

1. ВВЕДЕНИЕ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ СПЕЦВОПРОСА РЭТ. ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ СРЕДСТВ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

1.1 ВВЕДЕНИЕ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ СПЕЦВОПРОСА РЭТ

В настоящее время трудно представить области науки или техники, в которых не используют радиоэлектронные устройства и системы (РЭУиС). Различные виды бытовой техники от магнитофона и цветного телевизора до школьного компьютера, техника связи и передачи информации, автоматизации и управления (производством, судовождением, воздушным движением), робототехника, космонавтика, медицина и многие другие сферы человеческой деятельности применяют РЭУиС. Электроника лежит в основе дальнейшего развития важнейших направлений научно-технического прогресса, обеспечивающего перевод экономики на рельсы всесторонней интенсификации. В создании и производстве РЭУиС занято большое количество ученых, инженеров, техников и высококвалифицированных рабочих. Не меньшее число рабочих и инженерно-технических работников участвуют в их эксплуатации, обеспечивая эффективное функциональное использование.

Несмотря на огромное разнообразие электронных систем различного функционального назначения, областей применения, элементной базы, конструктивного исполнения и стоимости они имеют ряд общих признаков, позволяющих причислить их к одному классу технических кибернетических систем. К числу основных объединяющих признаков этих систем относят: использование электромагнитных колебаний (осцилляции электромагнитного поля) в качестве носителя информации; электрических сигналов для ее передачи и приема; наличие организованной структуры; относительная автономность систем, динамика их развития и изменения в пределах жизненного цикла, потребность в функциональном управлении состоянием, включая поддержание этих состояний в установленных пределах, т. е. потребность в техническом обслуживании и ремонте.

Развитие РЭУиС происходит по определенным направлениям, основными из которых следует считать расширение диапазона, повышение сложности систем, комплексирование, микроминиатюризация, применение цифровых методов передачи и обработки информации.

Организация, сложность и динамичность изменения состояния радиоэлектронных систем (РЭС), как кибернетических систем, характеризуются иерархией структуры, наличием критерия качества, процессами развития и деградации, связями с внешней средой, наличием обратных связей и замкнутых цепей воздействия, исполнительных и управляющих органов, использованием информации управления. Рассматривая системы радиоэлектроники в аспекте их взаимосвязей, изменения и управления, необходимо выделить в их жизненном цикле основную стадию - эксплуатацию. На этой стадии реализуется, поддерживается и восстанавливается качество системы. Любая система деградирует под воздействием внешних сил и внутренних процессов старения и деструкции, ухудшаются показатели ее качества, ее функциональные возможности. Однако в большинстве систем возможны реализации процессов обратного действия, процессов парирования деградации, поддержание работоспособного состояния путем целенаправленных управляющих воздействий. В результате временные интервалы активного применения по назначению увеличиваются.

Управление состоянием сложных систем всегда связано с необходимостью получения информации об этом состоянии и его целенаправленных и хаотических изменениях.

Процесс определения технического состояния объекта с определенной точностью носит название - техническое диагностирование. Этот процесс реализуется в системе технического диагностирования (СТД), представляющей совокупность средств, объекта диагностирования и исполнителей, подготовленных к проведению диагностирования по

определенным методам и правилам, устанавливаемым в технической документации, базирующимся на результатах исследований в области диагностики и их внедрении в практику эксплуатации.

Таким образом, техническое диагностирование РЭУиС является одним из условий качества их функционального применения и требует проведения научно-исследовательских работ и соответствующей подготовки инженерно-технического и научного персонала, который должен быть хорошо знаком с задачами, методами и средствами диагностирования и умело применять эти методы и средства в сложных условиях эксплуатации. Следует подчеркнуть, что использование диагностирования в эксплуатации является важным резервом повышения срока службы изделий и их функциональной отдачи. Изложение этих принципов, методов, средств технического диагностирования - основная задача данной работы.

Современная техническая диагностика - это целая отрасль знаний, исследующая технические состояния объектов диагностирования и проявления этих состояний, разрабатывающая методы их определения, а также принципы построения и организации.

Методологической основой диагностирования является системный подход. Системный подход - это совокупность не жестко связанных познавательных принципов, на основе которой складывается схема поиска конкретных механизмов, характеризующих целостность объекта, с одной стороны, и его связи, с другой, и представление его параметров через операторы, позволяющие сравнивать, сопоставлять, управлять. Системный метод ориентирует на исследование РЭС как объекта технической эксплуатации в виде некоторой целостной структуры с многообразными внутренними и внешними связями, динамикой изменения состояния, входными воздействиями, адаптацией.

Система технического диагностирования включает РЭС в свой состав в качестве подсистемы. С другой стороны, в отдельных случаях (например, встроенного контроля) СТД является частью РЭС. В свою очередь, РЭС и СТД являются подсистемами технической системы более высокого иерархического уровня - системы технического обслуживания и ремонта (СТОиР).

Как самостоятельная научная отрасль техническая диагностика начинает формироваться в 60-е годы усилиями коллективов советских и зарубежных ученых.

Последовательно решались задачи разработки и апробации методов выбора оптимальных совокупностей диагностических параметров (ДП), оптимальных алгоритмов проведения диагностирования, прогнозирования технического состояния. В середине 70-х годов начинает складываться система государственных стандартов "Техническая диагностика", в рамках которой разработаны основные термины и определения, положения о порядке разработки системы диагностирования, показатели диагностирования, категории контролепригодности объектов диагностирования. В областях технической диагностики и контроля в настоящее время действуют свыше десяти государственных стандартов. В соответствии со стандартами решение вопросов диагностирования должно сопровождать каждую разработку РЭС. Начало формирования диагностического обеспечения совпадает со стадией исследований, вопросы диагностического обеспечения должны прорабатываться на стадиях технического задания, технических предложений, эскизного и технического проектирования.

Диагностические задачи должны решаться на новой элементной базе - интегральных микросхемах (ИМС) и больших интегральных микросхемах, а также на стадиях технического задания, технических предложений, эскизного и технического проектирования, с использованием мощных ЦВМ.

Для успешной реализации задач диагностирования, технического обслуживания и ремонта изделий РЭУиС должны сопровождаться четкими и лаконично изложенными эксплуатационными и ремонтными документами, определяющими логическую

последовательность выполнения операций, однозначность сборок и подключений, определимость и ясность в обозначении точек контроля технического состояния, регулировки, крепления и т. п. и обеспечивающих минимальное число профессий исполнителей.

Достижения в области методологического обеспечения и внедрения в практику эксплуатации средств и систем диагностирования не должны давать оснований для самоуспокоенности. Как правило, вопросы диагностического обеспечения на ранних стадиях создания РЭУиС не прорабатываются с должной тщательностью и глубиной.

Специалистов-разработчиков РЭУиС высшая школа готовит больше, а специалистов по их эксплуатации меньше. Это приводит к тому, что сегодня разработчики систем не всегда готовы решать на требуемом уровне задачи диагностического обеспечения, а инженеры-заказчики (по образованию те же разработчики), работающие на эксплуатации новой техники, не могут должным образом сформулировать эти задачи и предъявить необходимые требования к результатам их решения.

Инженеры, связанные с эксплуатацией РЭУиС, должны не только знать, как работают эти системы, но также знать, как они не работают, как проявляется состояние неработоспособности. Обеспечение возможностей обнаруживать и предупреждать возникновение неработоспособных состояний - одна из важнейших задач создания трудосберегающей техники - основного вида техники эпохи НТР. В свою очередь создание такой техники требует возможности сопоставительного анализа, расчетов, оценок, решения оптимизационных задач.

В настоящее время диагностика РЭС продолжает быстро развиваться и внедряться в практику эксплуатации. Охватить в небольшой работе все направления этого развития и аспекты внедрения попросту невозможно. Из множества вопросов выбраны в основном те, которыми должны владеть разработчики новых систем при их научном анализе и синтезе, а также при испытаниях и технической эксплуатации системы.

Один из принципов излагаемого материала состоит в том, что СТД является подсистемой ТООР, т. е. подсистемой эксплуатации и в этих системах реализуется ее эффективность.

Основной инструмент исследования РЭС, как объектов технического диагностирования, является моделирование.

Главные задачи диагностики:

- выбор совокупности параметров для определения состояния РЭС;
- составление рациональных алгоритмов определения этих состояний (например, для определения места отказа);
- прогнозирование состояний.

Оценка качества функционирования СТД и их составляющих является одним из условий целесообразности разработки и внедрения этих систем в практику эксплуатации.

Для СТД используется множество методов и технических средств. Технические средства диагностирования являются сложными устройствами и отличаются разнообразием принципов, схемотехнических решений, элементной базой. Являясь подсистемами систем ТООР и технической эксплуатации РЭС, в целом СТД по своему назначению должны оказывать влияния на эффективность их использования, качество функционирования других систем.

1.2 ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ СРЕДСТВ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Радиоэлектронные устройства и системы, как и другие изделия техники, создают для удовлетворения потребностей народного хозяйства. Объективно РЭС присущи такие характеристики, как: целостность, наличие системообразующего параметра, иерархичность структуры, связь с внешней средой, в качестве которой может выступать система более высокого уровня, взаимосвязь элементов, составляющих подсистем, наличие управляющих и исполнительных органов, наличие замкнутой цепи воздействий, использование в целях управления информации и возможность изменения состояния.

Большинство РЭС являются объектами управления и неотъемлемой частью управляющих систем и по набору перечисленных признаков могут быть отнесены к классу кибернетических систем.

В результате взаимодействия РЭС со средой и друг с другом происходит передача во времени и пространстве и перераспределение энергии и информации. Изменения в системе происходят во множестве форм, крайними и противоположными из которых следует считать: развитие (усложнение системы, накопление информации) и деградацию (износ, разрушение, возрастание неопределенности).

Все эти изменения системы, начиная с момента ее создания (возникновения необходимости ее создания) и кончая ее полным разрушением (утилизацией), образуют так называемый жизненный цикл (ЖЦ), характеризуемый рядом процессов и включающий различные стадии и этапы.

Стадиями жизненного цикла являются стадии:

1. Исследования и проектирования РЭС, на которой осуществляются исследования и отработка замысла, формирование уровня качества (соответствующего достижениям научно-технического прогресса), разработка проектной и рабочей документации, изготовление и испытание опытного образца, разработка рабочей конструкторской документации для изготовления, обращения и эксплуатации изделия;
2. Изготовления изделий, включающую: технологическую подготовку производства; становление производства; подготовку изделий к транспортированию и хранению;
3. Обращения изделий, на которой организуется максимальное сохранение качества готовой продукции в период транспортирования и хранения;
4. Эксплуатации, которая является основной в ЖЦ и включает: целевое использование изделия, в соответствии с назначением; техническое обслуживание и профилактическое восстановление; ремонт и восстановление после отказа.

На последнем этапе эксплуатации после потери изделием потребительских качеств реализуется операция его утилизации при максимальном использовании утилизированных веществ.

На рис. 1.1 приведено типовое распределение стадий и этапов жизненного цикла, из которого видно, что часть этапов и стадий ЖЦ перекрываются во времени, а в процессе ЖЦ идет доработка системы и осуществляется управление ее состоянием.



Рисунок 1.1 - Стадии жизненного цикла РЭС

Итак, эксплуатация системы - стадия жизненного цикла, на которой реализуется (функциональное использование), поддерживается (техническое обслуживание) и восстанавливается (техническое обслуживание и ремонт) его качество.

Часть эксплуатации, включающая транспортирование, хранение, техническое обслуживание и ремонт, называют технической эксплуатацией. Совокупность свойств, обуславливающих пригодность системы удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением, определяет ее качество.

Качество РЭС реализуется через совокупность показателей качества и эффективности. Под показателем качества понимают количественную характеристику одного или нескольких свойств изделия, составляющих его качество, рассматриваемую применительно к определенным условиям создания и эксплуатации системы. Например, количественная характеристика свойств, составляющих качество процесса эксплуатации системы, - это показатель качества эксплуатации, а количественная характеристика степени достижения полезных результатов при использовании РЭС в конкретной эксплуатационной ситуации с учетом эксплуатационных затрат является показателем эффективности использования системы.

Показатели качества подразделяют на единичные и комплексные. Примерами единичных показателей могут служить: наработка радиоприемного устройства на отказ, интенсивность отказов резисторов, ресурс бортового радиоэлектронного оборудования и др. Соответственно эти показатели количественно характеризуют: безотказность приемника, безотказность резистора, долговечность бортового РЭС и т. д. Единичные показатели характеризуют одно свойство изделий.

Комплексные показатели определяют совместно несколько простых свойств или одно сложное свойство. Примером комплексного показателя может быть коэффициент технического использования:

$$K_{\text{ТИ}} = T_0 / (T_0 + \tau_{\text{з}} + \tau_{\text{то}}) \quad (1.1)$$

где T_0 - средняя наработка на отказ; $\tau_{\text{в}}$ - среднее время восстановления; $\tau_{\text{т0}}$ - средняя продолжительность технического обслуживания.

Коэффициент кти зависит от безотказности, восстанавливаемости и трудоемкости технического обслуживания. Для того чтобы изделие выполняло свое функциональное назначение, оно должно находиться в работоспособном состоянии, т. е. в состоянии, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять задание функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и конструкторской документации.

Совокупность параметров работоспособности может быть представлена n -мерным вектором $\Pi(n)$, область допустимых значений которого $B(n)$. Тогда условие работоспособного состояния $\Pi(n) \subset B$. Для выполнения этого условия каждый из параметров, принадлежащих совокупности $\Pi(n) = (u_1 \dots u_i \dots u_n)$, должен находиться в пределах $u_{in} < u_i < u_{iv}$, где u_{in} и u_{iv} - допустимые соответственно верхние и нижние значения i -го параметра.

Совокупность параметров $\Pi(n)$ РЭС подразделяется на четыре группы:

1. параметры функционального использования (ПФИ) - $\Pi_f(n_1)$;
2. технические параметры (ТП) - $\Pi_t(n_2)$;
3. параметры технической эксплуатации (ПТЭ)- $\Pi_{\text{э}}(n_3)$;
4. системные параметры (СП).

Параметры функционального использования характеризуют РЭУиС с точки зрения их потребительской сущности.

Технические параметры РЭС определяются инженерными решениями, реализуемыми на стадиях исследования, проектирования и изготовления. Их количественные значения в конечном счете влияют на ПФИ на стадии эксплуатации.

Параметры технической эксплуатации характеризуют РЭС как объект технической эксплуатации или, другими словами, как объект технического обслуживания и ремонта, под которым понимают изделие техники, обладающее потребностью в выполнении определенных операций ТОиР и приспособленностью к выполнению этих операций.

Системные параметры позволяют представить РЭС как большую техническую систему, состоящую из отдельных РЭУ, связей, и имеющих общую целевую функцию, сложную структуру, и другие системные характеристики.

Для описания сложности и изменчивости системы рассмотрим подробнее основные стадии ЖЦ системы. В общем случае ЖЦ системы подразделяются на два больших периода: развития и функционального использования и деградации.

Каждый из периодов характеризуется своими специфическими процессами, а также определенными стадиями разработки и этапами эксплуатации. Основной характеристикой периода развития ЖЦ1 является создание определенного комплекса требований к проектируемой системе и последующей реализацией его через совокупность (ПФИ) - $\Pi_f(n_1)$, воплощаемую посредством инженерных решений разработки (ТП) - $\Pi_t(n_2)$. В этом же периоде в систему закладывается определенная совокупность (ПТЭ) - $\Pi_{\text{э}}(n_3)$ -набор параметров надежности и эксплуатационной технологичности конструкции.

Реализация первого периода ЖЦ1 системы регламентирует определенные стадии разработки технической документации, которые включают:

1. техническое задание (ТЗ), разрабатываемое на основе исходных требований заказчика и содержащее цель и назначение разработки, а также требования к нормам показателей назначения и эксплуатационным характеристикам изделия, к надежности, технологическому и метрологическому обеспечению производства и эксплуатации;
2. техническое предложение - совокупность конструкторских Документов, которые содержат техническое и технико-экономическое обоснование целесообразности разработки изделия на основании анализа ТЗ и различных вариантов возможных решений, с учетом конструктивных и эксплуатационных особенностей разрабатываемого изделия;
3. эскизный проект - совокупность документов, которые отражают принципиальные схемные, конструктивные и параметрические решения, дающие общее представление об изделии РЭС, его устройстве и принципе работы;
4. технический проект - совокупность конструкторских документов, которые содержат окончательные технические решения, полное представление об устройстве разрабатываемого изделия, данные, определяющие его основные параметры и исходные данные для разработки технической документации;
5. рабочую конструкторскую документацию опытного образца и изделий серийного производства.

Состав и содержание конструкторской документации определяют требования ЕСКД. Именно на этапах проектирования создается концепция изделия РЭС, проводят научно-технические исследования, связанные с выбором наиболее целесообразных схмотехнических и конструктивно-технических альтернатив, создают математические, полунатурные и натурные модели, выполняют расчеты и экспериментальные исследования и работы.

В период проектирования осуществляется целенаправленное управление параметрами создаваемой системы по схеме рис. 1.2. На завершающих этапах этого периода изготавливаются опытные образцы, проводят их заводские и государственные испытания, завершающиеся внедрением в производство и изготовлением серии.



Рисунок 1.2 - Структура процесса создания РЭС

Основной задачей этого периода является создание РЭС с оптимальными по качеству и эффективности параметрами.

Второй период ЖЦ2 - стадия эксплуатации - характеризуется в первую очередь функционированием, т. е. той полезной работой, ради которой создается система. На этой стадии на РЭС воздействуют внешние условия, расходуется заложенный в систему технический ресурс, в результате в системе развиваются деградиационные процессы, которые могут привести к нарушению работоспособного состояния П((n)С В, т.е. возникновению отказа. Для парирования результатов воздействия деградиационных процессов ведутся работы по ТО и профилактическому ремонту РЭС, а в случае возникновения отказа - восстановление работоспособного состояния.

В этом периоде осуществляется целенаправленное управление параметрами РЭС (их поддержание в установленных пределах) путем определения состояния РЭС и управления этим состоянием на основе полученной информации.

На стадии эксплуатации (как правило, в процессе ремонта) может быть проведена модернизация системы. При этом этапу модернизации может предшествовать ряд этапов (не все, а некоторые), аналогичных этапам периода развития системы, например: разработка технической документации, изготовление опытного образца; испытания опытного образца и др.

Таким образом, ЖЦ РЭС представляет собой сложную упорядоченную во времени совокупность взаимосвязанных процессов, подобную сложной технической системе с включением в нее элементов организации.

Система эксплуатации может быть определена, как совокупность изделий, средств эксплуатации, исполнителей и устанавливающей правила их взаимодействия документации, необходимых и достаточных для выполнения задач эксплуатации. По отношению к объектам эксплуатации - РЭС - система эксплуатации имеет более высокий уровень иерархии и является сложной с точки зрения структуры, связей и других системных составляющих.

Общим для всех рассматриваемых систем и процессов эксплуатации является то, что в течение жизненного цикла изделия РЭС постоянно переходят из одного состояния в другое. При этом переход из одного состояния в другое является или следствием целенаправленного управления состоянием (ТО, ремонт) или случайным процессом, подчиняющимся стохастическим закономерностям. Объективным фактором изменения состояния РЭС - перехода ее в неисправное состояние или из неисправного в исправное при профилактическом обслуживании - являются значения измеряемых параметров. Определение состояния системы путем получения информации о значениях ее параметров является, таким образом, неотъемлемой частью ЖЦ системы и основой ее эффективного функционального использования. Параметры системы являются основными показателями качества ее работы.

Контрольные вопросы к 1 разделу

1. Как называется основная стадия жизненного цикла в системе радиоэлектроники? Дайте краткую характеристику данной стадии.
2. Что такое техническое диагностирование?
3. Что является основой диагностирования? Дать характеристику.
4. Главные задачи диагностики.
5. Стадии жизненный цикл средств передачи информации. Дать краткую характеристику каждой стадии.