

УДК 623.76

**Восстановление работоспособности радиолокационных станций
в особых условиях**

Казарин А. В., Лапицкий И. Л., Толкачев Р. В.

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»

Современные радиолокационные станции (РЛС), используемые для обнаружения, сопровождения воздушных объектов и наведения средств поражения представляют сложный комплекс механических, гидравлических, пневматических и радиоэлектронных устройств. Процессу их восстановления, как правило, предшествует диагностирование, заключающееся в установлении причины и места отказа. Наиболее сложным и трудоемким является диагностирование радиоэлектронных устройств (РЭУ), так как они содержат большое количество элементов, а процессы их функционирования характеризуются многочисленностью состояний и режимов работы, скрытностью процессов изменения параметров [1, с. 54].

Восстановление работоспособности РЭУ, как правило, выполняется на специализированных предприятиях или штатными подразделениями специалистов по ремонту. Но часто процесс восстановления проходит в особых условиях, под которыми понимается эксплуатация РЛС вне мест постоянной дислокации с ограниченным объемом запасного имущества, технической документации, контрольно-измерительной аппаратуры (КИА) и наличии только штатного обслуживающего персонала. Такие условия имеют место при полевых выходах, учениях и ведении боевых действий. Поэтому должны быть предусмотрены организационные решения

и технические средства для сохранения и восстановления работоспособности РЛС силами штатного персонала.

При их выборе следует учесть особенности элементной базы, средств диагностирования, конструктивного исполнения и условий эксплуатации современных РЛС. Основу элементной базы, как правило, составляют аналоговые и цифровые микросхемы. Основные устройства выполнены в виде типовых элементов замены (ТЭЗ), которые устанавливаются в блоки с помощью стандартных электрических разъемов, блоки объединяются в шкафы, размещаемые в отдельных модулях, имеющих системы термостабилизации, вентиляции и освещения. Это обеспечивает защиту от неблагоприятных внешних факторов и комфортные условия работы операторов. Но объем модулей ограничен, что требует наличия соответствующих навыков для оперативного доступа к отказавшим или поврежденным ТЭЗ, а также размещения дополнительной КИА.

Другой особенностью современных РЛС является использование вычислительных средств, управление работой основных устройств с помощью цифровых кодов, поступающих через каналы передачи данных (КПД). Эти каналы объединяют все устройства в единую систему, как показано на рис. 1.

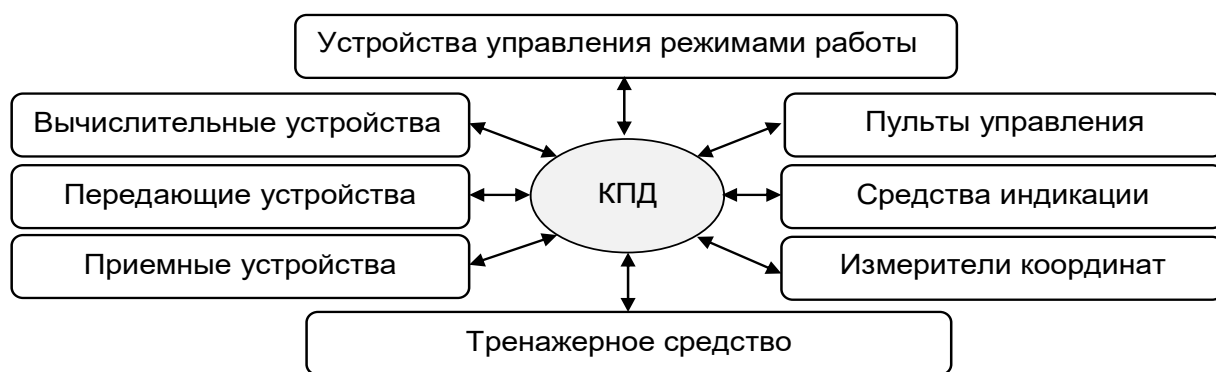


Рисунок 1 – Схема взаимодействия основных устройств РЛС

Наличие встроенных вычислительных и тренажерных средств упрощает процесс диагностирования. Все вычислительные устройства, как правило, имеют развитую систему автоматического диагностирования собственных и внешних устройств. Связанные с каналами передачи данных основные устройства РЛС могут рассматриваться как периферийные устройства вычислительных средств [2, с. 319–333]. Это позволяет использовать известные методы и средства диагностирования электронных вычислительных машин (ЭВМ) для контроля узлов приема информации от КПД. Тренажерные средства обеспечивают достаточно адекватное моделирование различных условий работы РЛС, что позволяет проводить комплексную оценку работоспособности ее основных устройств.

При диагностировании ЭВМ часто используется принцип «расширяющихся областей» [2, с. 164], заключающийся в первоначальной проверке работоспособности минимального количества основного оборудования, которое затем используется для проверки других устройств. В соответствии с этим принципом общую последовательность диагностирования целесообразно реализовать в виде, показанном на рис. 2.

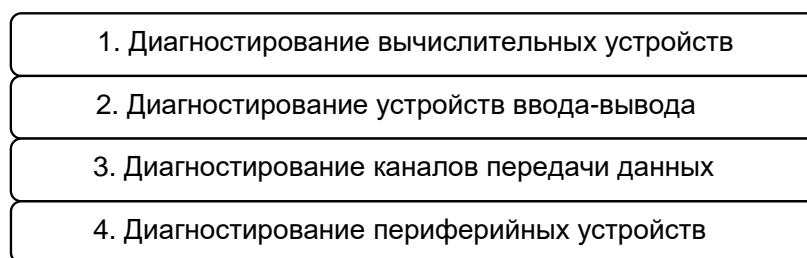


Рисунок 2 – Очередность диагностирования радиоэлектронных устройств РЛС

Такая очередность будет не всегда оптимальной с точки зрения принципов функционирования отдельных устройств РЛС. Но проверка работы вычислительных средств, их устройств ввода-вывода и каналов передачи данных выполняется автоматически или полуавтоматически

в течении нескольких секунд. А требование минимизации времени поиска отказа в особых условиях является одним из основным. Кроме того, при таком подходе снижается вероятность так называемых ошибок первого рода [3, с. 20], представляющих собой ошибочные решения об отказах (ложные тревоги). Такие ситуации могут иметь место из-за неустойчивой работы КПД и устройств ввода-вывода ЭВМ. Ошибки диагностирования всегда приводят к увеличению времени восстановления. Если же для замены элемента, признанного отказавшим потребуются частичный демонтаж блоков или их составных частей, то в условиях ограниченного пространства и взаимозависимости процессов функционирования составных частей РЛС это может привести к повреждению или изменению рабочих параметров смежных устройств. Чаще всего такие ошибки возникают при диагностировании пультов управления, которые относятся к электромеханическим устройствам [4].

Следует также отметить, что первые три этапа приведенной последовательности диагностирования не требуют дополнительной подготовки операторов, поскольку предполагают использование штатных средств автоматизации контроля технического состояния и встроенных средств

индикации. Но при локализации отказов в основных устройствах РЛС, названных на рис. 2 периферийными, требуются дополнительные знания и навыки, частичный перечень которых приведен в табл. 1.

Таблица 1 – Перечень знаний и навыков, необходимых при диагностировании

Знания	Навыки
Влияния отказов устройств на эффективность работы РЛС	Выбора оптимальных или возможных режимов работы
Номинальных значений и допустимых отклонений параметров	Использования двоичной системы счисления
Шифров и обозначений взаимозаменяемых блоков и ТЭЗ	Демонтажа и монтажа блоков и ТЭЗ
Параметров основных управляющих и синхронизирующих сигналов	Использования дополнительной КИА
Признаков нарушения электрических соединений	Пайки электрических соединений

Приведенный перечень является далеко не полным, но позволяет сделать вывод, что без дополнительных организационных мер и технических средств, оперативное восстановление РЭУ РЛС в особых условиях штатным обслуживающим персоналом нереализуемо. Например, только количество контролируемых параметров в одном устройстве может составлять несколько, десятков, а количество ТЭЗ – несколько сотен. Запомнить их полный состав практически невозможно. Имеющиеся методики поиска типовых отказов разрабатываются на момент принятия РЛС на вооружение. А в ходе продолжительной эксплуатации может осуществляться доработка и модернизация ряда устройств, частичная замена элементной базы, идут процессы старения элементов, что обуславливает недостаточную эффективность приведенных рекомендаций.

Перечень основных мер и технических средств, необходимых для оперативного восстановления работоспособности РЭУ приведен в табл. 2.

Таблица 2 – Организационные меры и технические средства обеспечения работы операторов в особых условиях

Организационные меры	Технические средства
Плановые занятия по технической подготовке	Технологические карты локализации отказов
Курсы повышения квалификации	Встроенные тренажерные средства
Учебно-методические сборы	Обучающие программы
Тренировки по диагностированию РЭУ	Электронные базы справочных данных
Тренировки по замене блоков и ТЭЗ	Системы поддержки принятия решений

Таким образом, для минимизации времени восстановления РЛС и исключения ошибок диагностирования целесообразно использовать принцип расширяющихся областей и имеющиеся в РЛС средства автоматизации диагностирования. Неавтоматизированное диагностирование основных устройств РЛС требует повышения уровня квалификации операторов и использования дополнительных технических средств.

Вне мест постоянной дислокации целесообразно использовать компактные справочные пособия, например в виде электронных баз данных и систем поддержки принятия решений, хранящихся в памяти ноутбуков. Информационные технологии существенно упрощают процесс поиска необходимой информации, объем которой может быть значительным. Но всегда операторы должны иметь навыки практического использования содержащихся в них данных и рекомендаций. Для формирования таких навыков целесообразно использовать встроенные тренажерные средства, имеющие функции имитации отказов основных устройств РЛС.

В заключение следует отметить, что вышеперечисленные методики и средства диагностирования могут быть полезными и при эксплуатации РЛС в местах постоянной дислокации.

Литература

1. Давыдов, П. С. Техническая диагностика радиоэлектронных устройств и систем / П. С. Давыдов. – М. : Радио и связь, 1988. – 255 с.
2. Каган, Б. М. Основы эксплуатации ЭВМ / Б. М. Каган, И. Б. Мкртумян. – изд. 2-е. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 432 с.
3. Биргер, И. А. Техническая диагностика / И. А. Биргер. – М: Машиностроение, 1978. – 240 с.
4. Огарков, С. Ю. Диагностика электромеханических систем. Текст лекций. / С. Ю. Огарков, А. В. Соколов. – Челябинск: ЮУрГУ, 2003. – 55 с.