

УТВЕРЖДАЮ

Врид начальника ВУНЦ ВМФ

«Военно-морская академия»

кандидат военных наук, доцент

А. Карпов

«12» сентября 2023 г.

О Т З Ы В

Военного учебно-научного центра Военно-Морского Флота «Военно-морская академия имени Адмирала Флота Советского Союза Н.Г. Кузнецова» на автореферат диссертации Немыкина Андрея Александровича на тему: «Исследование влияния аппаратурных ограничений и условий эксплуатации на качество функционирования радиоэлектронной аппаратуры», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 - «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»

1. Актуальность избранной темы

На качество функционирования радиоэлектронной аппаратуры влияют различные факторы, из которых можно выделить, связанные непосредственно с аппаратурной реализацией, такие как неидеальность характеристик ее элементов, в первую очередь аналоговых, замена объекта измерения в измерительных радиоэлектронных системах цифровыми эквивалентами (при использовании цифровых методов обработки

информации), а также производительность процессоров используемых при этом вычислительных средств.

К внешним эксплуатационным факторам, влияющим на качество функционирования радиоэлектронного оборудования, относятся характеристики помеховой обстановки, такие как виды помех, воздействующих на радиоэлектронную аппаратуру в процессе эксплуатации, их интенсивность, вероятностные и корреляционные характеристики и степень изменчивости этих характеристик, а также, при размещении радиоэлектронной аппаратуры на подвижном объекте, характеристики динамических воздействий, вызывающих как регулярные, так и случайные изменения оцениваемых в радиоэлектронной аппаратуре параметров.

В особенности это относится к радиоэлектронной аппаратуре, используемой в качестве средства радиотехнического обеспечения нормального функционирования сложных технических объектов, отклонение от штатного режима которых связано с повышенной опасностью. К таким средствам относятся, в частности, средства навигации судов и обеспечения полетов воздушных судов.

В связи с этим, тема диссертации Немыкина А.А., заключающаяся в исследовании влияния аппаратурных ограничений и условий эксплуатации на качество функционирования радиоэлектронной аппаратуры является **актуальной**.

II. Новизна исследований и полученных результатов, степень их обоснованности и достоверности

В результате успешного решения научной задачи, важной для теории и практики проектирования и эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры, определения влияния особенностей аппаратурной реализации и условий эксплуатации на качество функционирования радиотехнических устройств и систем и разработаны способы уменьшения этого влияния, автором получены результаты, научная новизна которых состоит в следующем:

– доказано, что в радиотехнических системах с частотным разделением каналов, в частности, в приемной навигационной аппаратуре, при неточной настройке канального фильтра в условиях воздействия интенсивных помех возникает сдвиг оценки фазы, причем проводимая калибровка, устраняющая различие в фазовых набегах в частотных каналах, в таких условиях неэффективна вследствие возникновения асимметрии спектра помехи на выходе фильтра;

– показано, что в приемной навигационной аппаратуре потребителя в условиях интенсивных помех и воздействующих факторов при низкой производительности вычислителя целесообразно применение метода наименьших квадратов, обеспечивающего точность фильтрации навигационных параметров близкую к точности, которую дает использование методов оптимальной либо квазиоптимальной линейной фильтрации, требующих больших вычислительных затрат;

– разработан алгоритм моделирования атмосферных и промышленных помех, имеющих квазиимпульсный характер с преобладающей импульсной составляющей в диапазонах метрового и дециметрового диапазонов, в которых работает большое количество радиотехнических устройств и систем различного назначения, позволяющий описать интерференционную картину при определении вопросов помехоустойчивости аппаратуры радиотехнических систем при ее проектировании и проведении испытаний;

– предложены рекомендации по моделированию близкой к реальной помеховой обстановки и использованию адаптивной обработки сигнала в радиоэлектронной аппаратуре в условиях изменяющихся характеристик атмосферной или тональной помех, которые позволяют уменьшить влияние аппаратурных ограничений и условий эксплуатации на качество функционирования радиоэлектронной аппаратуры.

Судя по автореферату, на защиту выносятся следующие положения:

– в радиотехнических системах с частотным разделением каналов, в частности, в приемной аппаратуре спутниковой радионавигационной связи,

проводимая калибровка, устраняющая различие в фазовых набегах в частотных каналах, оказывается неэффективной при неточной настройке канального фильтра в условиях воздействия интенсивных помех вследствие возникновения асимметрии спектра помехи на выходе фильтра;

– в приемной навигационной аппаратуре потребителя в условиях интенсивных помех и воздействующих факторов при низкой производительности вычислителя целесообразно применение метода наименьших квадратов, обеспечивающего точность фильтрации навигационных параметров близкую к точности, которую дает использование методов оптимальной либо квазиоптимальной линейной фильтрации, требующих больших вычислительных затрат;

– разработанный алгоритм моделирования атмосферных и промышленных помех, имеющих квазиимпульсный характер с преобладающей импульсной составляющей в диапазонах метровых и дециметровых волн, основанный на формировании вероятностных характеристик излучений интерференционной огибающей, полученных с использованием логарифмически-нормальной модели для реализации импульсной составляющей таких помех с заполнением интервалов между импульсами фоновой составляющей с нормальным законом распределения, позволяет описать реальную помеховую обстановку для описания параметров помехоустойчивости аппаратуры в процессах проекта и тестирования;

– рекомендации по моделированию близкой к реальной помеховой обстановки и использованию адаптивной обработки сигнала в приемной аппаратуре радиотехнические системы с автоматической установкой порога ограничения в зависимости от параметров импульсной (атмосферной или промышленной) или тональной помехи с изменяющимися характеристиками, позволяют уменьшить влияние аппаратурных ограничений и условий эксплуатации на качество функционирования радиотехнические системы. Например, при использовании ограничителя с оптимальным порогом

ограничения и входной полосе $\Delta f = 3$ кГц в условиях воздействия квазиимпульсной помехи с параметром импульсности $V_d = 15$ дБ, отношение сигнал/шум увеличивается на 23... 27 дБ.

III. Значимость результатов для науки и практики

Теоретическая значимость проведенных исследований заключается в дальнейшем развитии теории негаусовых процессов для исследования влияния особенностей аппаратурной реализации и эксплуатационных факторов на качество функционирования радиоэлектронных средств.

Практическая значимость диссертационной работы состоит в том, что результаты данного исследования могут быть использованы в работе проектных и исследовательских организаций для повышения достоверности суждений об оценках характеристик аппаратуры радиотехнических систем на этапах проектирования и испытаний, которые позволяют уменьшить влияние особенностей аппаратурной реализации и условий эксплуатации на качество функционирования радиоэлектронной аппаратуры при ее проектировании и проведении испытаний.

Обоснованность и достоверность полученных научных результатов обеспечивается анализом литературных источников и научных трудов, достаточно полным и обстоятельным исследованием условий функционирования радиоэлектронной аппаратуры, корректностью постановки задач, обоснованным выбором исходных данных, формулировок, введением ограничений и допущений, применением апробированных математических положений, непротиворечивостью полученных результатов результатам предшествующих исследований. Содержание автореферата позволяет сделать вывод о том, что все научные результаты диссертационного исследования являются адекватными, согласованными и представляют научную ценность.

Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 15 печатных работах, из них 7 в рецензируемых периодических научных изданиях, входящих в перечень ВАК, 2 статьи проиндексированы базой

данных Scopus. Материалы диссертации обсуждались на 7 научно-технических конференциях.

Хорошее знание предмета исследований в сочетании с активным применением современных математических методов свидетельствует о высокой специальной подготовке диссертанта. Перечень и хронология публикаций свидетельствуют о достаточно полном представлении результатов исследования научной общественности.

V. Замечания по диссертационной работе

Вместе с тем, указав на полезность полученных результатов, считаем необходимым отметить **ряд недостатков, имеющих в представленной диссертации:**

1. В автореферате не подробно описаны методы исследования нелинейных систем, находящихся под воздействием случайных возмущений.
2. В тексте автореферата при описании второй главы не приведены формулы, описывающие осцилляции, возникающие в результате режекции части спектра, которые снижают эффективность последующей нелинейной обработки смеси сигнала с помехой.

Отмеченные недостатки носят частный характер и не ставят под сомнение значимость основных научных результатов.

Выводы:

1. Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, содержащую обоснованное теоретическое и практическое решение научной задачи по качеству функционирования радиоэлектронной аппаратуры, имеющей существенное значение для развития и укрепления Российской Федерации.
2. Тема, содержание и основные научные результаты соответствуют паспорту специальности 2.2.13 - «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения» (технические науки).
3. Представляемая к защите диссертация полностью удовлетворяет критериям, представленным в п.п. 9, 10, 11, 13 и 14 «Положения о

присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям (утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 в ред. от 18.03.2023), а ее автор Немыкин Андрей Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 - «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Отзыв на автореферат диссертационной работы Немыкина Андрея Александровича заслушан и обсужден на заседании секции № 3 научно-технического совета Научно-исследовательского центра телекоммуникационных технологий ВМФ, корабельных комплексов и средств обмена информацией и разведки Научно-исследовательского института оперативно-стратегических исследований ВМФ ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия», протокол № 9 от «12» сентября 2023 г. На заседании присутствовало 38 сотрудников, в том числе 3 доктора и 15 кандидатов технических наук – специалистов по теме диссертационного исследования.

Отзыв составили:

Начальник 1 научно-исследовательского управления Научно-исследовательского центра телекоммуникационных технологий ВМФ, корабельных комплексов и средств обмена информацией и разведки Научно-исследовательского института оперативно-стратегических исследований ВМФ ФГКВОУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-Морского Флота «Военно-морская академия имени Адмирала Флота Советского Союза Н. Г. Кузнецова»

кандидат технических наук



Кудрин

Степан Владимирович

«12» сентября 2023 г.

Старший научный сотрудник 14 научно-исследовательского отдела Научно-исследовательского центра телекоммуникационных технологий ВМФ, корабельных комплексов и средств обмена информацией и разведки Научно-исследовательского института оперативно-стратегических исследований ВМФ ФГКВОУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-Морского Флота «Военно-морская академия имени Адмирала Флота Советского Союза Н. Г. Кузнецова»

кандидат военных наук, старший научный сотрудник

«12» сентября 2023 г.



Цыванюк
Вячеслав Александрович

Научно-исследовательский центр телекоммуникационных технологий ВМФ, корабельных комплексов и средств обмена информацией и разведки Научно-исследовательского института оперативно-стратегических исследований строительства ВМФ Военный учебно-научный центр ВМФ «Военно-морская академия» имени Адмирала Флота Советского Союза Н. Г. Кузнецова».

198510, г. Петергоф, Петродворцового района г. Санкт-Петербурга, ул. Разводная, дом 17, тел. 8(812) 450-67-14.