

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

Диссертация Михнюка А.Н. посвящена повышению эффективности мультистатических систем подводного наблюдения (далее МСПН). Контроль подводной обстановки в районах расположения прибрежных и морских объектов, имеет важное экономическое значение. В настоящее время МСПН считаются одними из самых перспективных систем наблюдения малошумных объектов и малоразмерных автономных подводных роботизированных средств. МСПН обладают высоким потенциалом при мониторинге подводной обстановки в акваториях имеющих большие площади и разнообразную форму. Указанные обстоятельства обуславливают **актуальность** диссертационной работы.

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка сокращений, списка литературы и приложения.

Во **введении** представлены цель и задачи работы, научная новизна и практическая значимость полученных результатов, сформулированы защищаемые положения, приведен обзор литературы по теме диссертации (обзор литературы присутствует и в первой главе).

В **первой главе**, которая носит обзорный характер, рассмотрены особенности функционирования МСПН, описаны используемые в диссертационной работе математические модели сигналов и помех. Также в данной главе предложен расширенный количественный критерий для оценки эффективности МСПН. На основании указанного критерия выявлены методы увеличения эффективности функционирования МСПН.

Во **второй главе** описаны разработанные автором методы решения задачи гидроакустической совместимости гидролокационных станций (ГЛС) в составе МСПН адаптивные методы режекции мощных сигналов соседних ГЛС. Исследованы возможности указанных методов при использовании различных объемов априорной информации. Путем численного моделирования исследована и подтверждена работоспособность и эффективность разработанных методов. Эффективность указанных методов подтверждена при обработке данных, полученных в морском эксперименте.

В **третьей главе** рассмотрены предложенные автором методы идентификации и комплексирования параметров обнаруженных МСПН эхо-сигналов. За основу данных методов принят метод максимального правдоподобия. Назначение метода идентификации эхо-сигналов – сопоставление эхо-сигнала обнаруженному объекту и определение номера станции в составе системы, излучение которой обусловило данный эхо-сигнал. Полученная при идентификации информация используется в методе комплексирования параметров эхо-сигналов, предназначенного для увеличения точности оценок текущих координат обнаруженного подводного объекта. В данной главе приведено математическое описание указанных методов, представлены результаты численного моделирования, проведенного для оценки их эффективности. Эффективность идентификации и комплексирования подтверждена экспериментальными результатами, полученными при реализации указанных методов в реальной МСПН.

Четвертая глава посвящена методам динамического позиционирования ГЛС. Методы позиционирования предназначены для уменьшения ошибок при оценке координат обнаруженных объектов, обусловленных недостоверной информацией о текущем пространственном расположении ГЛС. Приведено математическое описание разработанных методов, результаты численного моделирования, выполненного с целью исследования их эффективности. На основании предлагаемого метода взаимного позиционирования ГЛС в условиях неоднородного морского

волновода разработан способ оценки координат удаленного источника звука. Приведены результаты по исследованию данного способа оценки координат, полученные как при численном моделировании, так и экспериментально.

В пятой главе автором предложена методика количественной оценки вклада разработанных методов в эффективность МСПН. С помощью методики исследовано влияние разработанных в главах 2 – 4 методов.

В заключении представлены основные научные результаты, полученные в диссертационной работе.

В приложении приведена вспомогательная информация о характеристиках малоразмерных движущихся подводных объектов.

Автореферат соответствует содержанию диссертации, дает представление о полученных результатах.

Научная новизна заключается в разработке комплекса методов (физических основ, математического описания, алгоритмов) обработки гидроакустической информации, позволяющих повысить эффективность МСПН.

Практическая значимость заключается в развитии цифровой обработки гидроакустической информации, позволяющей улучшать технические характеристики гидроакустических станций функционирующих в мультистатическом режиме. Полученные в диссертации результаты могут применяться как при создании современных систем освещения подводной обстановки, так и для модернизации существующих технических средств и комплексов гидроакустического мониторинга.

Достоверность и обоснованность выводов диссертационной работы подтверждается хорошей согласованностью результатов, полученных при численном моделировании, с результатами обработки сигналов, полученных экспериментально при проведении работ в натуральных морских условиях. По теме диссертации опубликовано 8 научных работ, из которых 6 в изданиях из списка ВАК. Материалы диссертации были доложены на 2 научных конференциях. Публикации отражают основные положения диссертационной

работы и подтверждают личный вклад автора. Практическое использование результатов работы подтверждено актами о внедрении.

Диссертация в целом производит впечатление качественного исследования, но содержит ряд недостатков. **Замечания** по работе и автореферату:

1. В формуле (1.9) в показателе степени экспоненты второе слагаемое лишнее. Данное замечание также относится к соответствующей формуле в автореферате.

2. В описании формул (1.9), (1.10) и (1.20) параметр $A(\dots)$ – амплитуда поля, пришедшего по лучу. Некорректное использование терминов, правильно: амплитуда сигнала. Данное замечание относится и к описанию соответствующих формул в автореферате.

3. В формуле (1.15) пропущен индекс r' , справа в скобках должно быть $(\mathbf{e}, \mathbf{r}_r - \mathbf{r}_{r'})$. Так же не указано, что $(\mathbf{e}, \mathbf{r}_r - \mathbf{r}_{r'})$ – скалярное произведение соответствующих векторов. Данное замечание относится и к соответствующей формуле в автореферате.

4. После рис. 2.8 (стр. 59) приведен вывод о том, что остаток после режекции пропорционален ошибке оценки направления на мешающий сигнал. Данный вывод на основании рис. 2.8 сделать затруднительно, т.к. на указанном рисунке приведен график зависимости степени режекции – величины обратно пропорциональной уровню остатка.

5. Не дано определение термину «период обзора системы» (стр. 71).

6. В параграфе 4.3 в формулах используется обозначение векторов (со стрелкой) отличное от их обозначения во всей диссертации (жирным шрифтом). Данное замечание также относится к автореферату в той его части, где приведены результаты соответствующего параграфа диссертации.

7. Присутствуют грамматические ошибки и опечатки:

стр. 12, 13-я строка сверху, «работоспособности»;

стр. 27, 9-я строка сверху, после слова распространения пропущен предлог «по»;

