

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Немыкина Андрея Александровича  
«Исследование влияния аппаратурных ограничений и условий эксплуатации  
на качество функционирования радиоэлектронной аппаратуры»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 2.2.13 - «Радиотехника, в том числе системы и устройства  
телевидения»

На стадии проектирования и последующего проведения испытаний радиоэлектронной аппаратуры сложно оценить возможное влияние условий эксплуатации и аппаратурной реализации на качество её функционирования. Это обстоятельство приводит к неадекватной оценке качества функционирования радиоэлектронной аппаратуры, производимой на этапе испытаний и пробной эксплуатации.

Автором диссертационной работы предлагаются оригинальные пути уменьшения влияния аппаратурных схемотехнических и конструкционных ограничений и условий эксплуатации на качество функционирования аппаратуры радиотехнических систем в условиях воздействия реальных помех и мешающих факторов в условиях динамических воздействий, так как испытания, проводимые по стандартным методикам, их не учитывают. Кроме этого, в проведенных в работе исследованиях автор рассматривает вопросы выбора алгоритма обработки информационных сигналов и получаемой информации для минимизации влияния этих воздействий на аппаратуру радиотехнических систем при ее проектировании, с учетом принимаемых оптимальных решений. Аппаратурные ограничения носят как объективный, так и субъективный характер: производительность вычислительного устройства, разделение обработки на первичную и вторичную, при использовании различных преобразований, например АЦП. С внедрением в практику проектирования радиоэлектронной аппаратуры и комплексов цифровых методов обработки информации стало возможным реализовывать достаточно сложные алгоритмы обработки, реализация которых средствами аналоговой техники не представлялась возможной. В этой связи возрастает актуальность проводимых в диссертации исследований эффективности оптимальных и квазиоптимальных алгоритмов, синтезированных с учетом аппаратурных ограничений и характеристик внешних воздействующих факторов. Следует отметить, что величина отношения сигнал/шум, которая приводится обычно в технических требованиях к радиоэлектронной аппаратуре, адекватно характеризует лишь помеху нормального вида, тогда

Вход. № 46/23  
«21» 08 2023г.  
подпись



как распределение и спектральный состав атмосферных и промышленных помех, являющихся в диапазонах частот соответственно до 30 и 300 МГц основными видами непреднамеренных помех, существенно отличается от нормального, поскольку эти помехи имеют преимущественно импульсный характер. Отсутствие учета этого обстоятельства при проектировании аппаратуры радиотехнических систем приводит к использованию неоптимальных алгоритмов обработки сигнала, а при полунатурных испытаниях радиоэлектронного оборудования и в процессе ее эксплуатации не позволяет достоверно оценивать качество функционирования, в частности – характеристики достоверности и точности. К подобным результатам приводят ситуации, в которой не учитываются характеристики динамических воздействующих факторов, включая динамические механические и акустические внешние и внутренние воздействующие факторы при размещении радиоэлектронной аппаратуры на подвижных (мобильных) объектах.

Таким образом, диссертационная работа Немыкина А.А., посвященная исследованию влияния аппаратурных ограничений и условий эксплуатации на качество функционирования радиоэлектронной аппаратуры, является **актуальной**.

В диссертационной работе получены следующие **новые результаты**:

1. 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 набегках в частотных каналах, в таких условиях неэффективна вследствие возникновения асимметрии спектра помехи на выходе фильтра.

2. Показано, что в приемной навигационной аппаратуре используемой 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.

3. Разработан алгоритм моделирования атмосферных и промышленных помех, имеющих квазиимпульсный характер с преобладающей импульсной



составляющей в диапазонах МВ и декаметрового диапазона, в которых работает большое количество радиотехнических устройств и систем различного назначения, позволяющий описать интерференционную картину при определении требований к помехоустойчивости аппаратуры радиотехнических систем на этапах ее проектирования и испытаний.

4. Предложены 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, которые позволяют уменьшить влияние аппаратурных ограничений и условий эксплуатации на качество функционирования радиотехнических систем. Проведенное численное исследование показало, что 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.

Все вышеуказанные результаты получены автором лично.

**Теоретическая значимость** заключается в обосновании адекватности использования негауссовых помех и использовании математического аппарата негауссовых процессов для исследования влияния особенностей аппаратурной реализации и эксплуатационных факторов на качество функционирования радиоэлектронной аппаратуры.

**Практическая ценность** диссертации: результаты исследования могут использоваться в работе проектных и исследовательских организаций при выполнении работ по проектированию и испытаниям радиоэлектронной аппаратуры с целью уменьшения влияния особенностей аппаратурной реализации и условий эксплуатации на качество функционирования радиоэлектронных средств, улучшения эксплуатационные характеристики аппаратуры радиотехнических систем, а также повысить достоверность оценок характеристик аппаратуры радиотехнических систем при проведении ее испытаний.

**Достоверность** результатов, приведенных в диссертации, подтверждается непротиворечивостью, аргументированностью и доказательностью предложенных алгоритмов и методов. Математический аппарат применяется в диссертации корректно, а результаты, полученные с



помощью аналитических расчетов, теоретического анализа и полунатурного эксперимента согласованы. Обоснованность результатов подтверждается проведенным обзором и анализом использованных в диссертации публикаций отечественных и зарубежных авторов по теме диссертации.

По материалам диссертационной работы автором Немыкиным А.А. опубликовано 15 печатных работ, из них 7 статей в сборниках, рекомендуемых ВАК, 2 статьи в сборниках Web of Science и Scopus, 6 статей опубликовано в изданиях, проиндексированных в РИНЦ.

### **Замечания по диссертационной работе**

1. В работе недостаточно полно представлена информация по описанию, видам и типам помех, включая атмосферные помехи, что позволяет проанализировать алгоритм решения поставленной задачи и последовательность его выполнения.
2. Не в полном объеме представлен анализ вопросов обеспечения комплексной помехозащищенности с учетом помехозащищенности используемых радиоэлектронных средств и помехоустойчивости предполагаемых и предлагаемых алгоритмов обработки сигналов и принимаемых схемотехнических решений по их реализации.

Указанные замечания и недостатки по диссертационной работе не снижают ее научной ценности.

**Выводы.** Диссертационная работа Немыкина А.А. является законченной научно-исследовательской работой. Автор в своей работе доказал необходимость учета аппаратурных ограничений и условий эксплуатации для обеспечения качественного функционирования радиоэлектронной аппаратуры. Исследование, выполненное автором, имеет существенное значение для теории и практики проектирования и эксплуатации радиоэлектронных устройств и систем различного назначения.

Положения, выносимые на защиту, достаточно полно опубликованы в рецензируемых изданиях и прошли апробацию на научных конференциях.

Представленная диссертационная работа Немыкина А.А. полностью соответствует критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013, 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.

Официальный оппонент



Грачев Николай Николаевич

Сведения об оппоненте:

Грачев Николай Николаевич, кандидат технических наук, профессор.  
Полное наименование организации в соответствии с уставом: Московский институт электроники и математики им. А.Н. Тихонова – Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (hse.ru)  
Сокращенное наименование организации в соответствии с уставом: МИЭМ НИУ ВШЭ  
Почтовый индекс, адрес организации: 123458, Москва, ул. Таллинская, д. 34  
Веб-сайт: <https://miem.hse.ru>  
Телефон: +74959168829

Адрес электронной почты e-mail: [miem@hse.ru](mailto:miem@hse.ru)

Подпись заверяю:

Специалист по кадровому делу  
отдела по кадровому админ  
Управления персонала  
Стоянова Т. И.

