

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель

Генерального директора, к.т.н.

Б.М. Боташев

2023 г.


ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Зламана Павла Николаевича на тему «Исследование путей повышения помехоустойчивости и миниатюризация приемников обнаружения радиосигналов» на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»

1. Актуальность исследования. Продолжающийся прогресс радиоэлектронных и телекоммуникационных средств является причиной постоянного усложнения электромагнитной обстановки. Повышение помехоустойчивости радиотехнических устройств, в том числе радиоприемных устройств, является сложной комплексной задачей. Одним из аспектов, обуславливающих актуальность исследования, является отсутствие общего подхода к решению этой задачи. Необходимо комплексное использование различных путей и средств для эффективного решения поставленной задачи. Среди наиболее существенных факторов, влияющих на эффективность современных радиотехнических систем, можно выделить помехоустойчивость. Вероятность правильного обнаружения сигнала, получение заданной точности оценки параметров сигнала, – все это в значительной мере зависит от помехоустойчивости приемных устройств. Поэтому поиск и исследование путей повышения помехоустойчивости приемных устройств радиотехнических систем различного назначения, в том числе радиоприемных устройств для извлечения информации, является актуальным в условиях сложной электромагнитной обстановки и постоянно ужесточающихся требованиях к уменьшению массогабаритных параметров.

Усовершенствование алгоритмов обнаружения импульсных радиосигналов и измерение несущей частоты проводятся в направлении упрощения их

практической реализуемости и снижения массогабаритных показателей при сохранении удовлетворительных значений основных параметров.

Рассмотрение автореферата показывает, что диссертационное исследование Зламана Павла Николаевича посвящено разработке алгоритмов обнаружения и измерения несущей частоты сигнала, позволяющих повысить помехоустойчивость приемников обнаружения радиосигналов, а также снизить их массогабаритные показатели.

2. Цель работы, объект исследования, предмет и методы исследований, научная новизна результатов исследования, представленные в автореферате.

2.1. Цель работы - повышение помехоустойчивости радиоприемных устройств обнаружения и извлечение информации о параметрах радиосигналов в условиях сложной помеховой обстановки, а также их миниатюризация за счет внедрения разработанных алгоритмов с учетом особенностей применения современной СВЧ элементной базы.

2.2. Объектом исследований являются приемные устройства обнаружения радиоимпульсов и измерения несущей частоты радиотехнических систем, а **предметом исследований** - алгоритмы обнаружения и структура обнаружителей радиосигналов, алгоритмы оценки несущей частоты, способствующие повышению точности ее измерения, структура измерителей несущей частоты, СВЧ узлы приемных устройств радиотехнических систем различного назначения.

2.3. При решении поставленных задач использовались следующие методы исследования: общие методы системного анализа, методы теории обнаружения для разработки алгоритма обнаружения импульсного радиосигнала; аппарат математического анализа, теории вероятностей и математической статистики. Моделирование на ЭВМ и проведение экспериментов использованы для проверки теоретических результатов.

2.4. Из рассмотрения автореферата диссертации Зламана П.Н. следует, что к числу **наиболее значимых научных результатов работы**, обладающих **научной новизной**, могут быть отнесены:

2.4.1. Ранговый алгоритм обнаружения, обеспечивающий обнаружение одиночных радиоимпульсов и гарантирующий стабильность частоты ложных тревог. Алгоритм позволяет значительно уменьшить объем шумовой выборки, относительно аналога, обеспечивая снижение массогабаритных показателей приемника обнаружителя.

2.4.2. Алгоритм обнаружения, в котором для формирования опорной выборки помехи используется как временное, так и частотное разделение процес-

сов. Алгоритм является устойчивым к изменению мощности помехи, сохраняя требуемый уровень ложных срабатываний, а также учитывает неравномерность спектральной плотности шума по времени и по частоте.

2.4.3. Разработан алгоритм оценки несущей частоты импульсных радиосигналов на основе многоканального частотного дискриминатора, позволяющий строить приемники-измерители несущей частоты, обладающие большим динамическим диапазоном и не требующие ограничителей сигнала по входу.

2.4.4. Разработан цифровой алгоритм оценки несущей частоты импульсных радиосигналов на основе быстрого преобразования Фурье (БПФ) с последующей интерполяцией. Применение алгоритма позволяет существенно уменьшить массогабаритные показатели аналоговой части приемника.

3. Достоверность научных положений, выводов и заключений, сформулированных в автореферате диссертации. Теоретическая и практическая значимость работы.

3.1. **Достоверность и обоснованность** полученных в диссертационной работе результатов подтверждается корректной постановкой цели и задач, строгостью применяемого математического аппарата, результатами вычислительного эксперимента. Полученные результаты не противоречат данным, полученным другими исследователями. Экспериментальное исследование обнаружителя, реализующего предложенный ранговый алгоритм, показывает, что разница в пороговом сигнале между результатами расчета и эксперимента составляет менее 0,33 дБ. Разработанный измеритель частоты на основе частотной дискриминации обеспечивает среднеквадратическую ошибку (СКО) измерения частоты не более 0,66% от значения истинной частоты сигнала на частоте 12 ГГц. Предложенный алгоритм цифрового анализа обеспечивает среднеквадратическую ошибку измерения частоты не более 0,06% от значения истинной частоты сигнала в диапазоне 12-18 ГГц.

3.2. **Теоретическая значимость исследования** заключается в разработке алгоритмов обнаружения гарантирующих стабилизацию частоты ложных тревог, а предложенные алгоритмы оценки несущей частоты позволяют миниатюризировать разрабатываемые приемники обнаружения при сохранении параметров, не уступающих параметрам аналогов. **Практическая значимость** работы состоит в том, что разработанный ранговый алгоритм позволяет существенно сократить требуемый объем шумовой выборки по сравнению с перемешанным алгоритмом Манна-Уитни, а предложенные алгоритмы оценки несущей частоты обеспечивают СКО измерения частоты не более 1% от значения.

В целом автореферат дает достаточно полное и всестороннее представление о работе, оформлен аккуратно и соответствует требованиям ГОСТ 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации».

4. Значимость для науки и производства результатов диссертации.

4.1. Результаты диссертации использованы при выполнении двух опытно-конструкторских работ.

4.2. Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на одной всероссийской и трех международных научно-технических конференциях.

4.3. По результатам диссертационных исследований опубликовано 15 научных работ. Из них в перечне рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки России для публикации материалов диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора технических наук, опубликовано 10 работ. В трудах международных конференций, реферируемых в базе данных «SCOPUS», апробированы три научные статьи.

5. Недостатки и замечания к автореферату.

Анализ материалов автореферата дает основание отметить следующие **недостатки и замечания.**

5.1. В автореферате приведена функциональная схема многоканального частотного дискриминатора. Частотный дискриминатор функционально состоит из трех частей (каналов). Очевидно, что дополнительные каналы введены для повышения точности оценки несущей частоты, но в автореферате приведены частотные характеристики только точных каналов и отсутствуют характеристики грубого канала и канала средней точности.

5.2. В автореферате описан цифровой алгоритм измерения несущей частоты. На рисунке 8 приведен результат машинного эксперимента для алгоритма при длительности сигнала и строга измерения 0,1 мкс. Неясно чем объясняется выброс СКО на характеристике в районе 16 ГГц.

Указанные недостатки и замечания не снижают научно-практическую ценность диссертационного исследования.

6. Заключение.

6.1. В целом автореферат и научные публикации автора позволяют сделать вывод, что диссертация Зламана П.Н. «Исследование путей повышения помехоустойчивости и миниатюризация приемников обнаружения радиосигналов», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения», является цельным, завершенным научным исследованием, по-

священным актуальной научной проблеме, содержит признаки научной новизны, отвечает принятым критериям достоверности и имеет важное научно-практическое значение.

6.2. По содержанию научной новизны и квалификационной компоненты диссертация соответствует требованиям п.п. 9-11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842 и требованиям, установленным Положением «О присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Южный федеральный университет», предъявляемым к кандидатским диссертациям.

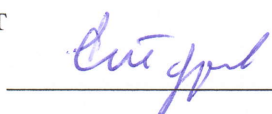
Зламан Павел Николаевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Отзыв обсужден и одобрен на заседании НТС АО «ВНИИ «Градиент», протокол № 04/07/2 от 04 июля 2023 года.

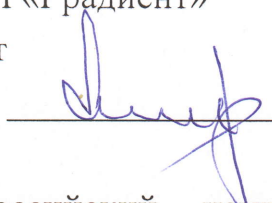
Ведущий научный сотрудник аспирантуры
АО «ВНИИ «Градиент»,
доктор технических наук, профессор


Ю.Г. Булычев

Ведущий научный сотрудник аспирантуры
кандидат технических наук, доцент


А.Г. Стуров

Ученый секретарь НТС АО «ВНИИ «Градиент»
кандидат технических наук, доцент


М.И. Макарович

Акционерное общество «Всероссийский научно-исследовательский институт «Градиент» (АО «ВНИИ «Градиент»)

Почтовый адрес: 344000, г. Ростов-на-Дону, пр. Соколова, 96

Тел.: +7 (863) 204-20-31,

Факс: +7 (863) 232-03-45,

Сайт: <http://www.gradient.kret.com>

Электронная почта: rostov@gradient-rnd.ru