

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу

Студеникина Алексея Геннадьевича

«Обнаружение и идентификация сигналов аппаратурой панорамного радиоконтроля», представленную на соискание ученой степени

кандидата технических наук по специальности

2.2.13 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»

Актуальность темы диссертации

Диссертация А.Г. Студеникина посвящена исследованию системных вопросов функционирования средств радиоконтроля (СРК), работающих в режиме панорамного анализа (частотного сканирования). Автором рассмотрен комплекс взаимосвязанных научно-технических задач, направленных на совершенствование процессов сбора и обработки данных с учётом специфики панорамного анализа, и алгоритмов идентификации, адаптированных для реализации на ПЛИС. Учитывая неуклонное расширение используемой современными системами связи полосы частот и стремительное усложнение радиобстановки, требования к СРК также постоянно возрастают, что требует создания новых и совершенствования существующих алгоритмов обработки сигналов. Такая практическая потребность с учетом отсутствия реализуемых технических решений и научно-методического аппарата, позволяющего оценить их эффективность, определяет **актуальность темы** исследования.

Содержание и анализ обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

В результате решения сформулированных автором научно-технических задач получен комплекс научно обоснованных технических решений, рекомендуемых к использованию при обнаружении и идентификации радиоизлучений, наблюдаемых при панорамном анализе широкой полосы частот.

Наиболее значимые результаты заключаются в следующем:

1. Предложена методика выбора параметров сканирования диапазона рабочих частот, позволяющая повысить вероятность и снизить время обнаружения коротких радиоимпульсов в режиме панорамного анализа.
2. Разработана методика выбора режима сбора и обработки данных, базирующаяся на реверсивном перестроении СРК по частоте. Методика позволяет повысить долю полезного времени, затрачиваемого на сбор данных,

и вероятность обнаружения кратковременных радиоимпульсов. Наибольший эффект методика показывает для диапазонов шириной менее 10 частотных полос.

3. Для повышения оперативности первичной идентификации сигналов предложено использовать авторскую методику выбора ширины обрабатываемого при идентификации сигналов спектрального фрагмента, после сбора данных для которого стартует процесс идентификации.

4. Разработан ПЛИС-ориентированный алгоритм отбора активных частотных каналов для последующей детальной идентификации (распознавания) сигнала. Он позволяет выровнять темп выдачи на идентификацию сигналов источников радиоизлучений (ИРИ), действующих в различных частотных каналах, и максимизировать число идентифицированных пакетов наиболее редко выходящих в эфир ИРИ.

5. Разработан ПЛИС-ориентированный алгоритм идентификации стандартов радиоизлучений по форме спектра сигналов, обеспечивающий снижение требуемого ОСШ при идентификации радиоизлучений по спектрам, искаженным в результате интерференции сигнала.

Обоснованность основных выводов и результатов работы определяется адекватностью выбранных исследовательских подходов, моделей работы СРК, результатов моделирования и экспериментов.

Достоверность полученных в работе результатов подтверждается корректным использованием апробированного математического аппарата с учетом влияющих факторов и заданных ограничений для описания исследуемых процессов, использованием современного программного обеспечения для моделирования, а также непротиворечивостью полученных результатов фундаментальным теоретическим положениям и практическому опыту. Основные научные результаты работы опубликованы в отечественных и зарубежных изданиях, доложены на одной международной и семи российских конференциях, а также внедрены в комплексы радиоконтроля, выпускаемые АО «ИРКОС».

Новизна и теоретическая значимость работы

Выделенные соискателем в диссертации и автореферате результаты работы характеризуются следующей научной новизной:

1. Методика выбора параметров сканирования диапазонов частот **отличается** учетом результатов анализа зависимостей вероятности обнаружения и среднего времени обнаружения пакетных радиосигналов от

длительности выборок, регистрируемых при панорамном анализе, а также реальных параметров непрерывных и пакетных (импульсных) сигналов.

2. Методика выбора режима сбора данных **впервые** учитывает реверсивное перестроение СРК по частотам, различные времена перестройки по частоте, зависящие от шага перестройки, и требования к вероятности обнаружения сигнала на различных участках диапазона рабочих частот.

3. **Авторская** методика выбора ширины спектрального фрагмента, накапливаемого для дальнейшей идентификации сигнала, учитывает два режима обработки – синхронный (полоса анализа меньше диапазона рабочих частот) и отложенный (традиционный; полоса анализа соответствует диапазону рабочих частот). Проработаны вопросы выбора ширины отдельно обрабатываемого спектрального фрагмента и «слияния» результатов обработки на стыках спектральных фрагментов.

4. Алгоритм отбора активных частотных каналов для детальной идентификации **отличается** от известных использованием истории предшествующих отборов и учетом особенностей реализации на ПЛИС.

5. Алгоритм идентификации стандартов радиоизлучений по форме спектра сигналов **отличается** учетом возможного изменения спектра из-за интерференционных искажений, использованием совокупности решающих статистик, способом их совместного использования и учетом особенностей реализации на ПЛИС.

Теоретическую значимость представляют как разработанный комплекс методик и алгоритмов обработки, так и полученные автором многочисленные закономерности, позволяющие по заданным критериям оптимальности выбрать параметры обработки.

Ценность работы для практики

Внедрение предлагаемого комплекса технических решений позволит заметно повысить эффективность функционирования СРК, базирующихся на ПЛИС начального класса, при решении задач обнаружения и идентификации радиосигналов в широких полосах частот в режиме панорамного анализа.

Практическая значимость также подтверждается внедрением результатов в изделия АО «ИРКОС» и учебный процесс ФГБОУ ВО «ВГТУ», о чем свидетельствуют соответствующие акты внедрения.

Общая оценка диссертационной работы

Материал диссертации изложен логически последовательно и характеризуется внутренним единством. Стилистические недостатки не выявлены.

Основные результаты диссертационной работы с необходимой полнотой изложены в публикациях, входящих в Перечень ВАК по соответствующей специальности. Также результаты широко апробированы на конференциях.

Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы.

В качестве **замечаний** по работе можно отметить следующие:

1. В главе 4 вводится понятие «спектральных масок», как образцов сигналов различных стандартов связи. При этом конкретные рекомендации по формированию набора спектральных масок для типового комплекса радиоконтроля отсутствуют.

2. Не ясна связь характера и степени проявления используемых для модификации сигналов наборов «умеренных» и «существенных» искажений спектра с реальными, наблюдаемыми на практике, интерференционными эффектами.

3. В качестве результата разработки методики выбора ширины спектральных фрагментов (СПФ), на которые следует разбивать ось частот, в главе 6 выступает таблица 6.1 с названием «Предложенная методика выбора ширины СПФ». Однако само содержание этой таблицы весьма сложно воспринимать как методику.

4. Представленные в диссертации технические показатели, численно иллюстрирующие преимущества предлагаемых алгоритмов и методик, получены либо на оборудовании компании АО «ИРКОС», либо применительно к численным характеристикам аппаратуры этой компании. Для обобщения достижимых показателей на широкий класс панорамных средств радиоконтроля целесообразно хотя бы расчетно показать их достижение для аппаратуры других производителей.

Указанные недостатки не являются принципиальными и не снижают научной и практической ценности исследований, проведенных соискателем.

Заключение

Диссертация содержит комплекс научно обоснованных технических решений, повышающих эффективность панорамных средств радиоконтроля с обработкой на ПЛИС. Это способствует развитию российских служб радиоконтроля, и вносит вклад в укрепление безопасности государства.

Диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, соответствует паспорту специальности 2.2.13 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения», а также требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Студеникин Алексей Геннадьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Официальный оппонент,
начальник научно-исследовательской лаборатории 411
научно-технического отдела 41 научно-технического центра 4
АО «НИИ «Вектор»,
кандидат технических наук, доцент



Алексей Сергеевич Подстригаев

«27» 12 2024г.

Подпись Подстригаева Алексея Сергеевича удостоверяю



Акционерное общество «Научно-исследовательский институт «Вектор»
(АО «НИИ «Вектор»)

197022, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Павлова, д.14 А
Тел.: +7 (812) 438-75-97, +7 (812) 438-75-60; e-mail: nii@nii-vektor.ru