**Ву Суан Хау Исследование и разработка системы цифрового магнитного компаса для малотоннажных морских судов**

ОГЛАВЛЕНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

кандидат наук Ву Суан Хау

ВВЕДЕНИЕ

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ ЦИФРОВОГО МАГНИТНОГО КОМПАСА ДЛЯ МАЛОТОННАЖНЫХ МОРСКИХ СУДОВ

1.1 Теория о магнитном поле Земли [9, 10]

1.2 Типы магнитного компаса, используемого на кораблях

1.2.1 FURUNO PG

1.2.2 FURUNO PG-1000 [13]

1.2.3 Азимут-90м [14]

1.3 Принципы работы навигационных систем GPS и ГЛОНАС. Показатели точности

1.3.1 Принцип работы ГНСС

1.3.2 Источники погрешностей спутниковых систем

1.3.3 Точность системы GPS/ ГЛОНАСС

1.4 Описание протокола NMEA-0183 [27-30]

1.5 Выводы по главе

ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДОВ СНИЖЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ШУМА НА ПОКАЗАНИЯ ЦМКС И АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СОСТАВНЫХ УСТРОЙСТВ ЦМКС

2.1. Обоснование применения методов фильтрации Калмана и интервальных оценок для повышения точности показаний ЦМК

2.1.1 Теория фильтрации Калмана как метода устранения выходного шума ЦМК [78]

2.1.2 Описание метода интервальной и регрессионной фильтрации [86]

2.2. Разработка и аппаратная реализация устройств входящих в состав ЦМКС

2.2.1 Разработка ЦМК

2.2.2 Разработка цифрового устройства отображения информации

2.2.3 Разработка репитера гирокомпаса

ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТРОЙСТВ ЦМКС

3.1 Разработка ПО для ЦМК

3.1.1 Подпрограмма инициализации

3.1.2 Подпрограмма приема и обработки сигналов от датчика HMC5883L

3.1.3 Подпрограмма приема и обработки сигналов от модуля МЕО-7М

3.1.4 Подпрограмма рассчета значения азимута у на основе значений а и в

3.1.5 Алгоритм Калмана для обработки зашумленного выходного сигнала ЦМК [78, 79, 81, 83, 84]

3.1.6 Алгоритм фильтрации с применением интервального подхода для микроконтроллера ATMEGA128 внутри ЦМК

3.2 Разработка ПО для цифрового устройства отображения

3.2.1 Алгоритм начальной инициализации программы

3.2.2 Алгоритм программы приема сигнала компаса

3.2.3 Алгоритм обработки сигналов компаса

3.2.4 Алгоритм отображения азимута на четырех 7-сегментных светодиодах

3.2.5 Алгоритм управления яркостью (диммер) светодиодных индикаторов

3.2.6 Алгоритм расчета скорости поворота корабля

3.3 Разработка ПО для Репитера гирокомпаса

3.3.1 Подпрограмма инициализация и объявление переменных

3.3.2. Подпрограмма синхронизации

3.3.3 Подпрограмма прерывания ШТ1

3.3.4 Подпрограмма приема сигналов от ЦМК

3.3.5 Подпрограмма расчета азимута на основе данных ММБА0183, полученных из ЦМК

3.3.6 Алгоритм управления шаговым двигателем

3.4. Выводы по главе

ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ И ЭСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ЦМКС

4.1 Результаты изготовления ЦМКС

4.2 Установка и подключение устройств ЦМКС

4.3 Тестирование ЦМК

4.3.1 Подготовка к тестированию и методы испытаний

4.3.2 Результаты испытания ЦМК

4.3.3 Результат фильтрации шумового сигнала для ЦМК на основе интервального подхода [86]

4.4 Тестирование индикаторных устройств в составе системы

4.5. Выводы по Главе

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Приложение 1. Программный код для устройств ЦМКС

Приложение 2. Программный код, написанный в ОП С#, для тестирования ЦМК

Приложение 3. Протокол испытаний ЦМКС

Приложение 4. Экспериментальные результаты испытаний ЦМКС