

Пугачев А.Ю.,

*заместитель начальника научно-исследовательского отдела
Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны*

Россия, г. Ярославль

Бажан К.А.,

курсант

4 курс, факультет “Обеспечения полетов авиации низких высот”

Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны

Россия, г. Ярославль

Беляев О.И.,

курсант

4 курс, факультет “Обеспечения полетов авиации низких высот”

Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны

Россия, г. Ярославль

Иваньков К.Н.,

курсант

4 курс, факультет “Обеспечения полетов авиации низких высот”

Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны

Россия, г. Ярославль

РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО РУКОВОДСТВА ДЛЯ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Аннотация: статья посвящена проблеме, связанной с военной техникой старого парка, с освоением ее эксплуатационной документации в связи с большими ее объемами. Решение данной проблемы предлагается на основе создания программного обеспечения и применением новой технологий, при помощи которого на ЭВМ специалист сможет найти информацию для

проведения технического осмотра, ремонта, а также приведению радиолокационной станции в боевую готовность в наикратчайшие сроки, следовательно, снизив время восстановления станции.

Ключевые слова: эксплуатационная документация, интерактивное электронное техническое руководство, бумажная документация, эксплуатационные документы в электронной форме, информационные технологии.

Annotation: *The article is devoted to the problem of military equipment of the old Park, with the development of its operational documentation in connection with its large volumes. The solution to this problem is proposed on the basis of the creation of software and the use of new technologies, with which the computer specialist will be able to find information for technical inspection, repair, and Ghost radar on alert in the shortest possible time, therefore reducing the recovery time of the station.*

Key words: *operational documentation, interactive electronic technical manual, paper documentation, operational documents in electronic form, information technology.*

Эксплуатация сложных технических комплексов гражданского, военного или двойного назначения связана с необходимостью поддержания их работоспособности на требуемом, достаточно высоком уровне.

В настоящее время внедрение информационных технологий (ИТ) в процесс восстановления и поддержания работоспособного состояния изделий ВВСТ представляет собой актуальную и относительно сложную научную проблему, которую следует рассмотреть с нескольких позиций. С одной стороны, аспект автоматизации восстановления этих изделий довольно находит достаточно широкое применение в части решения однородных, часто повторяющихся задач: поиск диагностической и ремонтной информации, по ключевым словам, среди электронных источников данных, измерение диагностических параметров с использованием автоматических датчиков, обмен информацией о наличии комплектующих с электронной базой данных на

удаленных складах, и тому подобное. Одновременно с этим, восстановление аппаратуры изделий ВВСТ в методологическом отношении в целом следует рассматривать как процесс решения множества относительно простых и частично автоматизируемых задач, в котором невозможно определить последовательность и характер решаемых задач. По этой причине восстановление сложных технических комплексов следует охарактеризовать как сложно автоматизируемый процесс, связанный с интеллектуальной аналитической деятельностью обслуживающего персонала, которому отводится ключевая роль при принятии различных решений: локализация отказа, определение перечня регулировок для технического обслуживания и многие другие.

Практика построения автоматизированных систем процесса восстановления комплексов военного и двойного назначения свидетельствует о необходимости использования модельного представления этих комплексов в качестве основного информационного ресурса для подобных систем. При этом следует отметить, что структура этих систем сильно зависит от вида используемых моделей, что во многом определяет их функциональные возможности. Также на практике нередко возникают ситуации, когда для извлечения информации из автоматизированных систем информационной поддержки процесса восстановления обслуживающему персоналу приходится оперировать дополнительными классами понятий, в которых представлен объект восстановления. Несоответствие описания аппаратуры изделий ВВСТ в штатной эксплуатационной документации (ЭД) и в системах автоматизации приводит к непроводительным временным издержкам, не связанным непосредственно с восстановлением этих изделий.

Учитывая отмеченную особенность практического применения автоматизированных систем информационной поддержки процесса восстановления изделий ВВСТ, следует отметить высокую актуальность представления в них информации в терминах и понятиях, применяемых в комплекте штатной ЭД, что приводит к необходимости совершенствования

этого комплекта или его представления в электронном виде, предусматривающем повышение эффективности его использования:

- сокращение времени извлечения диагностической и ремонтной информации по запросам обслуживающего персонала – использование строки поиска, релевантности фраз в запросах;
- сокращение времени «незапросной» навигации между различными элементами представления информации – переходы по перекрестным ссылкам, история переходов, интерактивное оглавление и т.п.;
- повышение информативности представляемой информации – использование мультимедийного контента, эргономика информационной среды.

Документация, в которой описывается эксплуатация, различные виды ремонтных работ и технического обслуживания, а, следовательно, влияющие на восстанавливаемость, и надежность РЛС, называют интерактивные электронные технические руководства. И в связи с большим ее объемом, есть большие сложности в ее изучении, а точнее во времени затрачиваемого на это. Поэтому, в данной проблеме они играют решающую роль. Такие электронные документы, содержащие в себе сведения об изделии, его составе, устройстве, принципе работы, составе ЗИП, процедурах технического обслуживания, анимацию или видео по сборке, разработке, обслуживанию принято сокращенно называть ИЭТР.

Несмотря на то, что ИЭТР – это относительно новый вид ЭД, это понятие существует сразу в нескольких государственных стандартах:

- ГОСТ 2.051-2013 ЕСКД ЭД. Общие положения.
- ГОСТ 2.601-2013 ЕСКД Эксплуатационные документы в электронной форме.
- ГОСТ Р 50.1.029-2001 Информационные технологий поддержки жизненного цикла продукции. ИЭТР. Общие требования к содержанию, стилю и оформлению.

- ГОСТ Р 50.1.030-2001 Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. ИЭТР. Требования к логической структуре базы данных.

Кроме того, существует ряд международных стандартов [4, с. 241] по разработке ИЭТР, и наиболее известный из них: S1000D – спецификация на выпуск технических публикаций с использованием базы данных общего доступа. Данная спецификация разработана и сопровождается экспертами производителей гражданской и военной техники таких организаций, как: Aerospace and Defense Industries Association of Europe (ASD); Aerospace Industries Association(AIA); ATA e-Business Program [1].

Следовательно, актуальность данного направления работы очень высока, так как использование данной документации позволяет сократить время на восстановление станции, путем ее использования на определенном ЭВМ, а не “перекапыванием” большого объема бумажной документации. Из чего выходит повышение боеготовности РЛС и выполнение ее прямого предназначения в ходе ведения боевой работы.

Для удобства сопоставления электронной и бумажной формы конструкторской документации виды бумажных документов и их электронные аналоги сведены в таблицу 1, представленную ниже.

| Наименование бумажного документа | Электронный аналог документа |
|--|--|
| Графические конструкторские документы | |
| Чертеж детали | Электронный чертеж детали, электронная модель детали |
| Чертеж общего вида | Соответствующий электронный чертеж, |
| Сборочный чертеж | |
| Теоретически чертеж | |
| Габаритный чертеж | |
| Электромонтажный чертеж | |
| Монтажный чертеж | |
| электронная модель сборочной единицы | |

Таблица 1. Сопоставление электронной и бумажной формы документации

В данной статье предлагается, форма представления программного обеспечения, необходимое для использования данной ИЭТР. И использование в ней новой технологий связанной с восприятием информации, излагаемой в ИЭТР для специалиста, названной VR-Markup.

Восприятие играет важную роль в изучении материалов станции, оно позволяет более качественно и быстро вникать в суть эксплуатации техники, а, следовательно, как специалисту РТВ выполнять различные боевые задачи. Что опять же нас приводит к повышению тех же самых показателей техники, что и были упомянуты выше (надежность, живучесть, восстанавливаемость и тд).

Данные руководства помогут специалисту с меньшим временем устранять различные неисправности вызванные в ходе эксплуатации, путем ввода одной лишь проблемы, программа будет выдавать ее решение, а так же причину поломки, в соответствии с заранее подготовленной базой данных этого программного обеспечения. Таким образом на уже существующих методах и

использований новой технологий по восприятию, предлагается решение по сокращению восстанавливаемости техники, а в масштабах страны боеготовности станций старого парка в целом.

Различные комплексы нового парка (59Н6, 39Н6) разного назначения были модернизированы в данном направлении. Но как же быть со станциями старого парка? Они до сих пор стоят на вооружении и активно ведут дежурства в различных местах нашей страны. Причем многие ВВУЗы продолжают вести обучение по станциям старого парка (19Ж6, 1Л117 и тд). Соответственно такие показатели как восстанавливаемость, надежность, живучесть таких станций напрямую зависит от того насколько грамотные специалисты выполняют на их эксплуатацию. Это можно выделить, как определенное направление работы к повышению боеготовности станции и конечно подготовке специалистов. Но не стоит забывать о том, что при подготовке данных специалистов, а в особенности у станций старого парка, есть объемное количество различной документации.

При рассмотрении РЛС 1Л117 следует отметить ее относительно низкую технологичность. Это очень громоздкая и объемная по количеству необходимой информации по ее эксплуатации станция. Так как она представляет собой до 7 различных машин, а, следовательно, и больших объемов работ, проводимых на них. А согласно техническим характеристикам указанных в эксплуатационной документации, развертывание ее достигает до 8 часов и это при том, что для того чтобы снять антенну необходим целый кран, поэтому чаще такие станции являются стационарными и их стараются не перемещать. Так тут мы видим, что и работа с документацией не лишена больших проблем, а в частности усвоение и освоение ее.

Следовательно, использование ИЭТР опять же позволит повысить важные для нас показатели. Различные ИЭТР можно подразделить на несколько классов, соответственно разделенных по функциональным возможностям:

- ИЭТР 1-го класса – индексированные цифровые изображения страниц. Этот класс представляет собой набор изображений, полученных сканированием страниц документации. Страницы индексированы в

соответствии с содержанием, списком иллюстраций, списком таблиц и т.п. Индексация позволяет отобразить растровое представление необходимого раздела документации сразу после его выбора в содержании. Данный тип ИЭТР сохраняет ориентированность страниц и может быть выведен на печать без предварительной обработки.

- ИЭТР 2-го класса – линейно-структурированные электронные документы.

ИЭТР данного класса представляет собой совокупность текстов в формате SGML. Оглавление ИЭТР содержит ссылки на соответствующие разделы технического руководства. ИЭТР может содержать перекрестные ссылки, таблицы, иллюстрации, ссылки на аудио- и видеоданные. Предусматривается функция поиска данных. ИЭТР может быть просмотрен на экране и распечатан без предварительной обработки.

Примечание - Основным недостатком ИЭТР классов 1 и 2 является дублирование многократно используемой информации.

- ИЭТР 3-го класса – иерархически-структурированные электронные документы

В ИЭТР этого класса данные хранятся как объекты внутри хранилища информации, имеющего иерархическую структуру. Дублирование многократно используемых данных предотвращается системой ссылок на однократно описанные данные.

Так как данные в ИЭТР этого класса организованы иерархически, документация не может быть распечатана без предварительной обработки.

- ИЭТР 4-го класса – интегрированные ИЭТР

В дополнение к функциям ИЭТР класса 3, ИЭТР данного класса обеспечивает возможность прямого интерфейсного взаимодействия с электронными модулями диагностики изделий. ИЭТР класса 4 позволяет наиболее эффективно проводить операции по поиску неисправностей в изделии, локализации сбоев, подбору запасных частей. Также некоторые разработчики выделяют и ИЭТР 5-

го класса, среди особенностей выделяя возможность построения различного рода прогнозов, использования инструментов анализа и построения рекомендаций для потребителя, но на текущий момент времени в российских стандартах существует только 4 основных класса ИЭТР.

В данной работе предлагается использовать комбинированный подход к построению структуры электронного документа на основе расширения алфавита тегов существующей разметки дополнительными тегами, определяющими математическое модельное представление изделия.

VR-Markup предназначена для отображения информации об образцах вооружения, военной и специальной техники в интерактивных электронных технических руководствах и улучшения ее восприятия. Под восприятием в данном случае мы понимаем непосредственное чувственное отражение действительности в сознании, способность воспринимать, различать и усваивать информацию. VR-Markup представляет собой специальный язык оформления электронной документации. Этот, весьма ценный, инструмент позволяет строить различные иерархичные структуры, в которые могут входить множество элементов, например: меню, таблицы, теги, GIF-иллюстрации, 3D модели и тд. А также позволяет организовывать дополнительную структуру элементов навигации внутри ИЭТР и соответственно вносить специалистом свои корректировки и поправки. На данный момент нет общепринятого стандарта для разметки. Существуют различные языки разметки, несовместимые между собой. Грамматика, структура, правила применения, ключевые слова и прочие детали зависят от конкретной реализации для конкретной системы. Использование же данного нововведения в ИЭТР военного назначения позволит значительно улучшить восприятие информации в документации. Обобщенное представление программного обеспечения ИЭТР представлено на рисунке 1. Актуальность заключается не в том, чтобы реализовать какую-то новую техническую составляющую, а уже на ранее известных способах реализации ИЭТР, предложить нововведение по форме представления информации, которая в свою очередь позволит улучшить показатели восстановления техники.



| Файл | Данные | Вид | Помощь | ИЭТР РЛС 1Л117 | Справка | Заккрыть |
|--|--------|---|--------|----------------|---|----------|
|  <p>База ИЭТР</p> <ul style="list-style-type: none"> • Меры безопасности • Таблицы неисправностей на изделие; • Содержание и временной график ТО; • Порядок выполнения базовых технологических операций; • Порядок работы с комплектом ЗИП; • Порядок длительного хранения, консервации, утилизации; • Нормы расхода ЗИП | | <p>I. ВВЕДЕНИЕ</p> <p>Настоящая инструкция является основным руководством по вопросам эксплуатации аппаратуры сопряжения изделия 76Е6-1 с РЛС 1Л117 и является частью 3 инструкции по эксплуатации РЛС.</p> <p>Инструкция рассчитана на технический персонал, прошедший специальную подготовку и изучивший материальную часть аппаратуры сопряжения.</p> <p>Наряду с требованиями, перечисленными в данной инструкции, для обеспечения нормальной эксплуатации аппаратуры, обслуживающий персонал обязан изучить также правила эксплуатации аппаратуры 76Е6-1, ИО-4М, РЛС 1Л118 (1Л117), аккумуляторных батарей и измерительной аппаратуры.</p> <p>Полный перечень эксплуатационной документации приведен в ведомости ЯБ1.000.016-25 ЭД.</p> <p>ВНИМАНИЕ : КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПРИ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЕ С ИЗДЕЛИЕМ . 76Е6-1 ОТКЛЮЧАТЬ ЛИБО СНИМАТЬ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АККУМУЛЯТОРНУЮ БАТАРЕЮ 5 НК -131К .</p> | | |  | |

Рисунок 1. Примерное оформление ИЭТР для 1Л117.

В ее основу, на примере радиолокационной станции 1Л117 легли отображения следующих документов рисунок 2:



Рисунок 2. Примеры основных бумажных документов, реализуемых в ИЭТР.

Поддерживаемые виды отображения информации в ВР-Markup документах:

- Обычный текст;

- Блок “содержание” – содержит пронумерованный список ссылок, приводимый в столбик;
- Блок иллюстрации или GIF-иллюстрации;
- Блок 3D-моделей;
- Различные таблицы и др.

Ярчайшим примером такой разметки является сайт wikipedia.org, там мы видим структурированное рассмотрение предлагаемого материала для изучения. Особенность заключается в том, что данный ресурс используется во многих спектрах образования, даже начиная со школы, а это говорит о том, что усвоение материала, который публикует данный ресурс очень высок.

В качестве описания данного подхода, произведём небольшой анализ цикла восстановления РЛС с точки зрения оценки влияния времени выполнения операций внутри цикла на значение времени восстановления T_v . В цикле восстановления Ц_v выделяются два основных процесса – технического диагностирования ($\text{П}_{\text{тд}}$) и текущего ремонта ($\text{П}_{\text{тр}}$). В процессе $\text{П}_{\text{тд}}$ технического диагностирования РЭА выделяются операции контроля технического состояния изделия КТС и локализации отказа ЛО . Диагностирование начинается с выполнения операции КТС , которая связана с выявлением диагностических признаков факта отказа. На основе полученных признаков необходимо сформировать диагностическую информацию ДИ для описания факта отказа ОФО со степенью детализации достаточной для принятия решения о вероятном месте и причине отказа АПРло . При этом операции уточнения ДИ внутри цикла ЛО могут выполняться многократно.

В данном случае под термином «формирование диагностической информации», понимается выборка (извлечение) и объединение в определенном интегрированном виде элементов данных, необходимых при восстановлении РЛС. При этом могут использоваться различные виды представления информации: графики, диаграммы, схемы, таблицы, текст и т.д.

Если полученной ДИ достаточно для описания факта отказа (ОФО) и принятия решения о месте и причине отказа (АПРло), то формируется

информация, необходимая для выполнения текущего ремонта (ремонтная информация PI), которая используется при принятии решения ($АПР_{зам}$) и выполнении действий по замене ($Зам$) неработоспособных элементов РЛС. После выполнения операций текущего ремонта производится возврат на выполнение операции $КТС$ для определения технического состояния РЛС. Если при этом техническое состояние РЛС снова определяется, как неработоспособное, то результат выполнения операции $КТС$ используется для уточнения совокупности признаков факта отказа и все операции цикла $Ц_в$ повторяются до перехода РЛС в работоспособное состояние. Совокупность данных операций определяет цикл технического диагностирования.

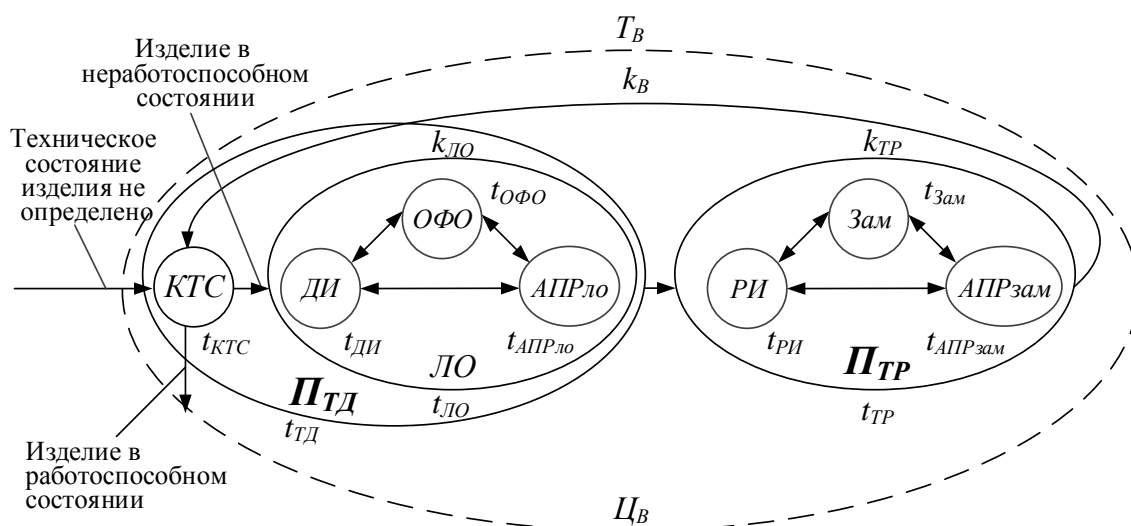


Рисунок 3 — Цикл восстановления радиолокационной станции

Все действия в цикле восстановления $Ц_в$ упорядочены его структурой и занимают определенное время. Так как многие действия в цикле $Ц_в$ могут выполняться многократно, то в общем виде время восстановления $T_в$ целесообразно определить следующим образом:

$$\begin{aligned}
 T_в &= (t_{ТД} + t_{ТР}) * k_в = ((t_{КТС} + t_{ЛО} * k_{ЛО}) + t_{ТР}) * k_в = \\
 &= (t_{КТС} + (t_{ОФО} + t_{ДИ} + t_{АПРло}) * k_{ЛО} \\
 &+ (t_{РИ} + t_{АПРзам} + t_{Зам}) * k_{ТР}) * k_в
 \end{aligned}$$

В данном выражении $k_{ЛО}$ – число повторений цикла локализации отказа, $k_{ТР}$ – число повторений процесса текущего ремонта, $k_в$ – число повторений цикла

восстановления РЛС. Величины $t_{ТД}, t_{ДИ}, t_{ТР}$ и другие обозначают время выполнения соответствующих операций.

Поскольку при восстановлении РЛС величина $k_B * k_{ЛО} \gg 1$, то вклад времени формирования диагностической информации $t_{ДИ}$ в общее значение времени восстановления T_B является значительным. При этом существенное сокращение времени T_B может быть достигнуто за счет уменьшения времени $t_{ДИ}$ при выполнении операций процесса технического диагностирования. Э, что определяет практическое значение данной работы.

В качестве примеров разметки рассмотрим интернет энциклопедию упомянутую выше Wikipedia. На данной [веб-странице](#), мы видим структурировано изложенную информацию о том, что из себя представляют РЛС в целом. Удобно расположенные для восприятия изображения и GIF-иллюстрации, позволяют специалисту, более четко воспринимать картину того объекта, который он изучает. Начиная с [истории](#) основания радиолокации, и заканчивая [техническими характеристиками](#) и подробным их описанием.

Таким образом, использование технологий ВР-Markup в построении интерактивных электронных технических руководств для радиолокационных станций, принятых на вооружение в настоящее время, позволяет сократить время на формирование диагностической и ремонтной информации в процессе их восстановления, из чего следует более эффективное освоение полученного материала, что приводит к повышению коэффициента готовности комплексов военного назначения и приведению их в боевую готовность в назначенное время для выполнения поставленной боевой задачи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Электронная техническая документация. [Электронный ресурс]. // <http://wiki.itorum.ru> (дата обращения: 07.03.2019).
2. Анисимов О.В., Курчидис В.А. Организация информационных интерфейсов в системах автоматизации технической эксплуатации / ВКА – Ярославль, 2012. – 91 с.

3. Глущенко П.В. Техническая диагностика: моделирование в диагностировании и прогнозировании состояния технических объектов. – М.: Вузовская книга, 2004. – 248 с.
4. Боев С.Ф., Игнатъев С.В., Тихонов В.Б. Надежность и эксплуатация радиотехнических систем: Монография. – М.: Научная книга, 2018. – 370 с.
5. Классификация ИЭТР. [Электронный ресурс]. // <http://wiki.itorum.ru/2013/11/что-такое-классы-ietp-ietr/> (дата обращения: 07.03.2019).