

**ОТЗЫВ****официального оппонента**

доктора технических наук, профессора КОСТИНА Александра Александровича на диссертационную работу и автореферат диссертационной работы соискателя кафедры «Судовые радиотехнические системы» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Калининградский технический университет» МАСАЛЬ Андрея Витольдовича на тему «Методы и алгоритмы оценки электромагнитной совместимости систем связи и оповещения морской подвижной службы в чрезвычайных ситуациях», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.02 – «Безопасность в чрезвычайных ситуациях (в морской индустрии)».

Проблема электромагнитной совместимости (ЭМС) в задачах обеспечения бесперебойной работы радиоэлектронных средств является не менее значимой, чем обеспечение надежности технических средств. ЭМС как самостоятельное научное направление носит комплексный и системный характер. Теория и методы оценки электромагнитной совместимости являются важнейшей составной частью этого направления, при этом все большее значение приобретают расчетные методы и методики, их программная реализация при решении таких задач как прогнозирование электромагнитной обстановки, планирование и рациональное использование спектра радиочастот систем связи в условиях ограниченного частотного ресурса.

Тема диссертационной работы, направленная на разработку методов и алгоритмов оценки электромагнитной совместимости систем связи и оповещения морской подвижной службы в чрезвычайных ситуациях является, несомненно, **актуальной**.

## **Новизна научных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

- предложена математическая модель изучений радиопередатчика, отличающаяся совместным представлением основного и внеполосных радиоизлучений, число излучений на гармониках и субгармониках определяется заданным уровнем их спектральной мощности;

- предложена математическая модель каналов приема радиоприемного устройства, отличающаяся комплексным представлением основного, соседнего и побочных каналов приема, избирательность по которым ограничена заданным уровнем;

- разработана методика оценки ЭМС систем связи и оповещения морской подвижной службы, позволяющая производить комплексную оценку ЭМС в четыре этапа: оценка электромагнитной обстановки (анализ помех, действующих через основные и побочные каналы приема); оценка качества функционирования отдельных радиоэлектронных средств (анализ потенциально опасных помех); комплексная оценка помех (энергетическая оценка суммарной мощности помех от всех передатчиков); оценка ЭМС на основе интегрального критерия.

## **Теоретическое значение научных результатов, полученных автором**

Теоретическая значимость (вклад в науку) настоящей диссертационной работы заключается в том, что разработанные математические модели характеристик излучений радиопередатчика, избирательности радиоприемника, на основе которых сформированы методы определения необходимого числа излучений и каналов приема, вносят вклад в развитие теории и методов электромагнитной совместимости систем связи.

## **Практическое значение научных результатов, выводов и рекомендаций**

Практическая значимость (вклад в практику) работы, определяется:

- разработкой методов и алгоритмов оценки ЭМС систем связи, основанных на частотно-ограниченных моделях;
- разработкой программного комплекса «Анализ ЭМС РЭС МПС» и внедрением его в технологический процесс определения источников помех радиоэлектронным средствам отдела радиоконтроля управления по Калининградской области филиала ФГУП «РЧЦ ЦФО» в Северо-Западном федеральном округе;
- внедрением результатов диссертационной работы в учебный процесс кафедры «Судовые радиотехнические системы» ФГБОУ ВО Калининградского государственного технического университета.

## **Степень достоверности результатов проведенных исследований**

Достоверность научных результатов обеспечивается корректным использованием математического аппарата и подтверждается сходимостью результатов исследования при компьютерном моделировании и вычислительных экспериментах по реальным радиосигналам.

## **Свидетельство о личном вкладе автора в науку**

Диссертация Масаль Андрея Витольдовича представлена в виде специально подготовленной рукописи, написана им лично.

В результате проведенного исследования лично автором получены следующие наиболее существенные **научные результаты**:

1. Частотно-ограниченная модель радиоизлучений, которая позволяет представлять излучения на гармониках и субгармониках;
2. Частотно-ограниченная модель каналов приёма ПРМ, которая позволяет представлять побочные каналы приёма, образующиеся в

результате взаимодействия гармоник входного сигнала с гармониками гетеродина;

3. Методы и методика оценки ЭМС систем связи и оповещения МПС в чрезвычайных ситуациях, основанные на частотно-ограниченных моделях характеристик РЭС;

4. Алгоритм оценки ЭМС систем связи и оповещения МПС в чрезвычайных ситуациях, основанный на частотно-ограниченных моделях характеристик РЭС.

### **Рекомендации о дальнейшем использовании полученных результатов**

Результаты диссертационного исследования целесообразно использовать при оценке ЭМС группировок РЭС систем связи, решении задач поиска и определения источников помех радиочастотными центрами, в учебном процессе высших учебных заведений при подготовке специалистов по радиотехническим специальностям.

### **Содержание диссертации и автореферата**

Диссертация в целом оформлена в соответствии с требованиями ВАК РФ, написана грамотным научным языком. Содержание диссертации отражает достижение цели исследования. Полученные научные результаты свидетельствуют о решении сформулированной научной задачи.

Автореферат соответствует содержанию диссертации, материал излагает выносимые на защиту научные результаты, выводы и обобщения по ним.

В качестве недостатков работы можно указать на следующее:

1. В работе на этапе комплексной оценки помех производится оценка суммарной мощности помех радиопередатчиков группировки РЭС радиоприемному устройству. Однако такая комплексная оценка не

учитывает функциональные взаимосвязи РЭС между собой (последовательность и логику решения задач, временные интервалы функционирования), являющиеся составной частью такой оценки.

2. Автор обосновал выбор детерминированного подхода к оценке ЭМС. Однако такой подход рассматривает двухальтернативную схему: функционирует РЭС нормально или нет в данной помеховой обстановке. Вероятностные оценки состояний помеховой обстановки позволили бы повысить детализацию оценки ЭМС.

3. В работе не уделено внимание такому практически важному вопросу, как ЭМС группировки функционально связанных РЭС (корабль, другое подвижное средство), когда частотно-территориальный разнос средств связи не решает проблему защиты радиоприемных устройств от мощных излучений радиопередатчиков.

4. Ряд рисунков представлены без пояснений: из рисунка 1.12, с 24 не понятно изменение границ морского района А1; на рисунке 1.16, с. 28 не ясны величины и размерность осей.

5. В работе использованы выражения, в которых мощность сигнала представлена в виде степенной функции (2.3; 2.4; 2.5 и др.), обеспечивающей переход от относительных единиц (дБ) к абсолютным (ват), что делает такие выражения в значительной степени громоздкими.

6. В ряде выражений для кусочно-линейной аппроксимации использована функция Хевисайда, однако ее применение не понятно, т.к. ее зависимость от переменных в выражениях 2.10 и 2.12 различна. В выражениях 2.83, 2.84, 2.106 допущена некорректность в записи этой функции.

### **Выводы**

1. Указанные недостатки не снижают ценность полученных научных результатов диссертационного исследования.

2. Диссертационная работа Масаль Андрея Витольдовича содержит решение актуальной научной задачи, имеющей значение для

развития теории и методов электромагнитной совместимости систем связи, является научной квалификационной работой. Содержание диссертации соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, изложенных во втором абзаце пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней», а её автор Масаль Андрей Витольдович достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.02 – «Безопасность в чрезвычайных ситуациях (в морской индустрии)».

### Официальный оппонент

Профессор кафедры Калининградский пограничный институт ФСБ России  
доктор технических наук, профессор



А.А. Костин

Подпись официального оппонента Костина А.А. заверяю

Начальник отдела кадров Калининградский пограничный институт ФСБ  
России



Н.С. Бекетов