

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

на диссертационную работу Михнюка Александра Николаевича  
«Методы повышения эффективности функционирования мультистатической  
системы подводного наблюдения», представленную на соискание ученой  
степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.06 –  
Акустика

### **Актуальность работы**

Интенсивное развитие деятельности по освоению морских просторов обусловили необходимость разработки и создания систем подводного наблюдения. Мультистатический режим работы гидроакустических систем обнаружения является одним из наиболее перспективных направлений, поскольку учитывает современное развитие и применение различных подводных малоразмерных роботизированных средств и комплексов. Повышение эффективности мультистатических систем подводного наблюдения (МСПН) является актуальной задачей не только при разработке новых систем освещения подводной обстановки, предназначенных для организации мониторинга в акваториях с большой площадью, но и при модернизации существующих гидроакустических комплексов.

### **Научная новизна**

Автором предложены новые методы решения задач обработки гидроакустической информации, которые повысили эффективность МСПН, обеспечивая более надежную вероятность обнаружения подводных объектов и точность оценки их координат и параметров их движения. Также разработана методика, позволяющая количественно оценить влияние различных методов обработки сигналов на эффективность функционирования МСПН.

## **Практическая значимость**

Разработанные автором методы обработки сигналов позволяют улучшить технические характеристики системы гидроакустических станций, функционирующих в мультистатическом режиме. Областью применения результатов является организация мониторинга акваторий с помощью МСПН при решении задач по отслеживанию перемещений морских животных и рыб, охране акваторий от несанкционированного проникновения различных подводных объектов, навигационному обеспечению для контроля и управления режимами движения подводных роботизированных средств.

## **Содержание работы**

Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, списков сокращений и литературы и приложения. Список литературы насчитывает 169 наименований. Объем диссертации 173 страницы, в том числе 63 рисунка и 15 таблиц.

Во введении представлена общая характеристика работы: приведено обоснование актуальности, цель и задачи работы, ее научная новизна и практическая значимость, перечислены защищаемые положения.

Первая глава диссертации является обзорной. В результате анализа особенностей функционирования МСПН определены способы повышения ее эффективности.

Во второй главе рассмотрены способы решения задачи гидроакустической совместимости гидролокационных станций (ГЛС) в составе МСПН. Автором разработан ряд методов режекции прямых полей соседних ГЛС при различной степени априорной неопределенности. Математическое моделирование и экспериментальная проверка алгоритмов, реализующих указанные методы, подтвердили их работоспособность. Особо необходимо отметить, что метод разработан применительно к сигналам с неизвестными характеристиками.

Третья глава посвящена разработанным автором методам идентификации эхо-сигналов и комплексирования их параметров (оценок текущих координат), основанным на максимизации суммарного логарифма плотности вероятности измерения МСПН. Следует отметить, что предлагаемые автором методы идентификации эхо-сигналов и комплексирования их параметров были реализованы при разработке программного обеспечения реальной МСПН и подтвердили свою эффективность при ее испытаниях.

В четвертой главе рассматриваются разработанные автором методы динамического позиционирования ГЛС, проводится исследование их эффективности, как путем моделирования, так и путем обработки данных, полученных при проведении натуральных экспериментов в условиях неоднородного по глубине волновода.

В пятой главе описана разработанная автором методика оценки вклада различных методов обработки гидроакустической информации в эффективность функционирования МСПН. Рассчитан комплексный количественный критерий эффективности МСПН – вероятность перехвата подводного объекта силами охраны.

В заключении представлены основные результаты работы.

В приложении приводится информация о характеристиках малоразмерных движущихся подводных объектов.

**Автореферат** полно и наглядно отражает полученные в диссертационной работе результаты.

### **Достоверность**

Достоверность выводов диссертационной работы не вызывает сомнений. Результаты, полученные при численном моделировании, хорошо соотносятся с данными обработки экспериментов. Результаты работы опубликованы в 8 реферируемых научных журналах, в том числе в 6 изданиях из перечня ВАК РФ. Публикации отражают основные положения

диссертационной работы и позволяют подтвердить личный вклад Александра Николаевича Михнюка.

Практическое использование результатов работы подтверждено актами о внедрении.

### **Замечания**

Как и в любой работе, можно отметить некоторые недостатки:

1. В описании формул (1.9), (1.10) и (1.20) параметр  $A$  – амплитуда поля. Некорректное использование терминов, правильно: амплитуда сигнала. Аналогично в автореферате.

2. Рассмотрение помех ограничено нормальным законом распределения.

3. В формуле (4.9) должен быть квадрат модуля.

4. На стр. 105, во втором абзаце снизу присутствует фраза «если моменты излучения сигналов всеми ГЛС априорно неизвестны». Как такая ситуация может возникнуть непосредственно при функционировании МСПН?

5. В формулах подраздела 4.3 обозначение векторов (стрелкой) отличается от их обозначения во всей диссертации (жирным шрифтом). Аналогично в автореферате.

Кроме того есть ошибки и опечатки:

стр. 9, 5-я строка сверху, вместо местоимения ее нужен союз и, аналогично в автореферате стр. 4, 20-я строка;

стр. 26, рис.1.3. на подписи и по тексту сказано, что это модель прямого поля, однако, изображены также лучи, распространяющиеся и от излучателя к приемнику;

стр. 29, 6-я строка снизу, некорректное сочетание «в области по вопросу»;

стр. 34, 1-я строка сверху, правильно будет гауссов процесс;

стр. 40, 7-я строка сверху, после слова течений пропущена запятая;

стр. 61, второй абзац, предложение «Рассмотрим случай трех мешающих источников» лишнее;  
стр. 94, в названии четвертой главы 3 буквы н в слове гидролокационных;  
стр. 132, 11-я строка снизу, вместо формализированной нужно использовать формализованной.

Данные замечания не снижают ценности диссертационной работы.

Тема и содержание диссертации соответствует паспорту специальности 01.04.06 – Акустика: «исследование упругих колебаний и волн, а также проблемы обработки сигналов, технической реализации и исследование соответствующих систем».

Диссертационная работа представляет собой законченное научное исследование и полностью соответствует всем требованиям ВАК РФ к кандидатским диссертациям, изложенным в «Положении о присуждении ученых степеней», утвержденном постановлением правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. Ее автор, Михнюк Александр Николаевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.06 – Акустика.

Старший научный сотрудник НИИ физики ЮФУ,  
кандидат технических наук

Г.М. Глебова

Адрес: 344090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 194.

Телефон: +7(904) 345-00-50.

e-mail: glbgalina@yandex.ru

Подпись Глебовой Г.М. заверяю,  
ученый секретарь НИИ физики ЮФУ  
к.ф.-м.н.



Я.А. Рейзенкинд

НИИ физики ЮФУ  
Исх. № 604/192  
от 20.04. 2018 г.