

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

By Суан Хау

«Исследование и разработка системы цифрового магнитного компаса для малотоннажных морских судов», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (информатизация и связь).

Актуальность. Создание навигационного оборудования является важной научно-технической задачей. В частности, в навигации морских малотоннажных судов данная проблема стоит особенно остро, поскольку в большинстве случаев эти суда имеют лишь механические системы магнитных компасов, не позволяющие связать результаты их измерений с прочими современными электронными системами навигации и управления кораблем. Естественно, что существование глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) открывает большие перспективы повышения качества навигационной информации. Таким образом, тема разработки и создания цифрового магнитного компаса (ЦМК), сопряженного с работой ГНСС, для малотоннажных морских судов является актуальной.

Научная новизна. Диссидентом разработан ЦМК, объединяющий в себе свойства традиционного магнитного компаса и ГНСС, позволяющий получать в удобной форме информацию о координатах судна, направлении и параметрах движения. Важным является то, что конструктивно данный прибор не очень сложен и, потому, является сравнительно недорогим. Также следует отметить, что процесс обработки сигнала в созданном ЦМК осуществляется по оригинальной квазиоптимальной процедуре. Отмеченное позволяет считать, что представленная диссертационная работа обладает достаточным набором элементов научной новизны.

Значимость для науки и практики. Созданное диссидентом устройство представляет большой практический интерес. Действительно, данное устройство, сравнительно несложное и недорогое, позволяет существенно повысить надежность навигационной информации для малотоннажных морских судов, формирует удобные сигналы, которые при необходимости могут быть использованы в многообразных системах автоматического контроля параметров и управления кораблем. Результаты диссертационной работы успешно используются в компаниях «Maritime trading and service technology Co., LTD», «Thao Linh DMTCO, LTD» и на ряде вьетнамских судов. Научная значимость проделанной работы также велика – поскольку работа представляет собой пример успешного решения достаточно сложной комплексной технической задачи. Полученная в данной работе информация позволит в дальнейшем развивать положительные стороны ЦМК,

и создавать приборы следующего поколения, обладающие лучшими качествами.

Общая характеристика диссертации. Объем диссертации – 173 страницы. Структурно она разделена на Введение, четыре Главы, Заключение, Список литературы и четыре Приложения. Во Введении приведена общая характеристика работы.

Первая Глава является литературным обзором. В ней рассмотрены элементы физики земного магнетизма, и оценены параметры поля Земли. Рассмотрены специальные датчики магнитного поля, позволяющие создавать системы с ЦМК и стандартные магнитные компасы. Далее в первой главе рассмотрены в общих чертах свойства ГНСС GPS/ГЛОНАСС. Описана методика расчета координат объекта и оценены погрешности измерения координат при помощи ГНСС.

Во второй Главе рассмотрены некоторые методы усреднения результатов измерения, используемые в дальнейшем при создании соответствующего измерительного комплекса. В частности, приведены общие формулы, вытекающие из теории Калмана, для оценки измеряемого параметра и его погрешности. Описана методика интервальной и регрессионной фильтрации, как дополнительных методов сглаживания результатов измерений. В дальнейшем эти результаты автор использует при создании ЦМК. Далее во второй главе описаны общая схема системы разрабатываемого цифрового компаса. Рассмотрены основные устройства, формирующие входные сигналы и основные устройства отображения информации. Выбраны приборы и устройства, функционирующие в системе. Разработаны принципиальные электрические схемы. Разработана печатная плата и проведен монтаж устройств ЦМК. Кроме того, разработан корпус ЦМК, а также устройства индикации полученных параметров курса корабля. Разработан, в том числе, и Репитер гирокомпаса, позволяющий представлять информацию в виде “вращающихся стрелок”.

Глава 3 посвящена описанию алгоритмов и разработке программного обеспечения, определяющего функционирование системы ЦМК. Описаны программы, позволяющие осуществить расчет параметров траектории корабля, рассмотрены программы обработки полученных сигналов с использованием фильтра Калмана и интервального подходов. Разработано ПО для цифрового устройства отображения информации и Репитера гирокомпаса.

В главе 4 рассмотрены результаты испытаний созданной системы ЦМК. С помощью специального исследовательского стенда выполнены испытания созданной системы при различных входных воздействиях. Результаты показали, что в целом, применение процедур сглаживания результатов оказывается весьма эффективным, благодаря чему погрешность измерения

снижается до 0.1-1.1 градуса. В заключительной части главы 4 описаны испытания индикаторных устройств.

В Заключении в краткой форме представлены результаты и выводы, следующие из диссертационной работы.

Список литературы достаточно полный, содержащий 87 источников, свидетельствуют о широком научном кругозоре диссертанта.

В Приложении 1 представлен программный код для устройств ЦМКС.

В Приложении 2 представлен программный код для тестирования ЦМК.

В Приложении 3 представлены протоколы испытаний ЦМКС, выполненные судоходными компаниями (Вьетнам).

В приложении 4 представлены в виде таблиц и графиков экспериментальные результаты испытаний ЦМКС.

Материал, представленный в диссертации, позволяет отметить, что поставленная задача исследования выполнена диссертантом.

Диссертация характеризуется последовательным изложением проблемы. Она написана хорошим литературным языком.

Автореферат правильно передает содержание диссертации.

Диссертация и автореферат диссертации Ву Суан Хай по оформлению соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11 – 2011. Содержание разделов диссертации соответствует теме и подчинено цели работы. По теме диссертации опубликовано 10 работ, отражающих основные положения исследования, среди которых 4 статьи в журналах, определенных ВАК и Аттестационным советом УрФУ, включая 3 статьи в изданиях, индексируемых в международных цитатно-аналитических базах Scopus, 5 текстов докладов в материалах международных научно-практических конференций.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, выносимых на защиту. Диссидентом вынесено на защиту три научных положения (стр. 7-8). Каждое из них имеет научное содержание и обосновано в диссертационной работе. Так, первые два научных положения обоснованы в главах 2-4 диссертации. Третье научное положение обосновано в главах 3 и 4. Иными словами, проведенная автором работа обладает научным смыслом, который может быть изложен в виде научных положений, обладающих научной новизной.

Достоверность научных положений и результатов, сформулированных в диссертации, базируется на использовании фундаментальных положений теории навигации, теории измерений и теории оптимального приема сигналов. Она обеспечивается совпадением результатов выполненных расчетов и фактическими результатами натурных испытаний ЦМКС на судах во Вьетнаме. Погрешность выходного значения азимута ЦМК определялась его

непосредственным сравнением с выходным значением стандартного гирокомпаса на борту.

Соответствие диссертации паспорту специальности. Диссертация соответствует паспорту специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (информатизация и связь) по пунктам 2 и 12 области исследований:

П.2. Формализация и постановка задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации;

П.12. Визуализация, трансформация и анализ информации на основе компьютерных методов обработки информации.

Основные замечания. Диссертация не свободна от недостатков. Рассмотрим некоторые.

1. На стр. 10 для магнитного момента Земли и напряженности магнитного поля Земли записаны неправильные единицы измерения.

2. Выбор параметров элементов принципиальных схем часто бывает не обоснован. Например, на стр. 42 записано: «для надежного подавления помех индуктивность фильтра $T1$ была выбрана равной 35мГн ». Что значит «надежного»? Никаких расчетов нет.

3. На рисунках 2.19, б (стр. 50) и 2.21, а (стр. 51) представлено одно устройство – ЦМК. Тем не менее, внешний вид этих устройств различен. С чем это связано?

4. Единственный расчет параметров принципиальной схемы сделан на стр. 56-57. В частности на стр. 57 отмечено: « $R = (5B - V_{BE})/I_B = (5 - 0.7) / 0.0021 = 2047(\Omega)$. Для глубокого насыщения A1015 мы выбираем резистор $R = 4.7K\Omega$ ». Однако, увеличение сопротивления резистора цепи базы снижает базовый ток и степень насыщения транзистора уменьшится.

5. Формула на страницах 73, 81 для расчета уточненного азимута $\psi = 0.17(\alpha + 5\beta)$ представлена как результат практического компромисса. Однако, совершенно очевидно, что ее использование приведет к неоправданно большой погрешности оценки азимута покоящегося корабля. В чем заключается компромисс?

Следует отметить, что сделанные замечания не снижают общей ценности работы, и не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации.

Заключение. Диссертационная работа Ву Суан Хай «Исследование и разработка системы цифрового магнитного компаса для малотоннажных морских судов» по совокупности качественных показателей удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. Автором на основании выполненных

исследований, разработана сложная радиоэлектронная система оценки координат корабля на основании данных магнитного компаса и данных ГНСС. Созданная система испытана и внедрена. Диссертационная работа полностью соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, а ее автор, Ву Суан Хая, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (информатизация и связь).

Сведения об авторе отзыва.

1. Фамилия, имя, отчество: Ивлиев Андрей Дмитриевич
2. Должность: профессор кафедры математических и естественнонаучных дисциплин ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально педагогический университет».
3. Ученая степень: доктор физико-математических наук: шифры специальностей: 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника; 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.
4. Наименование организации: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный профессионально-педагогический университет».
5. Почтовый адрес: 620012, Екатеринбург, ул. Машиностроителей, 11. РГППУ, каф. МЕН.
6. Телефон: +7(343) 221-19-51
7. E-mail: ad_i48@mail.ru

Доктор физико-математических наук,
профессор кафедры математических и
естественнонаучных дисциплин ФГАОУ ВО
«Российский государственный
профессионально-педагогический университет»

А. Д. Ивлиев

Подпись профессора Ивлиева Андрея Дмитриевича заверяю.
Ректор ФГАОУ ВО «Российский государственный
профессионально-педагогический университет»



09 ноября 2020 г.
г. Екатеринбург

Е. М. Дорожкин