

УДК 62.50

В.А. Крамарь, д-р техн. наук,

Севастопольский национальный технический университет

В.П. Макогон, канд. техн. наук,

ОАО «КБ Радиосвязи», г. Севастополь

А.И. Харланов, канд. техн. наук,

ЧВВМУ им. П.С. Нахимова, г. Севастополь

E-mail: mak229@rambler.ru

АНАЛИЗ МЕТОДОЛОГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ

ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СУДОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПРИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Дан анализ путей развития методологии обеспечения функциональной безопасности судовых технических средств при неклассифицированных существующей нормативной базой мощных электромагнитных воздействиях.

Ключевые слова: радиоэлектронное средство (РЭС), радиочастотное воздействие, радиоэлектронная аппаратура (РЭА).

Развитие современных технологий обуславливает рост количества РЭС на судне и в процессе согласования условий их совместной работы предъявляются все более жесткие требования по электромагнитной совместимости (ЭМС). Внедрение средств комплексной автоматизации и ряд организационно технических мероприятий обеспечили переход на совмещение профессий палубной и машинной команд на всех судах внутреннего плавания, а также эксплуатацию судовой энергетической установки без постоянной вахты в машинном отделении.

Тенденция развития современных РЭС характеризуется разработкой программно-управляемого радио, что приводит к максимальному использованию микропроцессорных компонентов чувствительных к воздействиям помех, в том числе ранее не квалифицированных существующими нормативными документами. Защита РЭС от перенапряжений становится все более актуальной [1-3].

Надежность и бесперебойность работы РЭС в настоящее время в значительной степени определяется способностью обеспечивать их электромагнитную совместимость [3].

Разрешение данной проблемы основывается на развитии существующей методологии обеспечения функциональной безопасности РЭС путем разработки требований и методов испытаний РЭА к воздействиям электромагнитных помех различного характера.

Для обеспечения функциональной безопасности РЭС необходимо провести оценку возможного влияния воздействия на общий риск и выполнить проектирование, изготовление, установки и монтаж РЭА так, чтобы риск, связанный с возможным воздействием электромагнитных помех, был снижен до допустимого значения.

Безопасное функционирование РЭА зависит от двух факторов (см. рисунок 1) [5]: электромагнитной обстановки и уровней электромагнитной эмиссии от различных источников помех; помехоустойчивости устройств, на которые воздействуют электромагнитные помехи.

При разработке требований и методик испытаний РЭА к воздействию не нормируемых электромагнитных помех (ЭМП) необходимо решить задачи оценки уровней наводимых электромагнитных полей на восприимчивых портах элементов оборудования и оценку влияния наведенных напряжений на функциональные узлы и элементы аппаратуры [5].

Для анализа влияния ЭМП на РЭА существует разработанная методология, включающая в себя следующие шаги [5]:

- определение электромагнитной топологии системы;
- определение коллекторов электромагнитной энергии;
- идентификацию размещения интерфейсов восприимчивого оборудования;
- расчет электромагнитного влияния на элементы интерфейсов;
- определение уровня отказов в интерфейсах;
- сопоставление значений интенсивности ЭМП и уровней отказов для оценки уязвимости системы.

Для обеспечения функциональной безопасности необходимо развитие существующей методологии в отношении влияния ЭМП путем выполнения следующих действий:

- определить структуру, конструкцию и выполняемые функции конструируемого или существующего РЭС;
- описать электромагнитную обстановку;
- установить требования функциональной безопасности;



Рисунок 1 – Нормативная база регулирования испытаний

- провести анализ надежности для определения опасностей, которые могут вызвать увеличение риска опасностей снижения безопасности из-за воздействия электромагнитных полей;
- провести испытания в области ЭМС с учетом требований функциональной безопасности;
- провести изменения конструкции или правил размещения функциональных узлов РЭС;
- провести процесс валидации;
- разработать инструкцию (руководство) по эксплуатации для обеспечения требуемой функциональной безопасности в течении срока жизненного цикла РЭС.

Иерархия принятия решений вводится как способ разрешения противоречий между ограниченностью времени на принятие решения и сложностью их принятия из-за отсутствия достаточных знаний для рационального выбора действий. При данном подходе проблема принятия решений разбивается на семейство последовательно расположенных более простых проблем так, что решение всех проблем позволяет решить исходную проблему.

В иерархической системе усилия, необходимые для достижения глобальной цели, распределяются между элементами различных уровней так, что ни один из этих элементов не «уполномочен» добиваться конечной цели, но цель каждого элемента такова, что глобальная цель будет достигнута, если каждый элемент функционирует надлежащим способом.

В наиболее общем случае модель рассматриваемой методологии может быть представлена как связь двухуровневых систем, приведенной на рисунке 2.

Под эффективностью системы $\mathcal{E}$ понимается степень выполнения всех заданных требований, определяемых функционалом

$$\mathcal{E} = F\{Q, Q(RX)\}, \quad (1)$$

где функционал F является критерием эффективности и отражает меру близости внешних показателей системы $Q(RX)$.

При оценке **электромагнитной обстановки** необходимо принимать во внимание уровни электромагнитного поля мощного РЧИ, наведенного на восприимчивых к данному виду помех портах РЭС [5].

При разработке **требований функциональной безопасности** необходимо применять следующие критерии ухудшения качества функционирования [5]:

- 1) нормальное функционирование РЭС в пределах, заданных изготовителем;
- 2) временное прекращение выполнения РЭС установленной функции или ухудшение качества функционирования, которое восстанавливается после прекращения воздействия помехи;
- 3) временное прекращение выполнения РЭС установленной функции или ухудшение качества функционирования, для восстановления которых требуется вмешательство оператора;
- 4) невозможное прекращение выполнения РЭС установленной функции или ухудшение качества функционирования из-за выхода из строя аппаратных или программных средств или потери данных.



Рисунок 2 – Двухуровневая система

Проведение **анализа надежности** необходимо для идентификации тех частей РЭС, которые могут вызвать риск причинения вреда, связанного с неправильным функционированием РЭА при воздействии ЭМП [5]. При анализе влияния ЭМП на функциональную безопасность РЭС целесообразно применять дедуктивную методологию, позволяющую, во-первых, определить нежелательные события, включая состояние неисправности или нежелательное функционирование РЭА, и во-вторых, произвести анализ неисправности.

Применение индуктивной методологии, учитывающей все условия возникновения неисправностей приведет к чрезмерному усложненному анализу при использовании для большого анализа РЭС.

При анализе функциональной безопасности РЭС в отношении мощных РЧИ целесообразно применять метод анализа диагностического дерева неисправностей (см. рисунок 3), порядок проведения которого заключается в следующем: провести анализ рассматриваемой РЭА, в том числе конструкции и конфигурации программных средств; установить характеристик ЭМП; установить все события, нежелательные для функционирования РЭС; провести анализ дерева неисправностей.

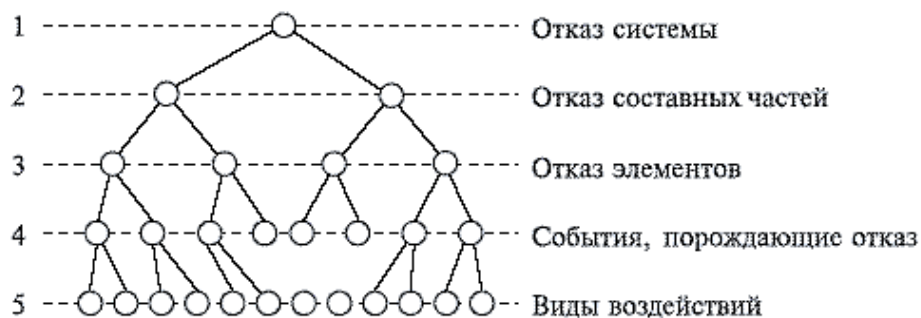


Рисунок 3 – Структура дерева неисправностей РЭА

Анализ необходимо проводить в отношении каждой опасной ситуации и охватывать как аппаратные, так и программные средства.

Важность проведения практических испытаний РЭС к воздействию мощных ЭМП заключается в том, что в случае потенциального риска причинения вреда РЭА должна быть надлежащим образом испытано с тем, чтобы гарантировать, что конструкция аппаратуры обеспечивает необходимый уровень функциональной безопасности [5]. Требования и методы проведения испытаний РЭС к воздействию мощных ЭМП должны быть основаны на демонстрации «нормальной» помехоустойчивости устройств.

Для обеспечения функциональной безопасности РЭС технические комитеты по стандартизации и изготовители РЭА должны установить степень жесткости испытаний, основанные на максимальных уровнях воздействующих электромагнитных помех в тех условиях эксплуатации, для применения в которых РЭС сконструированы.

При подготовке плана испытаний основное внимание необходимо уделить нежелательным событиям, относящимся к функционированию программных и аппаратных средств, возможность появления которых при воздействии мощного ЭМП определена на основе анализа дерева неисправностей.

При проведении испытаний стойкости РЭС к воздействию мощного ЭМП целесообразно преднамеренно вызвать нарушение функционирования испытуемой аппаратуры, для определения меры угрозы безопасности в экстремальной электромагнитной обстановке. Нарушение функционирования может быть достигнуто следующим образом:

- повышение степени жесткости испытаний;
- увеличение частоты воздействия;
- преднамеренное снижение устойчивости РЭА к внешним воздействиям.

При оценке нарушений функционирования необходимо учесть:

- отсутствие функционирования РЭС в тот момент, когда оно необходимо;
- нежелательное функционирование РЭС, когда этого не требуется;
- отклонения от нормального функционирования.

Отчет о влиянии мощного ЭМП на функциональную безопасность РЭС должен включать идентификацию РЭА, описание в части влияния электромагнитных помех и характеристики электромагнитной обстановки, требования и анализ функциональной безопасности [5].

Представленная методология соответствует основным принципам существующих нормативных документов и нуждается в разработке как расчетных методик так и методик практических испытаний для оценки влияния мощных ЭМП на РЭС [4-9].

Поскольку генерация электромагнитных помех и, в частности, мощных ЭМП позволяет производить функциональное поражение РЭС, то развитие и разработка методологии функциональной безопасности к ненормируемым типам излучений имеет актуальное научно-техническое значение.

Библиографический список использованной литературы

1. Борисов В.И. Помехозащищенность систем радиосвязи: вероятностно-временной подход [Текст] / В.И. Борисов, В.М. Зинчук. — М. : Радио и связь, 1999. — 252 с.
2. Макаренко С.И. Подавление пакетных радиосетей со случайным множественным доступом за счет дестабилизации их состояния / С.И. Макаренко // Журнал радиоэлектроники. — 2011. — № 9.
3. Генерирование импульсного излучения с помощью энергии химических взрывных веществ / Е.И. Азаркевич [и др.] // Доклады АН СССР. — 1991. — Т. 39.
4. ГОСТ 52459-2005 «Совместимость технических средств электромагнитная. Технические средства радиосвязи. Общие технические требования и методы испытаний».
5. ГОСТ Р 51317.1.2-2007 «Совместимость технических средств электромагнитная. Методология обеспечения функциональной безопасности технических средств в отношении электромагнитных помех».
6. ГОСТ Р 51317.1.5-2009 «Совместимость технических средств электромагнитная. Воздействия электромагнитные большой мощности на системы гражданского назначения. Основные положения».
7. ГОСТ Р 51317.4.3-2006 «Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю. Требования и методы испытаний».
8. ГОСТ Р 51317.4.4-99 «Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к наносекундным импульсным помехам. Требования и методы испытаний».
9. ГОСТ Р 51317.4.6-99 «Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии. Требования и методы испытаний».

Поступила в редакцию 12.10.2014 г.

Крамарь В.О., Макогон В.П., Харланов О.І. Аналіз розвитку методології забезпечення функціональної безпеки суднових технічних засобів щодо електромагнітних впливів

У статті здійснюється аналіз основних шляхів розвитку методології забезпечення функціональної безпеки суднових технічних засобів стосовно некласифікованих існуючою нормативною базою потужних електромагнітних впливів.

Ключові слова: радіоелектронний засіб (РЕЗ), радіочастотне вплив, радіоелектронна апаратура (РЕА).

Kramar V.A., Makogon V.P., Harlanov A.I. Analysis of the methodology ensure functional safety of ships technical means regarding electromagnetic influences

The paper analyzed the basic ways to develop a methodology to ensure functional safety of ship technical means in respect of the existing regulatory framework ungraded powerful electromagnetic influences.

Keywords: radio-electronic means, RF impact, electronics.