

УДК 330:629.083
DOI: 10.26140/anie-2020-0903-0099

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ЭФФЕКТИВНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА СУДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

© 2020
SPIN: 5788-2227
AuthorID: 489682
ResearcherID: AAL-4702-2020
ORCID: 0000-0001-9904-9864
ScopusID: 57202505137

Янченко Арина Юрьевна, кандидат экономических наук, доцент,
доцент кафедры бухгалтерского учета и аудита
Санкт-Петербургский государственный морской технический университет
(190121, Россия, Санкт-Петербург, улица Лощманская, 3, e-mail: yanchenko_au@mail.ru)

Аннотация. В статье описываются возможности современных информационных технологий, применение которых позволяет существенно повысить качество технического обслуживания и ремонта сложного судового оборудования. Рассматриваются различные инструментальные средства, позволяющие формировать электронные документы на основе имеющейся текстовой, табличной, аудио-, видео- и другой информации. Для информационной поддержки технического обслуживания и ремонта судового оборудования предлагается формирование интерактивного электронного журнала, в котором предусмотрена фиксация отклонений и сбоев в работе оборудования. Целью информационной поддержки технического обслуживания и ремонта судового оборудования является обеспечение безопасности судна, предотвращение аварийных ситуаций. Для реализации поставленной цели рассматривается комплексное решение задач поиска неисправностей в узлах судового оборудования, анализа работоспособности всей технической системы и прогноза отказов оборудования. Решение предлагается на базе интегрированного комплекса программных средств для разработки, сопровождения, изменения и публикации эксплуатационной и ремонтной документации на судовое оборудование. Использование высокоуровневых приложений-редакторов позволяет разрабатывать интерактивную электронную документацию, при этом уделять особое внимание содержательной части и уменьшать нагрузку на специалиста, принимающего ответственное решение в момент предаварийной ситуации. В результате повышается эффективность и безопасность работы судового оборудования.

Ключевые слова: информационная поддержка, интерактивный электронный журнал, техническое обслуживание и ремонт, судовое оборудование, инструментальные средства, фиксация отклонений и сбоев, обеспечение безопасности.

INFORMATION SUPPORT FOR EFFECTIVE MAINTENANCE AND REPAIR OF SHIP EQUIPMENT

© 2020

Yanchenko Arina Yurievna, candidate of economic sciences, associate professor,
associate professor of the department of accounting and audit
State Marine Technical University of Saint-Petersburg
(190121, Russia, Saint-Petersburg, Lotsmanskaya street, 3, e-mail: yanchenko_au@mail.ru)

Abstract. The article describes possibilities of modern information technologies, the use of which can significantly improve quality of maintenance and repair of complex ship equipment. Various software tools are considered that allow forming electronic documents based on available text, table, audio, video, and other information. For information support of maintenance and repair of ship equipment, it is proposed to create an interactive electronic log, which provides for recording deviations and failures in operation of equipment. The purpose of information support for maintenance and repair of ship equipment is to ensure the safety of a ship, prevent accidents. To achieve this goal, a comprehensive solution to troubleshooting problems in ship equipment nodes, analyzing the performance of the entire technical system, and predicting equipment failures is considered. The solution is offered on the basis of an integrated set of software tools for the development, maintenance, modification, and publication of operational and repair documentation for ship equipment. Using high-level editor applications allows to develop interactive electronic documentation, while paying special attention to the content part and reducing the burden on a specialist who makes a responsible decision at the time of a pre-emergency situation. As a result, the efficiency and safety of ship equipment is improved.

Keywords: information support, interactive electronic log, maintenance and repair, ship equipment, software tools, fixing deviations and failures, providing safety

ВВЕДЕНИЕ

Качественное обслуживание сложных систем с использованием сверхточных технических средств позволяет обнаруживать отклонения в их функционировании уже на ранних стадиях и прогнозировать подобные отклонения. Соответственно регулярное техническое обслуживание и регистрация отклонений в работе судового оборудования являются превентивными мерами для предотвращения аварийных ситуаций. Сложное судовое оборудование естественно требует осуществления технического обслуживания на высоком уровне, что подразумевает проведение высококачественных профилактических и ремонтных работ, своевременное обеспечение запасными частями, предоставление квалифицированных специалистов и так далее [1]. Все эти операции должны информационно поддерживаться, т. е. обеспечиваться документацией, а для большей эффективности процесса должна применяться интерактивная электронная документация. Таким образом, информаци-

онная поддержка технического обслуживания и ремонта судового оборудования представляет собой актуальную и нетривиальную задачу.

В настоящее время информационные технологии позволяют решать задачи автоматизированного формирования электронных документов с помощью различных инструментальных средств [2]. Существуют программно-технические средства, которые в совокупности с электронными документами и техническими данными формируют информационное обеспечение процессов использования и технической эксплуатации различных изделий и оборудования. Согласно ГОСТ Р 54088-2017 подобная совокупность называется интерактивным электронным техническим руководством (ИЭТР), потому что предоставляет возможность прямой и обратной связи между пользователем и техническим руководством [3]. Взаимосвязь осуществляется в режиме реального времени посредством интерфейса электронной системы отображения. С помощью соответствующей

интерактивной электронной документации возможно также проблемное или ситуационное обучение пользователей определенным операциям [4].

Принципы работы ИЭТР реализуются при функционировании автоматизированных информационно-библиотечных систем, которые предусматривают формирование многоуровневых записей. В базе данных таких систем хранятся образы отсканированных страниц текста, и протоколируются все операции с указанием времени начала и конца. Информационно-библиотечные системы обладают удобным пользовательским интерфейсом, позволяющим получать информацию по различным аспектам технологических операций [5].

В ответ на запросы рынка информационных технологий предлагаются различные инструментальные средства, позволяющие подготавливать специфические электронные документы – электронные каталоги. В них внедряются функции, которые улучшают интеграцию со стандартными офисными приложениями и CAD-системами [6]. Современные информационные технологии также решают задачи логистической поддержки изделий и оборудования, обрабатывают запросы на приобретение комплектующих и запасных частей, включают автоматизацию формирования отчетов при выполнении отдельных операций. Важным моментом при разработке электронной документации является соблюдение государственных, международных и отраслевых стандартов [7, 8].

МЕТОДОЛОГИЯ

Целью информационной поддержки эффективного технического обслуживания и ремонта судового оборудования является обеспечение безопасности, т. е. конкретных практических мер защиты от попадания судна в опасные состояния отклонений и сбоев в работе оборудования [9]. Для фиксации предаварийных ситуаций в работе судового оборудования предлагается формирование интерактивного электронного журнала (ИЭЖ) с помощью инструментального средства, осуществляющего разработку, сопровождение и публикацию электронной документации.

На сегодняшний день наиболее распространенной является методика технического обслуживания и ремонта судна по календарному плану и наработке [10]. В ее основе лежат инструкции по планово-предупредительным осмотрам, эксплуатации и ремонту судового оборудования. В инструкциях прописаны сроки проведения и порядок организации осмотров и ремонтов, а также их виды, объем и периодичность. Однако практика показывает, что методика планового обслуживания зачастую оказывается нерентабельной, поскольку требует неоправданно больших расходов, при этом не уменьшая вероятность отказов оборудования [11].

Современные тенденции в сфере увеличения эффективности технического обслуживания и ремонта судового оборудования направлены на применение методики обслуживания по фактическому состоянию. Они опираются на методы диагностики и составления прогнозов состояния оборудования, включая прогнозы возможных отклонений и сбоев в его работе. Информационной поддержкой для данной методики являются накопленные и зафиксированные в электронном журнале данные по предотказным состояниям. Предлагаемый интерактивный электронный журнал фиксации отклонений и сбоев в работе судового оборудования предназначен для реализации следующих операций:

- поиск неисправностей в узлах и элементах оборудования;
- анализ работоспособности всей технической системы;
- прогноз отклонений и сбоев в работе оборудования.

Для решения поставленных задач на судне должны быть предусмотрены:

- средства диагностики для контроля неисправностей с инструкциями по использованию;

- нормативно-техническая документация с методикой контроля состояния судового оборудования;

- специалисты, владеющие средствами диагностирования, которые применяются для технического обслуживания и ремонта оборудования.

Дополнительным плюсом использования интерактивного электронного журнала является уменьшение нагрузки на специалиста в процессе поиска решения. ИЭЖ аккумулирует данные о текущих параметрах рабочих процессов в судовом оборудовании и возможных отклонениях, и предоставляет информацию в форме, удобной для принятия решения [12]. Практический опыт специалистов по выявлению предотказного состояния весьма важен, но часто развитие аварийных ситуаций происходит со скоростью, которая не позволяет быстро сориентироваться и переработать имеющуюся информацию для принятия правильного решения по нахождению первопричины отказа оборудования. Значимость для специалиста информационной поддержки на основе интегрированного программного комплекса, работающего в интерактивном режиме, не подвергается сомнению.

За основу для разработки интерактивного электронного журнала взяты принципы формирования интерактивного электронного технического руководства. Различные решения в области представления данных в электронном виде порождают разделение ИЭТР по функциональным признакам. Можно выделить две формы ИЭТР: странично-ориентированную и полностью интерактивную. Каждая из форм характеризуется определенной функциональностью и стоимостью реализации [13].

Из названия странично-ориентированной формы следует, что она предназначена для отображения информации эксплуатационной и ремонтной документации в виде отсканированных страниц бумажных документов. Все страницы подобного руководства проиндексированы, что позволяет получить быстрый доступ к элементам данных посредством выбора конкретного элемента в содержании документа. В качестве элементов могут выступать главы, разделы, абзацы, списки, таблицы, иллюстрации и другие информационные объекты, размещенные на страницах эксплуатационной и ремонтной документации. В странично-ориентированной форме ИЭТР удобно организована функция поиска данных, допускаются перекрестные ссылки на разделы, таблицы, иллюстрации, аудио- и видеоданные. Распечатывать страницы в данном формате можно без предварительной обработки данных [3].

Полностью интерактивное электронное руководство позволяет пользователю полноценно взаимодействовать с локальной базой данных. Взаимодействие осуществляется с помощью электронной системы отображения. Подготовка контента для полностью интерактивных электронных руководств выполняется с использованием специализированных программных средств и требует наличия у оператора определенных знаний в области информационных технологий: языка разметки, системы управления базами данных, программных процессоров обработки растровых изображений и пр. [14].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Предлагаемая форма фиксации отклонений и сбоев в работе судового оборудования с помощью интерактивного электронного журнала обладает представленными характеристиками:

- разрабатывается специализированными инструментальными средствами;
- содержит полную информацию об эксплуатации судового оборудования в единой или распределенной системе хранения;
- визуализирует данные о работе судового оборудования с помощью интерфейса электронной системы отображения;
- оперативно предоставляет пользователю доступ к необходимой информации благодаря логической взаи-

мосвязи элементов данных;

– выводит в интерактивном режиме справочную информацию о проведении ремонтных работ на судовом оборудовании;

– обобщает оценку текущего состояния и делает прогноз развития событий в случае аварийной ситуации.

Таким образом ИЭЖ состоит из информационной базы данных о судовом оборудовании и программного обеспечения для визуализации контента и взаимодействия с пользователем посредством электронной системы отображения информации. В состав ИЭЖ фиксации отклонений и сбоев в работе судового оборудования можно включать данные разного вида: тексты, таблицы, графики, аудио, видео, 2D и 3D-модели, анимацию и т. п. Кроме того, в ИЭЖ существует возможность доступа к внешним источникам информации посредством коммуникационных сетей.

Процесс формирования содержимого интерактивного электронного журнала имеет высокую технологическую трудоемкость, но обеспечивает эффективную информационную поддержку судового оборудования. В ИЭЖ отпадает необходимость многократного повторения идентичной информации. Данные создаются один раз, а затем в документе проставляется ссылка на них, что в свою очередь приводит к значительному уменьшению объема документации. К достоинствам ИЭЖ можно также отнести высокую функциональность и возможность отбора данных по специфическим признакам при запросах. Если в результате работы судового оборудования произошел сбой с последующим продолжением нормальной работы, то сообщение об этом в ИЭЖ можно изложить в виде текста с соответствующим комментарием.

ИЭЖ предусматривает возможность прямого интерфейсного взаимодействия с электронными модулями диагностики узлов судового оборудования, что способствует более оперативному и эффективному выполнению поставленных задач. Интерактивный электронный журнал позволяет быстро проводить поиск неисправностей в работе оборудования, локализацию сбоев, подбор запасных частей, а также аккумулировать данные для анализа состояния оборудования в конкретной ситуации. ИЭЖ может автоматически получать информацию о работе оборудования, анализировать ее и добавлять в свою базу данных для последующего использования.

Существуют различные инструментальные средства, которые предоставляют возможность для создания интерактивного электронного журнала фиксации отклонений и сбоев по аналогии с созданием интерактивных электронных технических руководств. Наибольшее распространение получили следующие комплексы программных средств [15, 16]:

- Autodesk Inventor Publisher от Autodesk;
- Composer от Dassault Systemes;
- Cortona3D RapidAuthor от ParallelGraphics;
- Arbortext от PTC;
- Technical Guide Builder от НИЦ «Прикладная логистика»;
- НЕО ЭКСПЕРТ.ИЭТР от компании «НЕОТЕК МАРИН»
- Vdocumentation от ООО «Каталит»;
- LIBROPLANTA от ООО «Либропланта»;
- Seamatica от компании «Си Проект».

Широкие функциональные возможности данных программных комплексов завоевали им популярность в среде разработчиков электронной технической документации. Среди них выделяется компания НИЦ «Прикладная логистика», которая предлагает интегрированный комплекс программных средств Technical Guide Builder (TGB) для разработки, сопровождения, изменения и публикации эксплуатационной документации на сложные изделия и оборудование. TGB построен по модульному принципу. С помощью специализированных программных приложений-редакторов в Technical

Guide Builder предусмотрена подготовка разных видов электронной документации, в т. ч. описательной, процедурно-технологической, электронных каталогов и т. д. Использование высокоуровневых приложений позволяет специалистам разрабатывать электронную документацию, концентрируя свое внимание только на ее содержательной части, и не требует от пользователя глубоких знаний языков SGML/XML, что характерно при использовании имеющихся на рынке XML-редакторов [17].

Основой TGB является Базовый модуль, позволяющий сформировать и опубликовать ИЭЖ с описательными модулями данных, состоящими из текстовых данных, таблиц, списков, ссылок и иллюстраций [18].

Модуль TGB для создания процедур поиска и устранения неисправностей включает редактор соответствующих процедур, с помощью которого специалист может создать описание алгоритма поиска неисправного блока (рис. 1). Описание алгоритма можно выполнить в форме диаграммы и в форме пошаговой инструкции. В описании доступно использование ссылок, иллюстраций и таблиц. В редакторе имеются следующие разделы:

- описание неисправности;
- предварительные требования (данные об изделии, запчасти, инструменты и материалы, меры безопасности, персонал и т. п.);
- процедура поиска неисправности;
- диаграмма процедуры поиска;
- требования после завершения работы.

Рисунок 1 – Поля группы для расширенного описания неисправностей в рамках модуля в TGB

Расширенное описание неисправностей предполагает наличие у специалиста знаний по соответствующему виду судового оборудования на экспертном уровне. Современной тенденцией в развитии информационных технологий является использование в работе экспертных систем. Совмещение интерактивного электронного журнала с экспертной системой предоставит возможность ускорить поиск неисправностей и сделать его более интеллектуальным. Синтез экспертных систем и ИЭЖ позволит производить обучение пользователей и самообучение системы посредством общения с экспертами [19].

ВЫВОДЫ

Интерактивный электронный журнал фиксации отклонений и сбоев в работе судового оборудования можно применять в следующих областях:

- предоставление справочных материалов об устройстве и принципах работы судового оборудования;
- обучение персонала правилам эксплуатации и ре-

монта судового оборудования;

- обеспечение информацией о проведении стандартных операций с оборудованием (необходимые материалы и инструменты, количество и квалификация персонала);

- поиск неисправностей и диагностика судового оборудования;

- формирование автоматизированных заказов на материалы и запасные части;

- планирование и учет проведения ремонтных работ судового оборудования.

Перечисленные области применения ИЭЖ позволяют говорить о нем как о важнейшем средстве обеспечения интегрированной информационной поддержки эксплуатации и ремонта судового оборудования [20, 21].

Используя существующие средства автоматизации разработки электронных документов, можно оперативно создать интерактивный электронный журнал отклонений и сбоев в работе судового оборудования, применяя который в практической деятельности возможно накапливать информацию для повышения эффективности и безопасности работы сложного судового оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Куркин А. В. Разработка системы подготовки интерактивной эксплуатационной документации с применением WEBGL // В сборнике: Информатика: проблемы, методология, технологии. Сборник материалов XVIII международной научно-методической конференции. в 7 томах. Под редакцией Н. А. Тюкачева. – 2018. – С. 133-137.
2. Девяткин В. А., Туктамышев В. Р., Катаев Я. А., Глухов Д. А. О выборе инструментальных средств для разработки электронной интерактивной документации // В сборнике: Инновации, качество и сервис в технике и технологиях. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор: Горохов А. А. – С. 118-121.
3. ГОСТ Р 54088-2017. Интегрированная логистическая поддержка. Эксплуатационная и ремонтная документация в форме интерактивных электронных технических руководств. Основные положения и общие требования. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200158326> (дата обращения 07.04.2020).
4. Кобзев В. В., Нефедович А. В. Эргономические аспекты разработки электронной документации // Судостроение. – 2005. – № 5 (762). – С. 36-39.
5. Васильев А. В., Каленов Н. Е. Автоматизированная информационно-библиотечная система «Библиобус»: современная версия // Библиотекосведение. – 2018. – Т. 67. № 6. – С. 630-644.
6. Каналин И. Ю. Создание электронных каталогов в системе подготовки электронной эксплуатационной документации Technical Guide Builder V2.4 // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2006. – № 1. – С. 23-29.
7. Онуфриева Т. А., Зайцева А. А. Концепция разработки информационной логистической системы // Символ науки. – 2016. – № 10-2 (22). – С. 70-73.
8. Доросинский Л. Г. Информационные технологии поддержки жизненного цикла изделия / Л. Г. Доросинский, О. М. Зверева – Ульяновск: Зебра, 2016. – 243 с.
9. Ключ В. В., Янченко А. Ю. Разработка моделей системы информационного обеспечения безопасности промышленных объектов // Научно-аналитический журнал Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. – 2013. – № 4. – С. 31-38.
10. Северцев П. А. Надежность сложных систем в эксплуатации при наработке. – М.: Высшая школа, 1989. – 428 с.
11. Белов О. А. Методология оценки технического состояния электрооборудования при развитии параметрических отказов // Вестник АГТУ. Серия «Морская техника и технология». – 2015. – № 3. – С. 96-102.
12. Белов О. А. Методология анализа и контроля безопасности судна как сложной организационно-технической системы // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2015. – № 34. – С. 12-18.
13. Проскураков Н. В., Можжаев А. А., Кочнев В. В., Пыжов О. И. Принципы формирования интерактивных электронных технических руководств на корабельные системы и комплексы // Программные продукты и системы – 2003. – № 1. – С. 10-18.
14. Татаров М. О., Пугачев А. Ю. Подход к автоматизации формирования содержимого интерактивных электронных технических руководств для изделий сложных технических комплексов // Вестник Ярославского высшего военного училища противовоздушной обороны. – 2019. – № 3 (6). – С. 169-179.
15. Райкин Л. И., Субботина М. Н. О подготовке контента для интерактивных электронных технических руководств // Труды НГТУ им. Р. Е. Алексеева. – 2017. – № 3 (118). – С. 58-64.
16. Чибиркин И. А. Подготовка информационного содержимого для интерактивных электронных технических руководств // Неделя науки Санкт-Петербургского морского технического университета. – 2019. – Т. 1. № 1. – С. 103.

17. Сайт НИЦ «Прикладная логистика». [Электронный ресурс]. URL: <https://cals.ru/products/tgb> (дата обращения 15.04.2020).

18. Райкин Л. И., Осипова А. В., Решетов В. А. Инструментальные средства для реализации интегрированной логистической поддержки // В сборнике: КОГРАФ-2019 сборник материалов 29-й Всероссийской научно-практической конференции по графическим информационным технологиям и системам. – 2019. – С. 107-119.

19. Горин А. А. Интеллектуализация ИЭЖ с помощью экспертных систем // В сборнике: Научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов НИУ ВШЭ им. Е. В. Арменского. Материалы конференции. Московский институт электроники и математики Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики». – 2015. – С. 70-71.

20. Жуков Ю. И., Смольников А. В. Логистическая поддержка – гарантия высокой надежности и эффективности использования сложной пожарной техники // Пожаровзрывобезопасность. – 2005. – Т. 14. № 2. – С. 66-72.

21. Малыгин И. Г., Смольников А. В. Метод использования технологий информационной поддержки (CALS-технологий) при разработке сложной пожарной и спасательной техники // Пожаровзрывобезопасность. – 2004. – Т. 13. № 3. – С. 38-43.

Статья поступила в редакцию 22.04.2020

Статья принята к публикации 27.08.2020