

Парамонов В.Ю.

*Научный руководитель: доктор технических наук, проф. В.В. Костров  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: andreymbolshev2@yandex.ru*

### **Весовые функции при оптимизации обработки сигналов, прошедших многолучевой канал распространения**

При многолучевом распространении гидроакустических сигналов возникают множественные отражения от дна и поверхности. Такие сигналы приводят к интерференции, возникновению реверберационной помехи, что приводит к снижению дальности действия систем связи. Качество обнаружения падает, а вероятность ошибочного приема символов увеличивается. В мелком море или на шельфе океана аналогичные эффекты вызывает многомодовая структура распространяющегося поля. Гидроакустические каналы связи и локация практически всегда работают в условиях многолучевого распространения сигналов, реверберации и частотной дисперсии сигналов, поэтому при синтезе алгоритмов обработки необходимо учитывать дробление полезного сигнала на несколько лучей. Для эффективной обработки сигналов известное техническое решение сводится к весовой обработке последовательности импульсов. Кроме того, для повышения качества работы целесообразно применять обработку, согласованную с каналом распространения [1,2].

Целью данной работы является анализ различных временных функций при весовой обработке сложного сигнала в условиях многолучевого распространения, направленных на улучшение качества обнаружения.

Анализ прохождения сложных сигналов через многолучевой канал показывает, что в принимаемом сигнале можно выделить сигнал основного луча (подводного звукового канала – ПЗК) с максимальной амплитудой, предшествующие и последующие лучи. Число лучей зависит от расстояния между источником и приемником сигналов, структуры и параметров окружающей обстановки. Например, по данным [3] число предшествующих лучей на расстоянии 30 км может варьироваться в пределах 2...4 (зима, лето), а последующих – от 3...5 лучей (лето) до 13...15 лучей (зима). Предложено семейство двухсторонних весовых функций, в которых для накопления сигналов предшествующих лучей используется усеченная гауссовская функция, а для обработки последующих лучей – экспоненциальная функция. Параметры функций выбирались таким образом, чтобы учесть энергетически наиболее значимые сигналы. Проведен анализ алгоритмов обнаружения сложного сигнала, который показал, что в рассмотренных условиях в зависимости от степени искажений потери в пороговой мощности сигнала могут составлять до 2...3-х дБ.

Проведенное статистическое моделирование позволило выработать некоторые рекомендации по стабилизации вероятности ложной тревоги за счет адаптивной регулировки порога. Это достигается оценением количества лучей и отдельной нормировкой весовых функций предшествующих и последующих лучей. Отмечается, что, не смотря на применение согласованной с каналом обработки, полностью устранить последствия многолучевого распространения сигнала не удается.

### **Литература**

1. Кловский Д.Д. Теория электрической связи. – М.: Радиотехника, 2009. – 646 с.
2. Маркович И.И. Методы и алгоритмы цифровой пространственно-временной обработки гидроакустических сигналов в многолучевых эхолотах и локахторах препятствий // *Фундаментальная и прикладная гидрофизика*. 2014. Т. 7. № 2. С.58-71.
3. Галкин О.П., Панкова С.Д. Особенности формирования звукового поля вблизи дна мелкого моря // *Акустический журнал*. 2006. Т. 52. № 2. С.187-194.