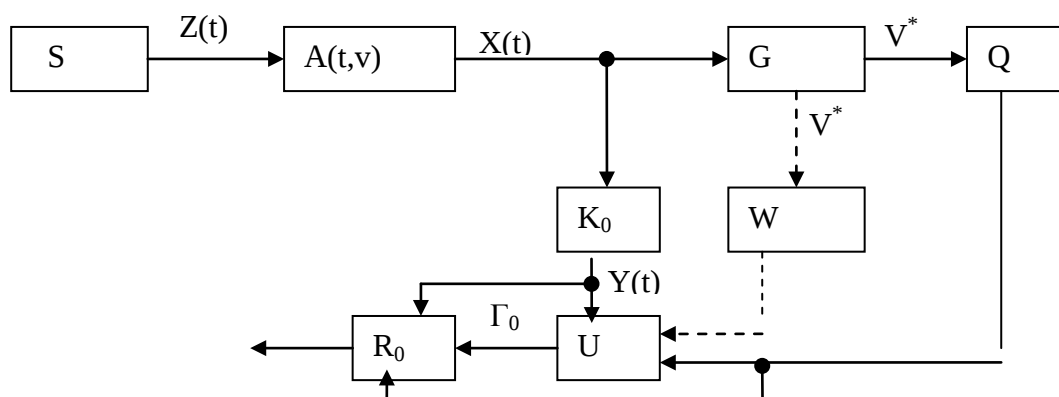


Рис. 30. Порядок преобразования сигналов в информационной системе диагностирования

Она состоит из динамической системы с преобразованием $(A(t), V)$ и средств диагностирования. Каждое звено этой системы представлено преобразованием, устанавливающим связь между входными и выходными сигналами. На вход динамической системы подаются стимулирующие сигналы $Z(t)$. На выходе системы с преобразованием $(A(t), v)$ наблюдаются сигналы $x(t) = A(t, v) \cdot Z(t)$. С помощью преобразования G формируется оценка векторов измеряемых параметров V^* .

При контроле динамической системы по измеряемым характеристикам выходной сигнал $y(t) = K_0 \cdot x(t)$, т.е. преобразование K_0 представляет алгоритм измерения сигнала $x(t)$ при переменном во времени стимулирующем сигнале $Z(t)$. В случае использования метода контроля по показателям качества преобразование W устанавливает связь показателя качества с вектором оценки параметров V^* . Преобразование Q устанавливает связь (соответствие) между значениями оценки V^* и вектором параметров q , отражая методику контроля каждого параметра. Часто наблюдается совпадение оценки полезного сигнала V^* со значениями q . При выбранных методах контроля преобразование U фор-

мирует решение о работоспособности системы и наличии в ней дефекта путём сравнения измеренных значений с допусками на них. Эта информация и измеряемые при контроле сигналы используются для определения места дефекта с помощью преобразования R_0 . По результатам принятого при контроле решения Γ_0 на выходе преобразователя U системы делятся на исправные, неисправные, работоспособные, неработоспособные, правильно и неправильно функционирующие. При этом исправная система всегда работоспособна, а неработоспособная всегда неисправна.

При оценке технического состояния системы проводится обработка наблюдаемых сигналов, по результатам которой определяются параметры и принимается решение о состоянии контролируемой системы. Решение этих задач проводится независимо друг от друга. В то же время, используя статистическую теорию решений можно эти задачи объединить и получить алгоритм оптимальной оценки параметров совместно с определением состояния системы. Установление зависимости между оптимальной оценкой параметров и правилом выбора гипотез о состоянии системы позволяет улучшить точностные характеристики измеряемых параметров и уменьшить ошибки при принятии решений о состоянии системы.

Предположив, что система может находиться в одном из n состояний, определяемых гипотезами $H_1, H_2, \dots, H_n$ и опустив достаточно громоздкие математические выкладки можно сформулировать алгоритм совместного определения состояния и оценки параметров системы в следующем виде:

1) по результатам обработки наблюдаемых сигналов вычисляется вектор оценки параметров V^* при известном состоянии системы по формуле:

$$V_i^* = K_i^* [A_i(x) + K_i^{-1} m_i],$$

где K_i – матрица корреляционных моментов вектора V при гипотезе H_i ; m_i – математическое ожидание вектора параметров V при гипотезе H_i ;

2) определяется вектор оценки параметров S^* при известных вероятностях появления гипотез $H_1, H_2, \dots, H_n$;

3) по результатам полученных оценок V^* и S^* выбирается гипотеза состояния, в которой находится система.

Как известно диагностирование – это процесс определения технического состояния объекта, который может включать решение задач определения работоспособности, поиск дефектов и прогнозирование изменения состояния объекта. При организации диагностирования технических средств важное значение имеет определение периодичности диагностирования. Так, оптимальный

период диагностирования нерезервируемых объектов непрерывного использования можно определить по формуле:

$$T_{\text{опт.}} = 1 / \gamma_0 = \sqrt{2\tau_l / \lambda},$$

где τ_d – среднее время диагностирования объекта, в котором отсутствует дефект; λ – интенсивность возникновения дефектов; γ_0 – интенсивность диагностирования при $T_{\text{опт.}}$.

Для объектов диагностирования, находящихся на хранении при экспоненциальном законе возникновения дефектов оптимальное время $T_{\text{опт.}}$ можно определить по формуле:

$$T_{\text{опт.}} = \sqrt{2(\tau_d + \beta) / \lambda}, \text{ при } \beta = C_d / (C_n + C_y),$$

где C_d – средние затраты на проведение одного диагностирования (руб.); C_n – производительность объекта диагностирования (идеальный доход в ед. врем. руб./час.); C_y – средний ущерб в единицу времени, обусловленный возникающими в объекте диагностирования дефектами и режимами диагностирования (руб./час.).

Учитывая, что большинство объектов диагностирования являются устройствами случайно-периодического использования и специально переводятся в режим диагностирования, расчёт частоты диагностирования производится по следующим формулам:

$$\gamma_0 = 1 / T_{\text{опт.}} = \sqrt{\lambda / \tau_d} - \xi;$$

$$\gamma_0 = \sqrt{\lambda_{\Sigma} / \tau_d} (1 + K), \text{ при } \lambda_{\Sigma} = \lambda + K\lambda' \text{ и } K = K_p / K_d,$$

где ξ – интенсивность заявок на использование объекта диагностирования; λ – интенсивность возникновения дефектов в объекте диагностирования; λ' – интенсивность возникновения дефектов в объекте диагностирования в дежурном режиме; K_p , K_d – вероятность пребывания объекта диагностирования в рабочем и дежурном режимах.

Диагностирование зависит от большого числа разнообразных факторов, основными среди которых являются:

- критерии организации;
- режим использования объекта диагностирования;
- режим диагностирования;
- закон распределения показателей;
- вид технических средств диагностирования;
- задачи организации системы диагностирования.

При анализе свойств объекта диагностирования для выбора критерия, определяющего организацию системы диагностирования обычно останавливаются на надёжности, которая характеризуется достаточно большим числом количественных показателей: интенсивности отказов λ , наработки на отказ T_0 , среднего времени восстановления T_v , коэффициента готовности (использования) K_r . В то же время все перечисленные показатели также не позволяют получить всестороннюю оценку объекта диагностирования, поскольку например:

- показатели λ и T_0 характеризуют только одну сторону надёжности, а именно безотказность, не учитывая контролепригодность и ремонтпригодность, а также роль технических средств диагностирования;
- показатель T_v наоборот характеризует только контролепригодность и ремонтпригодность;

- при использовании K_r , представляющего собой вероятность нахождения объекта в работоспособном состоянии в произвольно выбранный момент времени: $K_r = t_p / (t_p + t_n)$, а если время вынужденного простоя учитывает только время, затраченное на обнаружение и устранение неисправностей, выражение для определения величины K_r переписывается в виде:

$$K_r = T_0 / (T_0 + T_v) .$$

В этом случае в системе диагностирования рассматриваются только два состояния:

I – объект диагностирования в рабочем состоянии или специальном контрольном режиме и возникающие в нём неисправности не приводят к отказу. Отказы возникают с интенсивностью λ_0 ;

II – объект диагностирования в результате отказа находится в режиме восстановления с интенсивностью восстановления γ_v .

В этом случае граф переходов системы диагностирования из состояния в состояние будет иметь следующий вид (рис. 31, а).

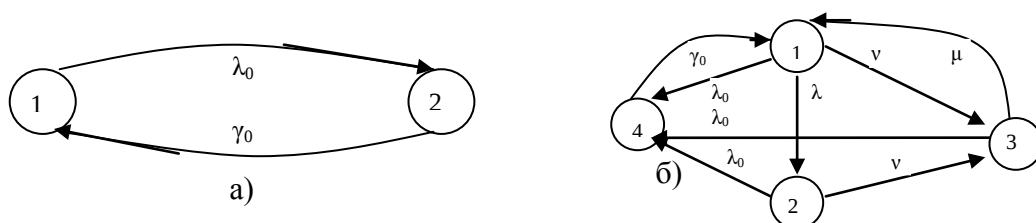


Рис. 31. Граф переходов системы диагностирования

Для простейшего случая, когда объект диагностирования предназначен для непрерывного использования и диагностируется в специальном контрольном режиме идеально надёжными техническими средствами диагностирова-

ния, граф переходов системы из одного состояния в другое будет иметь вид (рис. 31 б), где вершины графа представляют собой следующие состояния.

1 – объект диагностирования используется по назначению и в нём отсутствуют дефекты;

2 – объект диагностирования используется по назначению и в нём возник дефект, не приводящий к отказу;

3 – объект диагностирования находится в специальном контрольном режиме и диагностируется с помощью технических средств диагностирования, а при возникновении в нём дефектов они устраняются;

4 – в результате дефекта возник отказ объекта диагностирования и он восстанавливается.

В этом случае показатель готовности оценивается по вероятности нахождения объекта в состоянии 1 ($K=1$) и вычисляется по формуле, вида:

$$K_{o.d.} = \frac{\gamma_0(\lambda_0 + \mu)(\lambda_0 + \nu)}{(\gamma_0 + \lambda_0)(\mu + \lambda_0 + \nu)(\lambda + \lambda_0\nu)},$$

где λ_0, γ_0 – интенсивности отказов и восстановлений объекта диагностирования; ν – интенсивность проведения диагностирования; μ – контролепригодность.

Учитывая, что на практике интенсивность возникновения отказов объекта диагностирования значительно меньше интенсивности возникновения дефектов, не приводящих к отказу ($\lambda_0 \ll 1$) и интенсивности диагностирования, то выражение для определения $K_{од}$ (коэффициц. готовн.) можно записать в упрощенном виде:

$$K_{од} = \nu / \left[(1/\mu)\nu^2 + (1 + \lambda/\mu)\nu + \lambda \right].$$

Таким образом показатель готовности зависит от организации диагностирования ν , интенсивностей возникновения дефектов и отказов λ и λ_0 и контролепригодности μ .

Если показатели, характеризующие элементы и систему диагностирования, подчиняются экспоненциальному закону распределения, то аналитические выражения можно получить, используя аппарат теории марковских процессов.

При других законах распределения применение этого закона невозможно и используется аппарат полумарковских процессов, при котором очередное состояние определяется с помощью набора вероятностей перехода (P_{ij}) и при том независимо от течения процесса до перехода, а время нахождения объекта в новом состоянии после перехода определяется произвольным распределением F_{ij} . При этом в случае, когда F_{ij} соответствует экспоненциальному распределению, при решении задачи будут получены такие же результаты, что и при использовании аппарата марковских процессов.

Библиографический список

1. Бройдо, В.Л. Архитектура ЭВМ и систем: учебник для вузов. 2-е изд. / В.Л. Бройдо, О.П. Ильина. – СПб.: Питер, 2009. – 720 с.
2. Граф, Ш. Схемы поиска неисправностей: Пер. с нем. [Электронный ресурс] / Ш. Граф, М. Гессель. - Электрон. дан. - М.: Энергоатомиздат, 1989. —144 с. – Режим доступа: <http://www.toroid.ru/graffSH.html>
3. Москатов, Е. А. Электронная техника. Начало. [Электронный ресурс] / Е.А. Москатов. - Электрон. дан. - Таганрог, 3-е изд., перераб. и доп., 2010. - 204 с. – Режим доступа: http://moskatov.narod.ru/Books/Electronic_technics_3.zip
4. Пис, Р.А. Обнаружение неисправностей в аналоговых схемах. [Электронный ресурс] / Р.А. Пирс. - Электрон. дан. - М. Техносфера, 2007. - 192с. – Режим доступа: http://www.all-ebooks.com/2007/05/15/obnaruzhenie_neispravnostey_v_analogovykh.html.
5. Таненбаум, Э. С. Архитектура Компьютера. – 5-е изд. – СПб.: Питер, 2010. - 848.
6. Шишмарев, В.Ю. Электрорадиоизмерения. - М.: Академия, 2009. – 240 с.

Звуковые сигналы Award BIOS

Звуки	Описание
сигналов нет	Неисправен блок питания или он не подключен к материнской плате.
непрерывный сигнал	Неисправен блок питания, замените его.
1 кор.	Ошибок не обнаружено. Сигнал звучит при каждой загрузке ПК.
2 кор.	Незначительные ошибки. Обычно вместе с этим появляется сообщение, предлагающее войти CMOS Setup Utility и исправить ошибку. Проверьте также крепление шлейфа HDD.
3 длин.	Ошибка контроллера клавиатуры. Попробуйте перезагрузить ПК через Reset, если не помогло, материнскую плату в ремонт.
1 длин. + 1 кор.	Проблемы с оперативной памятью. Попробуйте вытащить/вставить память. Если не помогло, меняйте оперативку.
1 длин. + 2 кор.	Проблемы с видеокартой. Проверьте правильность установки видеокарты, возможно неисправна память видеокарты. Те же сигналы можно услышать в случае неподключения монитора.
1 длин. + 3 кор.	Ошибка инициализации клавиатуры. Проверьте качество соединения клавиатуры с разъемом на материнской плате.
1 длин. + 9 кор.	Ошибка чтения данных микросхемы постоянной памяти (CMOS). Перезагрузитесь через Reset, если не помогло, придется перепрошивать CMOS.
1 длин. повторяющийся	Неправильно установлен модуль оперативной памяти. Необходимо вытащить/вставить. Если модулей несколько, то возможно один из них неисправен.
1 кор. повторяющийся	Проблемы с блоком питания. Возможная причина - пыль.

Звуковые сигналы AMI BIOS

Звуки	Описание
1 кор.	Ошибок не найдено. Звучит при нормальной загрузке ПК.
2 кор.	Ошибка четности оперативной памяти. Перезагрузитесь через Reset, проверьте установку модулей памяти. При частом появлении ошибки - меняйте память.
3 кор.	Серьезная ошибка оперативной памяти (первых 64 Кбайт). Перезагрузитесь через Reset, проверьте установку модулей памяти. При частом появлении ошибки - меняйте память.
4 кор.	Неисправен системный таймер. Перезагрузитесь через Reset, при повторном появлении придется менять (ремонтировать) материнскую плату.
5 кор.	Неисправен центральный процессор. Перезагрузитесь через Reset, не помогло - меняйте процессор.
6 кор.	Неисправен контроллер клавиатуры. Перезагрузитесь через Reset, проверьте кабель клавиатуры, подключите другую клавиатуру. Не помогло - материнскую плату менять (ремонтировать).
7 кор.	Неисправна материнская плата. Перезагрузитесь через Reset, не помогло - меняйте материнскую плату.
8 кор.	Неисправна память видеокарты. Менять или память на ней, или саму видеокарту.
9 кор.	Ошибка контрольной суммы содержимого микросхемы BIOS. Как правило, одновременно на мониторе выскакивает соответствующее сообщение. Придется перепрошивать (при возможности).
10 кор.	Невозможно произвести запись в CMOS-память. Перезагрузитесь через Reset и попробуйте повторить запись. Если не помогло - меняйте CMOS или материнскую плату.
11 кор.	Неисправна внешняя кэш-память (установленная в слотах на материнской плате). Перезагрузитесь через Reset, замените модули кэш-памяти.
1 длин. + 2 кор.	Неисправна видеокарта. Перезагрузитесь через Reset, проверьте кабель. Не помогло - меняйте видеокарту.
1 длин. + 3 кор.	Неисправна видеокарта. Перезагрузитесь через Reset, проверьте кабель. Не помогло - меняйте видеокарту.
1 длин. + 8 кор.	Проблемы с видеокартой, возможно не подключен монитор. Проверьте установку видеоплаты и целостность кабеля.
Сигналов нет	Неисправен или не подключен блок питания.

Звуковые сигналы Phoenix BIOS

Звуки	Описание
1-1-3	Ошибка чтения/записи данных CMOS. Перезагрузитесь через Reset, не помогло - меняйте CMOS (если возможно) или материнскую плату. Возможно разрядился аккумулятор CMOS.
1-1-4	Ошибка контрольной суммы мкс. CMOS, Скорее всего, придется перепрошивать или менять микросхему CMOS.
1-2-1	Серьезная неисправность материнской платы. Попробуйте выключить на некоторое время. Если не помогло, материнскую плату в ремонт или утилизировать.
1-2-2	Ошибка инициализации контроллера DMA. Перезагрузитесь через Reset, не помогло - меняйте материнскую плату.
1-2-3	Ошибка при попытке чтения/записи в один из каналов DMA.
1-3-1	Ошибка регенерации оперативной памяти. Перезагрузитесь через Reset, не помогло - меняйте память.
1-3-3	Ошибка оперативной памяти (первых 64 Кбайт). Перезагрузитесь через Reset, не помогло - меняйте память.
1-3-4	Ошибка оперативной памяти (первых 64 Кбайт). Перезагрузитесь через Reset, не помогло - меняйте память.
1-4-1	Неисправна материнская плата. Попробуйте выключить на некоторое время. Не помогло - меняйте материнскую плату.
1-4-2	Ошибка тестирования оперативной памяти. Проверьте правильность установки памяти.
1-4-3	Ошибка системного таймера. Попробуйте перезагрузиться через Reset.
1-4-4	Ошибка обращения к порту ввода/вывода. Может возникнуть из-за периферийного устройства, которое использует этот порт.
3-1-1	Ошибка инициализации второго канала DMA. Перезагрузитесь через Reset, не помогло - меняйте материнскую плату.
3-1-2	Ошибка инициализации первого канала DMA. Перезагрузитесь через Reset, не помогло - меняйте плату.
3-1-4	Неисправна материнская плата. Попробуйте на некоторое время выключить ПК.
3-2-4	Ошибка контроллера клавиатуры. Перезагрузитесь через Reset, можно попробовать использовать внешний контроллер.
3-3-4	Ошибка тестирования видеопамати. Проверьте установку видеокарты, возможно она сама неисправна.
4-2-1	Ошибка системного таймера. Попробуйте перезагрузиться через Reset.
4-2-3	Ошибка при работе линии A20. Неисправен контроллер клавиатуры - меняйте контроллер или саму материнскую плату.
4-2-2	Ошибка при работе в защищенном режиме. Возможно, неисправен центральный процессор.
4-3-1	Ошибка тестирования оперативной памяти. Проверьте правильность установки памяти.
4-3-4	Ошибка часов реального времени. Попробуйте перезагрузиться. Возможно сел аккумулятор CMOS.
4-4-1	Ошибка тестирования последовательного порта. Может быть вызвана периферийным устройством.
4-4-2	Ошибка тестирования параллельного порта. Может быть вызвана периферийным устройством.
4-4-3	Ошибка тестирования математического сопроцессора. Попробуйте перезагрузиться.

Текстовые сообщения BIOS на экране монитора в общем случае

Сообщение	Описание
8042 Gate-A20 Error!	Линия A20 контроллера клавиатуры (8042) не работает. Заменить контроллер клавиатуры.
Address Line Short!	Проблема со схемой декодирования адреса памяти. Имеет смысл перезагрузиться, подождав секунд 30 до повторного включения. Проблема может разрешиться сама собой.
BIOS ROM checksum error - System halted	Проверочная сумма при тесте ПЗУ по адресу F0000H-FFFFFH ошибочна. Возможно, потребуется восстановление (перепрошивка) микросхемы с Flash.
BIOS Update For Installed CPU Failed	Ошибка при попытке обновления микрокода CPU. Это может произойти из-за несоответствия версии BIOS и модели CPU. Попытка BIOS исправить несуществующие ошибки в архитектуре CPU (для чего BIOS Update и предназначен) приводит к появлению новой ошибки.
Bad PnP Serial ID Checksum	Ошибка в контрольной сумме идентификационного номера устройства Plug and Play. Проверьте установку всех плат расширения, если сообщение появляется, скорее всего придется заменить устройство вызывающее ошибку.
Boot Error – Press To Retry	Системе не удалось обнаружить ни одного загрузочного диска. Возможно неисправен кабель.
Bus Time – Out NMI At Slot X	Плата расширения в слоте X не реагирует на немаскируемое прерывание в течении длительного времени. Попробуйте перезагрузиться. Действительно только для шины EISA.
CH-2 Timer Error	Ошибка второго таймера. Некоторые системы имеют два таймера.
CMOS Checksum Error, CMOS Checksum Failure	Неправильная контрольная сумма CMOS, что свидетельствует о повреждении данных в CMOS, возможно из-за сбоя батареи. Если попытка восстановления BIOS Setup окажется неудачной, возможно придется обращаться в сервисный центр со своей материнской платой.
CMOS Memory Size Mismatch	Объем физической памяти на материнской плате не сходится с тем, что зафиксировалось в CMOS RAM. Необходимо перезапустить BIOS Setup, проверить все установки.
CMOS System Options Not Set	Данные в CMOS повреждены или отсутствуют. Действия пользователя аналогичны вышеприведенным. После перезагрузки ПК ошибка может исчезнуть, иначе потребуется замена компонентов материнской платы.
CMOS Time and Date Not Set	Нарушены или не установлены параметры даты и времени. Задача сводится к проверке или установке этих параметров в BIOS Setup.
CMOS battery failed, CMOS Battery Has Failed, CMOS Battery State Low	Эти сообщения в начале загрузки компьютера свидетельствуют о неисправности батареи или ее разрядке. Необходимо заменить батарею.
Cache Memory Bad, Do Not Enable Cache!	Ошибка кэш-памяти. Возможно потребуется замена. Хотя сначала стоит попробовать просто перезагрузиться.
DMA #1 Error, DMA #2 Error	Ошибка первого/второго канала DMA. Ошибка может быть вызвана соответствующим периферийным устройством.
DMA Bus Time-out	Устройство не отвечает в течении 7,8 мкс. Проблема в платах расширения. Необходимо найти плату, которая вызывает эту ошибку и заменить ее.

DMA Error	Ошибка контроллера DMA. Возможно потребуется замена материнской платы.
Disk Boot Failure, Insert System Disk And Press Enter	Не найден загрузочный диск. Необходимо загрузиться с дискеты и проверить системные файлы на жестком диске.
Diskette Boot Failure	Дискета в дисковом A: не является загрузочной, т.е. невозможно загрузиться с дискеты в процессе запуска ПК. Дискета может не быть загрузочной, либо системные файлы повреждены.
Diskette Drives Or Types Mismatch Error - Run Setup	Типы дисководов, фактически установленных в системе, и их описания в CMOS не сходятся. Необходимо запустить BIOS Setup и ввести правильные типы дисководов.
Display Switch Is Set Incorrectly, Display Switch Not Proper	Неправильно выставлен тип монитора (монохромный или цветной). Переставить соответствующий джампер на материнской плате в правильное положение или исправить выбор типа монитора в BIOS Setup.
Display Type Has Changed Since Last Boot	Изменился тип дисплея со времени последней загрузки. В BIOS ввести правильный тип дисплея.
Error Encountered Initializing Hard Drive	Не инициализируется жесткий диск. Проверить установку контроллера жестких дисков (для устаревших систем), соединительные кабели, а также параметры BIOS Setup.
Error Initializing Hard Drive Controller, Hdd Controller Failure	Ошибка связи с контроллером жестких дисков, контроллер жестких дисков не инициализируется. Проверить установку контроллера, подключение дисковода и параметры жесткого диска в BIOS Setup. Также стоит проверить установку джамперов на жестком диске.
Expansion Board not ready at Slot X BIOS	Не может найти плату в слоте номер X. Проверить установку платы в этом слоте.
FDD Controller Failure	Ошибка связи с контроллером гибких дисков. Проверить подсоединение дисковода и его разрешенность на мультикарте (для устаревших систем).
Floppy Disk Cntrlr Error Or No Cntrlr Present	Невозможно инициализировать контроллер гибких дисков. Проверить установку контроллера и параметры дисковода, указанные в BIOS Setup.
Floppy disk(s) fail	Нельзя найти или инициализировать контроллер или сам флоппи-дисковод.
Hard Disk Install Failure	Нельзя найти или инициализировать контроллер или сам жесткий диск. Действия те же, т.е. проверить все механические установки и подключения, а также правильность установок в BIOS Setup.
Hard Disk(s) fail	Ошибка инициализации жесткого диска.
Hard disk(s) diagnosis fail	Ошибка начальной диагностики жесткого диска.

Текстовые сообщения Award BIOS

Сообщение	Проблема	Решение
CMOS BATTERY HAS FAILED	Села батарейка	Замените батарейку
CMOS CHECKSUM ERROR	Неправильная контрольная сумма CMOS. Данные в CMOS повреждены. Возможно, батарейка села	Проверьте батарейку и замените ее в случае необходимости
DISK BOOT FAILURE, INSERT SYSTEM DISK AND PRESS ENTER	Не найден загрузочный диск	Загрузитесь с дискеты и проверьте системные файлы на жестком диске
DISKETTE DRIVES OR TYPES MISMATCH ERROR - RUN SETUP	Типы дисководов, фактически установленных в системе, и их описания в CMOS не сходятся	Запустите Setup и введите правильный тип дисковода
DISPLAY SWITCH IS SET INCORRECTLY	Неправильно выставлен тип монитора (цветной или моно) на материнской плате	Переставьте джампер в правильное положение
DISPLAY TYPE HAS CHANGED SINCE LAST BOOT	Изменился тип дисплея со времени последней загрузки	Запустите Setup и введите правильный тип дисплея
EISA Configuration Checksum Error	Не сходится контрольная сумма EISA non-volatile RAM	Запустите EISA Configuration Utility
EISA Configuration is Not Complete	Информация в EISA - неполная	Запустите EISA Configuration Utility
ERROR ENCOUNTERED INITIALIZING HARD DRIVE	Не инициализируется жесткий диск	Проверьте установку контроллера жестких дисков и соединительные кабели
ERROR INITIALIZING HARD DRIVE CONTROLLER	Контроллер жестких дисков не инициализируется	Проверьте установку контроллера и параметры жесткого диска, указанные в Setup. Также проверьте джампера на жестком диске
FLOPPY DISK CNTRLR ERROR OR NO CNTRLR PRESENT	Невозможно инициализировать контроллер гибких дисков	Проверьте установку контроллера и параметры дисковода, указанные в Setup
Invalid EISA Configuration	Данные о конфигурации EISA не верны	Запустите EISA Configuration Utility
KEYBOARD ERROR OR NO KEYBOARD PRESENT	Невозможно инициализировать клавиатуру	Проверьте подключение клавиатуры и ее тип. В крайнем случае отключите контроль клавиатуры при загрузке

Memory Address Error at XXXX	Ошибка памяти	Замените память
Memory parity Error at XXXX	Ошибка контроля четности	Замените память
MEMORY SIZE HAS CHANGED SINCE LAST BOOT	Размер памяти изменился со времени последней загрузки	Если есть EISA, запустите EISA Configuration Utility. В противном случае войдите в Setup
Memory Verify Error at XXXX	Ошибка при тестировании памяти	Замените память
OFFENDING ADDRESS NOT FOUND	Беда с контроллером памяти	
OFFENDING SEGMENT:	То же самое	
PRESS A KEY TO REBOOT	Сообщение возникает при обнаружении ошибок и необходимости перезагрузки	Нажмите любую кнопку
PRESS F1 TO DISABLE NMI, F2 TO REBOOT	Проблемы с немаскируемыми прерываниями	
RAM PARITY ERROR - CHECKING FOR SEGMENT	Ошибка четности в RAM	
Should Be Empty But EISA Board Found	ID одной из карт расширения не соответствует конфигурации	Запустите EISA Configuration Utility
Should Have EISA Board But Not Found	Карта не отвечает на запрос по ID	Запустите EISA Configuration Utility
Slot Not Empty	Слот, записанный в конфигурации как пустой, занят	Запустите EISA Configuration Utility
SYSTEM HALTED, (CTRL-ALT-DEL) TO REBOOT ...	Обозначает остановку процесса загрузки	Нажмите Ctrl-Alt-Del
Wrong Board in Slot	Установлена карта не с тем ID	Запустите EISA Configuration Utility

Текстовые сообщения AMI BIOS

Сообщение	Проблема	Решение
CH-2 Timer Error	Не фатально. Может быть вызвано периферией	
INTR #1 Error	Первый канал прерываний не прошел POST	Проверьте устройства, занимающие IRQ 0-7.
INTR #2 Error	Второй канал прерываний не прошел POST	Проверьте устройства, занимающие IRQ 8-15.
CMOS Battery State Low		Замените батарейку
CMOS Checksum Failure	Контрольная сумма данных в CMOS-памяти не сходится с вычисленной ранее	Запустите Setup
CMOS Memory Size Mismatch	Размер занятой CMOS-памяти не сходится с тем, что должно быть	Запустите Setup
CMOS System Options Not Set	Данные в CMOS повреждены или отсутствуют	Запустите Setup
Display Switch Not Proper	Неправильно выставлен тип монитора (цветной или моно) на материнской плате	Переставьте джампер в правильное положение
Keyboard is locked ... Unlock it		Разблокируйте клавиатуру
Keyboard Error	Проблема с клавиатурой	Проверьте соответствие типа клавиатуры (AT/XT) контроллеру. Можно попытаться отключить тестирование клавиатуры при загрузке в Setup
K/B Interface Error	Проблема с подсоединением клавиатуры к материнской плате	
FDD Controller Failure	BIOS не может связаться с контроллером гибких дисков	Проверьте подсоединение дисководов и его разрешенность на мультикарте
HDD Controller Failure	То же, но с винчестером	
C: Drive Error	Диск C не отвечает	Либо в Setup выставлен неправильный тип диска, либо диск не отформатирован, либо плохо подключен
D: Drive Error	То же самое, но с диском D	То же
C: Drive Failure	Диск C находится, но не работает. Очень серьезная проблема	
D: Drive Failure	То же про диск D	
CMOS Time and Date Not Set		Запустите Setup
Cache Memory Bad, do Not Enable Cache!		Действительно плохой кеш, придется заменить. Хотя сначала попробуйте просто перезагрузиться
8042 Gate-A20 Error!	Линия A20 контроллера клавиатуры не работает	Замените контроллер клавиатуры (8042)
Address Line Short	Проблема со схемой адресации памяти	Попробуйте перезагрузиться (выключив компьютер и подождав секунд 30). Проблема может разрешиться сама

DMA #1 Error	Ошибка первого канала DMA	Может быть вызвана соответствующим периферийным устройством
DMA Error	Ошибка контроллера DMA	
No ROM Basic.	Система не может загрузиться (например, невозможно найти операционную систему)	Установите загрузочный диск или измените его в Setup
Diskette Boot Failure	Не удастся загрузиться с дискеты	
Invalid Boot Diskette	Аналогично, но дискета читается	
On Board Parity Error	Ошибка контроля четности	Может быть вызвана соответствующей периферией, занимающей адрес, указанный в сообщении об ошибке
Off Board Parity Error	Аналогично	То же
Parity Error	Аналогично	То же
Memory Parity Error at XXXX	Ошибка памяти	То же
I/O Card Parity Error at XXXX	То же	То же
DMA Bus Timeout	Устройство не отвечает в течение 7.8мкс	Проблема в платах расширения (попытайтесь найти ту плату, которая вызывает эту ошибку и замените)
Memory mismatch, run Setup		Установите в Setup Memory Relocation в Disable
EISA CMOS Checksum Failure	Не сходится контрольная сумма EISA CMOS, или села батарейка	
EISA CMOS Inoperational	Ошибка чтения/записи в CMOS RAM	Батарейка может быть плохой
Expansion Board not ready at Slot X	AMI BIOS не может найти плату в слоте номер X	Проверьте установку платы в этом слоте
Fail-Safe Timer NMI Inoperational	Ошибка таймера NMI	
ID information mismatch for Slot X	ID EISA-карты в слоте X не соответствует ID, записанному в CMOS RAM.	
Invalid Configuration Information for Slot X	Конфигурационная информация о карте в слоте X EISA некорректна	Запустите ECU
Software Port NMI Inoperational	Программный порт NMI не работает	
BUS Timeout NMI at Slot X	Карта в слоте X NMI не отвечает	
(E)nable (D)isable Expansion Board?		Выберите E для разрешения использования карты в слоте X NMI или D в противном случае
Expansion Board disabled at Slot X	Плата расширения в слоте X NMI недоступна	
Fail-Safe Timer NMI	Таймер NMI сгенерировал ошибку	
Software Port NMI	Генерируется программным портом NMI	

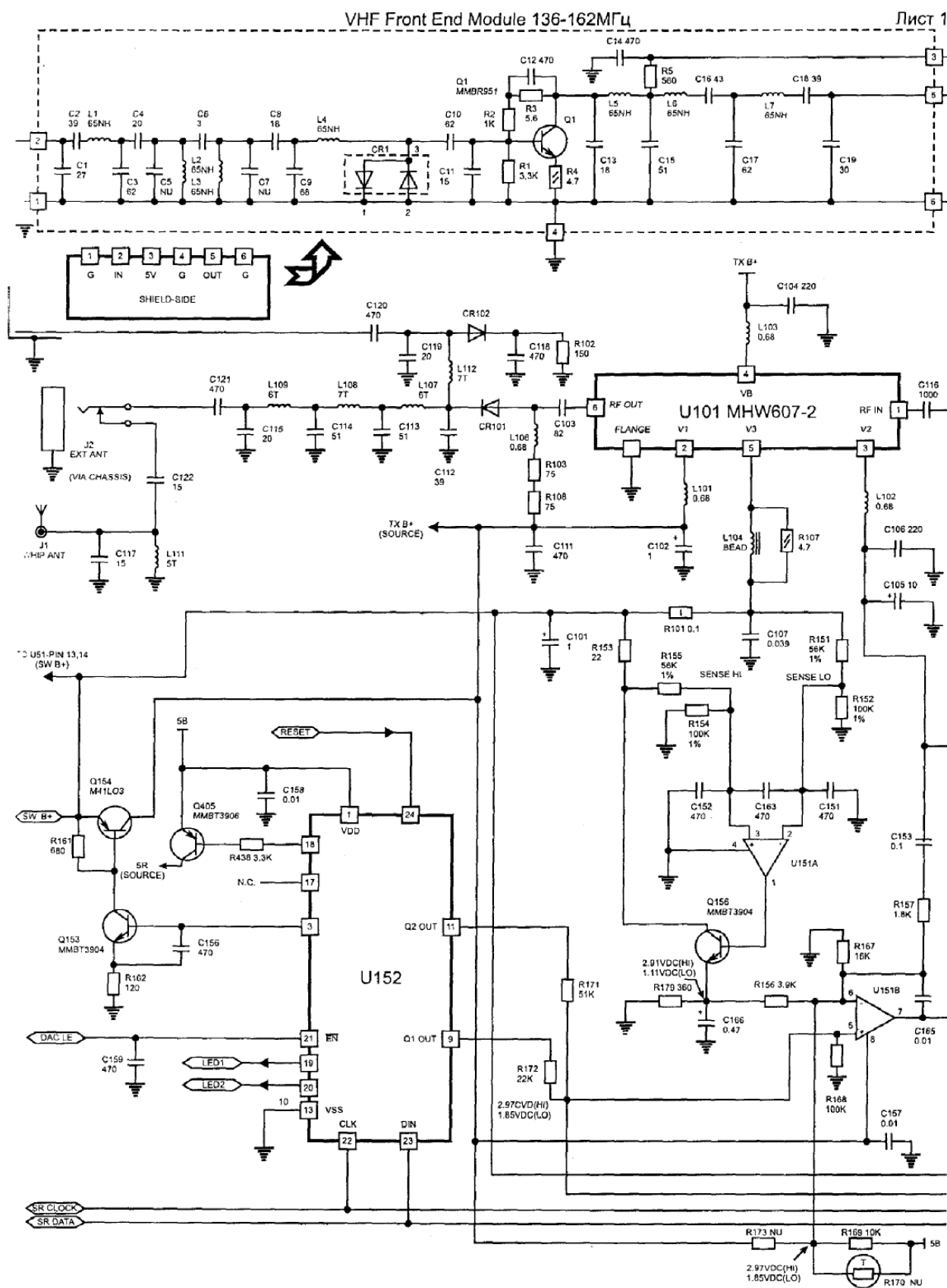
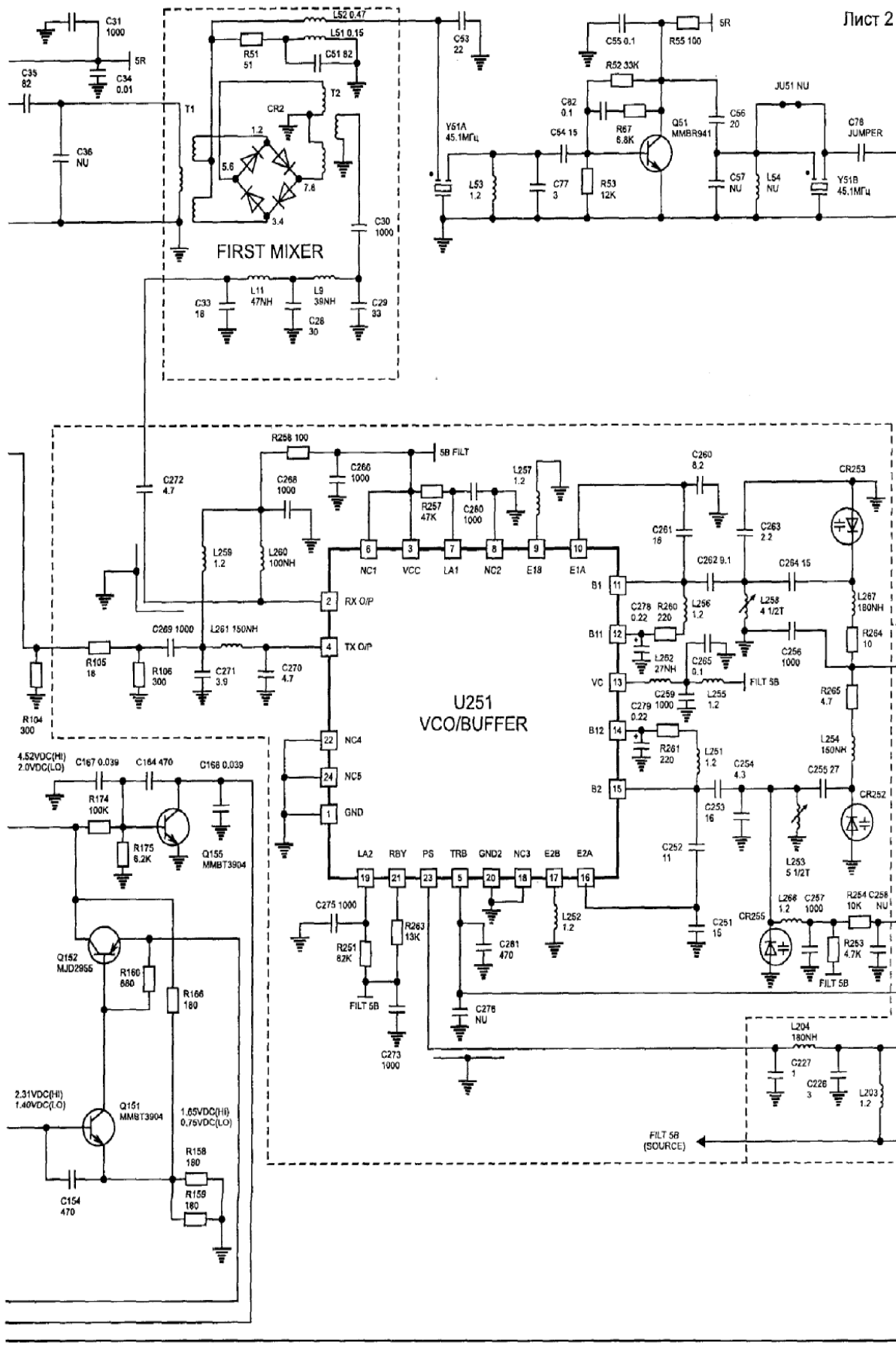
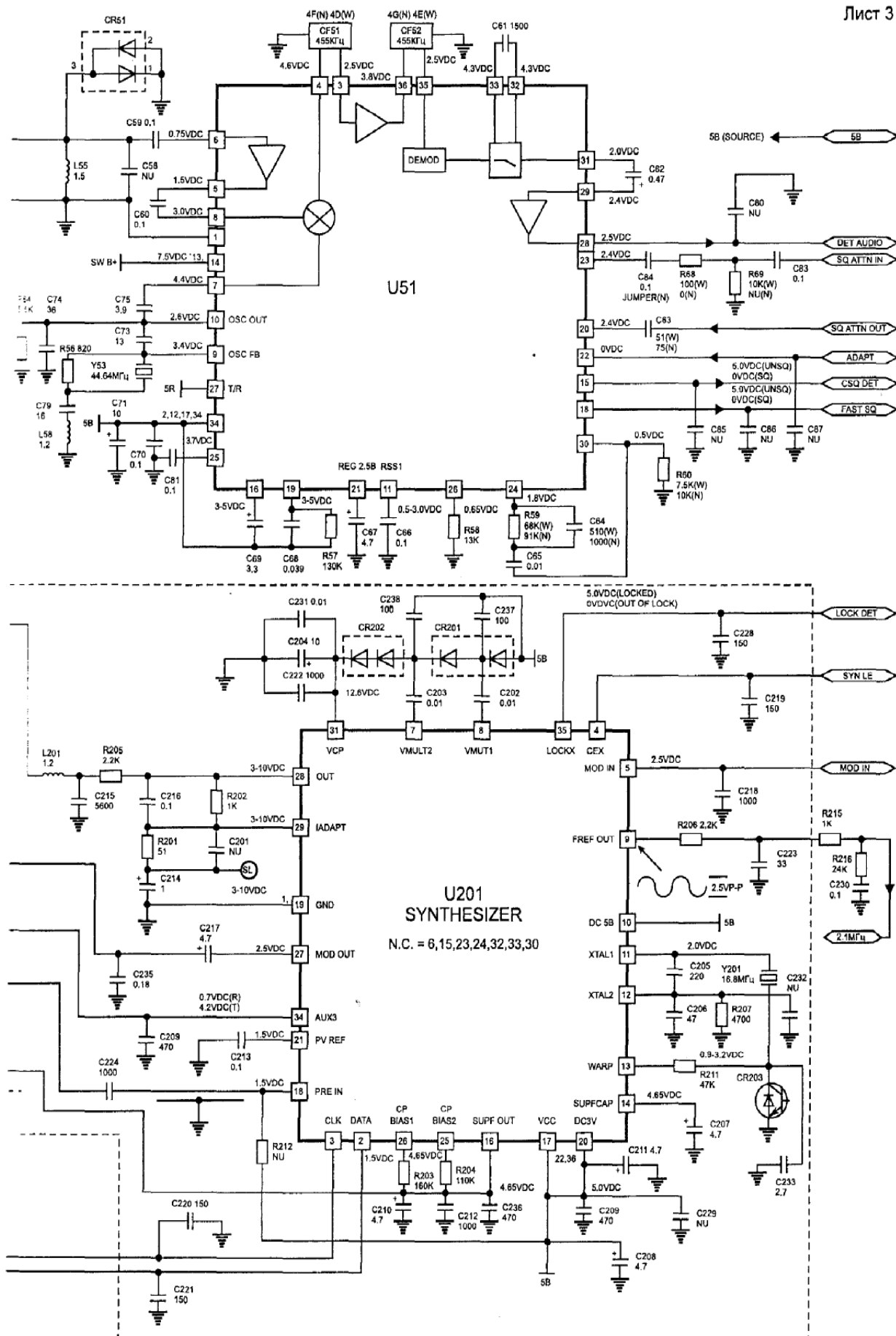
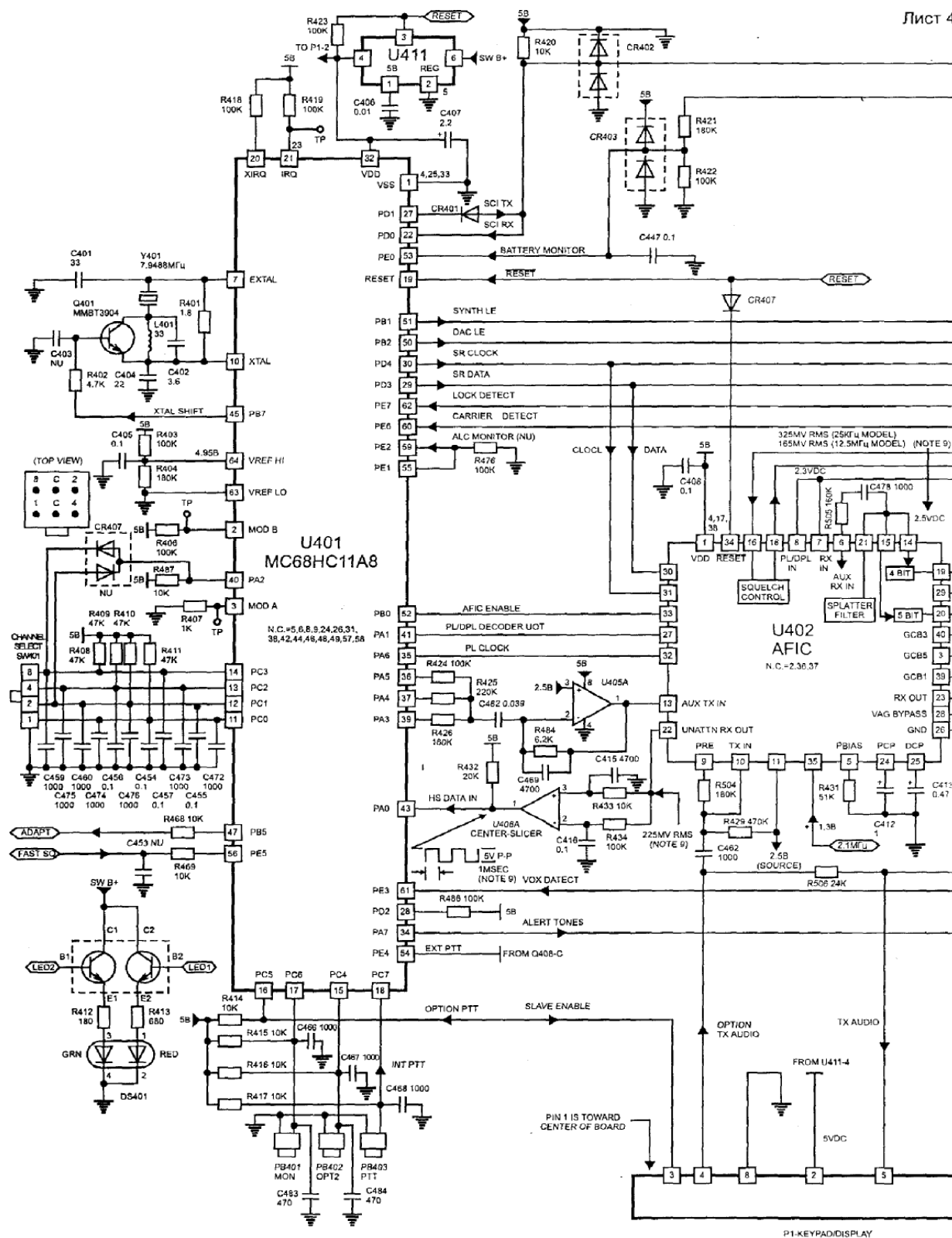
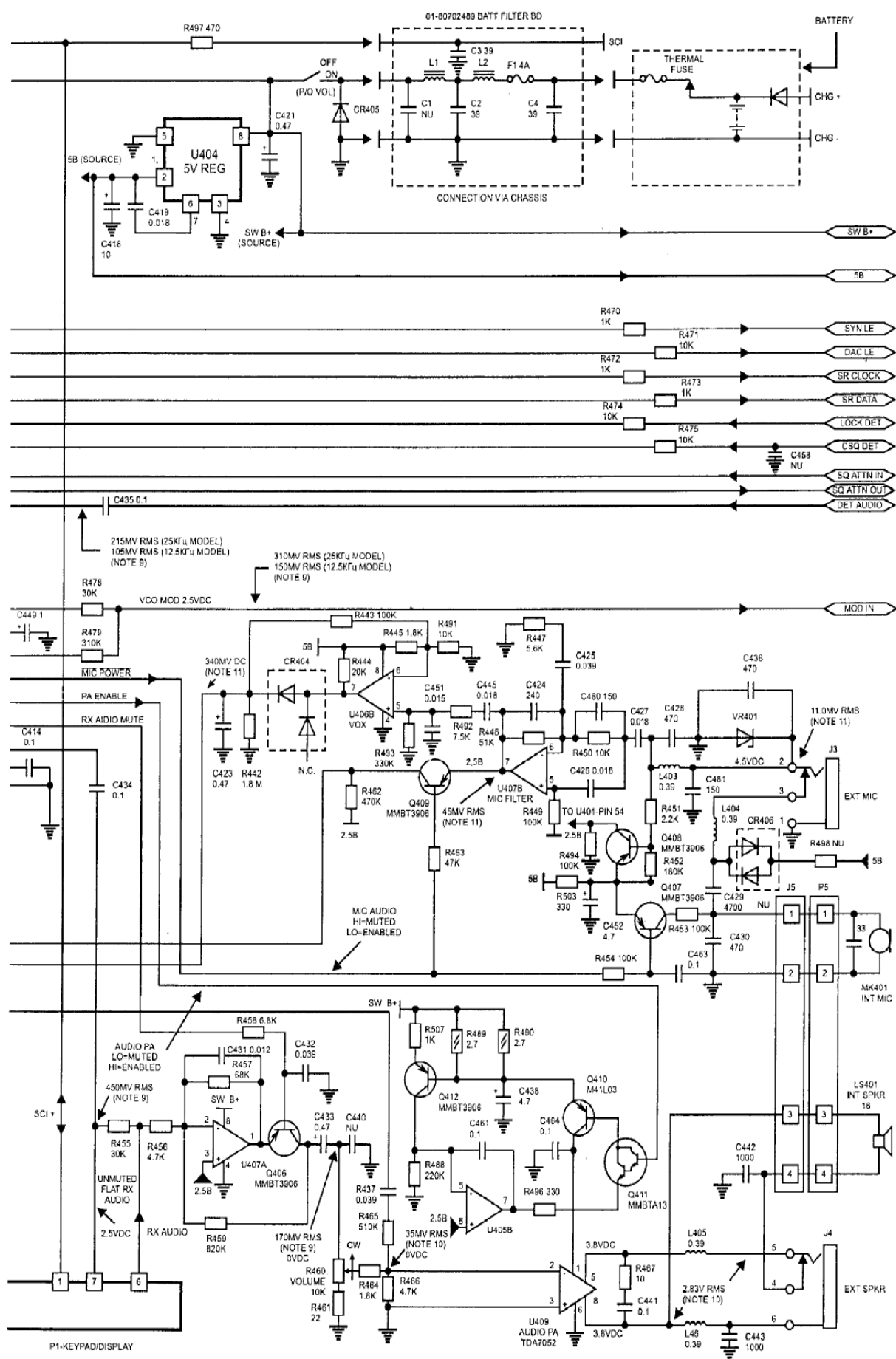


Рис. П2.1. Принципиальная схема радиостанции GP 300









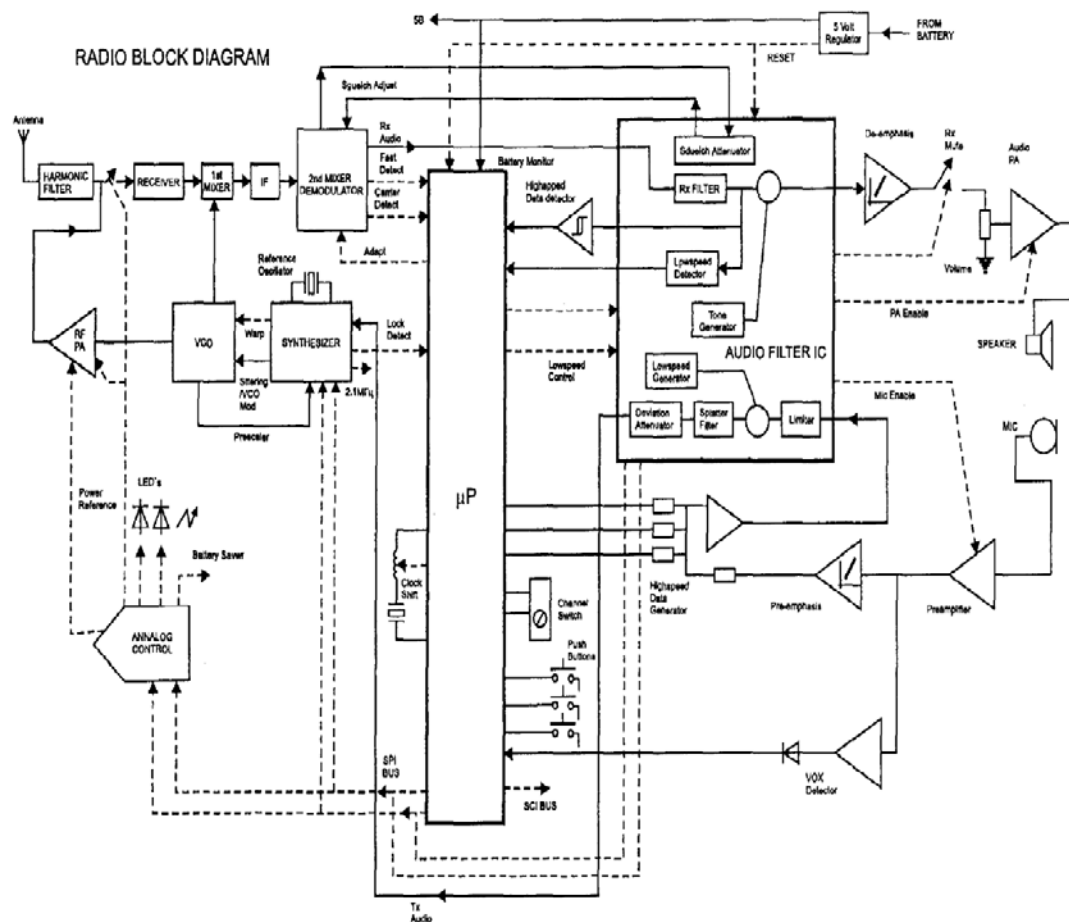


Рис. П2.2. Структурная схема радиостанции GP 300

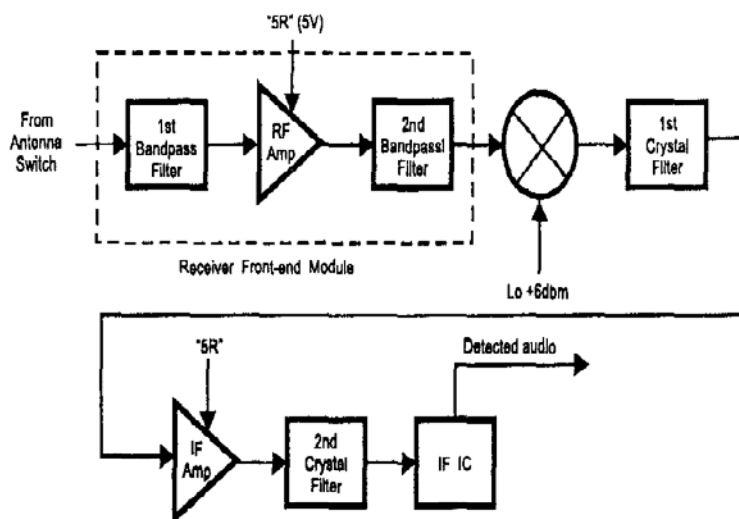


Рис. П2.3. Структурная схема радиоприёмника радиостанции GP 300

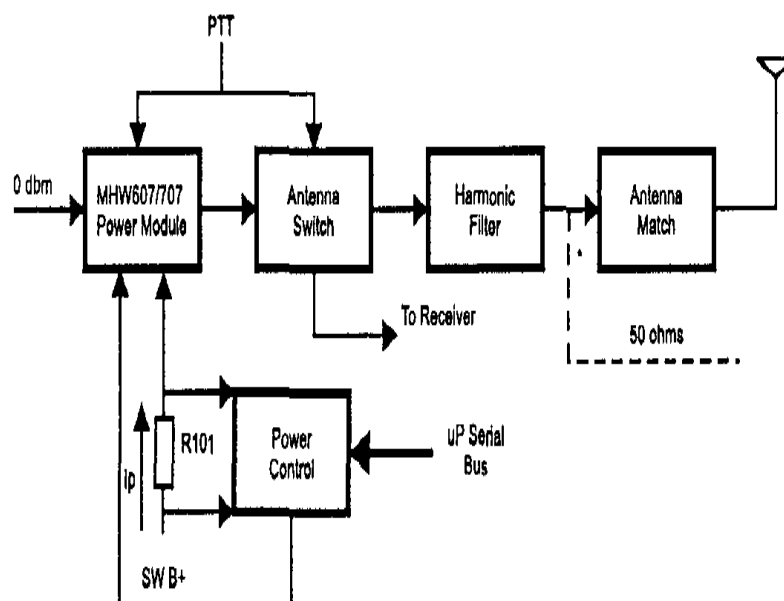


Рис. П2.4. Структурная схема передатчика

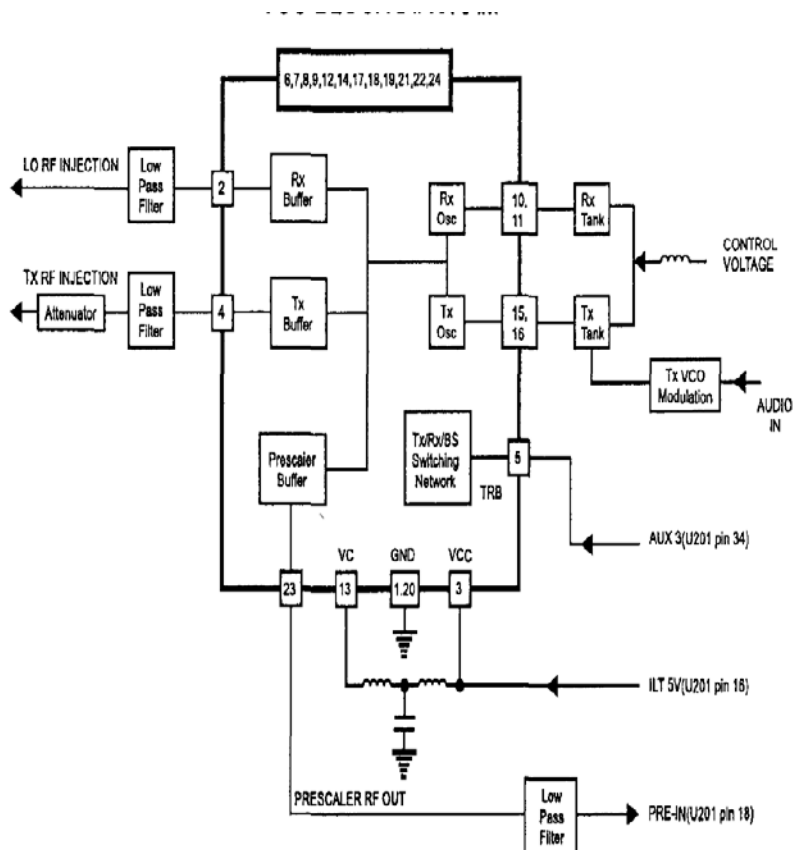


Рис. П2.5. Структурная схема ГУН

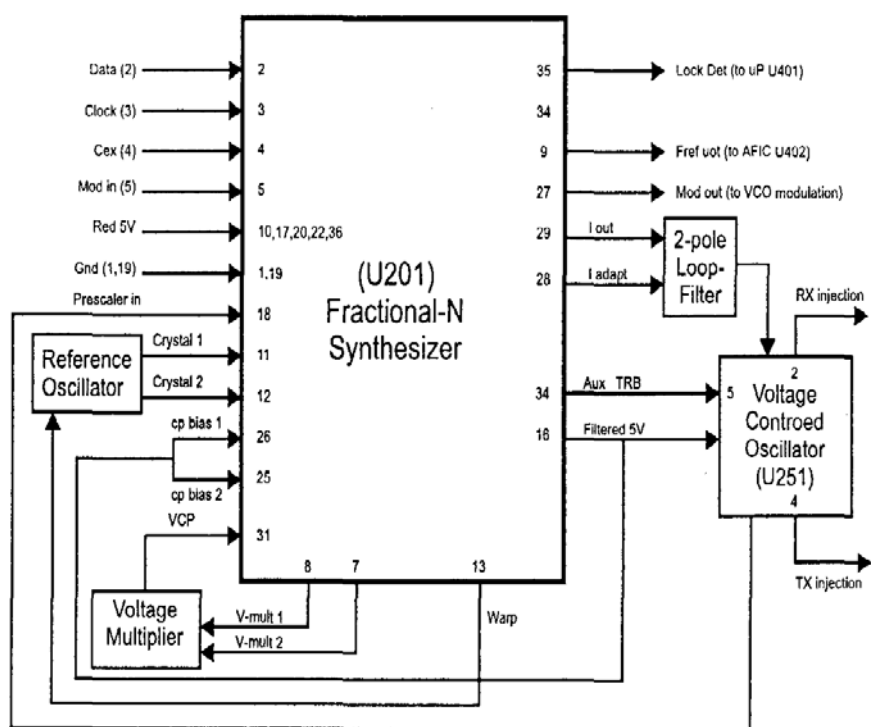


Рис. П2.6. Структурная схема синтезатора

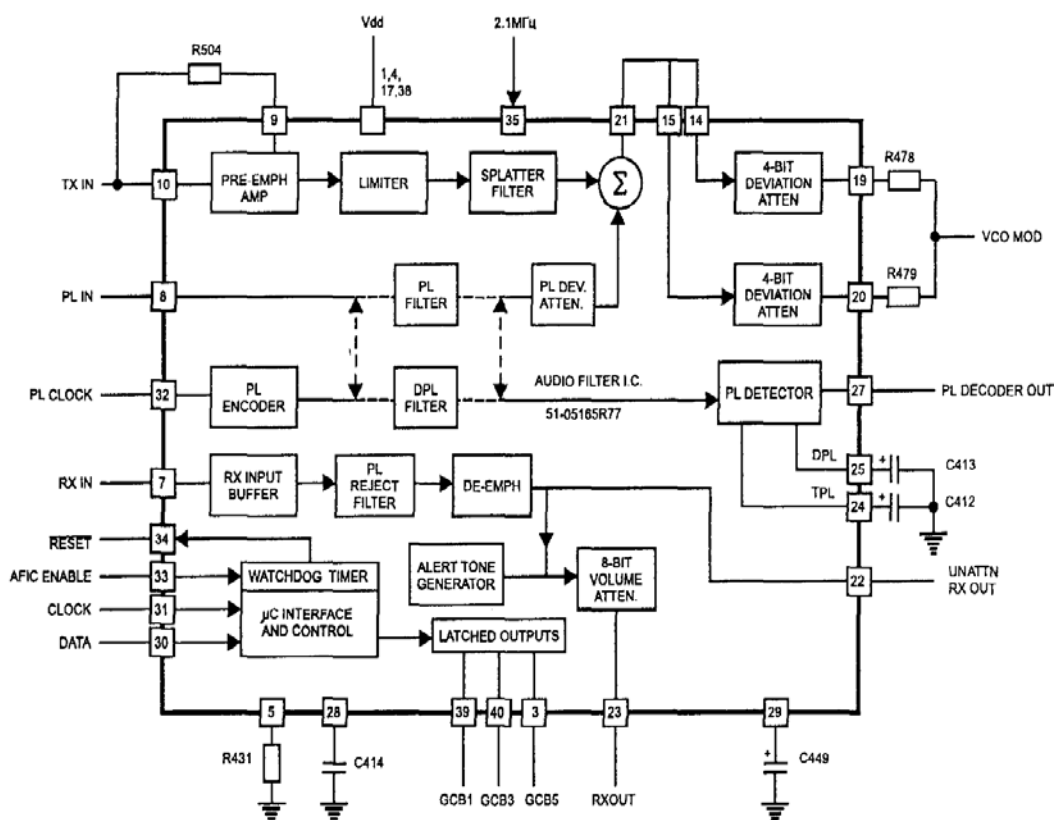


Рис. П2.7. Структура микросхемы звукового фильтра

Расшифровка схемных обозначений

1 st Bandpass Filter	Первый полосовой фильтр
1 st MIXER	1-й смеситель
1 st Crystal Filter	Первый кристаллический фильтр
2 nd Bandpass Filter	Второй полосовой фильтр
2 nd Crystal Filter	Второй кристаллический фильтр
2 nd MIXER DEMODULATOR	2-й смеситель и детектор
Antenna Match	Согласующее устройство
Antenna Switch	Антенный переключатель
AUDIO FILTER IC	Схема фильтров звуковой платы
Audio PA	Унч
Channel Switch	Переключатель каналов
Harmonic Filter	Фильтр гармоник
Harmonic Filter	Фильтр гармоник
IF	Тракт промежуточной частоты
IF Amp	Усилитель промежуточной частоты (УПЧ)
IF IC	Тракт (на микросхеме) промежуточной частоты
Limierter	Ограничитель
Lo	Местный гетеродин
Low Pass Filter	Фильтр низких частот
MIC	Микрофон
PF PA	Усилитель мощности радиочастоты
PL Reject Filter	Заградительный фильтр
Power Control	Регулятор мощности
Power Module	Усилитель мощности
PRE EMPH AMP	Усилитель предуслажений
Preamplifier	Предварительный усилитель
Push Buttons	Нажимные кнопки
Receiver	Приёмник
Receiver Front-end Module	Преселектор
RF Amp	Усилитель радиочастоты (УВЧ)
RF INJECTION	Смеситель приёмника
RX Input Buffer	Входной демпфер приёмного тракта
SPEAKER	Громкоговоритель
SYNTHESIZER	Синтезатор частоты
TX RF INJECTION	Тракт радиочастоты передатчика
VCO	Генератор управляемого напряжения
μ P	Микроконтроллер

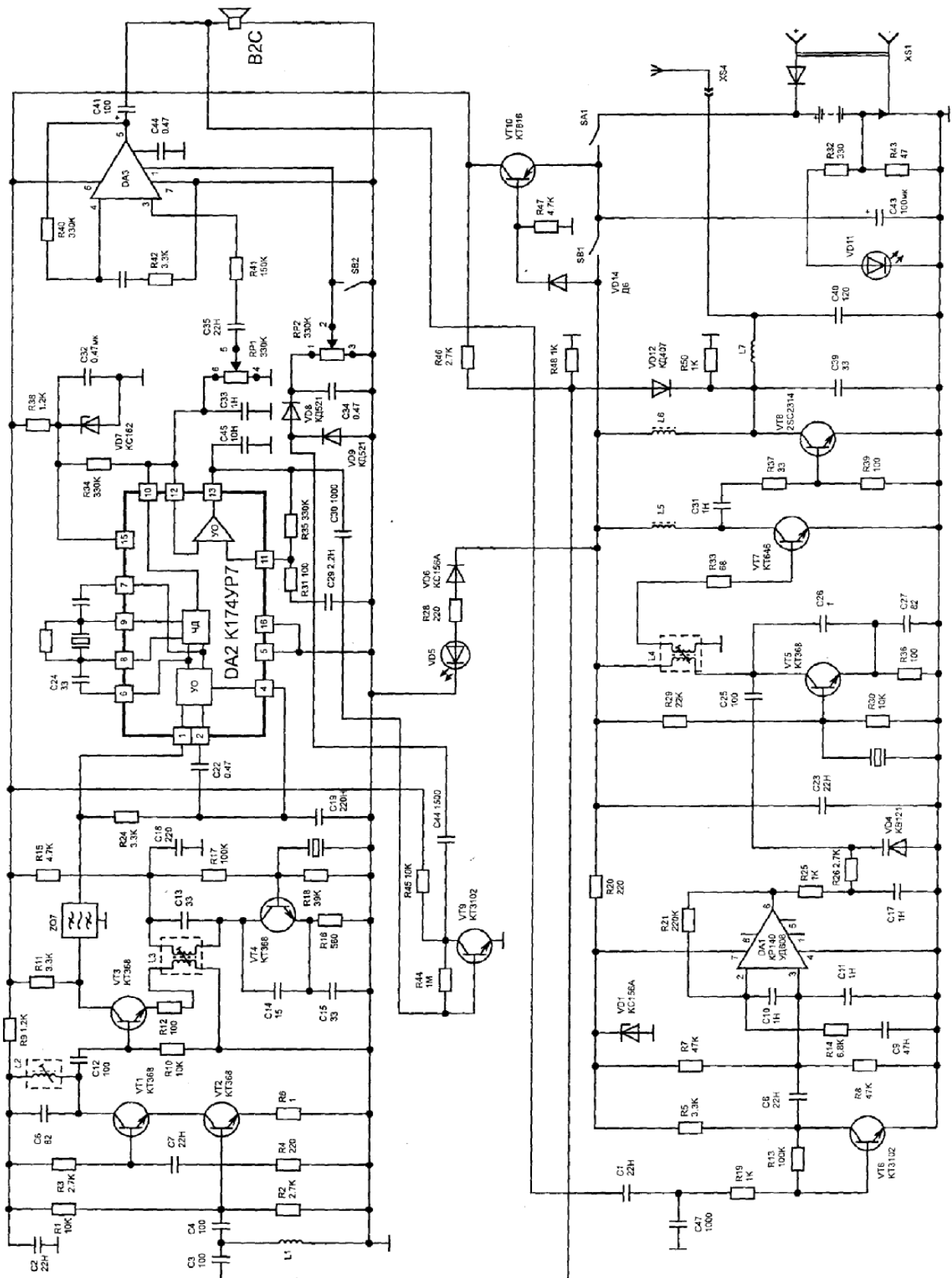
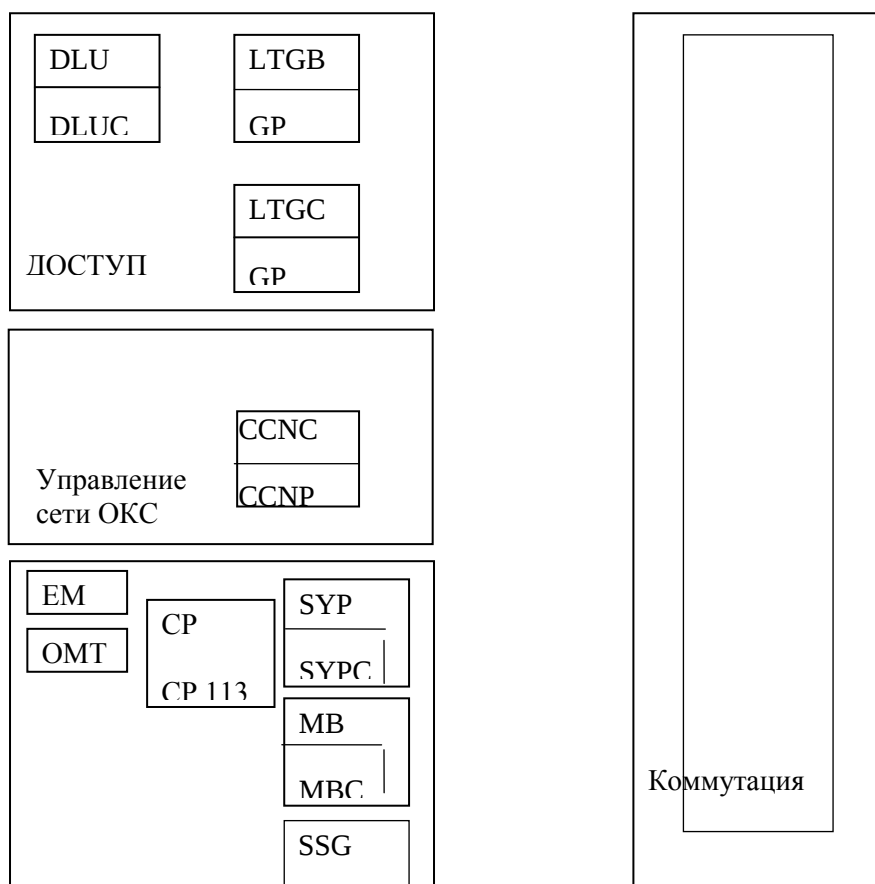


Рис. ПЗ.1. Принципиальная схема радиостанции «ПИЛОТ 101М»



CCG	Центральный тактовый генератор
CCNC	Управляющее устройство сети сигнализации по общему каналу
CHILL	Язык программирования высокого уровня
CP	Координационный процессор
DLU	Цифровой абонентский блок
DLUC	Управляющее устройство DLU
EWSD	Цифровая электронная коммутационная система
GP	Групповой процессор
IN	Интеллектуальная сеть
ISDN	Цифровая сеть интегрального обслуживания
ITU-T	Международный союз электросвязи, сектор стандартизации в области электросвязи
LTG	Линейная группа
MB	Буфер сообщений
MBC	Контроллер буфера сообщений
OMT	Терминал эксплуатации и технического обслуживания
SGC	Управляющее устройство коммутационной группы
SN	Сервисный узел
SYP	Системная панель
SYPC	Устройство управления системной панели

Рис. ПЗ.2. Структура АТС EWSD и расшифровка условных обозначений

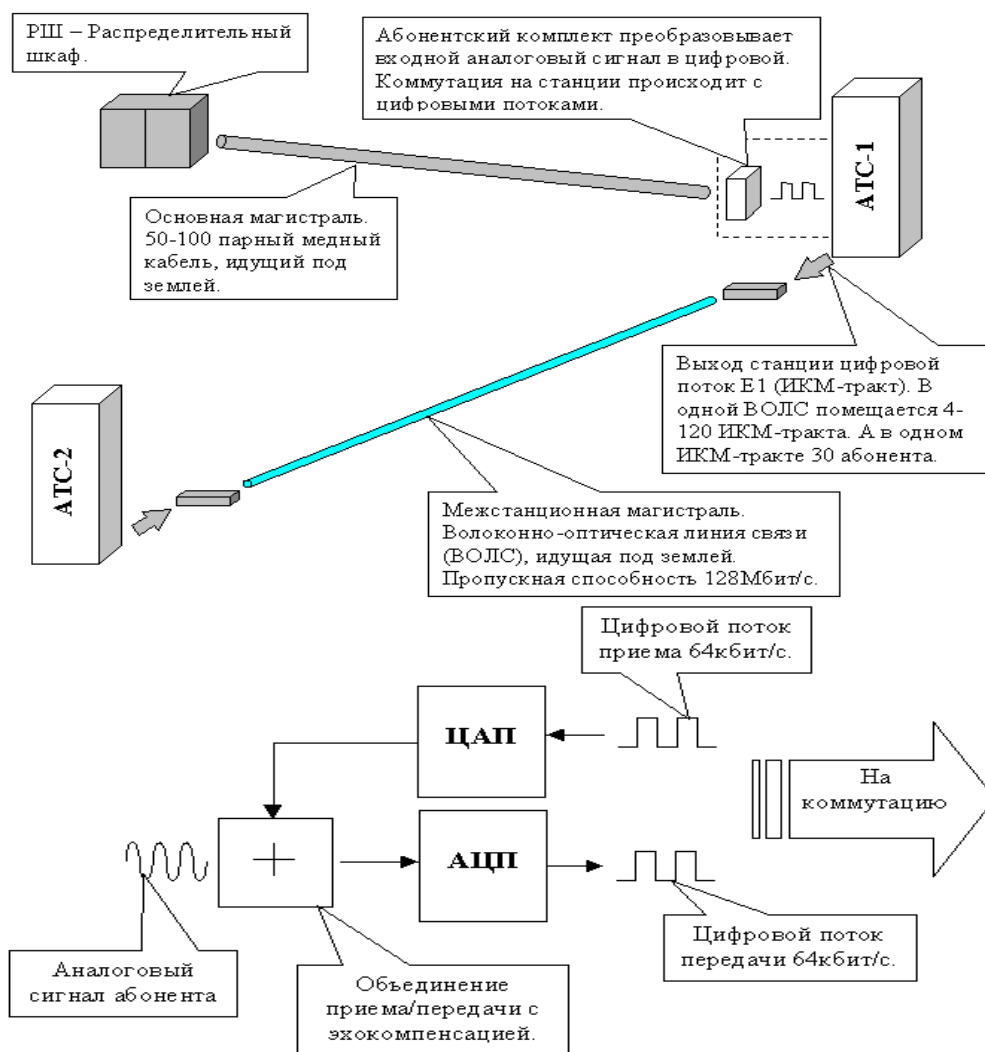


Рис. ПЗ.4. Схема работы цифровой АТС и порядок прохождения сигнала в цифровых сетях

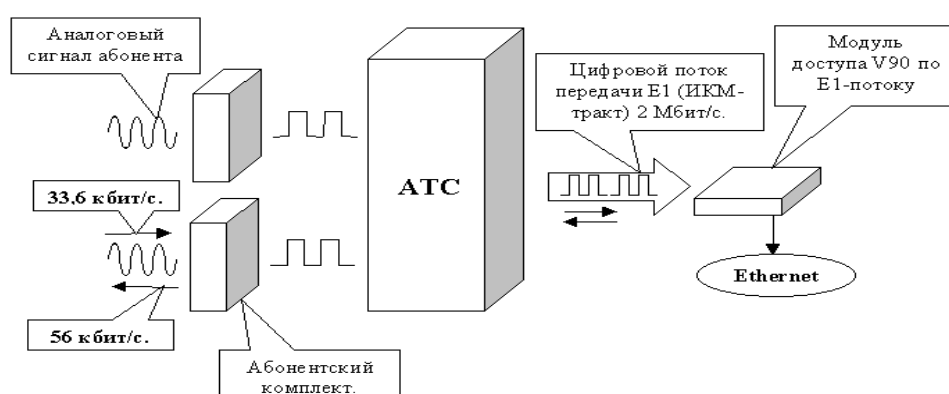
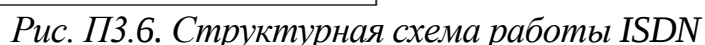


Рис. ПЗ.5. Схема подключения клиентских и серверных модемов, использующих протокол V90



ВВЕДЕНИЕ.....	3
УСТРОЙСТВО, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ БЫТОВОГО И ОФИСНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ	4
1. Способы определения и устранения отказов, оборудование рабочего места для обслуживания и ремонта	4
2. Устройство, обслуживание и ремонт компьютерной техники.....	13
3. Устройство, обслуживание и ремонт электрооборудования беспроводной связи.....	41
4. Автоматические телефонные станции	72
5. Основы диагностирования динамических систем	103
Библиографический список.....	110
Приложение 1	111
Приложение 2	120
Приложение 3	129

Отпечатано: РИО ВоГТУ
160000, г. Вологда, ул. Ленина, 15.