Дата проведения занятия 8 сентября 2020 г.

Номер пары: 50(51).

Группа: 31А

Тема занятия: Методы (способы) обнаружения неисправностей в оборудовании.

Срок выполнения 09.09.2020

**По запросу преподавателя**, для проверки конспекта, скинуть фото конспекта в социальной сети «В контакте» Орлову А.А. (https://vk.com/id421045327) личным сообщением.

Проверка освоения теоретического материала будет произведена выполнением проверочной работы.

Убедительная просьба сообщить в социальной сети «В контакте» Орлову А.А. (<https://vk.com/id421045327>) свою электронную почту, если вы это еще не сделали.

Все вопросы, которые возникнут в процессе работы, можете задавать в социальной сети «В контакте» Орлову А.А. (https://vk.com/id421045327) личным сообщением.

**Задание.**

Используя предложенные справочные материалы (текст после вопросов и заданий) и другие источники информации (учебники, интернет), составить конспект по теме занятия.

**В конспекте обязательно должны быть выполнены задания и ответы на вопросы:**

1. Поясните, как можно подразделить неисправности оборудования?
2. Кратко поясните суть каждого метода (способа) поиска неисправностей оборудования.

**Методы (способы) поиска неисправностей**

Все неисправности оборудования можно подразделить на механические и электрические. Механические неисправности возникают в механических узлах оборудования. Электрические неисправности возникают в электрических цепях оборудования и проявляются в виде изменения сопротивления, разрыва цепи, короткого замыкания и т.д. в транзисторах, микросхемах, резисторах, конденсаторах, трансформаторах и др.

Поиск неисправностей можно вести внешним осмотром (визуально), путем промежуточных измерений, способами исключения, замены, сравнения и др.

**Внешний осмотр** позволяет выявить большинство механических неисправностей, а также и некоторые электрические.

Внешним осмотром можно проверить качество сборки и монтажа. При проверке качества сборки вручную проверяют механическое крепление отдельных узлов (трансформаторов, дросселей, переключателей, электролитических конденсаторов, переменных резисторов, соединителей штепсельных разъемов). Нарушенные механические крепления восстанавливают.

Внешним осмотром проверяют также качество электрического монтажа: выявляют целостность соединительных проводников, отсутствие затеков припоя, которые могут привести к коротким замыканиям между отдельными участками схемы, обнаруживают провода с нарушенной изоляцией, проверяют качество паек (холодные пайки), а также наличие всех элементов согласно монтажной схеме. Внешним осмотром контролируют соответствие номиналов сопротивлений резисторов, емкостей ирабочих напряжений конденсаторов, выявляют дефекты отдельных элементов (обрыв выводов, обугливание поверхности резисторов, механические повреждения керамических конденсаторов, обрывы выводов катушек индуктивностей и др.).

**Внешний осмотр производят**, как правило, **при отключенном питании**. **При этом необходимо следить, чтобы в монтаж не попали случайные предметы, которые при включении аппарата могут вызвать короткое замыкание**. Причинами замыканий могут быть попавшие в монтаж крепежные винты, гайки, кусочки оголенного монтажного провода, затекший припой между соседними участками печатных проводников, связанных с цепями питания.

Внешним осмотром можно выявить неисправность радиоламп (по отсутствию свечения нити накала), переменных резисторов (по плавности хода оси), подстроечных конденсаторов и т.д. Во включенном состоянии можно определить перегрев трансформаторов, электролитических конденсаторов, анодов радиоламп, корпусов транзисторов. О наличии неисправностей в схеме аппарата могут свидетельствовать запахи от перегретых обмоток, резисторов, пропиточного материала трансформаторов, изменение тона звуковых колебаний, вызываемых работой трансформаторов и других узлов схемы, которые вообще не слышны во время работы или имеют характерный тон звучания (например, слабый гул с частотой сети 50 Гц у силовых трансформаторов блоков питания).

*Иногда во время внешнего осмотра возникают сомнения в исправности отдельных элементов. В таком случае необходимо выпаять элемент и проверить его исправность более тщательно.*

**Метод последовательного контроля (метод промежуточных измерений)** заключается в последовательной проверке прохождения электрическою сигнала от блока к блоку, от каскада к каскаду до обнаружения неисправности.

Данный метод целесообразно применять при поиске неисправностей в устройствах, содержащих незначительное число каскадов, выполненных на транзисторах и микросхемах. Одновременно с контролем прохождения электрического сигнала контролируются значения постоянных напряжений на выводах транзисторов и микросхем, после чего их значения сравниваются со значениями, приведенными в таблицах технических описаний, инструкций по эксплуатации и другой документации.

Метод последовательного контроля прохождения сигнала обычно используют по принципу "от конца к началу", т.е. контроль наличия сигнала проводят в выходной части РЭУ, а затем постепенно перемещаются в сторону входа, пока не будет обнаружен нормальный сигнал.

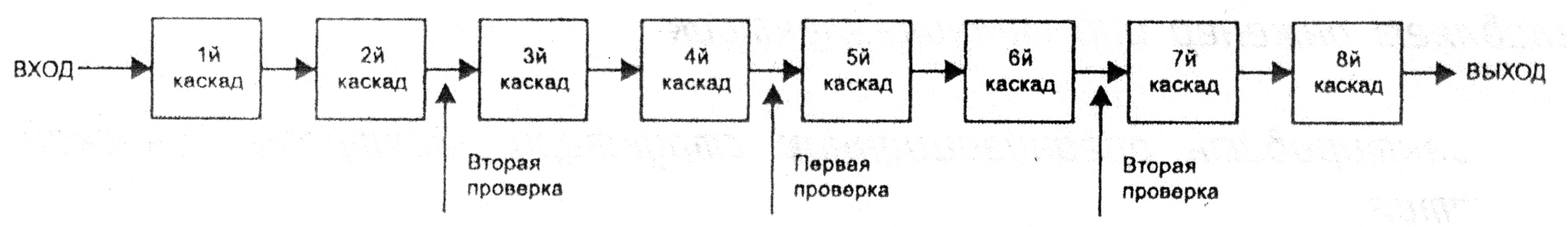
Структурная схема поиска неисправности методом последовательного контроля приведена на рис. 1.



*Рис. 1. Структурная схема поиска неисправностей методом последовательного контроля*

Данный способ применяется, например, в усилителе, состоящем из нескольких каскадов, когда на выходе усилителя вследствие неисправности в каком-то каскаде отсутствует сигнал. Для выявления этого каскада на вход усилителя от генератора подают проверочный сигнал и осциллографом просматривают осциллограммы на выходах отдельных каскадов. **На выходе неисправного каскада сигнал отсутствует.**

**Метод половинного деления схемы** используется для контроля прохождения сигнала в многокаскадных РЭУ и заключается в проверке наличия сигнала на выходе каскада, расположенного примерно в середине половины, в которой имеется неисправность, и так далее, пока не будет обнаружен неисправный каскад. Структурная схема поиска неисправности приведена на рис. 2.



*Рис. 2. Структурная схема поиска неисправностей методом половинного деления схемы*

Если радиоэлектронное устройство имеет, например, 8 каскадов, то первую проверку наличия сигнала проводил на выходе 4-го каскада. Вели при этом сигнал будет отсутствовать, то вторую проверку проводят на выходе 2-го каскада. Если в начале контроля наличия сигнала В 4-ом каскаде сигнал имеется, а на выходе, т.е. в 8-ом каскаде нет, те вторую проверку проводят на выходе 6-го каскада. Метод половинного деления схемы позволяет значительно сократить время поиска неисправностей в РЭУ.

**Метод исключения** состоит в последовательном исключении исправных каскадов, узлов или блоков в ходе отыскания неисправностей.

Элементы, входящие в состав блоков (модулей) РЭУ, можно условно разделить на две группы: основные и вспомогательные. К основным относятся элементы, формирующие выходные параметры устройств. к вспомогательным относятся элементы, предназначенные обеспечивать качество выходных параметров. К их числу можно отнести устройства защиты по напряжению и току, устройства автоматического регулирования усиления (АРУ), устройства стабилизации выходного уровня, дополнительные фильтры по питанию и многие другие.

Если неисправный блок (модуль) после исключения вспомогательных элементов заработал, то значит, неисправен вспомогательный элемент. Если же нет, то неисправность находится в основных элементах.

Метод исключения состоит в том, чтобы из неисправного РЭУ блока (модуля) изъять на некоторое время вспомогательные элементы (х') и провести анализ работы РЭУ в целом.

Основными способами отыскания неисправностей в устройствах являются следующие мероприятия: отсоединение или "закорачивание" электрических цепей, отключение элементов, подозреваемых неисправностях, исключение последовательных или параллельных цепей и другие.

В некоторых случаях временное "закорачивание" элементов схемы позволяет определить место исправности или конкретно неисправный ЭРЭ. Например, допускается временное "закорачивание" дросселей фильтров по питанию, дросселей в усилительных устройствах.

**Метод замены** состоит в том, что у специалиста, осуществляющего ремонт аппаратуры, имеется возможность заменить подозреваемый неисправный блок (модуль) на заведомо работоспособный.

При эксплуатации измерительных приборов, когда имеется некоторое количество однотипных приборов, можно аккуратно, не повредив работоспособный прибор, извлечь из него необходимый блок (модуль) и вставить его в неисправный. Если при этом окажется, что неисправный прибор заработал, то неисправность нужно искать в этом блоке (модуле) неисправного прибора. Например, заменив транзистор, радиолампу, блок, модуль на соответствующий исправный, можно убедиться в неисправности замененного. Метод достаточно прост и позволяет достаточно быстро определить неисправность в аппаратуре.

**Метод сравнения** заключается в сравнении параметров неисправного аппарата с параметрами исправного того же типа или марки.

Поиск неисправности осуществляют по определенному правилу (алгоритму), позволяющему максимально сократить время поиска. Отыскание неисправности проводят поэтапно, переходя от более крупных конструктивных единиц к более мелким, т.е. в последовательности блок — узел (модуль) — каскад — неисправный элемент.

**Метод измерений** применяется в тех случаях, когда уже имеется информация о предположительном местонахождении неисправности в блоке (модуле). Суть метода заключается в том, чтобы после проверки значений постоянных (переменных) напряжений в схеме РЭУ найти противоречия в его работе и на их основе отыскать неисправные ЭРЭ.

Для проверки отсутствия коротких замыканий и соответствия значений сопротивлений отдельных участков схемы используют **карты (таблицы) сопротивлений**, в которых указывают величины сопротивлений между отдельными участками схемы, измеренные омметром. **В качестве опорной точки при измерении сопротивления принимают плюс или минус источника питания или шасси**. **Карту (таблицу) сопротивлений составляют при выключенном питании. Следует учитывать, что указанные значения сопротивлений могут вследствие конструктивных особенностей омметров значительно (на 20 *%* и более) отличаться от полученных в процессе измерений.** Поэтому обычно указывают тип прибора, которым производилось измерение.

При данном методе проводят измерения величины постоянных (переменных) напряжений в характерных контрольных точках схемы радиоэлектронного устройства (РЭУ), либо формы электрических сигналов, длительности импульсов, фронтов и спадов импульсов и т.д. Для этих целей используют вольтметры, мультиметры, осциллографы и другие приборы.

Поиск неисправностей с помощью этого метода измерений производится в следующей последовательности:

* Последовательным измерениями в области X находят элементы, напряжение на выходе которых отличается от значения, указанного в ТФН в графе "задано" более чем на ±20%.
* Проводится анализ результатов измерений и на их основе отыскивается подмножество ЭРЭ, электрически связанных с элементом Хк, которые могут влиять на изменение его рабочего режима.
* Выявляется и устраняется неисправный ЭРЭ (в частном случае им может оказаться и сам элемент Хк).

Если неисправность определена в достаточно узкой области X, то обычно проводят измерения не параметров электрических сигналов, а определяют работоспособность интегральных микросхем (ИМС), транзисторов, диодов, трансформаторов и других активных и пассивных ЭРЭ.

**Метод воздействия** заключается в том, что специалист, осуществляющий ремонт РЭА, воздействует на различные участки схемы. Реакция устройств на эти воздействия дает дополнительную информацию о месте нахождения дефектов. Таким способом воздействия являются: установка перемычек, замыкание контрольной точки на корпус, подключение работоспособного конденсатора параллельно другому ЭРЭ, подача электрических сигналов к различным участкам РЭУ и многие другие действия.

Поиск неисправностей методом воздействия осуществляется в следующей последовательности:

1. На основе анализа результатов, полученных с помощью других методов, выбирается область воздействия X, в которой предположительно находится неисправность Хк. Выбор области X необходимо производить с учетом оптимальных шагов воздействия на РЭУ.
2. Производится выбор способов воздействия, основными требованиями к которым являются следующие факторы: безопасность для специалиста, осуществляющего ремонт РЭУ, знание реакции РЭУ на воздействие, простота реализации, оперативность выполнения, исключение возможности внесения дополнительных неисправностей в РЭУ и другие.
3. Осуществляется воздействие.

По реакции РЭУ на воздействие и в результате сравнения ее с предполагаемой реакцией делается заключение о наличии или отсутствии неисправностей в выбранной области.

**Метод механических воздействий** применяют в тех случаях, когда неисправность имеет некоторую специфику. Например, при работе осциллографа на его экране кратковременно пропадает исследуемый сигнал, или на дисплее мультиметра периодически пропадает свечение одной из цифр и т.д. Причинами подобных явлений может служить:

1. Наличие "холодных" паек в платах.
2. Замыкание близко расположенных элементов между собою.
3. Замыкание соседних дорожек на печатной плате каплями припоя, обрезками выводов элементов и другие.
4. Уменьшение упругости, загрязнения или деформация контактов в соединителях, держателях предохранителей, переменных резисторов и т.д.
5. Нарушение физической структуры материала и образование ненадежного механического контакта в местах пайки элементов на платах устройства.

Поиск неисправностей с помощью метода механических воздействий производится при включенном устройстве. Ненадежные контакты могут проявляться по-разному - либо кратковременно пропадать, либо быть уверенными и постоянными.

В первом случае плохой контакт может быть определен путем аккуратных ударов резиновым молоточком по местам пайки ЭРЭ к печатным проводникам печатных плат. При этом не следует наносить удары по длинно торчащим из паек ЭРЭ, так как они могут загнуться и замкнуть соседние печатные проводники

В случае если неисправность при механических воздействиях на плату проявилась, необходимо попытаться определить точное место плохого контакта. При этом можно использовать лупу, внимательно рассматривая качество распайки элементов, или при помощи пинцета пошатать выводы элементов со стороны монтажа и наблюдать, не двигаются ли они в местах распайки.

Во втором случае можно рекомендовать применение тонкой палочки диаметром 5 - 8 мм, изготовленной из изоляционного материала. Ей необходимо водить по плате попеременно в различных направлениях, наблюдая за реакцией на эти действия. При поиске места ненадежного контакта необходимо чередовать нажим палочки на печатную плату от слабого (при сильном проявлении неисправности) до значительного (когда неисправность проявляется слабо).

Можно рекомендовать и другие способы обнаружения неисправности этим методом, например, аккуратное изгибание печатной платы в различных плоскостях, подергивание за проводники, жгуты и т.д.

***Метод механических воздействий требует от специалиста определенных навыков работы, а сама процедура поиска неисправностей может оказаться достаточно трудоемкой и, главное, длительной. Поэтому, если имеется возможность заменить недорогостоящий блок (модуль) на заведомо работоспособный, то это необходимо сделать.***

**Метод электропрогона** при поиске неисправности в радиоэлектронной аппаратуре применяют в тех случаях, когда они носят неустойчивый характер и метод механических воздействий не позволяет выявить эти неисправности. Электропрогон осуществляют путем включения РЭУ на длительный срок с повышенным напряжением питания (в пределах, допускаемых нормативно технической документацией), увеличением температуры в устройстве (тепловой удар) и т.д.

Конечной целью электропрогона является превращение обратимых неисправностей в элементах в необратимые. При электропрогоне проявляются неисправности внутренней структуры элементов, связанные с взаимным замыканием близко расположенных элементов вследствие их линейного расширения при нагреве. Например, плохие пайки становятся очевидными при длительном протекании тока через элементы. После достижения устойчивого проявления неисправности необходимо оперативно, чтобы не нарушить тепловой режим, произвести измерение напряжения в характерных контрольных точках схемы, либо напряжений на выводах транзисторов (микросхем). Электропрогон должен проводиться под постоянным наблюдением специалиста, осуществляющего ремонт аппаратуры.