

## ОТЗЫВ

научного руководителя, доктора физико-математических наук Пахотина В.А. на диссертационную работу Симонова Р.В. «Развитие оптимальных методов обработки ультразвуковых сигналов», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 Радиофизика.

Положения теории оптимального приема в настоящее время являются основой решения ряда статистических задач, возникающих в комплексах аппаратуры военного и гражданского назначения, включая ультраакустические комплексы. От степени их развития зависят технические возможности получения информации об окружающей среде в области диагностики, локации, навигации, спектроскопии, медицине. В связи с этим направление исследований в диссертации является актуальным и востребованным. В настоящее время область решений статистических задач разделяется на две области. К первой области относится область решения статистических задач, в которой выполняется критерий разрешения сигналов Рэлея. В ней, как правило, задачи решаются операторными методами: спектральный анализ, корреляционный анализ, угловой спектральный анализ. Область решений характеризуется ограниченностью разрешения сигналов и наличием систематических погрешностей связанных с интерференцией сигналов на уровне боковых лепестков. До настоящего времени в промышленности решения статистических задач, связаны с первой областью. В связи с этим существует проблема повышения разрешающей способности комплексов аппаратуры. Вторая область решения является областью интенсивных исследований. Технология решения задач, в этой области исследований, разрабатывается рядом авторов, в том числе в кандидатской диссертации Строкова В.И., которая успешно была защищена в настоящем ученом совете в 2016 г. Диссертационная работа Симонова Р.В является, по существу, продолжением исследований в приложении к обработке сигналов в



ультраакустических комплексах аппаратуры. Ультраакустические сигналы имеют свою специфику, связанную с излучением и приемом на основе пьезокерамической пластинки. При этом возникает проблема применения широкополосных сигналов в ультразвуковых комплексах аппаратуры, обладающих узкой полосой пропускания. На решение этой основной проблемы и была нацелена тематика настоящей диссертации. В этом направлении разработан ряд новых методов оптимальной обработки узкополосных ультразвуковых сигналов. Однако в процессе работы автором были выявлены два новых фактора, существенно влияющих на решение статистических задач. Сведения в литературе об этих факторах отсутствуют. Первый фактор связан с неоднозначностью решения, связанную с наличием большого количества локальных максимумов функции правдоподобия, в разрезе поверхности по координате время приема. Второй фактор связан с сингулярностью корреляционной матрицы уравнений правдоподобия. Этот фактор приводит к сингулярным шумовым максимумам, имеющим специфическую структуру. Эти два фактора, их анализ и разработка методов подавления их негативного влияния на результаты обработки сигналов подчеркивают новизну тематики диссертации. При этом введена следующая терминология: подстановка Хелстрема, шумовые сингулярные максимумы. В результате тематика исследований существенно расширилась. Она перестала быть ограниченной областью ультразвуки и результаты исследований имеют гораздо более общий характер. Так, например, автор диссертационной работы, используя значение функционала правдоподобия в качестве критерия оптимальности решений, проводит сопоставительный анализ операторных методов обработки сигналов и метода максимального правдоподобия. В результате доказываемость ограниченность операторных методов и предлагается другая форма операторных методов: операторные методы, согласованные с сигналом. Например, спектральный анализ, согласованный с сигналом обеспечивает оптимальность обработки и исключает широкополосность сложных сигналов.



Функция неопределенности становится узкой как по времени приема, так и по частоте.

Автор диссертационной работе большое внимание уделил вопросу достоверности результатов исследований. Каждое разрабатываемое положение подтверждалось всесторонними модельными исследованиями, в которых определялись рабочие диапазоны, иллюстрирующие предельную разрешающую способность и предельное отношение сигнал/шум. Кроме того, за время работы над диссертацией был создан ряд ультразвуковых макетов, позволивший провести макетные исследования для подтверждения теории и результатов модельных исследований.

Диссертационная работа Симонова Р.В. разработана в период с 1915 года по 1923 г. это объясняется тем, что лишь с выявлением и анализом двух новых факторов работа приобрела вполне законченный характер. Созданная в результате технология обработки сигналов расширяет область решения статистических задач и готова для ее внедрение в промышленность: в существующие или разрабатываемые комплексы аппаратуры. Технология обработки позволяет разрешать до 7-ми сигналов, содержащихся в реализации, за время 15 с. на ЭВМ среднего класса. Это практический результат диссертации Симонова Р.В.

Проведенное Симоновым Р.В. исследования свидетельствует о том, что автор в достаточной мере владеет методами научного анализа, обладает достаточно высоким уровнем подготовленности к проведению глубоких научных изысканий, имеет широкую эрудицию в области оптимальных методов обработки сигналов. Уровень научной подготовки, о котором свидетельствует представленная к защите диссертационная работа, позволяет считать, что Симонов Р.В. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 - Радиофизика.

Научный руководитель, доктор физико-математических наук, профессор

  
\_\_\_\_\_ В.А.Пахотин  
« 15 » августа 2024 года

Подпись В.А. Пахотина заверяю:  
И.О.Ректора \_\_\_\_\_



М.В.Демин